

4.6.3

# Technisches Datenblatt

Leistungsoptimierte Schallbetriebe

ENERCON Windenergieanlage E-147 EP5 E2 / 5000 kW mit  
TES (Trailing Edge Serrations)

<b>Herausgeber</b>	<p>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: Hans-Dieter Kettwig, Jost Backhaus, Dr. Thomas Cobet, Momme Janssen, Dr. Martin Prillmann, Jörg Scholle Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411 Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360</p>
<b>Urheberrechtshinweis</b>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Dem Verwender ist es untersagt, für das in diesem Dokument wiedergegebene Know-how oder Teile davon gewerbliche Schutzrechte gleich welcher Art anzumelden.</p> <p>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.</p>
<b>Geschützte Marken</b>	<p>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.</p>
<b>Änderungsvorbehalt</b>	<p>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.</p>

**Dokumentinformation**

<b>Dokument-ID</b>	D0965021-0
<b>Vermerk</b>	Originaldokument

<b>Datum</b>	<b>Sprache</b>	<b>DCC</b>	<b>Werk / Abteilung</b>
2020-05-20	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.

<b>Dokument-ID</b>	<b>Titel</b>
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

<b>1</b>	<b>Verfügbare Betriebsmodi</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>8</b>
2.1	Leistungsverhalten .....	8
2.2	Schalleistungspegel .....	8
2.3	Betriebsparameter .....	8
2.4	Standorteigenschaften .....	9
2.5	Turbulenzintensität .....	10
<b>3</b>	<b>Betriebsmodus 105,5 dB</b> .....	<b>12</b>
3.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 105,5 dB .....	12
3.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 105,5 dB .....	15
<b>4</b>	<b>Betriebsmodus 104,5 dB</b> .....	<b>17</b>
4.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 104,5 dB .....	17
4.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 104,5 dB .....	20
<b>5</b>	<b>Betriebsmodus 103,5 dB</b> .....	<b>22</b>
5.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 103,5 dB .....	22
5.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 103,5 dB .....	25
<b>6</b>	<b>Betriebsmodus 102,7 dB</b> .....	<b>27</b>
6.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 102,7 dB .....	27
6.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 102,7 dB .....	30
<b>7</b>	<b>Betriebsmodus 101,7 dB</b> .....	<b>32</b>
7.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 101,7 dB .....	32
7.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 101,7 dB .....	35
<b>8</b>	<b>Betriebsmodus 100,7 dB</b> .....	<b>37</b>
8.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 100,7 dB .....	37
8.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 100,7 dB .....	40
<b>9</b>	<b>Betriebsmodus 99,5 dB</b> .....	<b>42</b>
9.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 99,5 dB .....	42
9.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 99,5 dB .....	45
<b>10</b>	<b>Betriebsmodus 98,0 dB</b> .....	<b>47</b>
10.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 98,0 dB .....	47
10.2	Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 98,0 dB .....	50
<b>11</b>	<b>Betriebsmodus 95,3 dB</b> .....	<b>52</b>
11.1	Berechnete Leistungs-, cp- und ct-Werte Betriebsmodus 95,3 dB .....	52

11.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 95,3 dB ..... 55

## Abkürzungsverzeichnis

### Abkürzungen

<b>MST</b>	Modularer Stahlturm
<b>NH</b>	Nabenhöhe

### Größen, Einheiten, Formeln

$L_{WA}$	Schallleistungspegel
$v_H$	Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe
$v_s$	Standardisierte Windgeschwindigkeit
$\sigma_P$	Serienproduktstreuung
$\sigma_R$	Messunsicherheit

# 1 Verfügbare Betriebsmodi

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

**Tab. 1: Verfügbare Betriebsmodi**

Betriebsmodus	Turmvariante bzw. Nabenhöhe (NH)	
	E-147 EP5-E2-MST-126-FB-C-01	E-147 EP5-E2-MST-155-FB-C-01
	NH 126 m	NH 155 m
105,5 dB	x	x
104,5 dB	x	x
103,5 dB	x	x
102,7 dB	x	x
101,7 dB	x	x
100,7 dB	x	x
99,5 dB	x	x
98,0 dB	x	x
95,3 dB	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 Schalleistungspegel

Die Zuordnung der Schalleistungspegel ( $L_{WA}$ ) zur standardisierten Windgeschwindigkeit ( $v_s$ ) in 10 m Höhe gilt nur unter Voraussetzung eines logarithmischen Windprofils mit Rauigkeitslänge 0,05 m. Die Zuordnung der Schalleistungspegel 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 ( $\sigma_R$ ) bei Schallvermessungen und der Serienproduktstreuungen ( $\sigma_P$ ) gelten die in diesem Dokument angegebenen Werte der Schalleistungspegel 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 Schalleistungspegel 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 Schalleistungspegels 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 Schalleistungspegel sind für die in Tab. 2, S. 9 angegebenen Bedingungen bei unbeschädigter Blattvorderkante 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 <sup>3</sup>
relative Luftfeuchte	70 %
Temperatur	15°
Turbulenzintensität	gemäß Kap. 2.5, S. 10
Höhenexponent	0,0 bis 0,3
maximale Windrichtungsdifferenz 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

### 3 Betriebsmodus 105,5 dB

#### 3.1 Berechnete Leistungs-, $c_p$ - und $c_t$ -Werte Betriebsmodus 105,5 dB

Tab. 4: Berechnete Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Werte E-147 EP5 E2 / 5000 kW Betriebsmodus 105,5 dB

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	0,17	0,96
3,00	76	0,27	0,86
3,50	152	0,34	0,84
4,00	257	0,38	0,83
4,50	391	0,41	0,83
5,00	557	0,43	0,82
5,50	758	0,44	0,82
6,00	997	0,44	0,81
6,50	1274	0,45	0,80
7,00	1586	0,44	0,78
7,50	1929	0,44	0,76
8,00	2294	0,43	0,72
8,50	2671	0,42	0,68
9,00	3046	0,40	0,64
9,50	3408	0,38	0,59
10,00	3744	0,36	0,54
10,50	4041	0,34	0,50
11,00	4288	0,31	0,45
11,50	4482	0,28	0,41
12,00	4621	0,26	0,36
12,50	4715	0,23	0,33
13,00	4773	0,21	0,29
13,50	4795	0,19	0,26
14,00	4795	0,17	0,23
14,50	4795	0,15	0,21

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c <sub>p</sub> -Wert	c <sub>t</sub> -Wert
15,00	4795	0,14	0,19
15,50	4795	0,12	0,17
16,00	4795	0,11	0,15
16,50	4795	0,10	0,14
17,00	4795	0,09	0,13
17,50	4795	0,09	0,12
18,00	4795	0,08	0,11
18,50	4795	0,07	0,10
19,00	4795	0,07	0,09
19,50	4795	0,06	0,09
20,00	4795	0,06	0,08
20,50	4795	0,05	0,08
21,00	4795	0,05	0,07
21,50	4795	0,05	0,07
22,00	4795	0,04	0,06
22,50	4795	0,04	0,06
23,00	4795	0,04	0,06
23,50	4795	0,04	0,05
24,00	4795	0,03	0,05
24,50	4795	0,03	0,05
25,00	4795	0,03	0,05

