

Meteorologie der Schallausbreitung

Langzeit-Profilprognosen an der Küste,
im Flachland und im Mittelgebirge



Kennung: kwhdba.21.00

Datum: 14.09.2021

Status: Entwurf

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Die Schallausbreitung und die Meteorologie	4
2.1	Langzeit-Wetter oder Einzelfall-Wetter	4
2.2	Die Wetterdaten des Schallwetters	5
2.3	Zielgrößen	7
2.4	Auswahl der Ergebnisse.....	8
2.5	Datenherkunft und Analyse	9
3	Die Tabelle	10
4	Über „Bella Acustica – De Bello Acustico“	40

1 Einleitung

In politischen Diskussionsrunden gehört in jüngerer Zeit ein so genannter Faktencheck zum guten Ton. Immer dann, wenn in diesen Runden beispielsweise Zahlen und Statistiken ins Feld geführt werden, auf die sich die Teilnehmer spontan nicht einigen können, verspricht die Moderatorin oder der Moderator, das Ergebnis einer Recherche ihrer/seiner Redaktion zum Sachverhalt als ‚Faktencheck‘ am nächsten Tag nachzuliefern.

Diskutieren ‚Akustiker‘ über das Wetter geht es zumindest bei der Schallausbreitung im Freien meist um Langzeit-Pegelprognosen. In den entscheidenden Rechtsverordnungen in der Verwaltungsakustik - also dann, wenn es um Genehmigungen, Auflagen, erhebliche Belästigungen in der Nachbarschaft und Überwachungsmessungen geht – wird bei der Berechnung der relevanten Langzeit-Mittelungspegel auch das Langzeit-Wetter herangezogen. Eine solche Vorgehensweise ist auch in der wichtigen Norm DIN ISO 9613-2 vorgeschrieben.

Es geht in diesem Aufsatz nahezu ausschließlich um dieses Langzeit-Wetter. Es werden die für die Schallausbreitung relevanten meteorologischen Kenngrößen -aufgeteilt nach drei Regionen, die Ostseeküste, das norddeutsche Flachland und das Mittelgebirge – ohne weitere Diskussion der einzelnen Ergebnisse vorgestellt. Damit wird ein Datenfundus bereitgestellt, der dazu dienen möge, der Diskussion unter Akustikern über das Für und Wider von Modellansätzen der Schallausbreitung Fakten beizustellen.

2 Die Schallausbreitung und die Meteorologie

2.1 Langzeit-Wetter oder Einzelfall-Wetter

Die Schallausbreitung hängt zweifellos von der Temperatur (Schallkennimpedanz, Schallgeschwindigkeit, Absorption), von der Luftfeuchtigkeit (Absorption), vom Temperaturgradienten (Brechung) und vom Windgeschwindigkeitsgradienten in Schallausbreitungsrichtung ab.

Anmerkung

Unter Gradient wird hier die Änderung der Kenngröße in Abhängigkeit von der Höhe über Boden verstanden.

Die Schallausbreitung hängt ausgesprochen nicht von der Windstärke und der Windrichtung oder der Wolkenbedeckung ab. Sie hängt indirekt allerdings vom Niederschlagsgeschehen, der Schneehöhe und der Bodendurchfeuchtung ab, weil diese Wetterkenngrößen die Bodenreflexion beeinflussen.

Natürlich ist der Langzeit-Ansatz äußerst fraglich: Er setzt voraus, dass Gl. 1 gilt.

$$\bar{L}_N = \bar{L}_{0,N} + F(\bar{T}_N, \bar{h}_N, \bar{G}_{T,N}, \bar{G}_{W,N}) = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_1^N 10^{0,1 \{L_{0,n} + f(T_n, h_n, G_{W,n}, G_{T,n})\}} \right] \quad \text{Gl. 1}$$

In Gl. 1 bedeutet

$$\bar{T}_N = \frac{1}{N} \sum_1^N T_n \quad \text{Mittelwert der Umgebungstemperatur über die } n \text{ Zeitabschnitte im Beobachtungszeitraum } N \quad \text{Gl. 2}$$

$$\bar{h}_N = \frac{1}{N} \sum_1^N h_n \quad \text{Mittelwert der Luftfeuchtigkeit über die } n \text{ Zeitabschnitte im Beobachtungszeitraum } N \quad \text{Gl. 3}$$

$$\bar{G}_{W,N} = \frac{1}{N} \sum_1^N G_{W,n} \quad \text{Mittelwert des Windgeschwindigkeitsgradienten in Schallausbreitungsrichtung über die } n \text{ Zeitabschnitte im Beobachtungszeitraum } N \quad \text{Gl. 4}$$

$$\bar{G}_{T,N} = \frac{1}{N} \sum_1^N G_{T,n} \quad \text{Mittelwert der Temperaturgradienten über die } n \text{ Zeitabschnitte im Beobachtungszeitraum } N \quad \text{Gl. 5}$$

Gl. 1 sagt aus, dass der energetisch gemittelte Pegel, der für jeden Zeitabschnitt mit dem für diesen Abschnitt geltenden Wetter- und Schallausbreitungsbedingungen bestimmt wird (Schallwetter-Methode), gleich dem Pegel ist, der mit den Langzeit Wetter-Kenngrößen – also den gemittelten meteorologischen Kenngrößen berechnet wird (Langzeitwetter-Methode).

Anmerkung 1

Beiden Methoden wird hier eine Benennung gegeben, um sie im Folgenden kurz ansprechen zu können.

Anmerkung 2

Als Zeitabschnitt wird in der Regel die Tagesstunde betrachtet. In der Verwaltungsakustik ist die Stunde die kürzeste Teilzeit und damit die feinste Unterteilung einer Beurteilungszeit.

Es wurde schon häufig gezeigt, dass das Gleichheitszeichen in Gl. 1 kaum haltbar ist. Die Schallwetter-Methode liefert stets eine Pegelverteilung, die nur in Ausnahmefällen ‚Gaußisch‘ ist, sondern häufig eher durch mindestens zwei Maxima gekennzeichnet ist. Der Mittelwert dieser Verteilung ist eigentlich kein sachgerechtes Maß zur Beschreibung der Immission als Einzahlwert.

2.2 Die Wetterdaten des Schallwetters

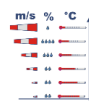
Die Berechnung des Schallwetters setzt allerdings voraus, dass die Wetterbedingungen des Zeitabschnitts bekannt sind. Das gilt insbesondere für den Temperatur- und der Windgradienten, der die höhenabhängige Brechung in der Atmosphäre bestimmt. Das sich mit der Höhe verändernde Brechungspotential der Atmosphäre bestimmt letztlich die Schallwege von der Quelle zum Empfänger und damit auch das Signal im Empfänger.

Wenn diese Parameter nicht bekannt sind – und das ist in aller Regel der Fall – ist die Berechnung der Verteilung nicht möglich und man fällt auf das zurück, was auch im Regelfall zu ermitteln ist: Das Langzeit-Wetter nach Maßgabe der Mittelungstemperatur, der mittleren Feuchtigkeit und der Windrose für den horizontalen Bodenwind (10 m Höhe über Boden).

