

Dokumentation eines Wetterdatensatzes

zur Verwendung
in Ausbreitungsrechnungen

Bremen (DWD 0691)

20.12.2021



Von der IHK Berlin öffentlich
bestellter und vereidigter
Sachverständiger für die
Berechnung der Ausbrei-
tung von Gerüchen und
Luftschadstoffen

Dipl.-Met. André Förster

Weserstraße 17
10247 Berlin

Titel : **Dokumentation eines Wetterdatensatzes**
zur Verwendung in Ausbreitungsrechnungen
Format: AKTERM

Station : Bremen (DWD 0691)

Bearbeiter : M.Sc. Mirjam Zörner

Datenherkunft : Deutscher Wetterdienst (CDC)

AKTERM Name : Bremen_DWD_00691_2019_rr.akterm

Stand : 20.12.2021

Umfang : 14 Seiten insgesamt inklusive Deckblatt und Anhang

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung der Stationskenngrößen / Datensatz.....	3
2 Repräsentativer Zeitraum.....	4
3 Stationsraugigkeit.....	5
4 Vergleich der Windrichtungsverteilung.....	7
5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung.....	8
6 Regenraten.....	9
7 Beschreibung der AKTERM-Datei.....	10
8 Stationslage.....	14

1 Zusammenfassung der Stationskenngößen / Datensatz

Stationsort / ID	: Bremen (DWD 0691)
Geografische Länge	: 8,7979 °E
Geografische Breite	: 53,045 °N
Position und Umgebung	: eben, frei angeströmt, Flughafenstation
Höhe über NHN [m]	: 4
Messgeber Höhe über NHN [m]	: 10
Dateiname	: Bremen_DWD_00691_2019_rr.akterm
Messzeitraum	: 2010 - 2019
Zusammenhängender Zeitraum	: 2010 - 2019 Windrichtung, -geschwindigkeit
repräsentativer Zeitraum	: 2019 Windrichtung, -geschwindigkeit, Bedeckungsgrad und Niederschlag (Bremen DWD 0691)

Abweichungen vom Mittelwert im homogenen Messzeitraum nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20

- *Windrichtung (12 Sektoren je 30°)*
- *Windgeschwindigkeit (9 Klassen nach TA Luft)*

Stationsrauigkeit : 0,047

Berechnet gemäß VDI Richtlinie 3783 Blatt 8 in Verbindung mit dem DWD Merkblatt „ Effektive Rauigkeitslänge aus Windmessungen“

Rechnerische Anemometerhöhen ($h_{\text{ref}} = 100 \text{ m}$):

Rauigkeitsklasse [m]:	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00
Anemometerhöhe [dm]:	61	76	102	128	162	226	296	351	399

2 Repräsentativer Zeitraum

Der folgenden Tabelle kann die Rangfolge der betrachteten Einzeljahre in Bezug auf die Abweichungen vom Mittelwert entnommen werden (VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20; Methode Anhang 3.2).

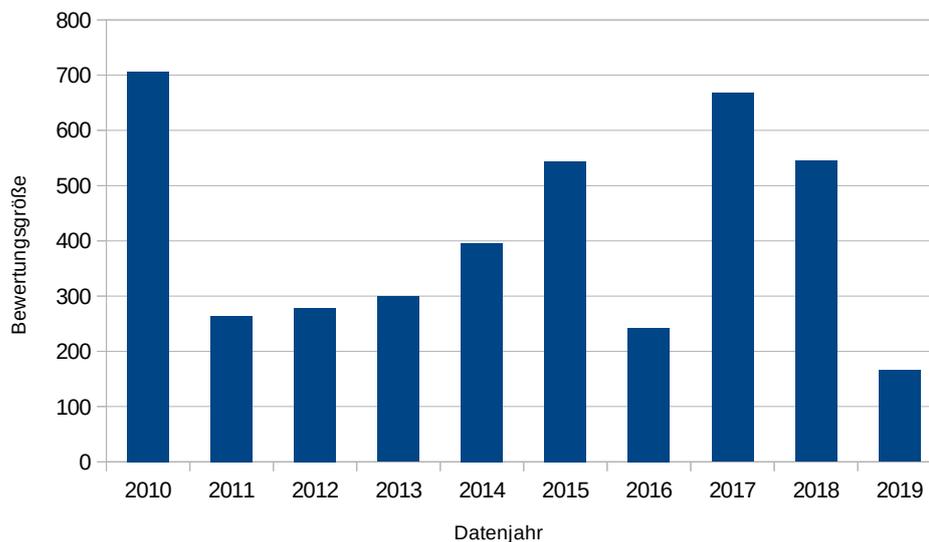
Jahr	normierte Abweichung WRK	normierte Abweichung WGK	Mittlere Windgeschwindigkeit	Bewertung
2010	577	1095	3,9	706
2011	318	100	4,1	263
2012	202	509	4	279
2013	320	237	4	299
2014	477	155	4,1	396
2015	379	1040	4,4	544
2016	100	670	4	243
2017	588	907	4,2	668
2018	677	148	4,2	545
2019	141	237	4,2	165

WRK = Windrichtungs-kategorie

WGK = Windgeschwindigkeits-kategorie

Gesamtbewertung Rangfolgen-Wichtung: $(3/4 \times WRK + 1/4 \times WGK)$

Selektion repräsentatives Jahr



Fazit

Es zeigt sich, dass das Jahr **2019** der Zeitraum ist, der über die geringsten Abweichungen zum Mittelwert verfügt.