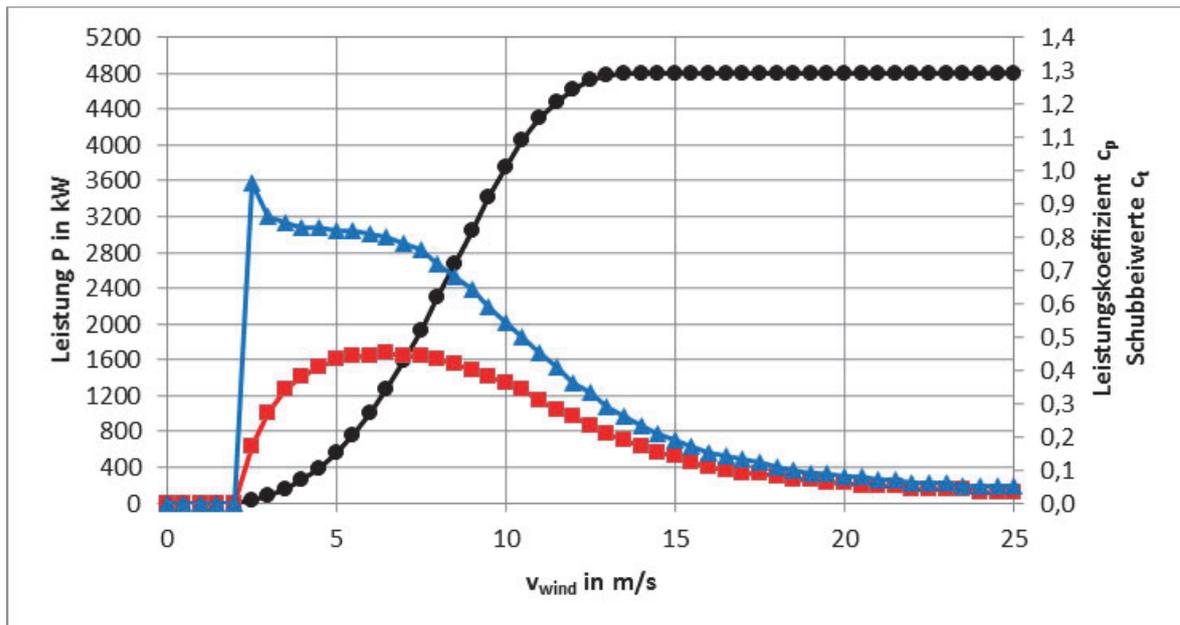


Abb. 1: Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Kennlinien E-147 EP5 E2 / 5000 kW Betriebsmodus 105,5 dB

	Leistung P in kW
	$c_t$ -Wert
	$c_p$ -Wert

### 3.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 105,5 dB

Im Betriebsmodus 105,5 dB wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 105,5 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schalleistungspegel gelten unter der Berücksichtigung, der in Kap. 2.2, S. 8 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

**Tab. 5: Technische Daten**

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung ( $P_n$ )	4795	kW
Nennwindgeschwindigkeit	13,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl	3,2	U/min
Solldrehzahl	10,0	U/min

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

$v_s$ in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)	
	NH 126 m	NH 155 m
3 m/s	93,1	93,6
3,5 m/s	96,2	96,7
4 m/s	99,0	99,5
4,5 m/s	101,5	102,0
5 m/s	103,2	103,4
5,5 m/s	103,8	103,9
6 m/s	104,2	104,3
6,5 m/s	104,5	104,6
7 m/s	104,8	104,9
7,5 m/s	105,0	105,1
8 m/s	105,2	105,3
8,5 m/s	105,4	105,5
9 m/s	105,5	105,5
9,5 m/s	105,5	105,5
10 m/s	105,5	105,5
10,5 m/s	105,5	105,5
11 m/s	105,5	105,5
11,5 m/s	105,5	105,5
12 m/s	105,5	105,5
95 % $P_n$	105,5	105,5

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

$v_H$	Schallleistungspegel in dB(A)
5 m/s	95,5
5,5 m/s	97,5
6 m/s	99,3
6,5 m/s	101,0
7 m/s	102,6
7,5 m/s	103,4
8 m/s	103,7
8,5 m/s	104,0
9 m/s	104,2
9,5 m/s	104,5
10 m/s	104,7
10,5 m/s	104,8
11 m/s	105,0
11,5 m/s	105,1
12 m/s	105,3
12,5 m/s	105,4
13 m/s	105,5
13,5 m/s	105,5
14 m/s	105,5
14,5 m/s	105,5
15 m/s	105,5

## 4 Betriebsmodus 104,5 dB

### 4.1 Berechnete Leistungs-, $c_p$ - und $c_t$ -Werte Betriebsmodus 104,5 dB

 Tab. 8: Berechnete Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Werte E-147 EP5 E2 / 5000 kW Betriebsmodus 104,5 dB

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	0,17	0,96
3,00	76	0,27	0,86
3,50	152	0,34	0,84
4,00	257	0,38	0,83
4,50	391	0,41	0,83
5,00	557	0,43	0,82
5,50	758	0,44	0,82
6,00	995	0,44	0,81
6,50	1268	0,44	0,79
7,00	1571	0,44	0,76
7,50	1897	0,43	0,73
8,00	2238	0,42	0,69
8,50	2584	0,40	0,64
9,00	2925	0,39	0,60
9,50	3252	0,36	0,55
10,00	3557	0,34	0,51
10,50	3830	0,32	0,46
11,00	4064	0,29	0,42
11,50	4252	0,27	0,38
12,00	4394	0,24	0,34
12,50	4493	0,22	0,31
13,00	4557	0,20	0,28
13,50	4595	0,18	0,25
14,00	4595	0,16	0,22
14,50	4595	0,14	0,20

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c <sub>p</sub> -Wert	c <sub>t</sub> -Wert
15,00	4595	0,13	0,18
15,50	4595	0,12	0,16
16,00	4595	0,11	0,15
16,50	4595	0,10	0,13
17,00	4595	0,09	0,12
17,50	4595	0,08	0,11
18,00	4595	0,08	0,10
18,50	4595	0,07	0,10
19,00	4595	0,06	0,09
19,50	4595	0,06	0,08
20,00	4595	0,06	0,08
20,50	4595	0,05	0,07
21,00	4595	0,05	0,07
21,50	4595	0,04	0,06
22,00	4595	0,04	0,06
22,50	4595	0,04	0,06
23,00	4595	0,04	0,05
23,50	4595	0,03	0,05
24,00	4595	0,03	0,05
24,50	4595	0,03	0,05
25,00	4595	0,03	0,04

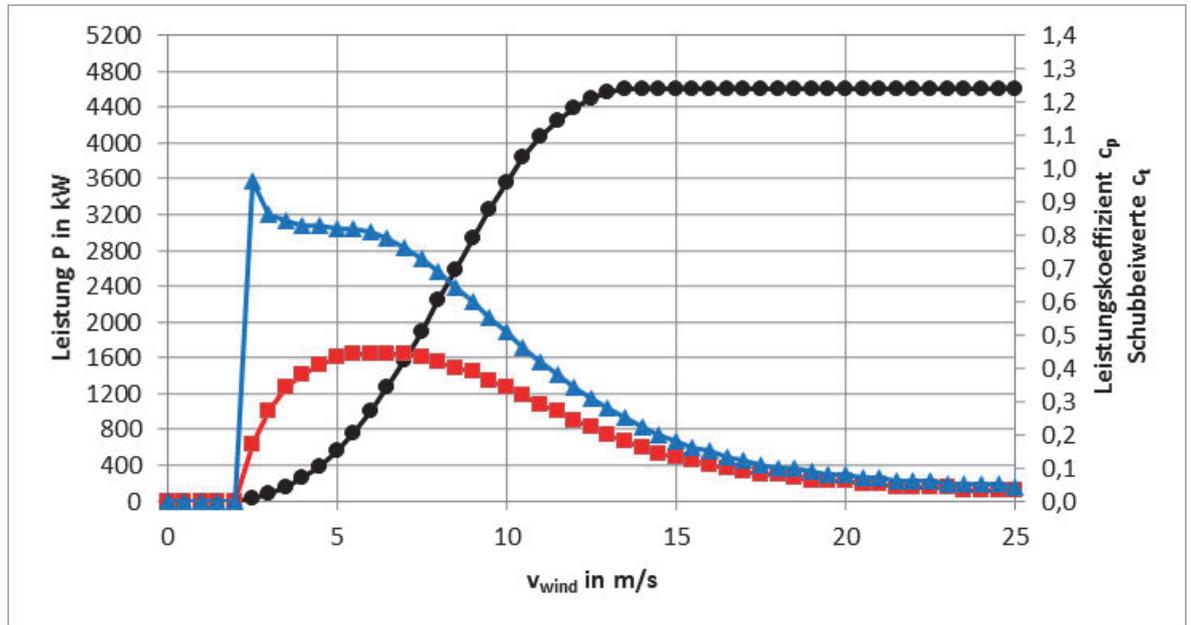


Abb. 2: Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Kennlinien E-147 EP5 E2 / 5000 kW Betriebsmodus 104,5 dB