Anmerkung

Die Schallwetter-Methode ist deshalb eine akademisch physikalische Methode, die erfolgreich eingesetzt werden kann, um die Verteilungen der Immissionspegel zu verstehen, eine Lärmrose im Stundentakt zu prognostizieren, den Unterschied zwischen schallausbreitungsgünstigen und -ungünstigen aufzuschlüsseln und Vieles mehr, siehe z. B. [[1], [2], [3], [4], [5]]. Sie ist aber nicht als Methode der Wahl in der Praxis der Verwaltungsakustik für die Pegelprognose einsetzbar.

Im Folgenden geht es deshalb nur um das Langzeit-Wetter. Bei der Bestimmung dieses Langzeit-Wetters wird aber auf die meteorologischen Eingangsgrößen des Schallwetters zurückgegriffen, die für einige Orte in Deutschland für hinreichend lange Zeiträume bekannt sind. Diese Eingangsgrößen sind so genannte Profilprognosen: Abtastwerte in Höhen von bodennah bis zu 200 m Höhe der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit, der Windgeschwindigkeit und der Windrichtung (Horizontalkomponente). (vgl. Mitteilungen der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft [6]).



Profilprognose

Ort: 6,52 | 51,322 Vorhersage vom 08.07.15 00 Uhr, Stunde: 04

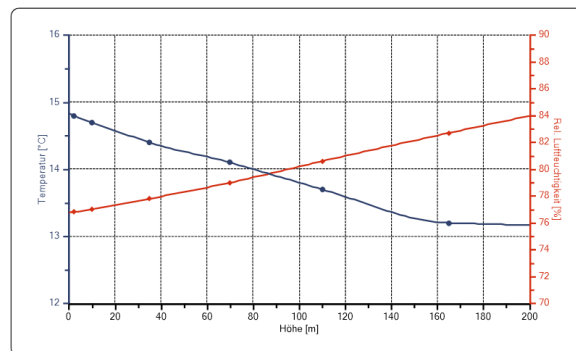
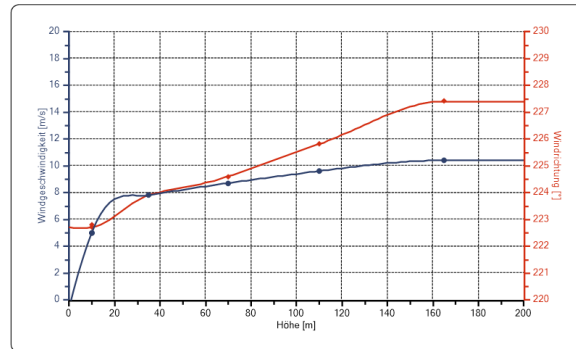


Abbildung 1 Profilprognose mit Abtastwerten und Interpolation

Solche Profilprognosen, siehe Abbildung 1, liegen in den Orten im Stundentakt vor. In den drei hier vorgestellten Orten umfasst der Zeitraum mindestens drei Jahre und erfüllt damit mühelose den Anspruch auf das Prädikat ‚Langzeit‘. Für zwei Ort handelt es sich um mehr als 40.000, für einen Ort um mehr als 25.000 jeweils aufeinanderfolgenden Stundenprognosen.

2.3 Zielgrößen

Aus diesen Stundenprognosen werden hier jeweils 7 Kenngrößen in ihrer Höhenabhängigkeit über den jeweils vorliegenden Zeitraum ermittelt. Für die Präsentation unten wird zwischen den Abtastwerten interpoliert. Für die Höhenabhängigkeit werden die Einzelwerte in 5-m-Höhenklassen eingeordnet und klassenweise gemittelt. Aus diesen Klassenmittelwerten werden Regressionen berechnet, die mehr oder weniger sachgerecht das Höhenprofil der Kenngröße annähern.

1. Temperatur

arithmetischer Mittelwert: blaue Punkte, gestrichelte Linie Standardabweichung, Regressionsgerade: rote Linie

2. Luftfeuchtigkeit

arithmetischer Mittelwert: blaue Punkte, gestrichelte Linie Standardabweichung, Regressionsgerade: rote Linie

3. Windgeschwindigkeit

arithmetischer Mittelwert: blaue Punkte, gestrichelte Linie Standardabweichung, Regression auf eine logarithmische Funktion: rote Linie

4. Schallgeschwindigkeitsgradient

arithmetischer Mittelwert des Gradienten, der vom Temperaturgradienten und dem Gradienten der Windgeschwindigkeit in der in der jeweiligen Höhe geltenden Windrichtung abhängt: blaue Punkte, gestrichelte Linie Standardabweichung, sonstige Linien: Exponentialfunktionen mit verschiedenen Exponenten, angelenkt am 10-m-Wert

5. Ekman-Spirale

arithmetischer Mittelwert der Differenz der Windrichtung in der jeweiligen Höhe zur Windrichtung in 10 m Höhe: blaue Punkte, Regressionsparabel: rote Linie

6. Stärkewindrose in 10 m Höhe

Auflösung 10°

7. Stärkewindrose in 150 m Höhe

Auflösung 10°

Die Orte wurden so gewählt, dass sie für wichtige regionale Ausprägung der Meteorologie: die Ostseeküste, das norddeutsche Flachland und das Mittelgebirge im Hinblick auf die Schallausbreitung als ‚repräsentativ‘ angenommen werden können.

Anmerkung

Diese Aussage kann vom Autor nicht belegt werden. Sie ist zu einem hohen Anteil heuristisch.

Das Vorliegen von dichten Zeitreihen von Stundenprognosen erlaubt ihre Analyse im Hinblick auf die relevanten Beurteilungszeiten der Verwaltungsakustik und beispielsweise Jahreszeiten.

2.4 Auswahl der Ergebnisse

Die Ergebnisse werden für ausgewählte Jahreszeiten und Beurteilungszeiten dargestellt, siehe Tabelle 1.

Jahreszeit	Beurteilungszeit			
	ganztags 0 bis 24 Uhr	tags 6 bis 22 Uhr	nachts 22 Uhr bis 6 Uhr	besondere Stunde 22 bis 23 Uhr
ganzjährig Januar bis Dezember	ganztags 0 bis 24 Uhr	tags 6 bis 22 Uhr	nachts 22 Uhr bis 6 Uhr	besondere Stunde 22 bis 23 Uhr
Sommermonate April bis September	ganztags 0 bis 24 Uhr	---	---	---
Wintermonate Oktober bis März	ganztags 0 bis 24 Uhr	---	---	---

Tabelle 1 Bereitgestellte Ergebnisse für Jahreszeit und Beurteilungszeit

Die Ergebnisse mögen für sich sprechen und eine Grundlage für die Diskussion der folgenden Fragen sein, (nur eine kleine Auswahl)

1. Ist unterschiedliches Langzeit-Wetter für verschiedene Beurteilungszeiten anzunehmen? (Bei der Bestimmung des C_0 der DIN ISO 9613-2 beispielsweise)
2. Welchen Einfluss hat die Ekman-Drehung der Windrichtung auf die Schallausbreitung von hochliegenden Quellen und muss man das bei der Bestimmung der Emission bei Windenergieanlagen berücksichtigen.
3. Unterscheidet sich das Langzeit-Wetter im Sommerhalbjahr so vom Wetter im Winterhalbjahr, dass das bei einer Immissionsprognose berücksichtigt werden sollte.
4. Muss man bei einer Immissionsprognose lokale Windrosen verwenden oder kann man eine regionale Windrose vorgeben?

