

Technisches Datenblatt

Leistungsoptimierte Schallbetriebe

**ENERCON Windenergieanlage E-160 EP5 E3 / 5560 kW mit
TES (Trailing Edge Serrations)**

Herausgeber

ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109
E-Mail: info@enercon.de ▪ Internet: <http://www.enercon.de>
Geschäftsführer: Momme Janssen, Jost Backhaus, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholte
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieses Dokuments sind urheberrechtlich sowie hinsichtlich der sonstigen geistigen Eigentumsrechte durch nationale und internationale Gesetze und Verträge geschützt. Die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Inhaber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.

Die ENERCON GmbH räumt dem Verwender das Recht ein, zu Informationszwecken für den eigenen, rein unternehmensinternen Gebrauch Kopien und Abschriften dieses Dokuments zu erstellen; weitergehende Nutzungsrechte werden dem Verwender durch die Bereitstellung dieses Dokuments nicht eingeräumt. Jegliche sonstige Vervielfältigung, Veränderung, Verbreitung, Veröffentlichung, Weitergabe, Überlassung an Dritte und/oder Verwertung der Inhalte dieses Dokuments ist – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung der ENERCON GmbH untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten.

Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.

Sofern und soweit die Rechte an den Inhalten dieses Dokuments nicht bei der ENERCON GmbH liegen, hat der Verwender die Nutzungsbestimmungen des jeweiligen Rechteinhabers zu beachten.

Geschützte Marken

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

Änderungsvorbehalt

Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

Dokumentinformation

Dokument-ID	D02444386/2.0-de		
Vermerk	Originaldokument		
Datum	Sprache	DCC	Werk / Abteilung
2021-12-01	de	DA	WRD Management Support GmbH / Technische Redaktion

Mitgeltende Dokumente

Der aufgeführte Dokumenttitel ist der Titel des Sprachoriginals, ggf. ergänzt um eine Übersetzung dieses Titels in Klammern. Die Titel von übergeordneten Normen und Richtlinien werden im Sprachoriginal oder in der englischen Übersetzung angegeben. Die Dokument-ID bezeichnet stets das Sprachoriginal. Enthält die Dokument-ID keinen Revisionsstand, gilt der jeweils neueste Revisionsstand des Dokuments. Diese Liste enthält ggf. Dokumente zu optionalen Komponenten.

Dokument-ID	Titel
IEC 61400-12-1:2017	Wind energy generation systems – Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines
IEC 61400-11:2012	Wind turbines – Part 11: Acoustic noise measurement techniques
-	Garantie des Leistungsverhaltens für ENERCON Windenergieanlagen

Inhaltsverzeichnis

1	Verfügbare Betriebsmodi	7
2	Allgemeines	8
2.1	Leistungsverhalten	8
2.2	Informationen zu Schalleistungspegeln	8
2.3	Betriebsparameter	8
2.4	Standorteigenschaften	9
2.5	Turbulenzintensität	10
3	Betriebsmodus NR I s	12
3.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR I s	12
3.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR I s	15
4	Betriebsmodus NR II s	17
4.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR II s	17
4.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR II s	20
5	Betriebsmodus NR III s	22
5.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR III s	22
5.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR III s	25
6	Betriebsmodus NR IV s	27
6.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR IV s	27
6.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR IV s	30
7	Betriebsmodus NR V s	32
7.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR V s	32
7.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR V s	35
8	Betriebsmodus NR VI s	37
8.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR VI s	37
8.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR VI s	40
9	Betriebsmodus NR VII s	42
9.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR VII s	42
9.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR VII s	45
10	Betriebsmodus NR VIII s	47
10.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR VIII s	47
10.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR VIII s	50
11	Betriebsmodus NR IX s	52
11.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus NR IX s	52

11.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus NR IX s	55
-------------	---	-----------

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen

HST	Hybrid-Stahlurm
HT	Hybridurm
NH	Nabenhöhe
NR	Noise-reduced (schallreduziert)

Größen, Einheiten, Formeln

L_{WA}	Schallleistungspegel
v_H	Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe
v_s	Standardisierte Windgeschwindigkeit
σ_P	Serienproduktstreuung
σ_R	Messunsicherheit

1 Verfügbare Betriebsmodi

In der nachfolgenden Tabelle ist ersichtlich, welche Betriebsmodi für welche Turmvarianten bzw. Nabenhöhen verfügbar sind.

Tab. 1: Verfügbare Betriebsmodi

Be- triebs- modus	Turmvariante und Nabenhöhe (NH)	
	E-160 EP5 E3-HST-120-FB-C-01	E-160 EP5 E3-HT-166-ES-C-01
	NH 120 m	NH 166 m
NR I s	x	x
NR II s	x	x
NR III s	x	x
NR IV s	x	x
NR V s	x	x
NR VI s	x	x
NR VII s	x	x
NR VIII s	x	x
NR IX s	x	x

x = verfügbar

- = nicht verfügbar

2 Allgemeines

Zu den in diesem Dokument angegebenen technischen Eigenschaften der Windenergieanlage ist zwingend das Beiblatt zu diesem Dokument zu beachten. Eine Übersicht über die Beiblätter steht dem Vertrieb zur Verfügung (D0950052 „Übersicht Beiblätter zu den Schall- und Leistungsdatenblättern“).

2.1 Leistungsverhalten

Die in diesem Dokument angegebenen Leistungswerte, Leistungsbeiwerte (c_p -Werte) und Schubbeiwerte (c_t -Werte) sind prognostizierte Werte, deren Erreichen ENERCON nach dem aktuellen Entwicklungsstand dieses Windenergieanlagentyps für hinreichend wahrscheinlich hält. Das Leistungsverhalten der Windenergieanlage wird ausschließlich unter den im Dokument „Garantie des Leistungsverhaltens für ENERCON Windenergieanlagen“ beschriebenen Bedingungen gewährleistet.

2.2 Informationen zu SchalleLeistungspegeln

Die Zuordnung der SchalleLeistungspegel (L_{WA}) zur standardisierten Windgeschwindigkeit (v_s) in 10 m Höhe gilt nur unter Voraussetzung eines logarithmischen Windprofils mit Rauigkeitslänge 0,05 m. Die Zuordnung der SchalleLeistungspegel zur Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe (v_H) gilt für alle Nabenhöhen (NH). Die Windgeschwindigkeit wird bei Messungen aus der Leistungsabgabe und der Leistungskennlinie bestimmt.

Aufgrund der Messunsicherheiten (σ_R) bei Schallvermessungen und der Serienproduktstreuungen (σ_P) gelten die in diesem Dokument angegebenen Werte der SchalleLeistungspegel unter Berücksichtigung einer Unsicherheit von $\sigma_R = 0,5 \text{ dB(A)}$ und $\sigma_P = 1,2 \text{ dB(A)}$. Es gilt der 90-prozentige Vertrauensbereich:

$$L_{e,max} = L_W + 1,28 \cdot \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_P^2}$$

Ist während einer Vermessung die Differenz zwischen Gesamtgeräusch und Fremdgeräusch kleiner als 6 dB(A), so muss von einer höheren Unsicherheit ausgegangen werden. Richtlinie ist die IEC 61400-11:2012.

Die SchalleLeistungspegel sind für die in Tab. 2, S. 9 angegebenen Bedingungen berechnet. Es wird eine vorherrschende Turbulenzintensitätsverteilung von 6 % bis 12 % angenommen.

Eine projekt- und/oder standortspezifische Garantie über die Einhaltung des SchalleLeistungspegels wird durch dieses Datenblatt nicht übernommen.

2.3 Betriebsparameter

Einstellungen der Blindleistungserzeugung der Windenergieanlage sowie Steuerungen und Regelungen von Windparks haben einen Einfluss auf das Leistungsverhalten. Die in diesem Dokument angegebenen berechneten Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien gelten unter der Voraussetzung eines uneingeschränkten Betriebs.

2.4 Standorteigenschaften

Die Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien sowie Schallleistungspegel sind für die in Tab. 2, S. 9 angegebenen Bedingungen bei unbeschädigten Blattvorderkanten und sauberen Rotorblättern berechnet. Die Berechnungen beruhen auf der Erfahrung mit Windenergieanlagen an den unterschiedlichsten Standorten.

Tab. 2: Standortbedingungen

Parameter	Wert (10-Minuten-Mittel)
Standardluftdichte	1,225 kg/m ³
relative Luftfeuchte	70 %
Temperatur	15 °C
Turbulenzintensität	gemäß Kap. 2.5, S. 10
Höhenexponent	0,0 bis 0,3
maximale Windrichtungsdivergenz zwischen unterem und oberem Tip	10°
maximale Schräganströmung	±2°
Terrain	gemäß IEC 61400-12-1:2017
Schnee/Eis	nein
Regen	nein

Im Übrigen gelten die Rahmenbedingungen gemäß IEC 61400-12-1:2017.