	Leistung P in kW
	$c_t$ -Wert
	$c_p$ -Wert

## 4.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 104,5 dB

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

**Tab. 9: Technische Daten**

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung ( $P_n$ )	4595	kW
Nennwindgeschwindigkeit	13,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl	3,2	U/min
Solldrehzahl	9,6	U/min

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

$v_s$ in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)	
	NH 126 m	NH 155 m
3 m/s	93,1	93,6
3,5 m/s	96,2	96,7
4 m/s	99,0	99,5
4,5 m/s	101,4	101,8
5 m/s	102,4	102,6
5,5 m/s	102,9	103,0
6 m/s	103,2	103,4
6,5 m/s	103,6	103,6
7 m/s	103,8	103,8
7,5 m/s	104,0	104,1
8 m/s	104,3	104,3
8,5 m/s	104,4	104,4
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
95 % $P_n$	104,5	104,5

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

$v_H$	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	95,5
5,5 m/s	97,5
6 m/s	99,3
6,5 m/s	101,0
7 m/s	102,2
7,5 m/s	102,5
8 m/s	102,8
8,5 m/s	103,0
9 m/s	103,3
9,5 m/s	103,5
10 m/s	103,7
10,5 m/s	103,8
11 m/s	104,0
11,5 m/s	104,2
12 m/s	104,3
12,5 m/s	104,4
13 m/s	104,4
13,5 m/s	104,5
14 m/s	104,5
14,5 m/s	104,5
15 m/s	104,5

## 5 Betriebsmodus 103,5 dB

### 5.1 Berechnete Leistungs-, $c_p$ - und $c_t$ -Werte Betriebsmodus 103,5 dB

Tab. 12: Berechnete Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Werte E-147 EP5 E2 / 5000 kW Betriebsmodus 103,5 dB

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	0,17	0,96
3,00	76	0,27	0,86
3,50	152	0,34	0,84
4,00	257	0,38	0,83
4,50	391	0,41	0,83
5,00	557	0,43	0,82
5,50	757	0,44	0,81
6,00	991	0,44	0,80
6,50	1256	0,44	0,77
7,00	1545	0,43	0,74
7,50	1848	0,42	0,69
8,00	2160	0,41	0,64
8,50	2472	0,39	0,60
9,00	2779	0,37	0,55
9,50	3073	0,34	0,51
10,00	3349	0,32	0,47
10,50	3601	0,30	0,43
11,00	3822	0,28	0,39
11,50	4007	0,25	0,36
12,00	4152	0,23	0,32
12,50	4259	0,21	0,29
13,00	4332	0,19	0,26
13,50	4378	0,17	0,23
14,00	4393	0,15	0,21
14,50	4393	0,14	0,19

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c <sub>p</sub> -Wert	c <sub>t</sub> -Wert
15,00	4393	0,12	0,17
15,50	4393	0,11	0,16
16,00	4393	0,10	0,14
16,50	4393	0,09	0,13
17,00	4393	0,09	0,12
17,50	4393	0,08	0,11
18,00	4393	0,07	0,10
18,50	4393	0,07	0,09
19,00	4393	0,06	0,09
19,50	4393	0,06	0,08
20,00	4393	0,05	0,07
20,50	4393	0,05	0,07
21,00	4393	0,05	0,07
21,50	4393	0,04	0,06
22,00	4393	0,04	0,06
22,50	4393	0,04	0,05
23,00	4393	0,03	0,05
23,50	4393	0,03	0,05
24,00	4393	0,03	0,05
24,50	4393	0,03	0,04
25,00	4393	0,03	0,04

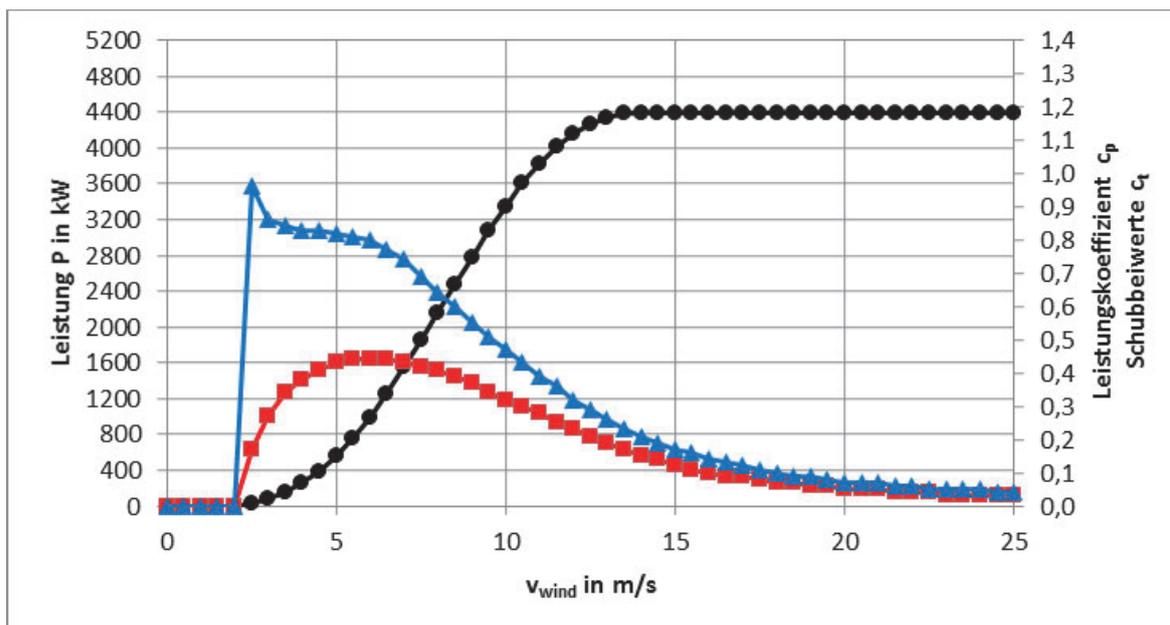


Abb. 3: Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Kennlinien E-147 EP5 E2 / 5000 kW Betriebsmodus 103,5 dB

	Leistung P in kW
	$c_t$ -Wert
	$c_p$ -Wert

## 5.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 103,5 dB

Im Betriebsmodus 103,5 dB wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 103,5 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schalleistungspegel gelten unter der Berücksichtigung, der in Kap. 2.2, S. 8 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

**Tab. 13: Technische Daten**

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung ( $P_n$ )	4393	kW
Nennwindgeschwindigkeit	14,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl	3,2	U/min
Solldrehzahl	9,2	U/min

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

$v_s$ in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)	
	NH 126 m	NH 155 m
3 m/s	93,1	93,6
3,5 m/s	96,2	96,7
4 m/s	99,0	99,5
4,5 m/s	101,0	101,1
5 m/s	101,4	101,6
5,5 m/s	101,9	101,9
6 m/s	102,1	102,3
6,5 m/s	102,5	102,7
7 m/s	102,8	102,8
7,5 m/s	103,0	103,1
8 m/s	103,2	103,3
8,5 m/s	103,4	103,5
9 m/s	103,5	103,5
9,5 m/s	103,5	103,5
10 m/s	103,5	103,5
10,5 m/s	103,5	103,5
11 m/s	103,5	103,5
11,5 m/s	103,5	103,5
12 m/s	103,5	103,5
95 % $P_n$	103,5	103,5

