

 enosite GmbH . Straße am Zeltplatz 7 . 18230 Ostseebad Rerik

eno energy GmbH
Frau Christin Plepla
Kempowski-Ufer 1
18055 Rostock

enosite GmbH
Straße am Zeltplatz 7
18230 Ostseebad Rerik
Germany

Ihr Ansprechpartner:
Astrid Zädow
fon+49 (0)38296 . 747 412
fax+49 (0)38296 . 747 420
astrid.zaedow@eno-site.com
www.eno-site.com

Betreff:

Rerik, 01.09.2022

Ergänzung, Standort WEG 02/18 Löwitz West – Löwitz West I (WEA 1+2), Löwitz West II (WEA 3+4), **Schallimmissionsprognosen:**
enosite-0094-SL.a-2020-03, 24.11.2020
enosite-0094-SL.b-2020-03, 16.11.2020

Sehr geehrte Frau Plepla,

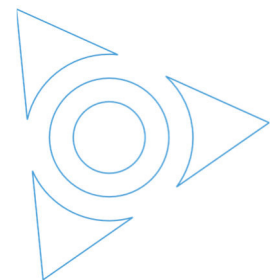
für die Planung von insgesamt 4 Windenergieanlagen (WEA) im Windpark Löwitz West (Mecklenburg-Vorpommern) haben Sie von uns die für die Projektentwicklung notwendigen Schallimmissionsprognosen enosite-0094-SL.a-2020-03 vom 24.11.2020 für WEA 1 und 2 sowie enosite-0094-SL.b-2020-03 vom 16.11.2020 für WEA 3 und 4 erhalten.

Darin betrachtet werden unter anderem die Schalleistungspegel der geplanten WEA für den kritischen Nachtzeitraum von 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr.

Nach aktueller Information durch den Hersteller gibt es seit dem 24.08.2022 eine steuerungstechnische Optimierung der schallreduzierten Modi des geplanten WEA Typs eno152-5.6, so dass eine Leistungserhöhung erreicht werden kann. Die Rotordrehzahl und der Schalleistungspegel bleiben gleich. Eine entsprechende Herstellererklärung sowie ein Auszug aus dem neuen Dokument für die Schalleistungspegel vom 24.08.2022 sind im Anhang ersichtlich.

Mit diesem Schreiben möchte ich darauf hinweisen, dass bei den Modebezeichnungen der geplanten WEA eine Aktualisierung vorzunehmen ist, diese ändert aber nicht die Berechnungsergebnisse in den Schallimmissionsprognosen enosite-0094-SL.a-2020-03 vom 24.11.2020 und enosite-0094-SL.b-2020-03 vom 16.11.2020.

In der folgenden Tabelle werden die neuen Bezeichnungen, die für Löwitz West I+II WEA 1-4 relevant sind, aufgeführt:



Sitz der Gesellschaft:
enosite GmbH
Straße am Zeltplatz 7
18230 Ostseebad Rerik

fon +49 (0)38296 . 747 400
fax +49 (0)38296 . 747 420

Geschäftsführer:
Beate Mallow

Bankverbindung:
Deutsche Bank
IBAN
DE02 1307 0000 0208 7575 00
BIC DEUTDEBRXXX

Handelsregister:
Amtsgericht Rostock
HRB 13955

Ust-Id-Nr.:
DE313917451
St-Nr. 079/133/07695





Tabelle 1: Modebezeichnung und Oktavbänder der eno152-5.6 Löwitz West I+II

für WEA Nr.	Modebe- zeichnung alt	Modebe- zeichnung neu	Rotor- dreh- zahl	Mittenfrequenz des Oktavbandes [Hz]								Schall- leistungs- pegel L _{WA} [dB(A)]
				U/min	63	125	250	500	1000	2000	4000	
WEA 1-4 (tags)	mode5600- 102	mode5600- 102	10,2	88,7	94,8	100,7	101,3	100,2	98,3	91,5	76,4	106,8
WEA 1-4 (nachts, Variante A)	mode1800- 700	mode2500- 700	7,00	81,4	87,5	93,4	94,0	92,9	91,0	84,2	69,1	99,5