2.5 Turbulenzintensität

Den Gültigkeitsbereich der Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien, hinsichtlich möglicher am Standort vorherrschender Turbulenzintensitäten, definiert die nachfolgende Tabelle. Weitere Einschränkungen sind Tab. 2, S. 9 zu entnehmen.

Tab. 3: Turbulenzintensität

Windgeschwindigkeit in m/s	Untere Grenze Turbulenzintensität in %	Obere Grenze Turbulenzintensität in %
0,00	20,00	40,00
0,50	20,00	40,00
1,00	20,00	40,00
1,50	20,00	40,00
2,00	20,00	40,00
2,50	20,00	40,00
3,00	18,32	34,02
3,50	16,45	30,55
4,00	15,05	27,95
4,50	13,96	25,93
5,00	13,09	24,31
5,50	12,38	22,99
6,00	11,78	21,88
6,50	11,28	20,95
7,00	10,85	20,15
7,50	10,48	19,46
8,00	10,15	18,85
8,50	9,86	18,31
9,00	9,61	17,84
9,50	9,38	17,41
10,00	9,17	17,03
10,50	8,98	16,68
11,00	8,81	16,37
11,50	8,66	16,08
12,00	8,52	15,82
12,50	8,39	15,57
13,00	8,27	15,35
13,50	8,15	15,14
14,00	8,05	14,95
14,50	7,95	14,77
15,00	7,86	14,60

Windgeschwindigkeit in m/s	Untere Grenze Turbulenzintensität in %	Obere Grenze Turbulenzintensität in %
15,50	7,78	14,45
16,00	7,70	14,30
16,50	7,63	14,16
17,00	7,56	14,03
17,50	7,49	13,91
18,00	7,43	13,79
18,50	7,37	13,69
19,00	7,31	13,58
19,50	7,26	13,48
20,00	7,21	13,39
20,50	7,16	13,30
21,00	7,12	13,22
21,50	7,07	13,14
22,00	7,03	13,06
22,50	6,99	12,99
23,00	6,95	12,92
23,50	6,92	12,85
24,00	6,88	12,78
24,50	6,85	12,72
25,00	6,82	12,66
25,50	6,79	12,60
26,00	6,76	12,55
26,50	6,73	12,50
27,00	6,70	12,45
27,50	6,68	12,40
28,00	6,65	12,35

3 Betriebsmodus NR I s

3.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus NR I s

Tab. 4: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-160 EP5 E3 / 5560 kW Betriebsmodus NR I s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	0	0,00	0,00
2,50	42	0,22	0,93
3,00	104	0,31	0,92
3,50	203	0,39	0,85
4,00	338	0,43	0,81
4,50	508	0,45	0,78
5,00	709	0,46	0,75
5,50	950	0,46	0,74
6,00	1233	0,46	0,72
6,50	1559	0,46	0,71
7,00	1923	0,46	0,69
7,50	2313	0,45	0,67
8,00	2718	0,43	0,64
8,50	3126	0,41	0,61
9,00	3525	0,39	0,57
9,50	3905	0,37	0,53
10,00	4257	0,35	0,49
10,50	4571	0,32	0,45
11,00	4836	0,30	0,41
11,50	5047	0,27	0,37
12,00	5205	0,25	0,33
12,50	5317	0,22	0,30
13,00	5391	0,20	0,27
13,50	5437	0,18	0,24
14,00	5440	0,16	0,22
14,50	5440	0,15	0,20

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
15,00	5440	0,13	0,18
15,50	5440	0,12	0,16
16,00	5440	0,11	0,15
16,50	5440	0,10	0,13
17,00	5440	0,09	0,12
17,50	5440	0,08	0,11
18,00	5440	0,08	0,10
18,50	5440	0,07	0,10
19,00	5440	0,06	0,09
19,50	5440	0,06	0,08
20,00	5440	0,06	0,08
20,50	5387	0,05	0,07
21,00	5293	0,05	0,07
21,50	5156	0,04	0,06
22,00	4967	0,04	0,06
22,50	4724	0,03	0,05
23,00	4431	0,03	0,05
23,50	4095	0,03	0,04
24,00	3726	0,02	0,04
24,50	3336	0,02	0,03
25,00	2669	0,01	0,02
25,50	2295	0,01	0,02
26,00	1948	0,01	0,02
26,50	1622	0,01	0,01
27,00	1324	0,01	0,01
27,50	1060	0,00	0,01
28,00	893	0,00	0,01

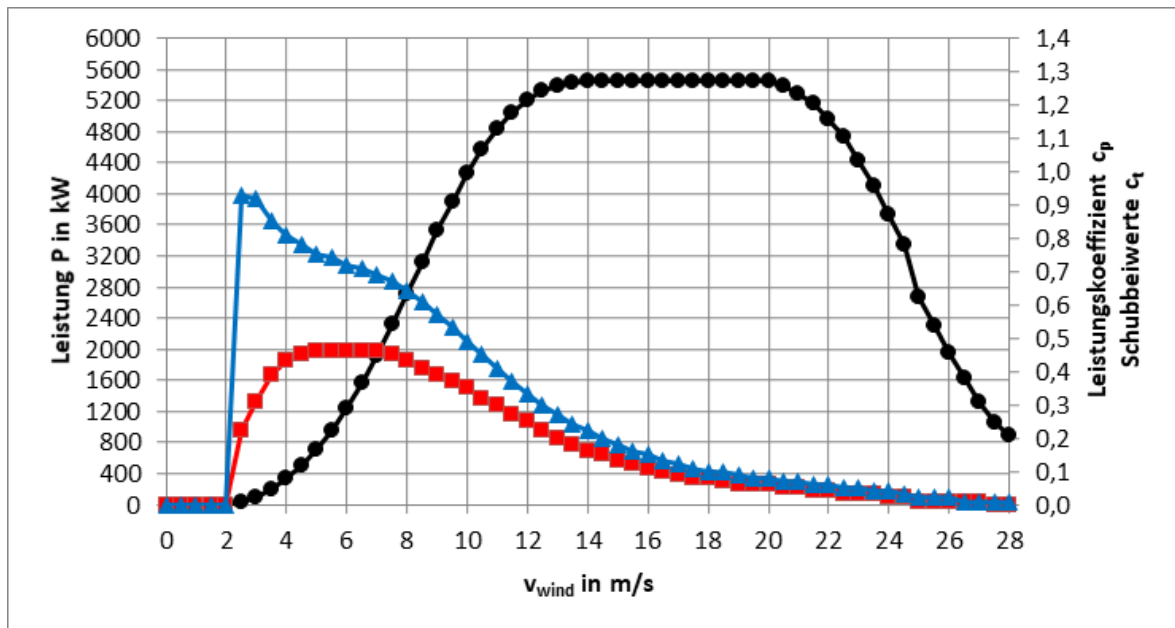





Abb. 1: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien E-160 EP5 E3 / 5560 kW Betriebsmodus NR I s

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

3.2 Berechnete Schallleistungspegel Betriebsmodus NR I s

Im Betriebsmodus NR I s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schallleistungspegel liegt bei 106,0 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schallleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 8 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schallleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 5: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	5440	kW
Nennwindgeschwindigkeit	14,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-160 EP5 E3-HST-120-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-160 EP5 E3-HT-166-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	9,4	U/min

Tab. 6: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)	
	NH 120 m	NH 166 m
3 m/s	94,6	95,1
3,5 m/s	97,0	97,8
4 m/s	99,6	100,4
4,5 m/s	102,0	102,8
5 m/s	104,1	104,9
5,5 m/s	105,8	105,9
6 m/s	106,0	106,0
6,5 m/s	106,0	106,0
7 m/s	106,0	106,0
7,5 m/s	106,0	106,0
8 m/s	106,0	106,0
8,5 m/s	106,0	106,0
9 m/s	106,0	106,0
9,5 m/s	106,0	106,0
10 m/s	106,0	106,0
10,5 m/s	106,0	106,0
11 m/s	106,0	106,0
11,5 m/s	106,0	106,0
12 m/s	106,0	106,0

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)	
	NH 120 m	NH 166 m
95 % P_n	106,0	106,0

Tab. 7: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H	Schallleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,4
5,5 m/s	98,4
6 m/s	100,0
6,5 m/s	101,6
7 m/s	103,2
7,5 m/s	104,5
8 m/s	105,8
8,5 m/s	105,9
9 m/s	106,0
9,5 m/s	106,0
10 m/s	106,0
10,5 m/s	106,0
11 m/s	106,0
11,5 m/s	106,0
12 m/s	106,0
12,5 m/s	106,0
13 m/s	106,0
13,5 m/s	106,0
14 m/s	106,0
14,5 m/s	106,0
15 m/s	106,0