Tab. 15: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabhöhe  $v_H$

$v_H$	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	95,5
5,5 m/s	97,5
6 m/s	99,3
6,5 m/s	100,9
7 m/s	101,2
7,5 m/s	101,5
8 m/s	101,8
8,5 m/s	102,0
9 m/s	102,2
9,5 m/s	102,5
10 m/s	102,7
10,5 m/s	102,8
11 m/s	103,0
11,5 m/s	103,1
12 m/s	103,2
12,5 m/s	103,4
13 m/s	103,5
13,5 m/s	103,5
14 m/s	103,5
14,5 m/s	103,5
15 m/s	103,5

## 6 Betriebsmodus 102,7 dB

### 6.1 Berechnete Leistungs-, $c_p$ - und $c_t$ -Werte Betriebsmodus 102,7 dB

 Tab. 16: Berechnete Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Werte E-147 EP5 E2 / 5000 kW Betriebsmodus 102,7 dB

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	0,17	0,96
3,00	76	0,27	0,86
3,50	152	0,34	0,84
4,00	257	0,38	0,83
4,50	391	0,41	0,83
5,00	556	0,43	0,82
5,50	755	0,44	0,81
6,00	983	0,44	0,78
6,50	1236	0,43	0,74
7,00	1504	0,42	0,70
7,50	1781	0,41	0,65
8,00	2061	0,39	0,60
8,50	2341	0,37	0,55
9,00	2615	0,34	0,51
9,50	2880	0,32	0,47
10,00	3131	0,30	0,43
10,50	3363	0,28	0,39
11,00	3572	0,26	0,36
11,50	3753	0,24	0,33
12,00	3902	0,22	0,30
12,50	4017	0,20	0,27
13,00	4101	0,18	0,25
13,50	4157	0,16	0,22
14,00	4192	0,15	0,20
14,50	4195	0,13	0,18

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c <sub>p</sub> -Wert	c <sub>t</sub> -Wert
15,00	4195	0,12	0,16
15,50	4195	0,11	0,15
16,00	4195	0,10	0,14
16,50	4195	0,09	0,12
17,00	4195	0,08	0,11
17,50	4195	0,08	0,10
18,00	4195	0,07	0,10
18,50	4195	0,06	0,09
19,00	4195	0,06	0,08
19,50	4195	0,05	0,08
20,00	4195	0,05	0,07
20,50	4195	0,05	0,07
21,00	4195	0,04	0,06
21,50	4195	0,04	0,06
22,00	4195	0,04	0,06
22,50	4195	0,04	0,05
23,00	4195	0,03	0,05
23,50	4195	0,03	0,05
24,00	4195	0,03	0,04
24,50	4195	0,03	0,04
25,00	4195	0,03	0,04

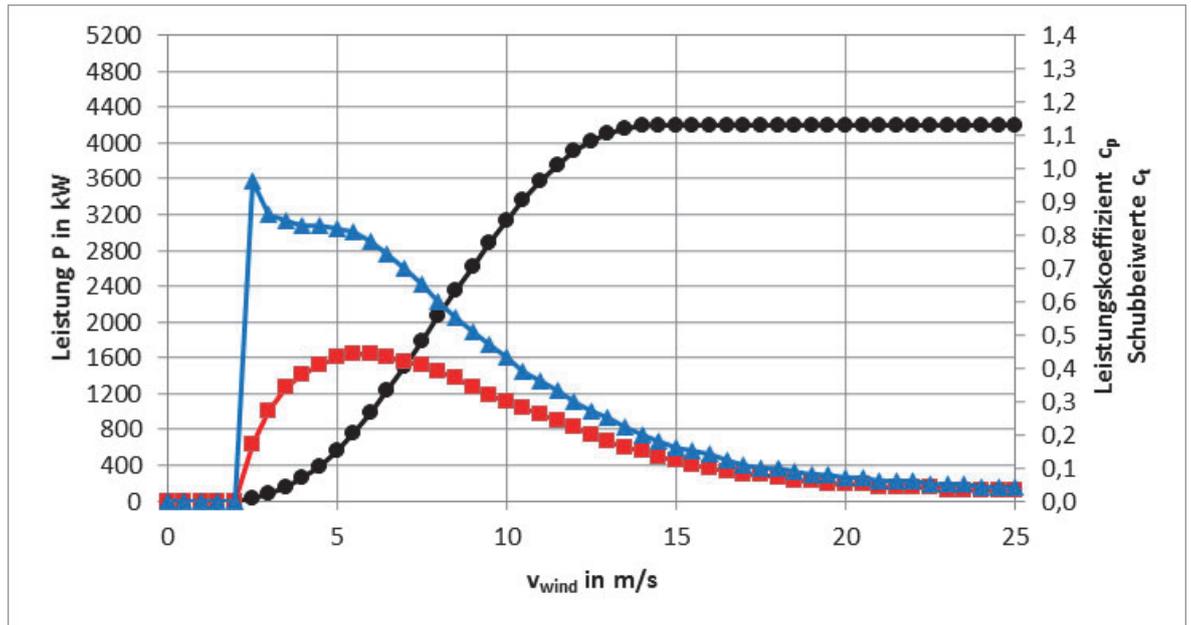


Abb. 4: Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Kennlinien E-147 EP5 E2 / 5000 kW Betriebsmodus 102,7 dB

	Leistung P in kW
	$c_t$ -Wert
	$c_p$ -Wert

## 6.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 102,7 dB

Im Betriebsmodus 102,7 dB wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 102,7 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schalleistungspegel gelten unter der Berücksichtigung, der in Kap. 2.2, S. 8 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

Tab. 17: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung ( $P_n$ )	4195	kW
Nennwindgeschwindigkeit	14,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl	3,2	U/min
Solldrehzahl	8,8	U/min

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

$v_s$ in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)	
	NH 126 m	NH 155 m
3 m/s	93,1	93,6
3,5 m/s	96,2	96,7
4 m/s	99,0	99,4
4,5 m/s	100,0	100,1
5 m/s	100,4	100,5
5,5 m/s	100,7	100,8
6 m/s	101,1	101,2
6,5 m/s	101,4	101,6
7 m/s	101,7	101,8
7,5 m/s	101,9	102,1
8 m/s	102,2	102,3
8,5 m/s	102,4	102,5
9 m/s	102,6	102,7
9,5 m/s	102,7	102,7
10 m/s	102,7	102,7
10,5 m/s	102,7	102,7
11 m/s	102,7	102,7
11,5 m/s	102,7	102,7
12 m/s	102,7	102,7
95 % $P_n$	102,7	102,7

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

$v_H$	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	95,5
5,5 m/s	97,5
6 m/s	99,3
6,5 m/s	99,9
7 m/s	100,2
7,5 m/s	100,5
8 m/s	100,7
8,5 m/s	100,9
9 m/s	101,2
9,5 m/s	101,4
10 m/s	101,6
10,5 m/s	101,8
11 m/s	101,9
11,5 m/s	102,1
12 m/s	102,2
12,5 m/s	102,4
13 m/s	102,5
13,5 m/s	102,7
14 m/s	102,7
14,5 m/s	102,7
15 m/s	102,7

## 7 Betriebsmodus 101,7 dB

### 7.1 Berechnete Leistungs-, $c_p$ - und $c_t$ -Werte Betriebsmodus 101,7 dB

Tab. 20: Berechnete Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Werte E-147 EP5 E2 / 5000 kW Betriebsmodus 101,7 dB

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	0,17	0,96
3,00	76	0,27	0,86
3,50	152	0,34	0,84
4,00	257	0,38	0,83
4,50	390	0,41	0,83
5,00	555	0,43	0,81
5,50	749	0,43	0,79
6,00	967	0,43	0,75
6,50	1202	0,42	0,70
7,00	1445	0,40	0,65
7,50	1691	0,38	0,60
8,00	1938	0,36	0,55
8,50	2184	0,34	0,50
9,00	2427	0,32	0,46
9,50	2665	0,30	0,42
10,00	2893	0,28	0,39
10,50	3108	0,26	0,36
11,00	3306	0,24	0,33
11,50	3483	0,22	0,30
12,00	3635	0,20	0,28
12,50	3758	0,18	0,25
13,00	3853	0,17	0,23
13,50	3920	0,15	0,21
14,00	3966	0,14	0,19
14,50	3990	0,13	0,17