Vielen Dank, für weitere Rückfragen stehe ich Ihnen gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

A. Zädow

Astrid Zädow
enosite GmbH

Anhang





Your reliable and sustainable partner since 1999

/ eno energy systems GmbH, Kempowski-Ufer 1, 18055 Rostock

eno energy GmbH
Straße am Zeltplatz 7
18230 Ostseebad Rerik

Ihr Ansprechpartner:

Alexander Gerds
Forschung & Entwicklung

T: 0381 203 792 100
alexander.gerds@eno-energy.com

Rostock, 25.08.2022

Herstellereklärung zur Optimierung der schallreduzierten Betriebsweisen der eno152

Sehr geehrte Damen und Herren,

eine Optimierung im elektrischen System der Windenergieanlagen der eno energy systems GmbH hat bei gleichen Randbedingungen zu einer Erhöhung der elektrischen Leistung bei den schallreduzierten Betriebsweisen geführt. Für die eno152 werden im Folgenden die alten und neuen Betriebsweisen gegenübergestellt. Aufgrund der konstant gehaltenen Drehzahl ändern sich die Schallleistungspegel der reduzierten Betriebsweisen nicht.

Bezeichnung alt	elektrische Nennleistung alt [kW]	Bezeichnung neu	elektrische Nennleistung neu [kW]	Rotordrehzahl [1/min]	prognostizierter Schallleistungspegel [dB(A)]
mode5600-102	5600	mode5600-102	5600	10,20	106,8
mode5400-980	5400	mode5600-980	5600	9,80	106,0
mode5250-955	5250	mode5500-955	5500	9,55	105,5
mode5100-925	5100	mode5300-925	5300	9,25	105,0
mode4500-900	4500	mode5200-900	5200	9,00	104,5
mode4000-875	4000	mode5050-875	5050	8,75	104,0
mode3500-855	3500	mode4850-855	4850	8,55	103,5
mode3200-835	3200	mode4600-835	4600	8,35	103,0
mode3000-810	3000	mode4400-810	4400	8,10	102,5
mode2800-790	2800	mode4000-790	4000	7,90	102,0
mode2500-765	2500	mode3600-765	3600	7,65	101,5
mode2300-745	2300	mode3400-745	3400	7,45	101,0
mode2200-730	2200	mode3200-730	3200	7,30	100,5
mode2000-715	2000	mode2800-715	2800	7,15	100,0
mode1800-700	1800	mode2500-700	2500	7,00	99,5

Für Rückfragen stehe ich Ihnen gern zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen,

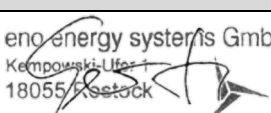
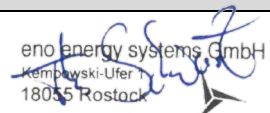
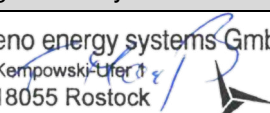
i. A. Alexander Gerds
Forschung & Entwicklung



Prognose der Leistungskennlinie, der Schubbeiwerte und des Schalleistungspegels für die Windenergieanlage

eno152 – 5.6MW

eno energy systems GmbH
 Kempowski-Ufer 1
 18055 Rostock
 Tel.: (+49) (0)381 203792-0
 Fax.: (+49) (0)381 203792-101
 info@eno-energy.com
 www.eno-energy.com

Autor: Alexander Gerds	Prüfer: Thomas Schwarz	Freigabe: Tony Maaß
 eno energy systems GmbH Kempowski-Ufer 1 18055 Rostock	 eno energy systems GmbH Kempowski-Ufer 1 18055 Rostock	 eno energy systems GmbH Kempowski-Ufer 1 18055 Rostock
Ort, Datum	Ort, Datum	Ort, Datum
Rostock, 24.08.2022	Rostock, 24.08.2022	Rostock, 24.08.2022

Dieses Dokument ist nur gültig mit entsprechendem Freigabevermerk.