4 Betriebsmodus NR II s

4.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus NR II s

Tab. 8: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-160 EP5 E3 / 5560 kW Betriebsmodus NR II s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	0	0,00	0,00
2,50	42	0,22	0,93
3,00	104	0,31	0,92
3,50	203	0,39	0,85
4,00	338	0,43	0,81
4,50	508	0,45	0,78
5,00	709	0,46	0,75
5,50	950	0,46	0,74
6,00	1232	0,46	0,72
6,50	1553	0,46	0,71
7,00	1907	0,45	0,68
7,50	2283	0,44	0,66
8,00	2667	0,42	0,62
8,50	3050	0,40	0,59
9,00	3423	0,38	0,55
9,50	3779	0,36	0,51
10,00	4111	0,33	0,47
10,50	4409	0,31	0,43
11,00	4663	0,28	0,39
11,50	4870	0,26	0,36
12,00	5026	0,24	0,32
12,50	5139	0,21	0,29
13,00	5214	0,19	0,26
13,50	5263	0,17	0,23
14,00	5270	0,16	0,21
14,50	5270	0,14	0,19

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
15,00	5270	0,13	0,17
15,50	5270	0,12	0,16
16,00	5270	0,10	0,14
16,50	5270	0,10	0,13
17,00	5270	0,09	0,12
17,50	5270	0,08	0,11
18,00	5270	0,07	0,10
18,50	5270	0,07	0,09
19,00	5270	0,06	0,09
19,50	5270	0,06	0,08
20,00	5270	0,05	0,07
20,50	5266	0,05	0,07
21,00	5202	0,05	0,06
21,50	5102	0,04	0,06
22,00	4956	0,04	0,05
22,50	4758	0,03	0,05
23,00	4507	0,03	0,05
23,50	4206	0,03	0,04
24,00	3864	0,02	0,04
24,50	3498	0,02	0,03
25,00	2809	0,02	0,03
25,50	2418	0,01	0,02
26,00	2057	0,01	0,02
26,50	1717	0,01	0,01
27,00	1407	0,01	0,01
27,50	1131	0,00	0,01
28,00	953	0,00	0,01

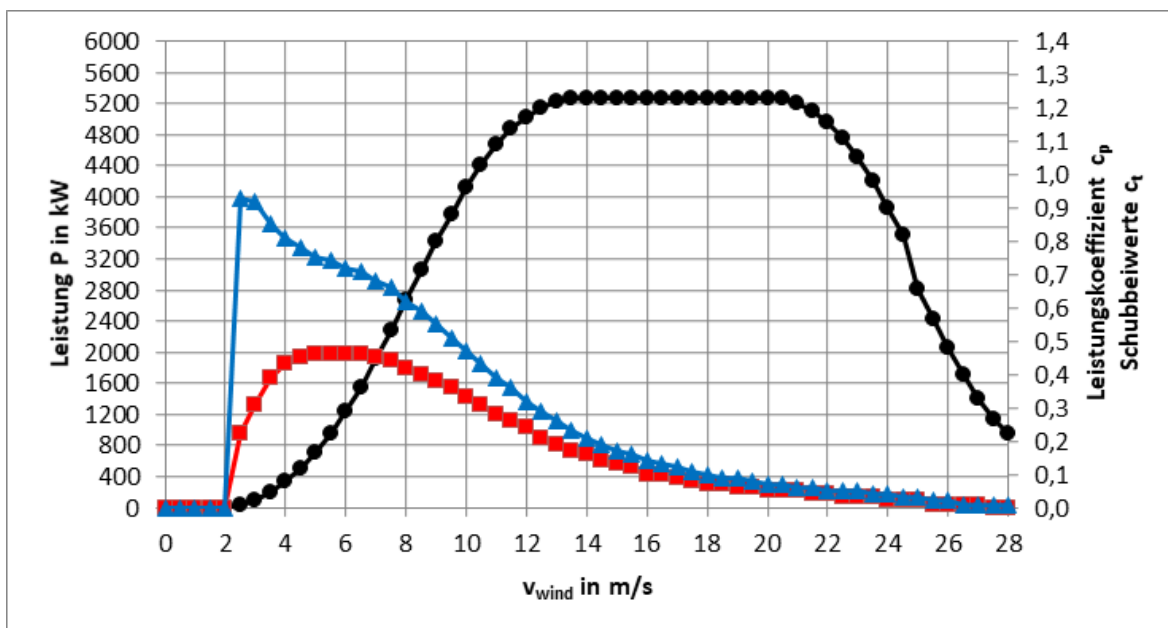


Abb. 2: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien E-160 EP5 E3 / 5560 kW Betriebsmodus NR II s

◆◆◆	Leistung P in kW
▲▲▲	c_t -Wert
■ ■ ■	c_p -Wert

4.2 Berechnete Schallleistungspegel Betriebsmodus NR II s

Im Betriebsmodus NR II s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schallleistungspegel liegt bei 105,2 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schallleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 8 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schallleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 9: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	5270	kW
Nennwindgeschwindigkeit	14,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-160 EP5 E3-HST-120-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-160 EP5 E3-HT-166-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	9,1	U/min

Tab. 10: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)	
	NH 120 m	NH 166 m
3 m/s	94,6	95,1
3,5 m/s	97,0	97,8
4 m/s	99,6	100,4
4,5 m/s	102,0	102,8
5 m/s	104,0	104,6
5,5 m/s	105,1	105,2
6 m/s	105,2	105,2
6,5 m/s	105,2	105,2
7 m/s	105,2	105,2
7,5 m/s	105,2	105,2
8 m/s	105,2	105,2
8,5 m/s	105,2	105,2
9 m/s	105,2	105,2
9,5 m/s	105,2	105,2
10 m/s	105,2	105,2
10,5 m/s	105,2	105,2
11 m/s	105,2	105,2
11,5 m/s	105,2	105,2
12 m/s	105,2	105,2

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)	
	NH 120 m	NH 166 m
95 % P_n	105,2	105,2

Tab. 11: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H	Schallleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,4
5,5 m/s	98,4
6 m/s	100,0
6,5 m/s	101,6
7 m/s	103,2
7,5 m/s	104,4
8 m/s	105,1
8,5 m/s	105,2
9 m/s	105,2
9,5 m/s	105,2
10 m/s	105,2
10,5 m/s	105,2
11 m/s	105,2
11,5 m/s	105,2
12 m/s	105,2
12,5 m/s	105,2
13 m/s	105,2
13,5 m/s	105,2
14 m/s	105,2
14,5 m/s	105,2
15 m/s	105,2

5 Betriebsmodus NR III s

5.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus NR III s

Tab. 12: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-160 EP5 E3 / 5560 kW Betriebsmodus NR III s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	0	0,00	0,00
2,50	42	0,22	0,90
3,00	103	0,31	0,89
3,50	201	0,38	0,83
4,00	334	0,42	0,78
4,50	502	0,45	0,75
5,00	700	0,45	0,73
5,50	937	0,46	0,71
6,00	1212	0,46	0,70
6,50	1523	0,45	0,68
7,00	1859	0,44	0,66
7,50	2209	0,43	0,63
8,00	2561	0,41	0,59
8,50	2909	0,38	0,55
9,00	3249	0,36	0,51
9,50	3577	0,34	0,47
10,00	3888	0,32	0,43
10,50	4176	0,29	0,40
11,00	4429	0,27	0,37
11,50	4641	0,25	0,34
12,00	4808	0,23	0,30
12,50	4931	0,21	0,28
13,00	5016	0,19	0,25
13,50	5073	0,17	0,22
14,00	5100	0,15	0,20
14,50	5100	0,14	0,18

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
15,00	5100	0,12	0,16
15,50	5100	0,11	0,15
16,00	5100	0,10	0,14
16,50	5100	0,09	0,12
17,00	5100	0,08	0,11
17,50	5100	0,08	0,10
18,00	5100	0,07	0,10
18,50	5100	0,07	0,09
19,00	5100	0,06	0,08
19,50	5100	0,06	0,08
20,00	5100	0,05	0,07
20,50	5094	0,05	0,07
21,00	5033	0,04	0,06
21,50	4938	0,04	0,06
22,00	4799	0,04	0,05
22,50	4610	0,03	0,05
23,00	4370	0,03	0,04
23,50	4083	0,03	0,04
24,00	3755	0,02	0,04
24,50	3403	0,02	0,03
25,00	2739	0,01	0,02
25,50	2361	0,01	0,02
26,00	2012	0,01	0,02
26,50	1681	0,01	0,01
27,00	1378	0,01	0,01
27,50	1109	0,00	0,01
28,00	936	0,00	0,01