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c <sub>p</sub> -Wert	c <sub>t</sub> -Wert
15,00	3990	0,11	0,16
15,50	3990	0,10	0,14
16,00	3990	0,09	0,13
16,50	3990	0,09	0,12
17,00	3990	0,08	0,11
17,50	3990	0,07	0,10
18,00	3990	0,07	0,09
18,50	3990	0,06	0,09
19,00	3990	0,06	0,08
19,50	3990	0,05	0,07
20,00	3990	0,05	0,07
20,50	3990	0,04	0,06
21,00	3990	0,04	0,06
21,50	3990	0,04	0,06
22,00	3990	0,04	0,05
22,50	3990	0,03	0,05
23,00	3990	0,03	0,05
23,50	3990	0,03	0,04
24,00	3990	0,03	0,04
24,50	3990	0,03	0,04
25,00	3990	0,02	0,04

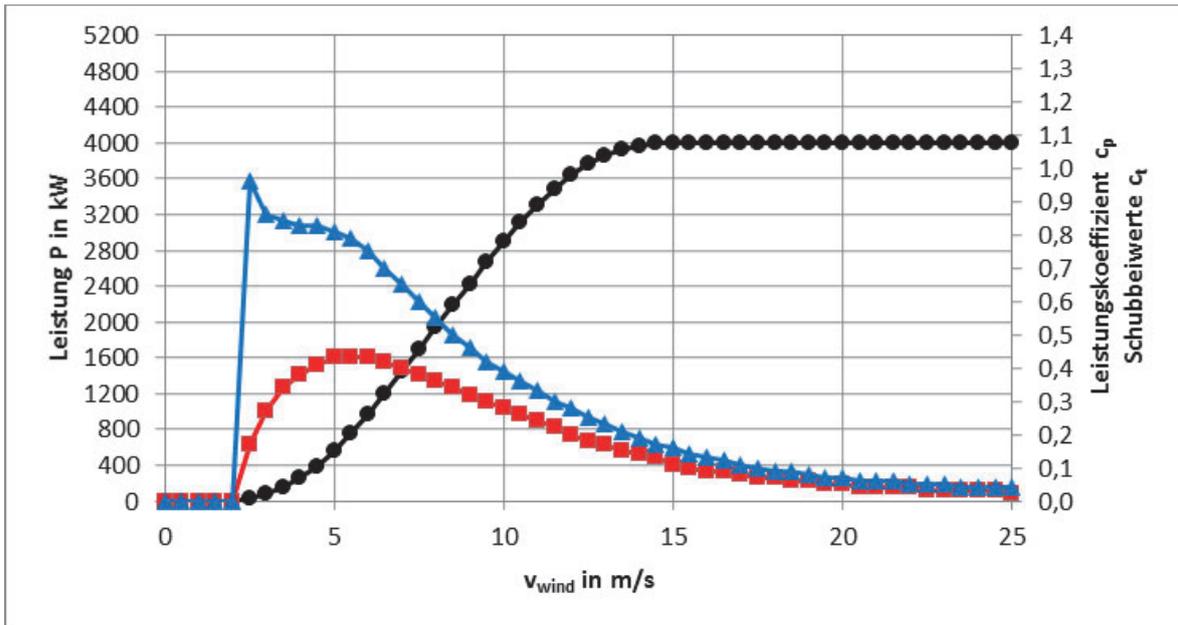


Abb. 5: Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Kennlinien E-147 EP5 E2 / 5000 kW Betriebsmodus 101,7 dB

	Leistung P in kW
	$c_t$ -Wert
	$c_p$ -Wert

## 7.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 101,7 dB

Im Betriebsmodus 101,7 dB wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 101,7 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schalleistungspegel gelten unter der Berücksichtigung, der in Kap. 2.2, S. 8 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

**Tab. 21: Technische Daten**

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung ( $P_n$ )	3990	kW
Nennwindgeschwindigkeit	14,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl	3,2	U/min
Solldrehzahl	8,4	U/min

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

$v_s$ in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)	
	NH 126 m	NH 155 m
3 m/s	93,1	93,6
3,5 m/s	96,2	96,7
4 m/s	98,3	98,5
4,5 m/s	98,9	99,0
5 m/s	99,3	99,4
5,5 m/s	99,6	99,7
6 m/s	99,9	100,0
6,5 m/s	100,2	100,3
7 m/s	100,5	100,7
7,5 m/s	100,8	101,0
8 m/s	101,1	101,1
8,5 m/s	101,2	101,3
9 m/s	101,4	101,5
9,5 m/s	101,6	101,7
10 m/s	101,7	101,7
10,5 m/s	101,7	101,7
11 m/s	101,7	101,7
11,5 m/s	101,7	101,7
12 m/s	101,7	101,7
95 % $P_n$	101,7	101,7

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

$v_H$	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	95,5
5,5 m/s	97,5
6 m/s	98,5
6,5 m/s	98,8
7 m/s	99,1
7,5 m/s	99,3
8 m/s	99,5
8,5 m/s	99,8
9 m/s	100,0
9,5 m/s	100,2
10 m/s	100,4
10,5 m/s	100,6
11 m/s	100,8
11,5 m/s	101,0
12 m/s	101,1
12,5 m/s	101,2
13 m/s	101,4
13,5 m/s	101,5
14 m/s	101,6
14,5 m/s	101,7
15 m/s	101,7

## 8 Betriebsmodus 100,7 dB

### 8.1 Berechnete Leistungs-, $c_p$ - und $c_t$ -Werte Betriebsmodus 100,7 dB

 Tab. 24: Berechnete Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Werte E-147 EP5 E2 / 5000 kW Betriebsmodus 100,7 dB

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	0,17	0,96
3,00	76	0,27	0,86
3,50	152	0,34	0,84
4,00	257	0,38	0,83
4,50	390	0,41	0,82
5,00	551	0,42	0,80
5,50	737	0,43	0,76
6,00	940	0,42	0,71
6,50	1153	0,40	0,66
7,00	1368	0,38	0,60
7,50	1584	0,36	0,54
8,00	1799	0,34	0,50
8,50	2012	0,31	0,45
9,00	2225	0,29	0,42
9,50	2435	0,27	0,38
10,00	2641	0,25	0,35
10,50	2841	0,24	0,33
11,00	3029	0,22	0,30
11,50	3203	0,20	0,28
12,00	3358	0,19	0,26
12,50	3490	0,17	0,24
13,00	3596	0,16	0,22
13,50	3676	0,14	0,20
14,00	3734	0,13	0,18
14,50	3772	0,12	0,16

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c <sub>p</sub> -Wert	c <sub>t</sub> -Wert
15,00	3790	0,11	0,15
15,50	3790	0,10	0,13
16,00	3790	0,09	0,12
16,50	3790	0,08	0,11
17,00	3790	0,07	0,10
17,50	3790	0,07	0,10
18,00	3790	0,06	0,09
18,50	3790	0,06	0,08
19,00	3790	0,05	0,08
19,50	3790	0,05	0,07
20,00	3790	0,05	0,07
20,50	3790	0,04	0,06
21,00	3790	0,04	0,06
21,50	3790	0,04	0,05
22,00	3790	0,03	0,05
22,50	3790	0,03	0,05
23,00	3790	0,03	0,05
23,50	3790	0,03	0,04
24,00	3790	0,03	0,04
24,50	3790	0,02	0,04
25,00	3790	0,02	0,04