Dokument: eno152_5.6_LK_Schall_Schub_de_rev3.docx
 Projekt: eno152-5.6MW – LK, Schalleistungspegel, Schubbeiwerte
 Autor: Alexander Gerds, Prüfer: Thomas Schwarz

Klassifikation: vertraulich
 Revision: 3

Datum: 24.08.2022

Seite 1 von 28



Vermerk zur Aktualisierung

Das Dokument - *eno152_5.6_LK_Schall_Schub_de_rev3.docx* – unterliegt keiner automatischen Aktualisierung und dient lediglich der Information.

Durch Produktentwicklung und Optimierung können sich Inhalte des Dokumentes, ohne vorherige Ankündigung, ändern.

Jeder Nutzer des Dokumentes hat eigenverantwortlich sicherzustellen, dass er die jeweils aktuelle und gültige Ausgabe des Dokumentes nutzt.

Schutzvermerk entsprechend ISO 16016

Copyright © 2022 eno energy systems GmbH

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokumentes - *eno152_5.6_LK_Schall_Schub_de_rev3.docx*, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts sind verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Alle Rechte für den Fall der Patent-, Gebrauchsmuster-, oder Geschmacksmustereintragung vorbehalten.

Änderungsverlauf

Rev.	Datum	Name	Änderungen
0	15.02.2021	Thomas Schwarz	Alle Seiten, Neues Dokument
1	28.09.2021	Alexander Gerds	Alle Seiten, Überarbeitung der Schubbeiwerte Dieses Dokument ersetzt die Dokumente eno15x_Schubbeiwerte_de_rev0, eno15x_Schalleistungspegel_de_rev0 und eno15x_powercurve_de_rev0.
2	28.10.2021	Alexander Gerds	Anpassung des Rotordurchmessers
3	24.08.2022	Alexander Gerds	Optimierung der reduzierten Betriebsweisen

Inhaltsverzeichnis

1	Gültigkeit	5
2	Einleitung.....	5
3	Grundlegende Daten	5
3.1	Technische Daten.....	5
3.2	Betriebs- und Umweltbedingungen	5
3.3	Beschreibung der Betriebsweisen	6
4	Berechnete Leistungskennlinie	7
5	Prognose der Schallkennwerte	11
5.1	Prognose der maximalen Schalleistungspegel.....	11
5.2	Tonalität	11
5.3	Prognose der Oktavspektren.....	12
5.4	Messtechnische Ermittlung des Schalleistungspegels	12
6	Berechnete Schubbeiwerte	13
6.1	mode5600-102	14
6.2	mode5600-980	15
6.3	mode5500-955	16
6.4	mode5300-925	17
6.5	mode5200-900	18
6.6	mode5050-875	19
6.7	mode4850-855	20
6.8	mode4600-835	21
6.9	mode4400-810	22
6.10	mode4000-790	23
6.11	mode3600-765	24
6.12	mode3400-745	25
6.13	mode3200-730	26
6.14	mode2800-715	27
6.15	mode2500-700	28

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Betriebsmodi der eno152 - 5.6MW.....	6
Tabelle 4-1: Rechnerisch ermittelte Leistungskurven aller Modi eno 152 – 5.6 MW 1/4.....	7
Tabelle 4-2: Rechnerisch ermittelte Leistungskurven aller Modi eno 152 – 5.6 MW 2/4.....	8
Tabelle 4-3: Rechnerisch ermittelte Leistungskurven aller Modi eno 152 – 5.6 MW 3/4.....	9
Tabelle 4-4: Rechnerisch ermittelte Leistungskurven aller Modi eno 152 – 5.6 MW 4/4.....	10
Tabelle 5-1: Prognostizierte Schalleistungspegel der eno152 – 5.6MW.....	11
Tabelle 5-2: Prognostizierte Schalleistungspegel der Oktavbänder 1/3	12
Tabelle 5-3: Prognostizierte Schalleistungspegel der Oktavbänder 2/3	12
Tabelle 5-4: Prognostizierte Schalleistungspegel der Oktavbänder 3/3	12
Tabelle 6-1: Schubbeiwerte und Rotordrehzahlen mode5600-102	14
Tabelle 6-2: Schubbeiwerte und Rotordrehzahlen mode5600-980	15
Tabelle 6-3: Schubbeiwerte und Rotordrehzahlen mode5500-955	16
Tabelle 6-4: Schubbeiwerte und Rotordrehzahlen mode5300-925	17
Tabelle 6-5: Schubbeiwerte und Rotordrehzahlen mode5200-900	18
Tabelle 6-6: Schubbeiwerte und Rotordrehzahlen mode5050-875	19
Tabelle 6-7: Schubbeiwerte und Rotordrehzahlen mode4850-855	20
Tabelle 6-8: Schubbeiwerte und Rotordrehzahlen mode4600-835	21
Tabelle 6-9: Schubbeiwerte und Rotordrehzahlen mode4400-810	22
Tabelle 6-10: Schubbeiwerte und Rotordrehzahlen mode4000-790	23
Tabelle 6-11: Schubbeiwerte und Rotordrehzahlen mode3600-765	24
Tabelle 6-12: Schubbeiwerte und Rotordrehzahlen mode3400-745	25
Tabelle 6-13: Schubbeiwerte und Rotordrehzahlen mode3200-730	26
Tabelle 6-14: Schubbeiwerte und Rotordrehzahlen mode2800-715	27
Tabelle 6-15: Schubbeiwerte und Rotordrehzahlen mode2500-700	28