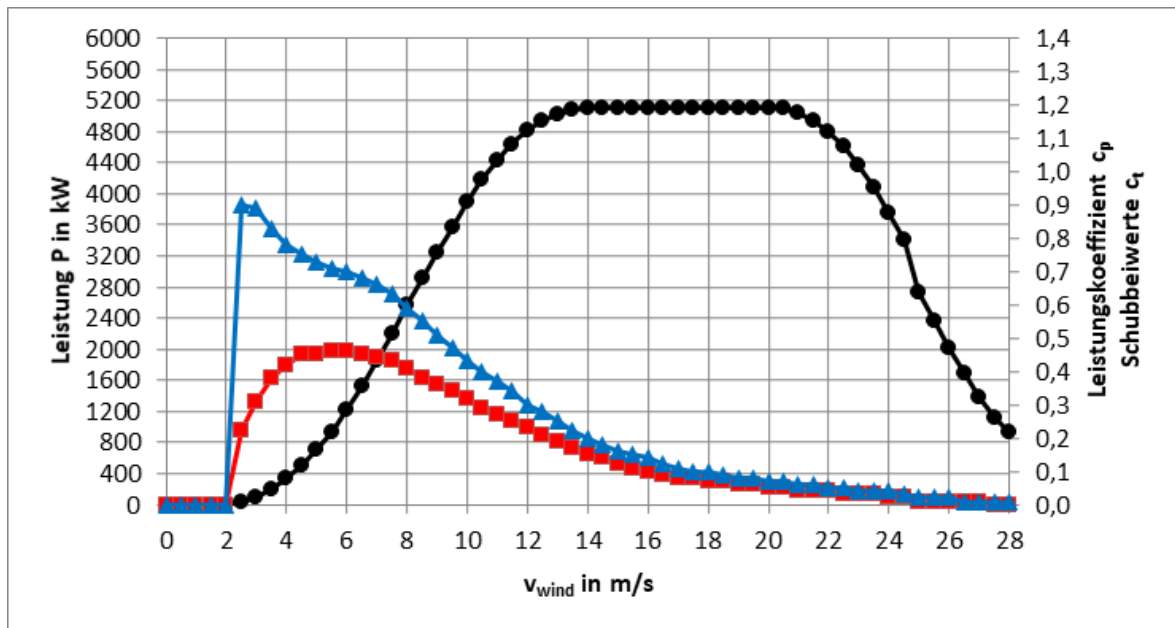


Abb. 3: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien E-160 EP5 E3 / 5560 kW Betriebsmodus NR III s

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

5.2 Berechnete Schallleistungspegel Betriebsmodus NR III s

Im Betriebsmodus NR III s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schallleistungspegel liegt bei 104,5 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schallleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 8 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schallleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 13: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	5100	kW
Nennwindgeschwindigkeit	14,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-160 EP5 E3-HST-120-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-160 EP5 E3-HT-166-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	8,8	U/min

Tab. 14: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)	
	NH 120 m	NH 166 m
3 m/s	94,4	94,9
3,5 m/s	96,9	97,7
4 m/s	99,5	100,3
4,5 m/s	101,8	102,7
5 m/s	103,9	104,4
5,5 m/s	104,5	104,5
6 m/s	104,5	104,5
6,5 m/s	104,5	104,5
7 m/s	104,5	104,5
7,5 m/s	104,5	104,5
8 m/s	104,5	104,5
8,5 m/s	104,5	104,5
9 m/s	104,5	104,5
9,5 m/s	104,5	104,5
10 m/s	104,5	104,5
10,5 m/s	104,5	104,5
11 m/s	104,5	104,5
11,5 m/s	104,5	104,5
12 m/s	104,5	104,5

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)	
	NH 120 m	NH 166 m
95 % P_n	104,5	104,5

Tab. 15: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H	Schallleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,3
5,5 m/s	98,3
6 m/s	99,9
6,5 m/s	101,5
7 m/s	103,0
7,5 m/s	104,3
8 m/s	104,5
8,5 m/s	104,5
9 m/s	104,5
9,5 m/s	104,5
10 m/s	104,5
10,5 m/s	104,5
11 m/s	104,5
11,5 m/s	104,5
12 m/s	104,5
12,5 m/s	104,5
13 m/s	104,5
13,5 m/s	104,5
14 m/s	104,5
14,5 m/s	104,5
15 m/s	104,5

6 Betriebsmodus NR IV s

6.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus NR IV s

Tab. 16: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-160 EP5 E3 / 5560 kW Betriebsmodus NR IV s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	0	0,00	0,00
2,50	42	0,22	0,93
3,00	105	0,32	0,92
3,50	205	0,39	0,86
4,00	340	0,43	0,81
4,50	513	0,46	0,78
5,00	716	0,47	0,76
5,50	958	0,47	0,74
6,00	1234	0,46	0,72
6,50	1538	0,46	0,70
7,00	1858	0,44	0,66
7,50	2184	0,42	0,62
8,00	2509	0,40	0,57
8,50	2831	0,37	0,53
9,00	3147	0,35	0,48
9,50	3455	0,33	0,45
10,00	3750	0,31	0,41
10,50	4024	0,28	0,38
11,00	4267	0,26	0,35
11,50	4471	0,24	0,32
12,00	4633	0,22	0,29
12,50	4753	0,20	0,26
13,00	4838	0,18	0,24
13,50	4893	0,16	0,21
14,00	4920	0,15	0,19
14,50	4920	0,13	0,17

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
15,00	4920	0,12	0,16
15,50	4920	0,11	0,14
16,00	4920	0,10	0,13
16,50	4920	0,09	0,12
17,00	4920	0,08	0,11
17,50	4920	0,08	0,10
18,00	4920	0,07	0,09
18,50	4920	0,06	0,09
19,00	4920	0,06	0,08
19,50	4920	0,05	0,07
20,00	4920	0,05	0,07
20,50	4920	0,05	0,06
21,00	4904	0,04	0,06
21,50	4839	0,04	0,06
22,00	4738	0,04	0,05
22,50	4591	0,03	0,05
23,00	4396	0,03	0,04
23,50	4149	0,03	0,04
24,00	3856	0,02	0,04
24,50	3535	0,02	0,03
25,00	2879	0,02	0,03
25,50	2490	0,01	0,02
26,00	2130	0,01	0,02
26,50	1787	0,01	0,01
27,00	1471	0,01	0,01
27,50	1189	0,01	0,01
28,00	1005	0,00	0,01

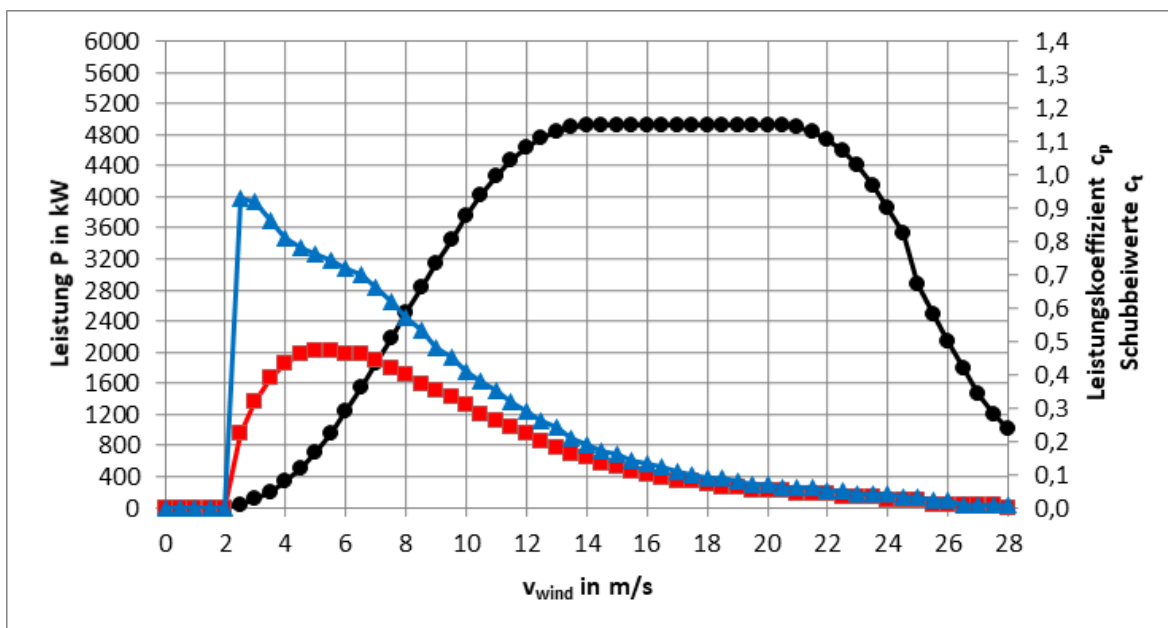


Abb. 4: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien E-160 EP5 E3 / 5560 kW Betriebsmodus NR IV s