2.5 Datenherkunft und Analyse

Datenbeistellung	Bundesministerium der Verteidigung Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Bauen und Klimaschutz
Datenquelle	Profilprognosen der MeteoGroup
Analysewerkzeug	Programm <i>SoundWeather</i> der Cervus Consult GmbH

3 Die Tabelle

Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
Temperatur ganzjährig - ganztags	<p>$t(h) = 11,09 \text{ °C} - 0,0023 \text{ °C/m h}$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$t(h) = 10,87 \text{ °C} - 0,0003 \text{ °C/m h}$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$t(h) = 9,48 \text{ °C} - 0,0017 \text{ °C/m h}$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>
	Temperatur ganzjährig - tags	<p>$t(h) = 11,7 \text{ °C} - 0,0044 \text{ °C/m h}$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$t(h) = 12,03 \text{ °C} - 0,0048 \text{ °C/m h}$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>

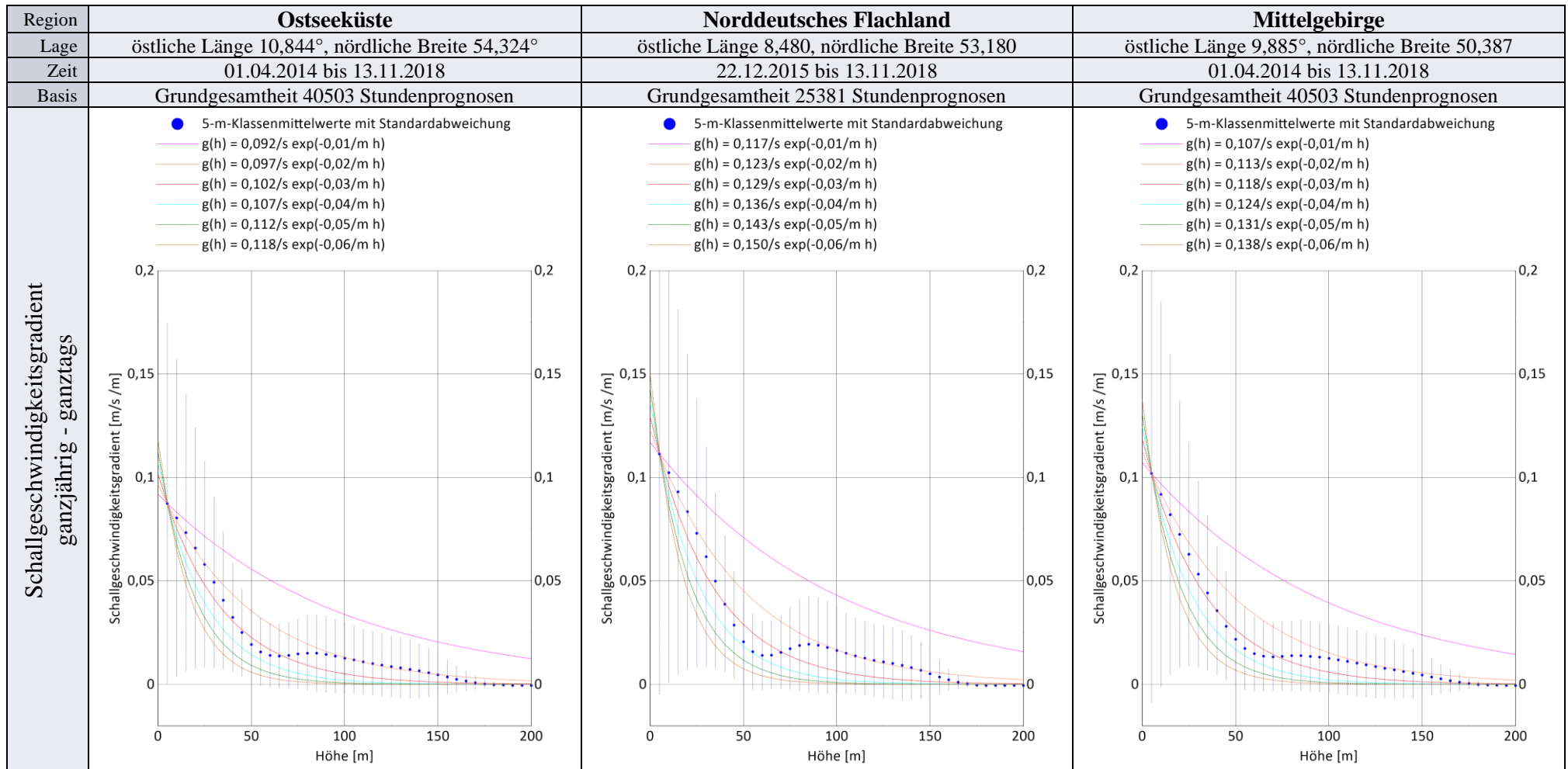
Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
Temperatur ganzjährig - nachts	<p>$t(h) = 9,87\text{ °C} + 0,002\text{ °C/m h}$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$t(h) = 8,51\text{ °C} + 0,0087\text{ °C/m h}$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$t(h) = 8,2\text{ °C} + 0,0032\text{ °C/m h}$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>
	Temperatur ganzjährig - 22 bis 23 Uhr	<p>$t(h) = 10,41\text{ °C} + 0,0017\text{ °C/m h}$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$t(h) = 9,68\text{ °C} + 0,0065\text{ °C/m h}$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>