1 Gültigkeit

Dieses Dokument ist für den folgenden Windenergieanlagentyp der eno energy systems GmbH gültig.

- eno152 – 5.6MW (alle Nabhöhen)

2 Einleitung

In diesem Dokument sind die berechneten Leistungskennlinien, Schubbeiwerte und Schallkennwerte der eno152 – 5.6MW aufgeführt. Bei den angegebenen Werten handelt es sich um modellhaft ermittelte bzw. rechnerisch gewonnene Größen. Sie sind somit, bis zu Ihrer messtechnischen Überprüfung, als vorläufig anzusehen. Die Schubbeiwerte sind für den statischen Fall, ohne Berücksichtigung von Turbulenz, angegeben.

3 Grundlegende Daten

3.1 Technische Daten

Rotordurchmesser:	152 m
Rotorblatttyp:	SR152
Anlaufwindgeschwindigkeit:	3 m/s
Abschaltwindgeschwindigkeit:	25 m/s

3.2 Betriebs- und Umweltbedingungen

Gelände:	nicht komplex nach DIN EN 61400-12-1:2017
Windscherung:	0,0 – 0,2 (10 Min. - Mittelwert)
Anströmwinkel (Gefälle):	0°
Turbulenzintensität:	6 – 12%
Luftdichte:	1,225 kg/m ³
Schnee / Eis auf den Rotorblättern:	nein
Zustand Rotorblätter:	sauber / keine Beschädigungen
Netzfrequenz:	Nennfrequenz ± 0,5 Hz
Netzspannung:	Nennspannung ± 2,5%
cos(φ):	1,0

3.3 Beschreibung der Betriebsweisen

Bezeichnung	elektrische Nennleistung [kW]	Rotordrehzahl [1/min]	Verfügbarkeit je Nabenhöhe	
			124 m	165 m
mode5600-102	5600	10,20	ja	ja
mode5600-980	5600	9,80	ja	ja
mode5500-955	5500	9,55	ja	ja
mode5300-925	5300	9,25	ja	ja
mode5200-900	5200	9,00	ja	ja
mode5050-875	5050	8,75	ja	ja
mode4850-855	4850	8,55	ja	ja
mode4600-835	4600	8,35	ja	ja
mode4400-810	4400	8,10	ja	ja
mode4000-790	4000	7,90	ja	ja
mode3600-765	3600	7,65	ja	ja
mode3400-745	3400	7,45	ja	ja
mode3200-730	3200	7,30	ja	ja
mode2800-715	2800	7,15	ja	ja
mode2500-700	2500	7,00	ja	ja

Tabelle 3-1: Betriebsmodi der eno152 - 5.6MW

5 Prognose der Schallkennwerte

Die eno152 ist mit Serrations zur Reduktion der Schallemission ausgestattet. Alle angegebenen Schalleistungspegel basieren darauf. In den prognostizierten Schalleistungspegeln sind keine Aufschläge für Unsicherheiten enthalten.