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

6.2 Berechnete Schallleistungspegel Betriebsmodus NR IV s

Im Betriebsmodus NR IV s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schallleistungspegel liegt bei 103,7 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schallleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 8 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schallleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 17: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	4920	kW
Nennwindgeschwindigkeit	14,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-160 EP5 E3-HST-120-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-160 EP5 E3-HT-166-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	8,5	U/min

Tab. 18: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)	
	NH 120 m	NH 166 m
3 m/s	94,6	95,1
3,5 m/s	97,0	97,9
4 m/s	99,7	100,5
4,5 m/s	102,1	102,9
5 m/s	103,6	103,7
5,5 m/s	103,7	103,7
6 m/s	103,7	103,7
6,5 m/s	103,7	103,7
7 m/s	103,7	103,7
7,5 m/s	103,7	103,7
8 m/s	103,7	103,7
8,5 m/s	103,7	103,7
9 m/s	103,7	103,7
9,5 m/s	103,7	103,7
10 m/s	103,7	103,7
10,5 m/s	103,7	103,7
11 m/s	103,7	103,7
11,5 m/s	103,7	103,7
12 m/s	103,7	103,7

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)	
	NH 120 m	NH 166 m
95 % P_n	103,7	103,7

Tab. 19: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H	Schallleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,4
5,5 m/s	98,5
6 m/s	100,1
6,5 m/s	101,7
7 m/s	103,3
7,5 m/s	103,7
8 m/s	103,7
8,5 m/s	103,7
9 m/s	103,7
9,5 m/s	103,7
10 m/s	103,7
10,5 m/s	103,7
11 m/s	103,7
11,5 m/s	103,7
12 m/s	103,7
12,5 m/s	103,7
13 m/s	103,7
13,5 m/s	103,7
14 m/s	103,7
14,5 m/s	103,7
15 m/s	103,7

7 Betriebsmodus NR V s

7.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus NR V s

Tab. 20: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-160 EP5 E3 / 5560 kW Betriebsmodus NR V s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	0	0,00	0,00
2,50	42	0,22	0,93
3,00	105	0,32	0,92
3,50	205	0,39	0,86
4,00	340	0,43	0,81
4,50	512	0,46	0,78
5,00	715	0,46	0,76
5,50	955	0,47	0,74
6,00	1227	0,46	0,72
6,50	1522	0,45	0,69
7,00	1829	0,43	0,65
7,50	2136	0,41	0,60
8,00	2440	0,39	0,55
8,50	2737	0,36	0,51
9,00	3027	0,34	0,46
9,50	3309	0,31	0,42
10,00	3580	0,29	0,39
10,50	3834	0,27	0,36
11,00	4064	0,25	0,33
11,50	4263	0,23	0,30
12,00	4425	0,21	0,27
12,50	4550	0,19	0,25
13,00	4641	0,17	0,22
13,50	4703	0,16	0,20
14,00	4743	0,14	0,18
14,50	4750	0,13	0,17

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
15,00	4750	0,11	0,15
15,50	4750	0,10	0,14
16,00	4750	0,09	0,12
16,50	4750	0,09	0,11
17,00	4750	0,08	0,10
17,50	4750	0,07	0,10
18,00	4750	0,07	0,09
18,50	4750	0,06	0,08
19,00	4750	0,06	0,08
19,50	4750	0,05	0,07
20,00	4750	0,05	0,07
20,50	4750	0,05	0,06
21,00	4750	0,04	0,06
21,50	4724	0,04	0,05
22,00	4654	0,04	0,05
22,50	4546	0,03	0,05
23,00	4394	0,03	0,04
23,50	4192	0,03	0,04
24,00	3940	0,02	0,04
24,50	3658	0,02	0,03
25,00	3033	0,02	0,03
25,50	2643	0,01	0,02
26,00	2272	0,01	0,02
26,50	1918	0,01	0,02
27,00	1589	0,01	0,01
27,50	1292	0,01	0,01
28,00	1094	0,00	0,01

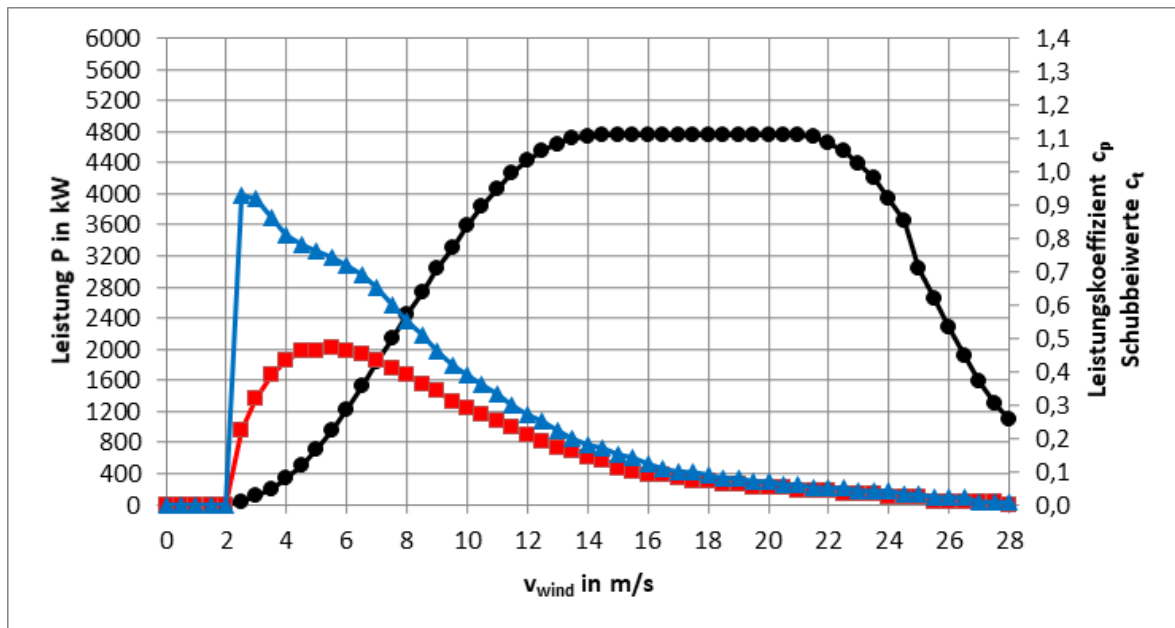


Abb. 5: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien E-160 EP5 E3 / 5560 kW Betriebsmodus NR V s

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

7.2 Berechnete Schallleistungspegel Betriebsmodus NR V s

Im Betriebsmodus NR V s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schallleistungspegel liegt bei 102,9 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schallleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 8 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schallleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 21: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	4750	kW
Nennwindgeschwindigkeit	14,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-160 EP5 E3-HST-120-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-160 EP5 E3-HT-166-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	8,2	U/min

Tab. 22: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)	
	NH 120 m	NH 166 m
3 m/s	94,6	95,1
3,5 m/s	97,0	97,9
4 m/s	99,7	100,5
4,5 m/s	102,0	102,6
5 m/s	102,9	102,9
5,5 m/s	102,9	102,9
6 m/s	102,9	102,9
6,5 m/s	102,9	102,9
7 m/s	102,9	102,9
7,5 m/s	102,9	102,9
8 m/s	102,9	102,9
8,5 m/s	102,9	102,9
9 m/s	102,9	102,9
9,5 m/s	102,9	102,9
10 m/s	102,9	102,9
10,5 m/s	102,9	102,9
11 m/s	102,9	102,9
11,5 m/s	102,9	102,9
12 m/s	102,9	102,9

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)	
	NH 120 m	NH 166 m
95 % P_n	102,9	102,9

Tab. 23: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H	Schallleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,4
5,5 m/s	98,5
6 m/s	100,1
6,5 m/s	101,7
7 m/s	102,9
7,5 m/s	102,9
8 m/s	102,9
8,5 m/s	102,9
9 m/s	102,9
9,5 m/s	102,9
10 m/s	102,9
10,5 m/s	102,9
11 m/s	102,9
11,5 m/s	102,9
12 m/s	102,9
12,5 m/s	102,9
13 m/s	102,9
13,5 m/s	102,9
14 m/s	102,9
14,5 m/s	102,9
15 m/s	102,9