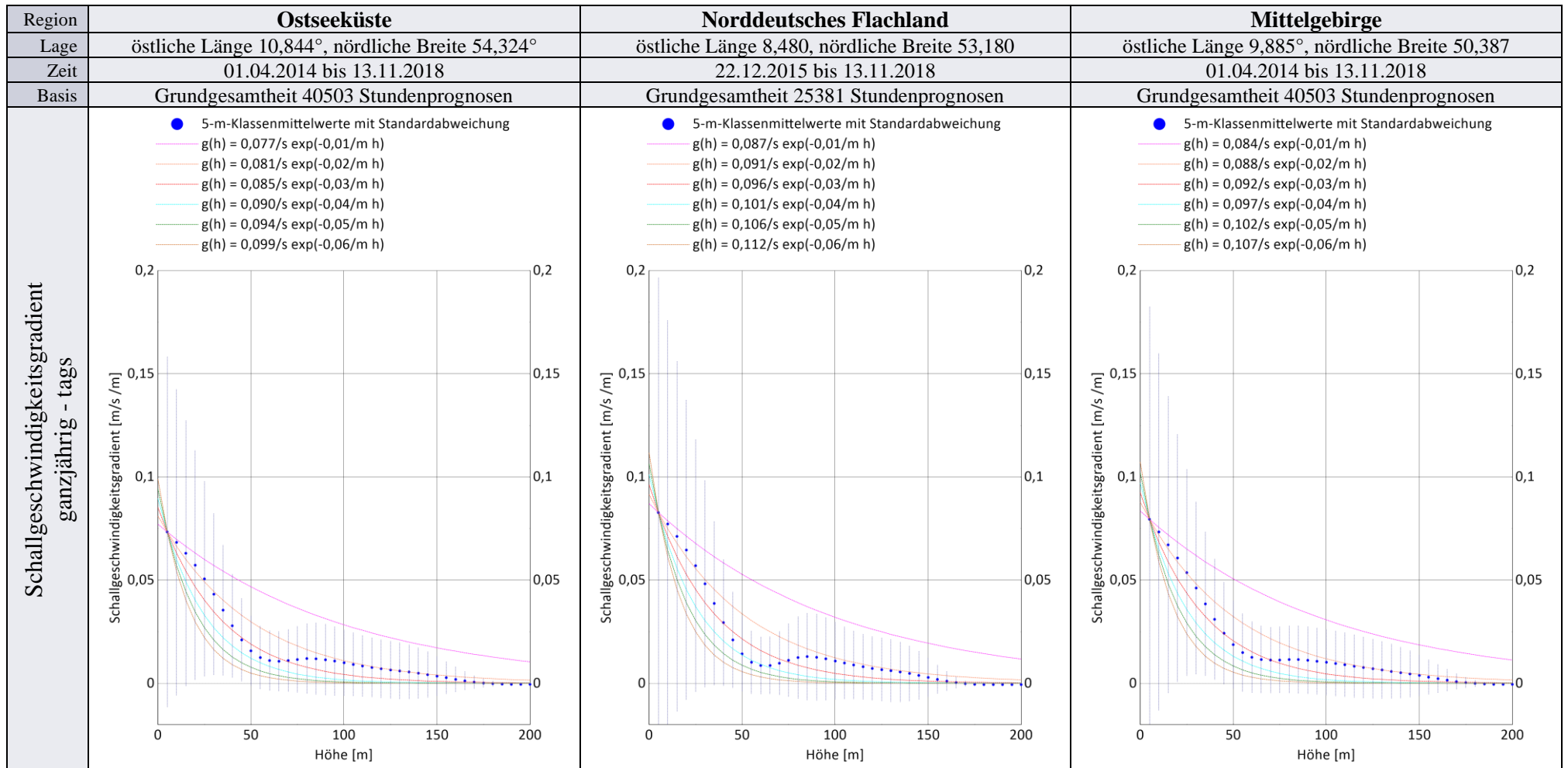
Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
Luftfeuchtigkeit ganzjährig - ganztags	<p>$f(h) = 80,09\% - 0,0127\%/m\ h$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$f(h) = 78,55\% - 0,017\%/m\ h$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$f(h) = 80,01\% - 0,0128\%/m\ h$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>
	Luftfeuchtigkeit ganzjährig - tags	<p>$f(h) = 77,5\% - 0,003\%/m\ h$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$f(h) = 74,24\% + 0,001\%/m\ h$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>

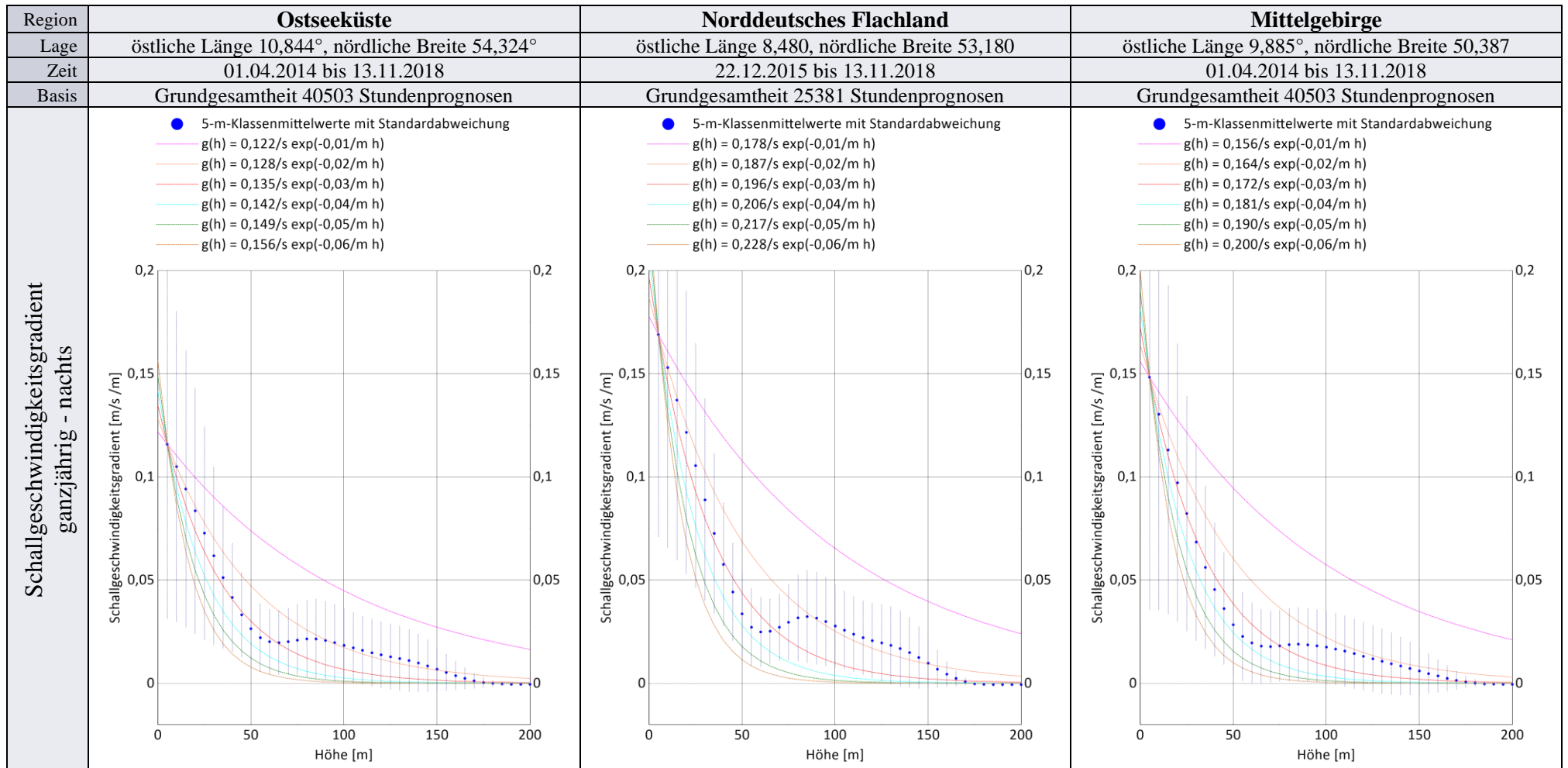
Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
Luftfeuchtigkeit ganztägig - nachts	<p>$f(h) = 85,29\% - 0,0323\%/m\ h$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$f(h) = 87,26\% - 0,0535\%/m\ h$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$f(h) = 84,7\% - 0,0322\%/m\ h$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>
	Luftfeuchtigkeit ganztägig - 22 bis 23 Uhr	<p>$f(h) = 83,96\% - 0,0344\%/m\ h$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$f(h) = 84,71\% - 0,0506\%/m\ h$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>