5.1 Prognose der maximalen Schalleistungspegel

Bezeichnung	Prognostizierter, maximaler Schalleistungspegel [dB(A)]
mode5600-102	106,8
mode5600-980	106,0
mode5500-955	105,5
mode5300-925	105,0
mode5200-900	104,5
mode5050-875	104,0
mode4850-855	103,5
mode4600-835	103,0
mode4400-810	102,5
mode4000-790	102,0
mode3600-765	101,5
mode3400-745	101,0
mode3200-730	100,5
mode2800-715	100,0
mode2500-700	99,5

Tabelle 5-1: Prognostizierte Schalleistungspegel der eno152 – 5.6MW

5.2 Tonalität

Im Nahbereich von Windenergieanlagen können durch diese Geräusche mit Tonhaltigkeiten verursacht werden. Unabhängig von der Windgeschwindigkeit wird für die eno152 ein Wert für die Tonhaltigkeit von $\Delta L_{a,k} < 4,0$ dB gemäß IEC 61400-11, entsprechend $K_{TN} \leq 2$ dB gemäß FGW TR1 angegeben.

5.3 Prognose der Oktavspektren

Mittenfrequenz des Oktavbands [Hz]	Prognostizierter Schalleistungspegel des Oktavbands [dB(A)]				
	mode 5600-102	mode 5600-980	mode 5500-955	mode 5300-925	mode 5200-900
31,5	79,6	78,8	78,3	77,8	77,3
63	88,7	87,9	87,4	86,9	86,4
125	94,8	94,0	93,5	93,0	92,5
250	100,7	99,9	99,4	98,9	98,4
500	101,3	100,5	100,0	99,5	99,0
1000	100,2	99,4	98,9	98,4	97,9
2000	98,3	97,5	97,0	96,5	96,0
4000	91,5	90,7	90,2	89,7	89,2
8000	76,4	75,6	75,1	74,6	74,1

Tabelle 5-2: Prognostizierte Schalleistungspegel der Oktavbänder 1/3

Mittenfrequenz des Oktavbands [Hz]	Prognostizierter Schalleistungspegel des Oktavbands [dB(A)]				
	mode 5050-875	mode 4850-855	mode 4600-835	mode 4400-810	mode 4000-790
31,5	76,8	76,3	75,8	75,3	74,8
63	85,9	85,4	84,9	84,4	83,9
125	92,0	91,5	91,0	90,5	90,0
250	97,9	97,4	96,9	96,4	95,9
500	98,5	98,0	97,5	97,0	96,5
1000	97,4	96,9	96,4	95,9	95,4
2000	95,5	95,0	94,5	94,0	93,5
4000	88,7	88,2	87,7	87,2	86,7
8000	73,6	73,1	72,6	72,1	71,6

Tabelle 5-3: Prognostizierte Schalleistungspegel der Oktavbänder 2/3

Mittenfrequenz des Oktavbands [Hz]	Prognostizierter Schalleistungspegel des Oktavbands [dB(A)]				
	mode 3600-765	mode 3400-745	mode 3200-730	mode 2800-715	mode 2500-700
31,5	74,3	73,8	73,3	72,8	72,3
63	83,4	82,9	82,4	81,9	81,4
125	89,5	89,0	88,5	88,0	87,5
250	95,4	94,9	94,4	93,9	93,4
500	96,0	95,5	95,0	94,5	94,0
1000	94,9	94,4	93,9	93,4	92,9
2000	93,0	92,5	92,0	91,5	91,0
4000	86,2	85,7	85,2	84,7	84,2
8000	71,1	70,6	70,1	69,6	69,1

Tabelle 5-4: Prognostizierte Schalleistungspegel der Oktavbänder 3/3

5.4 Messtechnische Ermittlung des Schalleistungspegels

Die messtechnische Bestimmung der Schalleistungspegel erfolgt am Referenzmesspunkt gemäß der IEC 61400-11 sowie der FGW TR1 in der jeweils aktuellen Version von einem nach ISO/IEC 17025 für Schallvermessungen akkreditierten Messinstitut.