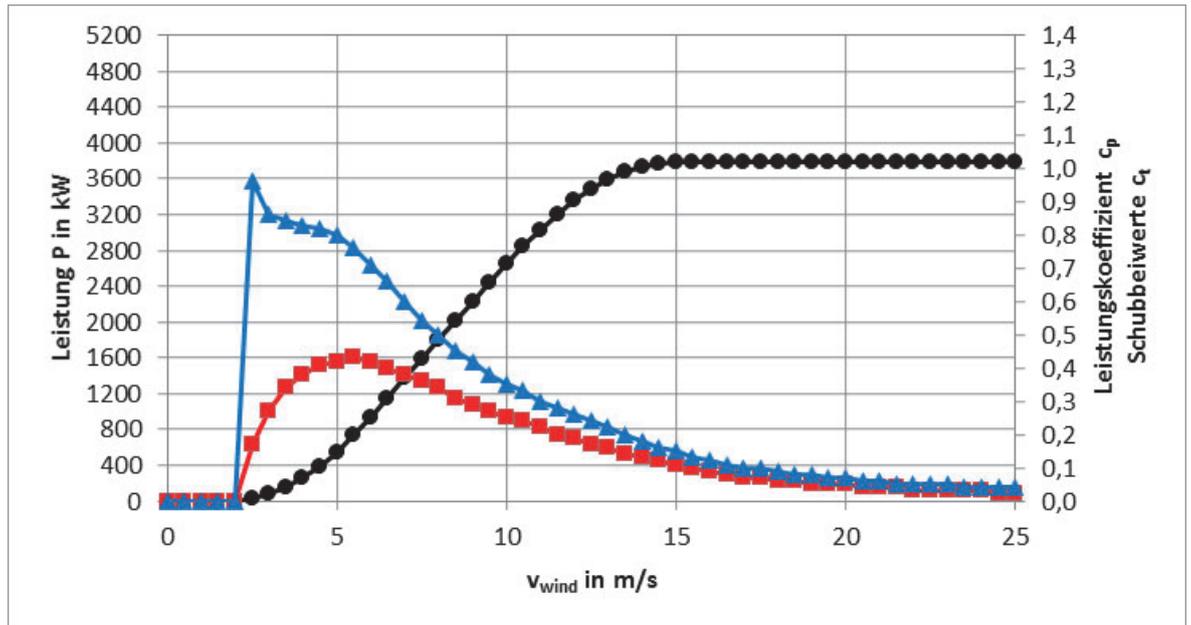


Abb. 6: Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Kennlinien E-147 EP5 E2 / 5000 kW Betriebsmodus 100,7 dB

	Leistung P in kW
	$c_t$ -Wert
	$c_p$ -Wert

## 8.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 100,7 dB

Im Betriebsmodus 100,7 dB wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 100,7 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schalleistungspegel gelten unter der Berücksichtigung, der in Kap. 2.2, S. 8 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

**Tab. 25: Technische Daten**

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung ( $P_n$ )	3790	kW
Nennwindgeschwindigkeit	15,0	m/s
minimale Betriebsdrehzahl	3,2	U/min
Solldrehzahl	8,0	U/min

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

$v_s$ in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)	
	NH 126 m	NH 155 m
3 m/s	93,1	93,6
3,5 m/s	96,1	96,5
4 m/s	97,3	97,4
4,5 m/s	97,6	97,7
5 m/s	98,0	98,1
5,5 m/s	98,3	98,4
6 m/s	98,7	98,8
6,5 m/s	99,0	99,1
7 m/s	99,3	99,4
7,5 m/s	99,6	99,8
8 m/s	99,9	99,9
8,5 m/s	100,1	100,2
9 m/s	100,3	100,4
9,5 m/s	100,5	100,7
10 m/s	100,7	100,7
10,5 m/s	100,7	100,7
11 m/s	100,7	100,7
11,5 m/s	100,7	100,7
12 m/s	100,7	100,7
95 % $P_n$	100,7	100,7

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

$v_H$	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	95,5
5,5 m/s	97,1
6 m/s	97,4
6,5 m/s	97,6
7 m/s	97,8
7,5 m/s	98,1
8 m/s	98,3
8,5 m/s	98,5
9 m/s	98,8
9,5 m/s	99,0
10 m/s	99,2
10,5 m/s	99,4
11 m/s	99,6
11,5 m/s	99,8
12 m/s	99,9
12,5 m/s	100,1
13 m/s	100,2
13,5 m/s	100,4
14 m/s	100,5
14,5 m/s	100,7
15 m/s	100,7

## 9 Betriebsmodus 99,5 dB

### 9.1 Berechnete Leistungs-, $c_p$ - und $c_t$ -Werte Betriebsmodus 99,5 dB

Tab. 28: Berechnete Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Werte E-147 EP5 E2 / 5000 kW Betriebsmodus 99,5 dB

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	0,17	0,96
3,00	76	0,27	0,86
3,50	152	0,34	0,84
4,00	256	0,38	0,83
4,50	388	0,41	0,81
5,00	543	0,42	0,77
5,50	716	0,41	0,72
6,00	899	0,40	0,66
6,50	1085	0,38	0,60
7,00	1271	0,36	0,54
7,50	1456	0,33	0,49
8,00	1640	0,31	0,44
8,50	1822	0,28	0,40
9,00	2005	0,26	0,37
9,50	2188	0,25	0,34
10,00	2371	0,23	0,31
10,50	2554	0,21	0,29
11,00	2732	0,20	0,27
11,50	2903	0,18	0,25
12,00	3060	0,17	0,23
12,50	3199	0,16	0,22
13,00	3317	0,14	0,20
13,50	3412	0,13	0,18
14,00	3484	0,12	0,17
14,50	3535	0,11	0,15

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c <sub>p</sub> -Wert	c <sub>t</sub> -Wert
15,00	3570	0,10	0,14
15,50	3586	0,09	0,13
16,00	3586	0,08	0,12
16,50	3586	0,08	0,11
17,00	3586	0,07	0,10
17,50	3586	0,06	0,09
18,00	3586	0,06	0,08
18,50	3586	0,05	0,08
19,00	3586	0,05	0,07
19,50	3586	0,05	0,07
20,00	3586	0,04	0,06
20,50	3586	0,04	0,06
21,00	3586	0,04	0,05
21,50	3586	0,03	0,05
22,00	3586	0,03	0,05
22,50	3586	0,03	0,05
23,00	3586	0,03	0,04
23,50	3586	0,03	0,04
24,00	3586	0,02	0,04
24,50	3586	0,02	0,04
25,00	3586	0,02	0,03

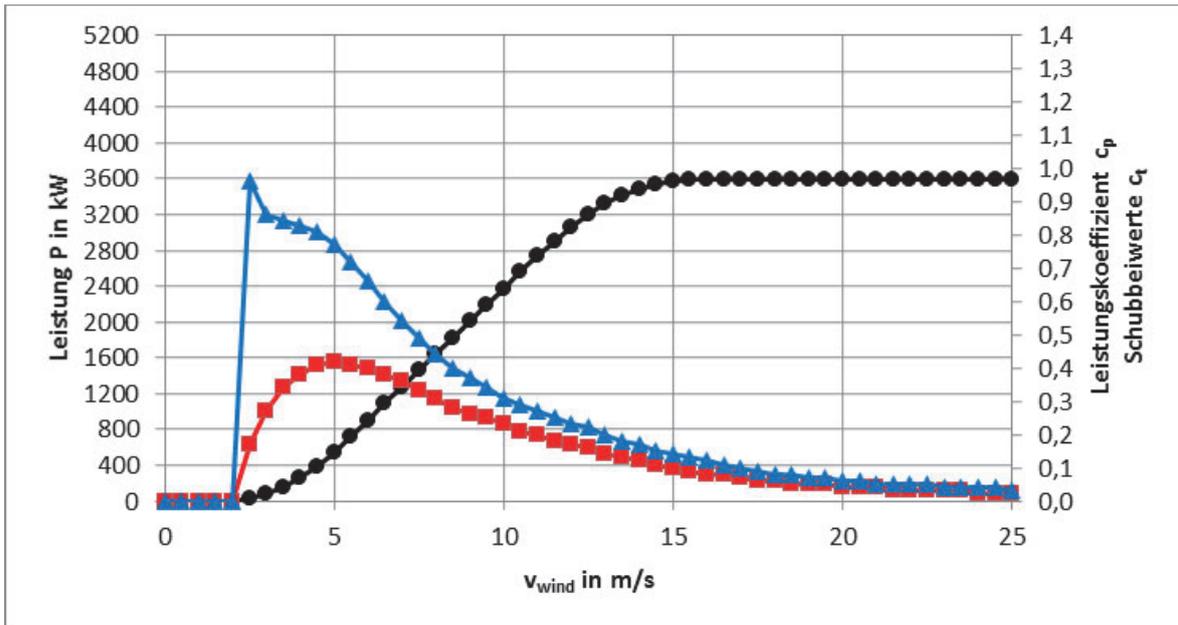


Abb. 7: Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Kennlinien E-147 EP5 E2 / 5000 kW Betriebsmodus 99,5 dB