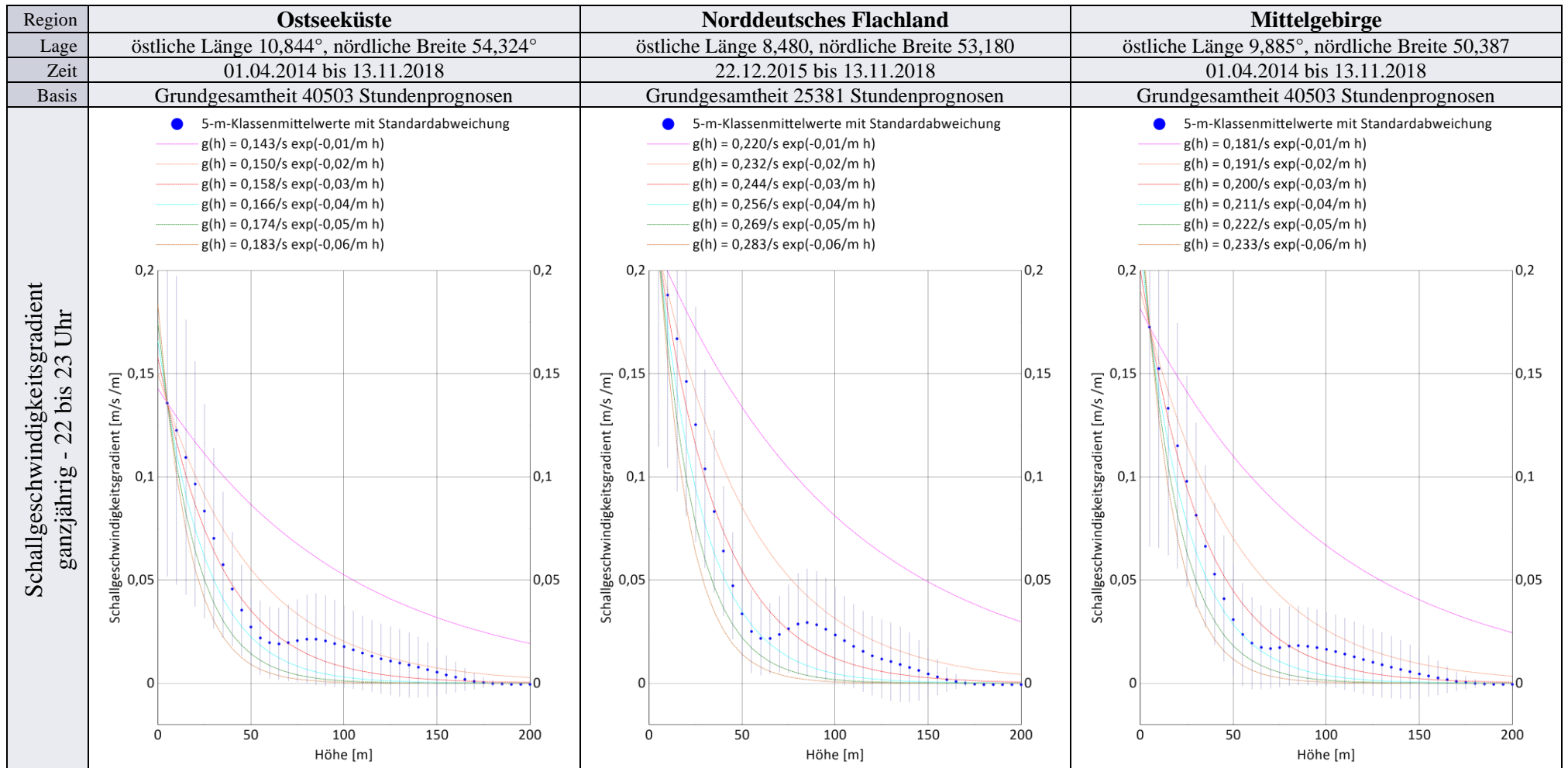
Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
Windgeschwindigkeit ganzjährig - ganztags	<p>$w(h) = 1,13 \text{ m/s } \ln(2,679/\text{m h})$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$w(h) = 1,26 \text{ m/s } \ln(1,101/\text{m h})$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$w(h) = 1,15 \text{ m/s } \ln(0,972/\text{m h})$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>
	Windgeschwindigkeit ganzjährig - tags	<p>$w(h) = 1,03 \text{ m/s } \ln(3,125/\text{m h})$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$w(h) = 1,07 \text{ m/s } \ln(1,825/\text{m h})$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>

Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
Windgeschwindigkeit ganzjährig - nachts	<p>$w(h) = 1,33 \text{ m/s } \ln(1,781/\text{m h})$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$w(h) = 1,66 \text{ m/s } \ln(-0,362/\text{m h})$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$w(h) = 1,3 \text{ m/s } \ln(0,437/\text{m h})$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>
Windgeschwindigkeit ganzjährig - 22-23 Uhr	<p>$w(h) = 1,38 \text{ m/s } \ln(1,86/\text{m h})$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$w(h) = 1,67 \text{ m/s } \ln(-0,003/\text{m h})$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$w(h) = 1,44 \text{ m/s } \ln(0,23/\text{m h})$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>









Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
Ekman-Spirale ganzjährig - ganztags	$d(h) = -0,46^\circ + 0,0561^\circ/m\ h - 0,000111^\circ/m^2\ h^2$ ● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung 	$d(h) = -0,58^\circ + 0,0752^\circ/m\ h - 0,0001746^\circ/m^2\ h^2$ ● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung 	$d(h) = -1,13^\circ + 0,1285^\circ/m\ h - 0,0003167^\circ/m^2\ h^2$ ● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung
	$d(h) = -0,19^\circ + 0,0312^\circ/m\ h - 5,93E-05^\circ/m^2\ h^2$ ● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung 	$d(h) = -0,33^\circ + 0,0448^\circ/m\ h - 0,0001049^\circ/m^2\ h^2$ ● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung 	$d(h) = -0,67^\circ + 0,0718^\circ/m\ h - 0,0001693^\circ/m^2\ h^2$ ● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung

Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
Ekman-Spirale ganzjährig - nachts	$d(h) = -1^\circ + 0,1064^\circ/m \text{ h} - 0,0002151^\circ/m^2 \text{ h}^2$ ● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung 	$d(h) = -1,09^\circ + 0,1366^\circ/m \text{ h} - 0,0003154^\circ/m^2 \text{ h}^2$ ● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung 	$d(h) = -1,95^\circ + 0,2355^\circ/m \text{ h} - 0,0005817^\circ/m^2 \text{ h}^2$ ● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung
	$d(h) = -0,95^\circ + 0,0826^\circ/m \text{ h} - 0,0001336^\circ/m^2 \text{ h}^2$ ● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung 	$d(h) = -0,47^\circ + 0,1113^\circ/m \text{ h} - 0,0002487^\circ/m^2 \text{ h}^2$ ● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung 	$d(h) = -0,59^\circ + 0,2431^\circ/m \text{ h} - 0,0007505^\circ/m^2 \text{ h}^2$ ● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung

Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
10-m-Stärkewindrose ganzjährig - ganztags	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p>— 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort</p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2014 bis 13.11.2018 (40501 Prognose)</p>	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p>— 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort</p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 22.12.2015 bis 13.11.2018 (25381 Prognose)</p>	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p>— 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort</p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2014 bis 13.11.2018 (40501 Prognose)</p>

Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
10-m-Stärkewindrose ganzjährig - tags	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2014 bis 13.11.2018 (26999 Prognose)</p>	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 22.12.2015 bis 13.11.2018 (16919 Prognose)</p>	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2014 bis 13.11.2018 (23143 Prognose)</p>

Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
10-m-Stärkewindrose ganzjährig - nachts	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2014 bis 13.11.2018 (13502 Prognose)</p>	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 22.12.2015 bis 13.11.2018 (8462 Prognose)</p>	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2014 bis 13.11.2018 (13502 Prognose)</p>

Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
10-m-Stärkewindrose ganzjährig - 22 bis 23 Uhr	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2014 bis 12.11.2018 (1687 Prognose)</p>	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 22.12.2015 bis 12.11.2018 (1057 Prognose)</p>	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2014 bis 12.11.2018 (1687 Prognose)</p>

Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
150-m-Stärkewindrose ganzjährig - ganztags	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2014 bis 13.11.2018 (40501 Prognose)</p>	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 22.12.2015 bis 13.11.2018 (25381 Prognose)</p>	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2014 bis 13.11.2018 (40501 Prognose)</p>

Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
150-m-Stärkewindrose ganzjährig - tags	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2014 bis 13.11.2018 (26999 Prognose)</p>	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 22.12.2015 bis 13.11.2018 (16919 Prognose)</p>	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2014 bis 13.11.2018 (23143 Prognose)</p>

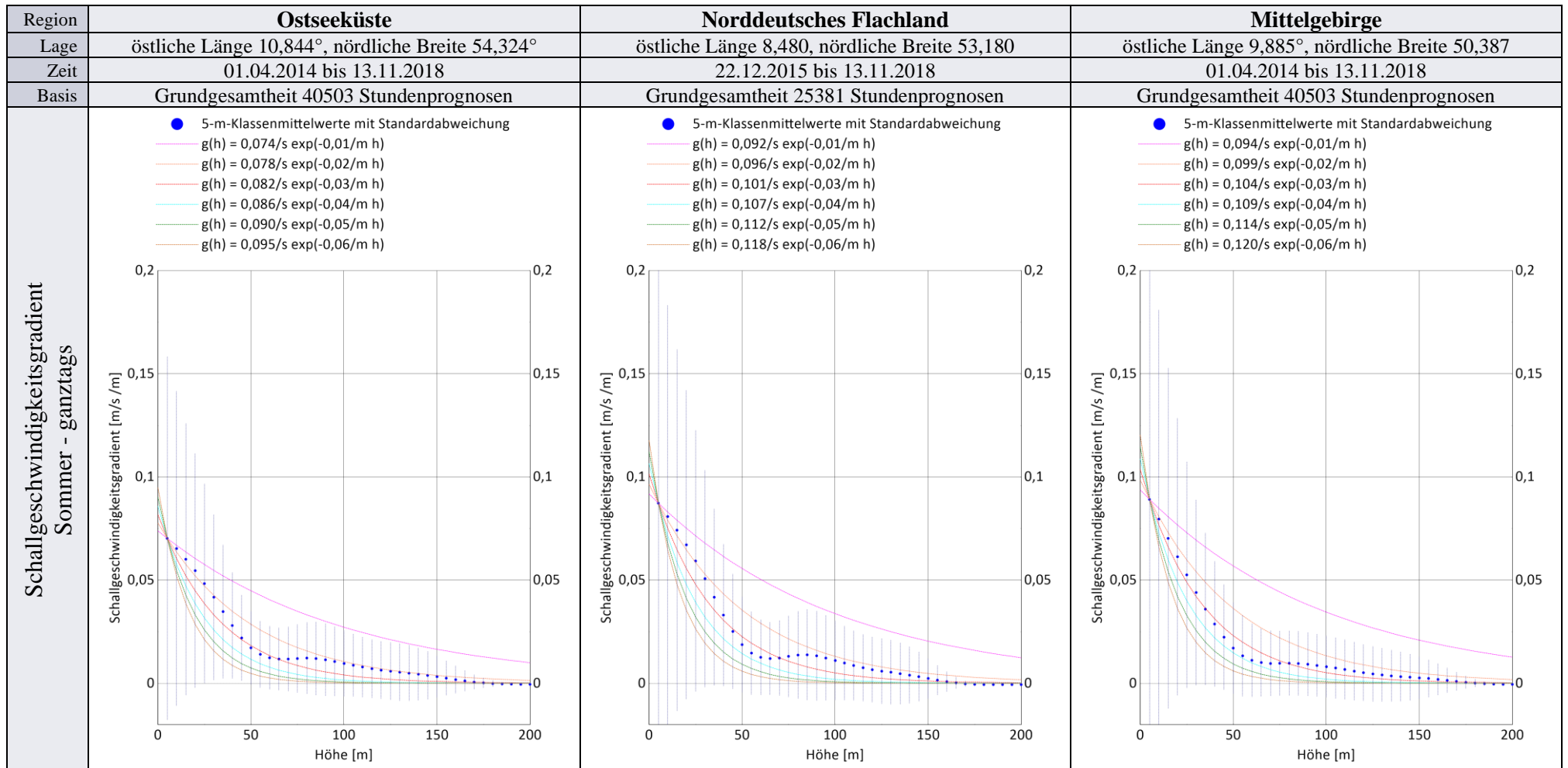
Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
150-m-Stärkewindrose ganzjährig - nachts	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2014 bis 13.11.2018 (13502 Prognose)</p>	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 22.12.2015 bis 13.11.2018 (8462 Prognose)</p>	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2014 bis 13.11.2018 (13502 Prognose)</p>