8 Betriebsmodus NR VI s

8.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus NR VI s

Tab. 24: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-160 EP5 E3 / 5560 kW Betriebsmodus NR VI s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	0	0,00	0,00
2,50	42	0,22	0,93
3,00	105	0,32	0,92
3,50	205	0,39	0,86
4,00	340	0,43	0,81
4,50	512	0,46	0,78
5,00	714	0,46	0,76
5,50	949	0,46	0,74
6,00	1211	0,46	0,71
6,50	1487	0,44	0,67
7,00	1767	0,42	0,62
7,50	2042	0,39	0,57
8,00	2309	0,37	0,51
8,50	2567	0,34	0,47
9,00	2818	0,31	0,42
9,50	3061	0,29	0,39
10,00	3299	0,27	0,35
10,50	3528	0,25	0,32
11,00	3744	0,23	0,30
11,50	3943	0,21	0,27
12,00	4117	0,19	0,25
12,50	4263	0,18	0,23
13,00	4378	0,16	0,21
13,50	4464	0,15	0,19
14,00	4524	0,13	0,17
14,50	4565	0,12	0,16

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
15,00	4580	0,11	0,14
15,50	4580	0,10	0,13
16,00	4580	0,09	0,12
16,50	4580	0,08	0,11
17,00	4580	0,08	0,10
17,50	4580	0,07	0,09
18,00	4580	0,06	0,09
18,50	4580	0,06	0,08
19,00	4580	0,05	0,07
19,50	4580	0,05	0,07
20,00	4580	0,05	0,06
20,50	4580	0,04	0,06
21,00	4580	0,04	0,06
21,50	4580	0,04	0,05
22,00	4542	0,04	0,05
22,50	4466	0,03	0,05
23,00	4354	0,03	0,04
23,50	4195	0,03	0,04
24,00	3987	0,02	0,04
24,50	3747	0,02	0,03
25,00	3179	0,02	0,03
25,50	2801	0,01	0,02
26,00	2430	0,01	0,02
26,50	2064	0,01	0,02
27,00	1722	0,01	0,01
27,50	1412	0,01	0,01
28,00	1199	0,00	0,01

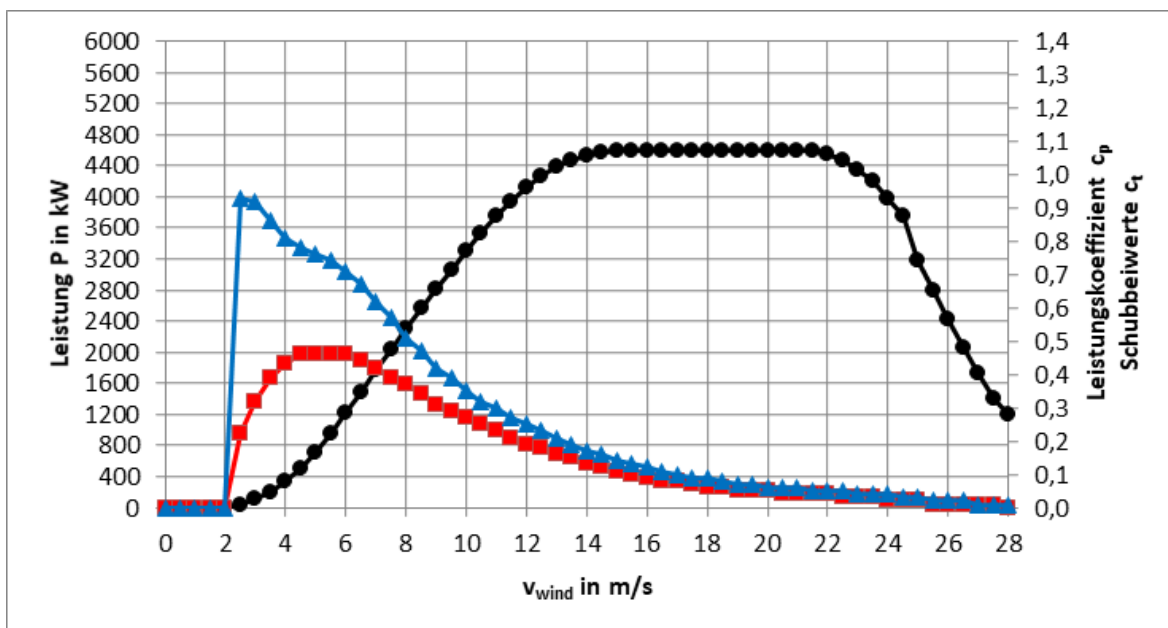


Abb. 6: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien E-160 EP5 E3 / 5560 kW Betriebsmodus NR VI s

●—●—●	Leistung P in kW
▲—▲—▲	c_t -Wert
■—■—■	c_p -Wert

8.2 Berechnete Schallleistungspegel Betriebsmodus NR VI s

Im Betriebsmodus NR VI s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schallleistungspegel liegt bei 102,0 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schallleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 8 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schallleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 25: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	4580	kW
Nennwindgeschwindigkeit	15,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-160 EP5 E3-HST-120-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-160 EP5 E3-HT-166-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	7,9	U/min

Tab. 26: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)	
	NH 120 m	NH 166 m
3 m/s	94,6	95,1
3,5 m/s	97,0	97,9
4 m/s	99,7	100,5
4,5 m/s	101,8	101,9
5 m/s	102,0	102,0
5,5 m/s	102,0	102,0
6 m/s	102,0	102,0
6,5 m/s	102,0	102,0
7 m/s	102,0	102,0
7,5 m/s	102,0	102,0
8 m/s	102,0	102,0
8,5 m/s	102,0	102,0
9 m/s	102,0	102,0
9,5 m/s	102,0	102,0
10 m/s	102,0	102,0
10,5 m/s	102,0	102,0
11 m/s	102,0	102,0
11,5 m/s	102,0	102,0
12 m/s	102,0	102,0

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)	
	NH 120 m	NH 166 m
95 % P_n	102,0	102,0

Tab. 27: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H	Schallleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,4
5,5 m/s	98,5
6 m/s	100,1
6,5 m/s	101,7
7 m/s	102,0
7,5 m/s	102,0
8 m/s	102,0
8,5 m/s	102,0
9 m/s	102,0
9,5 m/s	102,0
10 m/s	102,0
10,5 m/s	102,0
11 m/s	102,0
11,5 m/s	102,0
12 m/s	102,0
12,5 m/s	102,0
13 m/s	102,0
13,5 m/s	102,0
14 m/s	102,0
14,5 m/s	102,0
15 m/s	102,0

9 Betriebsmodus NR VII s

9.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus NR VII s

Tab. 28: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-160 EP5 E3 / 5560 kW Betriebsmodus NR VII s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	0	0,00	0,00
2,50	42	0,22	0,90
3,00	103	0,31	0,89
3,50	201	0,38	0,83
4,00	333	0,42	0,78
4,50	499	0,45	0,75
5,00	691	0,45	0,72
5,50	911	0,45	0,69
6,00	1153	0,43	0,65
6,50	1406	0,42	0,61
7,00	1662	0,39	0,57
7,50	1913	0,37	0,52
8,00	2157	0,34	0,48
8,50	2393	0,32	0,43
9,00	2623	0,29	0,39
9,50	2847	0,27	0,36
10,00	3068	0,25	0,33
10,50	3283	0,23	0,31
11,00	3490	0,21	0,28
11,50	3685	0,20	0,26
12,00	3861	0,18	0,24
12,50	4014	0,17	0,22
13,00	4140	0,15	0,20
13,50	4238	0,14	0,19
14,00	4310	0,13	0,17
14,50	4361	0,12	0,16

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
15,00	4395	0,11	0,14
15,50	4400	0,10	0,13
16,00	4400	0,09	0,12
16,50	4400	0,08	0,11
17,00	4400	0,07	0,10
17,50	4400	0,07	0,09
18,00	4400	0,06	0,09
18,50	4400	0,06	0,08
19,00	4400	0,05	0,07
19,50	4400	0,05	0,07
20,00	4400	0,05	0,06
20,50	4400	0,04	0,06
21,00	4400	0,04	0,06
21,50	4400	0,04	0,05
22,00	4366	0,03	0,05
22,50	4294	0,03	0,05
23,00	4187	0,03	0,04
23,50	4036	0,03	0,04
24,00	3837	0,02	0,04
24,50	3608	0,02	0,03
25,00	3064	0,02	0,03
25,50	2703	0,01	0,02
26,00	2347	0,01	0,02
26,50	1995	0,01	0,02
27,00	1665	0,01	0,01
27,50	1365	0,01	0,01
28,00	1162	0,00	0,01