	Leistung P in kW
	$c_t$ -Wert
	$c_p$ -Wert

## 9.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 99,5 dB

Im Betriebsmodus 99,5 dB wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 99,5 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schalleistungspegel gelten unter der Berücksichtigung, der in Kap. 2.2, S. 8 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

**Tab. 29: Technische Daten**

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung ( $P_n$ )	3586	kW
Nennwindgeschwindigkeit	15,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl	3,2	U/min
Solldrehzahl	7,6	U/min

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

$v_s$ in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)	
	NH 126 m	NH 155 m
3 m/s	93,1	93,6
3,5 m/s	95,6	95,7
4 m/s	96,0	96,1
4,5 m/s	96,4	96,5
5 m/s	96,7	96,8
5,5 m/s	97,0	97,1
6 m/s	97,3	97,4
6,5 m/s	97,7	97,8
7 m/s	98,0	98,1
7,5 m/s	98,4	98,5
8 m/s	98,6	98,7
8,5 m/s	98,9	99,0
9 m/s	99,1	99,2
9,5 m/s	99,3	99,4
10 m/s	99,5	99,5
10,5 m/s	99,5	99,5
11 m/s	99,5	99,5
11,5 m/s	99,5	99,5
12 m/s	99,5	99,5
95 % $P_n$	99,5	99,5

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

$v_H$	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	95,5
5,5 m/s	95,8
6 m/s	96,1
6,5 m/s	96,3
7 m/s	96,6
7,5 m/s	96,7
8 m/s	97,0
8,5 m/s	97,2
9 m/s	97,4
9,5 m/s	97,6
10 m/s	97,9
10,5 m/s	98,0
11 m/s	98,3
11,5 m/s	98,5
12 m/s	98,7
12,5 m/s	98,9
13 m/s	99,0
13,5 m/s	99,2
14 m/s	99,3
14,5 m/s	99,5
15 m/s	99,5

## 10 Betriebsmodus 98,0 dB

### 10.1 Berechnete Leistungs-, $c_p$ - und $c_t$ -Werte Betriebsmodus 98,0 dB

 Tab. 32: Berechnete Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Werte E-147 EP5 E2 / 5000 kW Betriebsmodus 98,0 dB

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	0,17	0,96
3,00	76	0,27	0,86
3,50	152	0,34	0,84
4,00	254	0,38	0,81
4,50	378	0,40	0,77
5,00	517	0,40	0,71
5,50	663	0,38	0,64
6,00	811	0,36	0,57
6,50	957	0,33	0,51
7,00	1103	0,31	0,45
7,50	1247	0,28	0,41
8,00	1390	0,26	0,37
8,50	1534	0,24	0,33
9,00	1679	0,22	0,30
9,50	1827	0,20	0,28
10,00	1979	0,19	0,26
10,50	2134	0,18	0,24
11,00	2291	0,17	0,23
11,50	2449	0,15	0,21
12,00	2604	0,14	0,20
12,50	2750	0,14	0,19
13,00	2884	0,13	0,17
13,50	3000	0,12	0,16
14,00	3096	0,11	0,15
14,50	3170	0,10	0,14

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c <sub>p</sub> -Wert	c <sub>t</sub> -Wert
15,00	3225	0,09	0,13
15,50	3264	0,08	0,12
16,00	3289	0,08	0,11
16,50	3294	0,07	0,10
17,00	3294	0,06	0,09
17,50	3294	0,06	0,08
18,00	3294	0,05	0,08
18,50	3294	0,05	0,07
19,00	3294	0,05	0,07
19,50	3294	0,04	0,06
20,00	3294	0,04	0,06
20,50	3294	0,04	0,05
21,00	3294	0,03	0,05
21,50	3294	0,03	0,05
22,00	3294	0,03	0,05
22,50	3294	0,03	0,04
23,00	3294	0,03	0,04
23,50	3294	0,02	0,04
24,00	3294	0,02	0,04
24,50	3294	0,02	0,03
25,00	3294	0,02	0,03

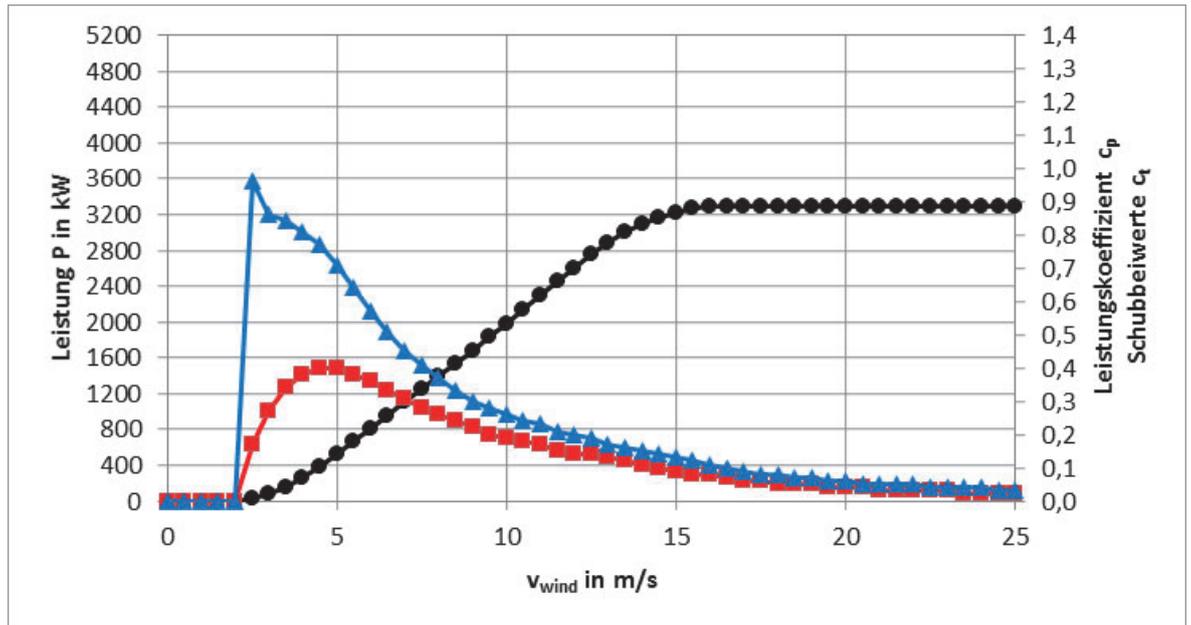


Abb. 8: Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Kennlinien E-147 EP5 E2 / 5000 kW Betriebsmodus 98,0 dB

	Leistung P in kW
	$c_t$ -Wert
	$c_p$ -Wert

## 10.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 98,0 dB

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

Tab. 33: Technische Daten

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung ( $P_n$ )	3294	kW
Nennwindgeschwindigkeit	16,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl	3,2	U/min
Solldrehzahl	7,0	U/min

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

$v_s$ in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)	
	NH 126 m	NH 155 m
3 m/s	93,0	93,3
3,5 m/s	93,6	93,7
4 m/s	94,0	94,0
4,5 m/s	94,3	94,3
5 m/s	94,6	94,7
5,5 m/s	95,0	95,0
6 m/s	95,3	95,4
6,5 m/s	95,5	95,6
7 m/s	95,8	96,0
7,5 m/s	96,2	96,4
8 m/s	96,5	96,7
8,5 m/s	96,8	97,0
9 m/s	97,2	97,2
9,5 m/s	97,4	97,6
10 m/s	97,8	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
95 % $P_n$	98,0	98,0