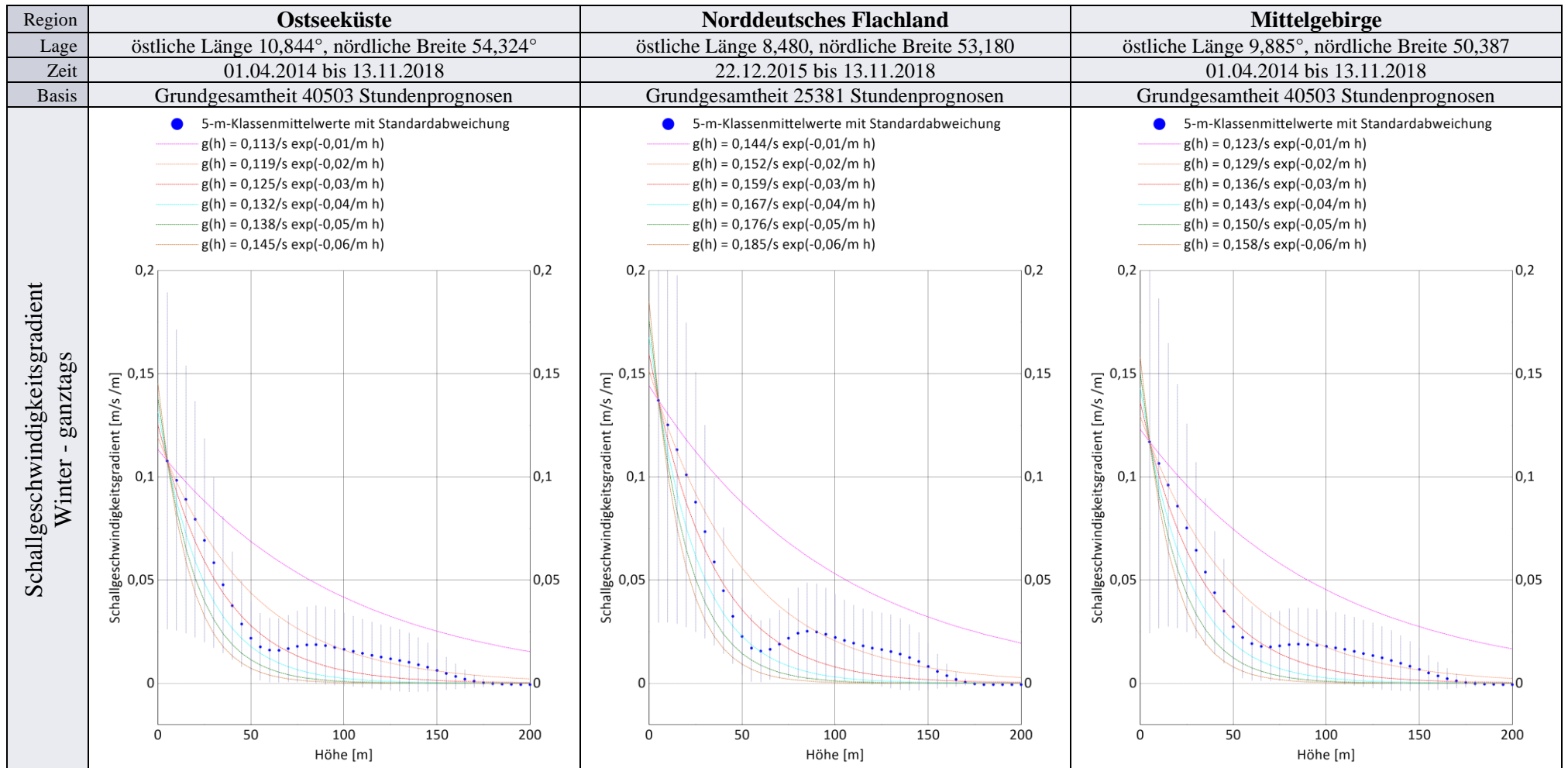
Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
150-m-Stärkewindrose ganzzjährig - 22 bis 23 Uhr	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2014 bis 12.11.2018 (1687 Prognose)</p>	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 22.12.2015 bis 12.11.2018 (1057 Prognose)</p>	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2014 bis 12.11.2018 (1687 Prognose)</p>

Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
Temperatur Sommer - ganztags	<p>$t(h) = 15,75\text{ °C} - 0,002\text{ °C/m h}$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$t(h) = 15,95\text{ °C} - 0,0007\text{ °C/m h}$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$t(h) = 15,13\text{ °C} - 0,0029\text{ °C/m h}$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>
	Temperatur Winter - ganztags	<p>$t(h) = 5,58\text{ °C} - 0,0025\text{ °C/m h}$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$t(h) = 5,43\text{ °C} + 0,0001\text{ °C/m h}$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>

Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
Luftfeuchtigkeit Sommer - ganztags	<p>$f(h) = 75,34\% - 0,0173\%/m\ h$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$f(h) = 73,02\% - 0,0174\%/m\ h$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$f(h) = 72,5\% - 0,0072\%/m\ h$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>
	Luftfeuchtigkeit Winter - ganztags	<p>$f(h) = 85,72\% - 0,0074\%/m\ h$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>	<p>$f(h) = 84,47\% - 0,0166\%/m\ h$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>

Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
Windgeschwindigkeit	<p>— $w(h) = 0,92 \text{ m/s } \ln(2,838/\text{m h})$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>		
	<p>Windgeschwindigkeit [m/s] vs Höhe [m]. The plot shows a logarithmic-like increase in wind speed from approximately 4 m/s at 0m to about 7.5 m/s at 200m. The y-axis ranges from 0 to 20, and the x-axis from 0 to 200.</p>	<p>Windgeschwindigkeit [m/s] vs Höhe [m]. The plot shows a logarithmic-like increase in wind speed from approximately 3.5 m/s at 0m to about 6.5 m/s at 200m. The y-axis ranges from 0 to 20, and the x-axis from 0 to 200.</p>	<p>Windgeschwindigkeit [m/s] vs Höhe [m]. The plot shows a logarithmic-like increase in wind speed from approximately 3 m/s at 0m to about 6 m/s at 200m. The y-axis ranges from 0 to 20, and the x-axis from 0 to 200.</p>
Windgeschwindigkeit	<p>— $w(h) = 1,37 \text{ m/s } \ln(2,492/\text{m h})$</p> <p>● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung</p>		
	<p>Windgeschwindigkeit [m/s] vs Höhe [m]. The plot shows a logarithmic-like increase in wind speed from approximately 5 m/s at 0m to about 10 m/s at 200m. The y-axis ranges from 0 to 20, and the x-axis from 0 to 200.</p>	<p>Windgeschwindigkeit [m/s] vs Höhe [m]. The plot shows a logarithmic-like increase in wind speed from approximately 4 m/s at 0m to about 9 m/s at 200m. The y-axis ranges from 0 to 20, and the x-axis from 0 to 200.</p>	<p>Windgeschwindigkeit [m/s] vs Höhe [m]. The plot shows a logarithmic-like increase in wind speed from approximately 3.5 m/s at 0m to about 8 m/s at 200m. The y-axis ranges from 0 to 20, and the x-axis from 0 to 200.</p>





Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
Ekman-Spirale Sommer - ganztags	$d(h) = -0,26^\circ + 0,0434^\circ/m\ h - 8,75E-05^\circ/m^2\ h^2$ ● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung 	$d(h) = -0,42^\circ + 0,0712^\circ/m\ h - 0,0001885^\circ/m^2\ h^2$ ● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung 	$d(h) = -0,76^\circ + 0,118^\circ/m\ h - 0,0003267^\circ/m^2\ h^2$ ● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung
	$d(h) = -0,69^\circ + 0,0712^\circ/m\ h - 0,0001388^\circ/m^2\ h^2$ ● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung 	$d(h) = -0,74^\circ + 0,0794^\circ/m\ h - 0,0001598^\circ/m^2\ h^2$ ● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung 	$d(h) = -1,58^\circ + 0,1409^\circ/m\ h - 0,0003049^\circ/m^2\ h^2$ ● 5-m-Klassenmittelwerte mit Standardabweichung

Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
10-m-Stärkewindrose Sommer - ganztags	<p>Stärkewindrose</p> <p>— 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort</p> <p>Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2014 bis 30.09.2018 (21960 Prognose)</p>	<p>Stärkewindrose</p> <p>— 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort</p> <p>Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2016 bis 30.09.2018 (13176 Prognose)</p>	<p>Stärkewindrose</p> <p>— 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort</p> <p>Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2014 bis 30.09.2018 (21960 Prognose)</p>

Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
10-m-Stärkewindrose Winter - ganztags	<p>Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p>Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.10.2014 bis 13.11.2018 (18541 Prognose)</p>	<p>Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p>Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 22.12.2015 bis 13.11.2018 (12205 Prognose)</p>	<p>Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p>Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.10.2014 bis 13.11.2018 (18541 Prognose)</p>

Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
150-m-Stärkewindrose Sommer - ganztags	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2014 bis 30.09.2018 (21960 Prognose)</p>	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2016 bis 30.09.2018 (13176 Prognose)</p>	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.04.2014 bis 30.09.2018 (21960 Prognose)</p>

Region	Ostseeküste	Norddeutsches Flachland	Mittelgebirge
Lage	östliche Länge 10,844°, nördliche Breite 54,324°	östliche Länge 8,480, nördliche Breite 53,180	östliche Länge 9,885°, nördliche Breite 50,387
Zeit	01.04.2014 bis 13.11.2018	22.12.2015 bis 13.11.2018	01.04.2014 bis 13.11.2018
Basis	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 25381 Stundenprognosen	Grundgesamtheit 40503 Stundenprognosen
150-m-Stärkewindrose Winter - ganztags	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.10.2014 bis 13.11.2018 (18541 Prognose)</p>	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 22.12.2015 bis 13.11.2018 (12205 Prognose)</p>	<p style="text-align: center;">Stärkewindrose</p> <p> — 12 Beaufort — 11 Beaufort — 10 Beaufort — 9 Beaufort — 8 Beaufort — 7 Beaufort — 6 Beaufort — 5 Beaufort — 4 Beaufort — 3 Beaufort — 2 Beaufort — 1 Beaufort — 0 Beaufort </p> <p style="text-align: center;">Auftrittshäufigkeit der Windklassen in Prozent 01.10.2014 bis 13.11.2018 (18541 Prognose)</p>

4 Verweise










- [1] Hirsch, K.-W.: „Grundlagen und Anwendungen des Schallwetters“, Lärmbekämpfung Bd. 9(2014) Nr. 6 – November, S. 267 - 275
- [2] Hirsch, K.-W.; Vogelsang, B. M: "Meteorologische Korrekturen – Ermittlung auf der Grundlage einer Pegelstatistik", Fortschritte der Akustik, DAGA‘2015, DEGA e.V., Nürnberg
- [3] Hirsch, K.-W.; Vogelsang, B. M: "Cmet - Der Weg zu einem präzisen Ergebnis", Lärmbekämpfung (2021) Nr. 4 – November, S. 114 - 120
- [4] Hirsch, K.-W.: "Überreichweiten", Akustik Journal, 2019, Heft 1, S. 7 bis 15
- [5] Hirsch, K.-W: "Sound weather – methods and applications" Proceedings Internoise 2016, Hambourg
- [6] Mitteilungen DGM: „Wetter gegen den Lärm“, 02/2014 S. 27-28, Deutsche Meteorologische Gesellschaft, www.dmg-ev.de ISSN 0177-8501

5 Über „Bella Acustica – De Bello Acustico“



**Eine Sammlung von Aufsätzen
zu ausgewählten Themen der Akustik
aus der ganz persönlichen Sicht des Autors**

	Prolog Die Schöne und der Krieg	kwhdba.00.02 2018-10-31	E
	Dezibels Warum sich Akustiker in der Wüste am wohlsten fühlen	kwhdba.01.01 2018-10-07	E
	Bewertungen Wie die Ohren hören sollten	kwhdba.02.01 2016-11-09	E
	Zeit begreifen Zeitbegriffe	kwhdba.03.00 2016-11-12	F
	Rote Rosen Prognosen mit dem Schallwetter	kwhdba.04.00 2016-11-12	I
	Pegelsalat Zur systematischen Kennzeichnung von Schallpegeln	kwhdba.05.00 2016-11-12	F
	Vom Harten und Weichen Bodenreflexionen im Freien	kwhdba.06.00 2016-11-12	I
	Atmosphärische Störungen Über Messungen im Freien	kwhdba.07.00 2016-11-21	F
	Projectile Sound To Whom It May Concern	kwhdba.08.01 2018-08-22	E
	Überreichweiten Über Zonen abnormaler Hörbarkeit	kwhdba.09.1 2018-09-17	E
	Götzenverehrung DIN ISO 9613	kwhdba.10.01 2018-10-06	K
	Krumme Hunde Schallkreise in der Luft	kwhdba.11.02 2018-11-09	E
	Kanonische Karten Über klare Kanten in der Lärmakustik	kwhdba.12.0 2019-03-15	I

	Jericho Über Trompeten, Mauern und Schallstrahlungsdruck	kwhdba.13.0 2019-05-13	E			
	Cmet Die meteorologische Korrektur der DIN ISO 9613-2	kwhdba.14.0 2020-04-19	E			
	Schießlärm Immissionsschutz auf Schießplätzen für Verwaltungsakustiker	kwhdba.15.0 2020-04-17	E			
	Rasterdecken Massiver baulicher Schallschutz auf Schießständen	kwhdba.16.0 2020-04-17	E			
	Glossiert Akustik mit Humor	kwhdba.17.0 2020-06-10	E			
	Richtigkeit Qualitätssicherung mit der DIN 45687	kwhdba.18.0 2021-02-03	E			
	Einwirkungsbereich Bedeutung und Nutzung des Konzepts in der TA Lärm	kwhdba.19.0 2021-04-19	E			
	Klima Faktencheck der Temperaturveränderung in Würselen, NRW	kwhdba.20.0 2021-05-19	E			
	Meteorologie der Schallausbreitung Profilprognosen an der Küste, im Flachland, im Mittelgebirge	kwhdba.21.0 2021-09-14	E			
Stand	I Idee	erste Skizze	---	E Entwurf	kurz vor druckreif	web
	F Fragmente	erste Abschnitte oder Kapitel	---	D Druck	Druckversion	web
	K Konzept	Konzept ohne Sprachprüfung	web			

Impressum

Autor
Urheberrecht
Zitierhinweis
Verfügbarkeit
Kontakt



Karl-Wilhelm Hirsch
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>
 Hirsch, K.-W.: „Bella Acustica – De Bello Acustica“, [Titel], [Kennung]
www.kwhirsch.de
post@kwhirsch.de