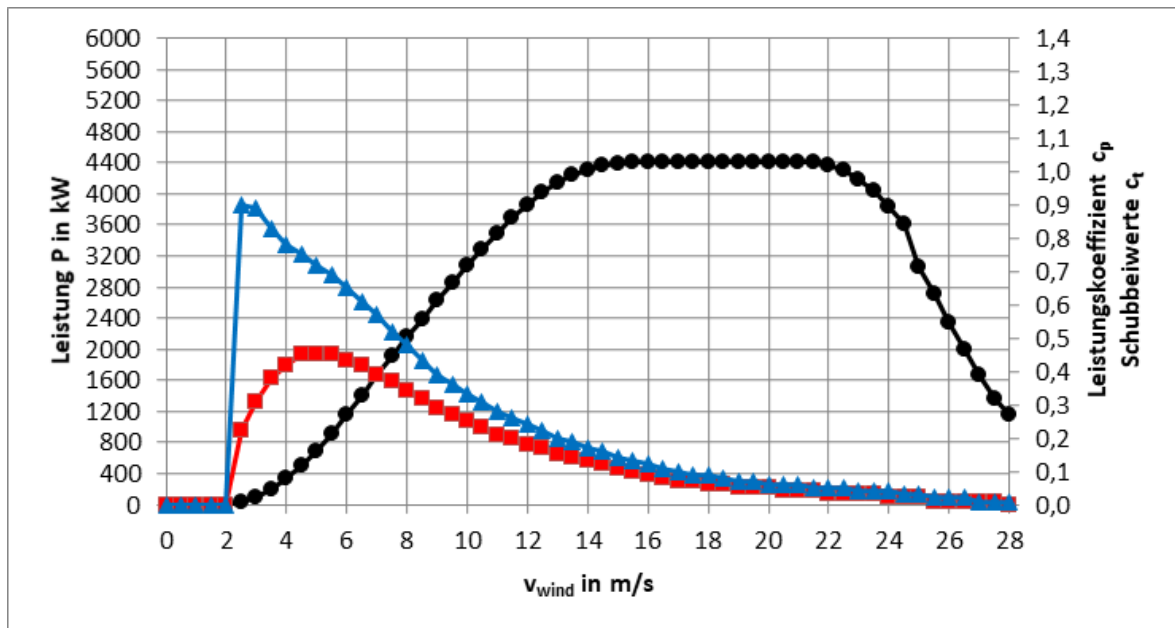


Abb. 7: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien E-160 EP5 E3 / 5560 kW Betriebsmodus NR VII s

	Leistung P in kW
	c_t -Wert
	c_p -Wert

9.2 Berechnete Schallleistungspegel Betriebsmodus NR VII s

Im Betriebsmodus NR VII s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schallleistungspegel liegt bei 101,1 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schallleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 8 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schallleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 29: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	4400	kW
Nennwindgeschwindigkeit	15,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-160 EP5 E3-HST-120-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-160 EP5 E3-HT-166-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	7,6	U/min

Tab. 30: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)	
	NH 120 m	NH 166 m
3 m/s	94,4	94,9
3,5 m/s	96,8	97,7
4 m/s	99,3	100,0
4,5 m/s	100,9	101,1
5 m/s	101,1	101,1
5,5 m/s	101,1	101,1
6 m/s	101,1	101,1
6,5 m/s	101,1	101,1
7 m/s	101,1	101,1
7,5 m/s	101,1	101,1
8 m/s	101,1	101,1
8,5 m/s	101,1	101,1
9 m/s	101,1	101,1
9,5 m/s	101,1	101,1
10 m/s	101,1	101,1
10,5 m/s	101,1	101,1
11 m/s	101,1	101,1
11,5 m/s	101,1	101,1
12 m/s	101,1	101,1

v_s in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)	
	NH 120 m	NH 166 m
95 % P_n	101,1	101,1

Tab. 31: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,3
5,5 m/s	98,2
6 m/s	99,7
6,5 m/s	100,9
7 m/s	101,1
7,5 m/s	101,1
8 m/s	101,1
8,5 m/s	101,1
9 m/s	101,1
9,5 m/s	101,1
10 m/s	101,1
10,5 m/s	101,1
11 m/s	101,1
11,5 m/s	101,1
12 m/s	101,1
12,5 m/s	101,1
13 m/s	101,1
13,5 m/s	101,1
14 m/s	101,1
14,5 m/s	101,1
15 m/s	101,1

10 Betriebsmodus NR VIII s

10.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus NR VIII s

Tab. 32: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-160 EP5 E3 / 5560 kW Betriebsmodus NR VIII s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	0	0,00	0,00
2,50	27	0,14	0,74
3,00	94	0,28	0,90
3,50	200	0,38	0,89
4,00	333	0,42	0,85
4,50	468	0,42	0,76
5,00	588	0,38	0,67
5,50	679	0,33	0,55
6,00	737	0,28	0,45
6,50	769	0,23	0,36
7,00	785	0,19	0,28
7,50	785	0,15	0,23
8,00	785	0,12	0,19
8,50	785	0,10	0,16
9,00	785	0,09	0,13
9,50	785	0,07	0,11
10,00	785	0,06	0,10
10,50	785	0,06	0,09
11,00	785	0,05	0,07
11,50	785	0,04	0,07
12,00	785	0,04	0,06
12,50	785	0,03	0,05
13,00	785	0,03	0,05
13,50	785	0,03	0,04
14,00	785	0,02	0,04
14,50	785	0,02	0,04

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
15,00	785	0,02	0,03
15,50	785	0,02	0,03
16,00	785	0,02	0,03
16,50	785	0,01	0,03
17,00	785	0,01	0,03
17,50	785	0,01	0,02
18,00	785	0,01	0,02
18,50	785	0,01	0,02
19,00	785	0,01	0,02
19,50	785	0,01	0,02
20,00	785	0,01	0,02
20,50	785	0,01	0,02
21,00	785	0,01	0,02
21,50	785	0,01	0,02
22,00	785	0,01	0,02
22,50	785	0,01	0,02
23,00	785	0,01	0,01
23,50	777	0,01	0,01
24,00	761	0,00	0,01
24,50	736	0,00	0,01
25,00	671	0,00	0,01
25,50	661	0,00	0,01
26,00	596	0,00	0,01
26,50	522	0,00	0,01
27,00	443	0,00	0,01
27,50	367	0,00	0,01
28,00	359	0,00	0,00

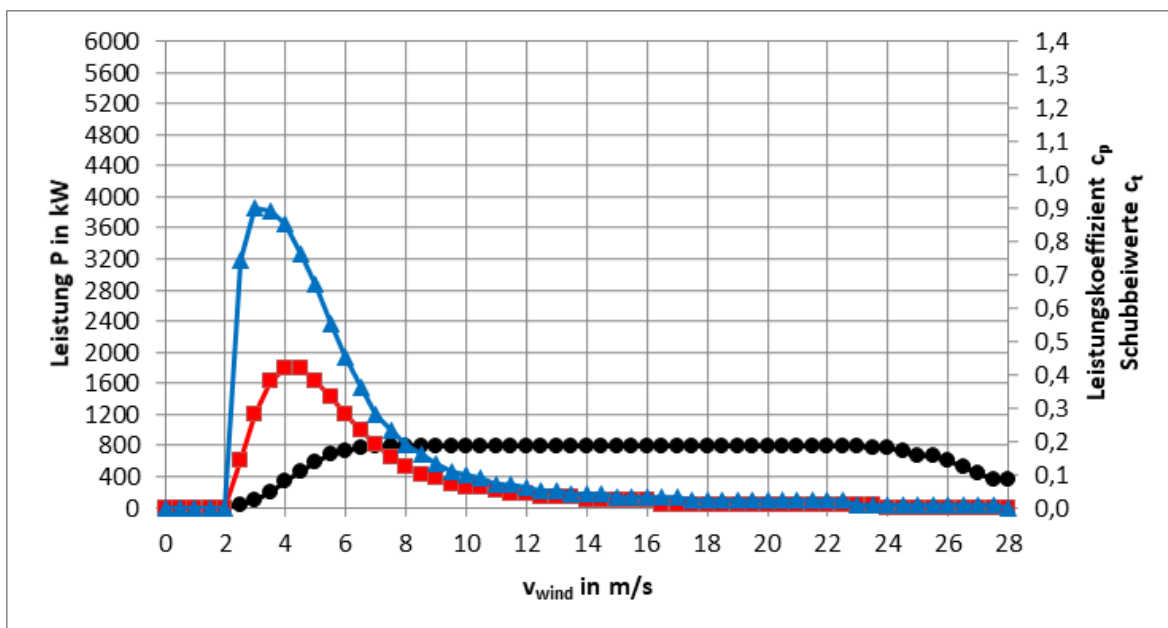


Abb. 8: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien E-160 EP5 E3 / 5560 kW Betriebsmodus NR VIII s

◆◆◆	Leistung P in kW
▲▲▲	c_t -Wert
■ ■ ■	c_p -Wert

10.2 Berechnete Schallleistungspegel Betriebsmodus NR VIII s

Im Betriebsmodus NR VIII s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schallleistungspegel liegt bei 98,0 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schallleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 8 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schallleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 33: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	785	kW
Nennwindgeschwindigkeit	7,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-160 EP5 E3-HST-120-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-160 EP5 E3-HT-166-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	6,7	U/min