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

$v_H$	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	93,5
5,5 m/s	93,8
6 m/s	94,0
6,5 m/s	94,2
7 m/s	94,4
7,5 m/s	94,7
8 m/s	94,9
8,5 m/s	95,1
9 m/s	95,3
9,5 m/s	95,5
10 m/s	95,7
10,5 m/s	95,9
11 m/s	96,2
11,5 m/s	96,4
12 m/s	96,6
12,5 m/s	96,8
13 m/s	97,1
13,5 m/s	97,2
14 m/s	97,4
14,5 m/s	97,6
15 m/s	98,0

## 11 Betriebsmodus 95,3 dB

### 11.1 Berechnete Leistungs-, $c_p$ - und $c_t$ -Werte Betriebsmodus 95,3 dB

Tab. 36: Berechnete Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Werte E-147 EP5 E2 / 5000 kW Betriebsmodus 95,3 dB

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	0,17	0,96
3,00	75	0,27	0,86
3,50	150	0,34	0,81
4,00	245	0,37	0,76
4,50	351	0,37	0,68
5,00	462	0,36	0,60
5,50	573	0,33	0,53
6,00	682	0,30	0,46
6,50	791	0,28	0,41
7,00	898	0,25	0,36
7,50	1005	0,23	0,32
8,00	1114	0,21	0,29
8,50	1225	0,19	0,26
9,00	1339	0,18	0,24
9,50	1456	0,16	0,22
10,00	1576	0,15	0,21
10,50	1699	0,14	0,19
11,00	1822	0,13	0,18
11,50	1942	0,12	0,17
12,00	2054	0,11	0,16
12,50	2154	0,11	0,15
13,00	2238	0,10	0,14
13,50	2304	0,09	0,13
14,00	2353	0,08	0,11
14,50	2387	0,08	0,11

Windgeschwindigkeit v in m/s	Leistung P in kW	c <sub>p</sub> -Wert	c <sub>t</sub> -Wert
15,00	2410	0,07	0,10
15,50	2417	0,06	0,09
16,00	2417	0,06	0,08
16,50	2417	0,05	0,07
17,00	2417	0,05	0,07
17,50	2417	0,04	0,06
18,00	2417	0,04	0,06
18,50	2417	0,04	0,05
19,00	2417	0,03	0,05
19,50	2417	0,03	0,05
20,00	2417	0,03	0,04
20,50	2417	0,03	0,04
21,00	2417	0,03	0,04
21,50	2417	0,02	0,04
22,00	2417	0,02	0,03
22,50	2417	0,02	0,03
23,00	2417	0,02	0,03
23,50	2417	0,02	0,03
24,00	2417	0,02	0,03
24,50	2417	0,02	0,03
25,00	2417	0,01	0,03

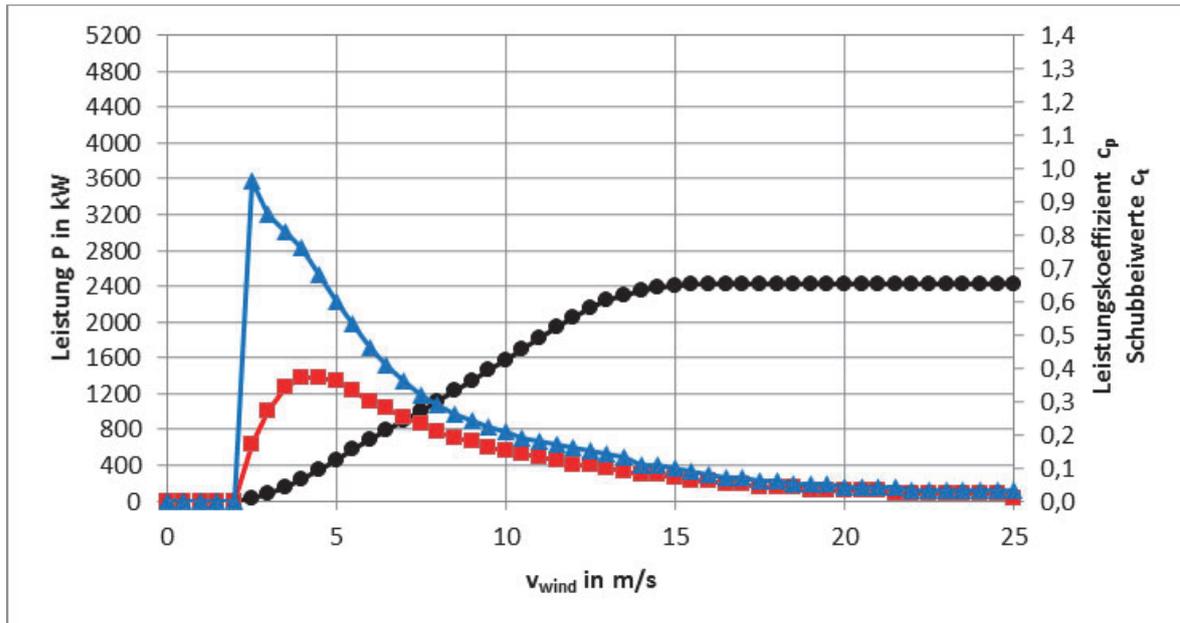


Abb. 9: Leistungs-,  $c_p$ - und  $c_t$ -Kennlinien E-147 EP5 E2 / 5000 kW Betriebsmodus 95,3 dB

	Leistung P in kW
	$c_t$ -Wert
	$c_p$ -Wert

## 11.2 Berechnete Schalleistungspegel Betriebsmodus 95,3 dB

Im Betriebsmodus 95,3 dB wird die Windenergieanlage leistungsoptimiert betrieben. Der höchste zu erwartende Schalleistungspegel liegt bei 95,3 dB(A) im Bereich der Nennleistung. Alle angegebenen Schalleistungspegel gelten unter der Berücksichtigung, der in Kap. 2.2, S. 8 beschriebenen Unsicherheiten. Nach Erreichen der Nennleistung steigt der Schalleistungspegel nicht weiter an.

**Tab. 37: Technische Daten**

Parameter	Wert	Einheit
Nennleistung ( $P_n$ )	2417	kW
Nennwindgeschwindigkeit	15,5	m/s
minimale Betriebsdrehzahl	3,2	U/min
Solldrehzahl	6,1	U/min

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

$v_s$ in 10 m Höhe	Schalleistungspegel in dB(A)	
	NH 126 m	NH 155 m
3 m/s	90,8	90,8
3,5 m/s	91,1	91,1
4 m/s	91,4	91,4
4,5 m/s	91,7	91,7
5 m/s	92,0	92,1
5,5 m/s	92,3	92,4
6 m/s	92,7	92,8
6,5 m/s	92,9	93,0
7 m/s	93,3	93,4
7,5 m/s	93,6	93,8
8 m/s	94,0	94,1
8,5 m/s	94,3	94,5
9 m/s	94,6	94,7
9,5 m/s	94,9	95,0
10 m/s	95,2	95,3
10,5 m/s	95,3	95,3
11 m/s	95,3	95,3
11,5 m/s	95,3	95,3
12 m/s	95,3	95,3
95 % $P_n$	95,3	95,3

Tab. 39: Berechneter Schalleistungspegel in dB(A) bezogen auf die Windgeschwindigkeit in Nabhöhe  $v_H$

$v_H$	Schalleistungspegel in dB(A)
5 m/s	91,0
5,5 m/s	91,2
6 m/s	91,4
6,5 m/s	91,6
7 m/s	91,8
7,5 m/s	92,1
8 m/s	92,2
8,5 m/s	92,5
9 m/s	92,7
9,5 m/s	92,9
10 m/s	93,1
10,5 m/s	93,4
11 m/s	93,6
11,5 m/s	93,8
12 m/s	94,1
12,5 m/s	94,3
13 m/s	94,5
13,5 m/s	94,7
14 m/s	94,9
14,5 m/s	95,1
15 m/s	95,3