Tab. 34: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)	
	NH 120 m	NH 166 m
3 m/s	94,8	95,3
3,5 m/s	97,1	97,6
4 m/s	98,0	98,0
4,5 m/s	98,0	98,0
5 m/s	98,0	98,0
5,5 m/s	98,0	98,0
6 m/s	98,0	98,0
6,5 m/s	98,0	98,0
7 m/s	98,0	98,0
7,5 m/s	98,0	98,0
8 m/s	98,0	98,0
8,5 m/s	98,0	98,0
9 m/s	98,0	98,0
9,5 m/s	98,0	98,0
10 m/s	98,0	98,0
10,5 m/s	98,0	98,0
11 m/s	98,0	98,0
11,5 m/s	98,0	98,0
12 m/s	98,0	98,0

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)	
	NH 120 m	NH 166 m
95 % P_n	98,0	98,0

Tab. 35: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H	Schallleistungspegel in dB(A)
5 m/s	96,7
5,5 m/s	98,0
6 m/s	98,0
6,5 m/s	98,0
7 m/s	98,0
7,5 m/s	98,0
8 m/s	98,0
8,5 m/s	98,0
9 m/s	98,0
9,5 m/s	98,0
10 m/s	98,0
10,5 m/s	98,0
11 m/s	98,0
11,5 m/s	98,0
12 m/s	98,0
12,5 m/s	98,0
13 m/s	98,0
13,5 m/s	98,0
14 m/s	98,0
14,5 m/s	98,0
15 m/s	98,0

11 Betriebsmodus NR IX s

11.1 Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte Betriebsmodus NR IX s

Tab. 36: Berechnete Leistungs-, c_p - und c_t -Werte E-160 EP5 E3 / 5560 kW Betriebsmodus NR IX s

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c_p -Wert	c_t -Wert
0,00	0	0,00	0,00
0,50	0	0,00	0,00
1,00	0	0,00	0,00
1,50	0	0,00	0,00
2,00	0	0,00	0,00
2,50	27	0,14	0,74
3,00	93	0,28	0,89
3,50	180	0,34	0,83
4,00	254	0,32	0,69
4,50	303	0,27	0,53
5,00	334	0,22	0,40
5,50	350	0,17	0,30
6,00	357	0,13	0,23
6,50	359	0,11	0,18
7,00	360	0,09	0,14
7,50	360	0,07	0,12
8,00	360	0,06	0,10
8,50	360	0,05	0,08
9,00	360	0,04	0,07
9,50	360	0,03	0,06
10,00	360	0,03	0,05
10,50	360	0,03	0,05
11,00	360	0,02	0,04
11,50	360	0,02	0,04
12,00	360	0,02	0,03
12,50	360	0,02	0,03
13,00	360	0,01	0,03
13,50	360	0,01	0,03
14,00	360	0,01	0,02
14,50	360	0,01	0,02

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c _p -Wert	c _t -Wert
15,00	360	0,01	0,02
15,50	360	0,01	0,02
16,00	360	0,01	0,02
16,50	360	0,01	0,02
17,00	360	0,01	0,02
17,50	360	0,01	0,02
18,00	360	0,01	0,02
18,50	360	0,01	0,01
19,00	360	0,00	0,01
19,50	360	0,00	0,01
20,00	360	0,00	0,01
20,50	360	0,00	0,01
21,00	360	0,00	0,01
21,50	360	0,00	0,01
22,00	360	0,00	0,01
22,50	359	0,00	0,01
23,00	356	0,00	0,01
23,50	352	0,00	0,01
24,00	345	0,00	0,01
24,50	333	0,00	0,01
25,00	304	0,00	0,01
25,50	301	0,00	0,01
26,00	272	0,00	0,01
26,50	237	0,00	0,01
27,00	201	0,00	0,00
27,50	166	0,00	0,00
28,00	165	0,00	0,00

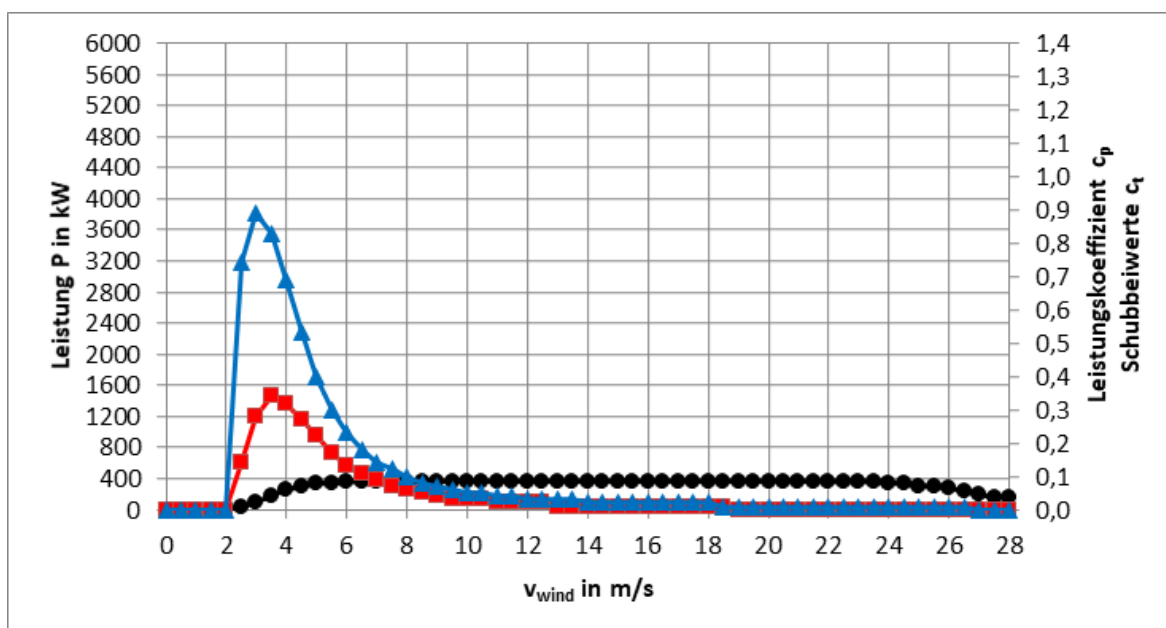


Abb. 9: Leistungs-, c_p - und c_t -Kennlinien E-160 EP5 E3 / 5560 kW Betriebsmodus NR IX s

◆◆◆	Leistung P in kW
▲▲▲	c_t -Wert
■ ■ ■	c_p -Wert

11.2 Berechnete Schallleistungspegel Betriebsmodus NR IX s

Im Betriebsmodus NR IX s wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schallleistungspegel liegt bei 94,5 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schallleistungspegel gelten unter Berücksichtigung der in Kap. 2.2, S. 8 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schallleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 37: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung (P_n)	360	kW
Nennwindgeschwindigkeit	7,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl		
■ E-160 EP5 E3-HST-120-FB-C-01	4,4	U/min
■ E-160 EP5 E3-HT-166-ES-C-01	4,4	U/min
Solldrehzahl	5,6	U/min

Tab. 38: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die standardisierte Windgeschwindigkeit v_s in 10 m Höhe

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)	
	NH 120 m	NH 166 m
3 m/s	94,4	94,5
3,5 m/s	94,5	94,5
4 m/s	94,5	94,5
4,5 m/s	94,5	94,5
5 m/s	94,5	94,5
5,5 m/s	94,5	94,5
6 m/s	94,5	94,5
6,5 m/s	94,5	94,5
7 m/s	94,5	94,5
7,5 m/s	94,5	94,5
8 m/s	94,5	94,5
8,5 m/s	94,5	94,5
9 m/s	94,5	94,5
9,5 m/s	94,5	94,5
10 m/s	94,5	94,5
10,5 m/s	94,5	94,5
11 m/s	94,5	94,5
11,5 m/s	94,5	94,5
12 m/s	94,5	94,5

v_s in 10 m Höhe	Schallleistungspegel in dB(A)	
	NH 120 m	NH 166 m
95 % P_n	94,5	94,5

Tab. 39: Berechneter Schallleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe v_H

v_H	Schallleistungspegel in dB(A)
5 m/s	94,5
5,5 m/s	94,5
6 m/s	94,5
6,5 m/s	94,5
7 m/s	94,5
7,5 m/s	94,5
8 m/s	94,5
8,5 m/s	94,5
9 m/s	94,5
9,5 m/s	94,5
10 m/s	94,5
10,5 m/s	94,5
11 m/s	94,5
11,5 m/s	94,5
12 m/s	94,5
12,5 m/s	94,5
13 m/s	94,5
13,5 m/s	94,5
14 m/s	94,5
14,5 m/s	94,5
15 m/s	94,5