3 Stationsrauigkeit

Gemäß VDI Richtlinie 3783 Blatt 8 in Verbindung mit dem DWD Merkblatt (Effektive Rauigkeitslänge aus Windmessungen; Kloßmann, Namysloh; August 2019) unter Verwendung der Standardabweichung der Zeitreihe für die Windgeschwindigkeit – longitudinal – (CDC; 10 Minuten-Mittelwerten) berechnet sich aus dem über die jeweilige Anzahl der Messdaten gewichteten Mittel von zwölf Windrichtungssektoren eine Stationsrauigkeit von $z = 0,047$.

Input-Daten

Zeitraum: 01.01.2019 00:00:00 – 31.12.2019 23:50:00

Messgerät: Windsensor Classic 4.3303 (Windmessung, elektronisch)

Methode: Beljaars

Parameter: Dämpfung $A_b = 0,9$; Verdrängungshöhe $B = 6$; $C = 2,5$

Windrichtungssektoren (Dekagrad)	Windgeschwindigkeiten ≥ 5 m/s (Anzahl)	Rauigkeit
DD1 (2-4)	494	0,06442
DD2 (5-7)	859	0,04278
DD3 (8-10)	976	0,08191
DD4 (11-13)	1097	0,07322
DD5 (14-16)	629	0,04204
DD6 (17-19)	1184	0,0524
DD7 (20-22)	3088	0,04761
DD8 (23-25)	4051	0,03344
DD9 (26-28)	2914	0,03264
DD10 (29-31)	2739	0,03754
DD11 (32-34)	1337	0,06247
DD12 (35-1)	669	0,0832
„Stations-z0-Wert“		0,047

Zur Übertragung gemessener Zeitreihen der Windgeschwindigkeit von einer Stationsmesshöhe über Grund auf die im Ausbreitungsmodell zu verwendende Anemometerhöhe "h_a" wird das "Regionalwind-Konzept" von WIERINGA (1976 u. 1986) angewandt. Diesem Übertragungsverfahren liegt zum einen das theoretische Konzept der "internen Grenzschichten" und zum anderen die empirische Erkenntnis zugrunde, daß sich ein Bezugsniveau finden läßt, in welchem der Wind - bezogen auf eine Fläche von ca. 5 km × 5 km - nicht mehr von der lokalen, sondern von einer regionalen Rauigkeit bestimmt wird (Regionalwind U_m ("Mesowind")). Dies Bezugsniveau wurde aus Wind- und Turbulenzmessungen in einer Höhe von etwa 60 m bestimmt; je nach regionaler Situation auch zwischen 50 bis 100 m. Der Regionalwind wird in dieser Höhe durch Hindernisse beeinflusst, die sich - bezogen auf den Messort - innerhalb eines "Entfernungstrahls" von etwa 1 bis 3 km stromauf befinden. Das Bezugsniveau von 60 m liegt oberhalb der zweifachen maximalen Hindernishöhe in ländlichen Regionen (etwa 25 m hohe Wälder) und spiegelt die Höhe des Übergangs von der boden- in die grenzschichtbeeinflusste Tagesgangcharakteristik der mittleren Windgeschwindigkeit wider. Auf Stadtgebiete ist dieses Verfahren daher zumindest nicht ohne die Anwendung einer höheren Bezugshöhe übertragbar. Entsprechend Anhang A der Richtlinie VDI 3782 Blatt 1 (VDI, 2009) ist das Bezugsniveau als Referenzniveau h_r (= h_{ref}, siehe nächste Seite) auf 100 m gesetzt.

h _{ref}	Referenzhöhe zur mesoskaligen Übertragung von Windgeschwindigkeiten über ebenem Gelände nach WIERINGA (1976)
------------------	--

Standortdaten (Gl. 5)

h _a	61	76	102	128	162	226	296	351	399	Resultierende Anemometerhöhe
d ₀	0,06	0,12	0,30	0,60	1,20	3,00	6,00	9,00	12,00	Verdrängungshöhe am Standort
Z ₀	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00	Rauigkeit am Standort
h _{ref}	100,00									Referenzhöhe nach Wieringa s.o.
p _s	0,70									Stationsexponent

Stationsdaten (Gl. 6)

p _s	0,70	Stationsexponent	
d _{0s}	0,282	Verdrängungshöhe am Stationsstandort	
h _{as}	10	Anemometerhöhe der Messtation	Eingaben
Z _{0s}	0,047	Stationsrauigkeit	
h _{ref}	100	Referenzhöhe nach Wieringa s.o.	

Bei der Übertragung der Windgeschwindigkeiten vom Messort auf den Ort der Ausbreitungsrechnung ist unter den wählbaren Reduktionshöhen diejenige von besonderem Interesse, in welcher angenommen werden darf, dass über dem Zielort die gleiche Geschwindigkeit gemessen werden würde wie an der Messtation. Für die gesuchte spezielle Höhe – die "physikalische" Anemometerhöhe h_a - ergibt sich mit der Bedingung u_(h_{red}) = u_(h_a) = u_(h_{as}) und unter Annahme mittlerer Windprofile nach Gleichung (1) bzw. (2) und aus den Gleichungen (3) und (4) folgende Bestimmungsgleichung:

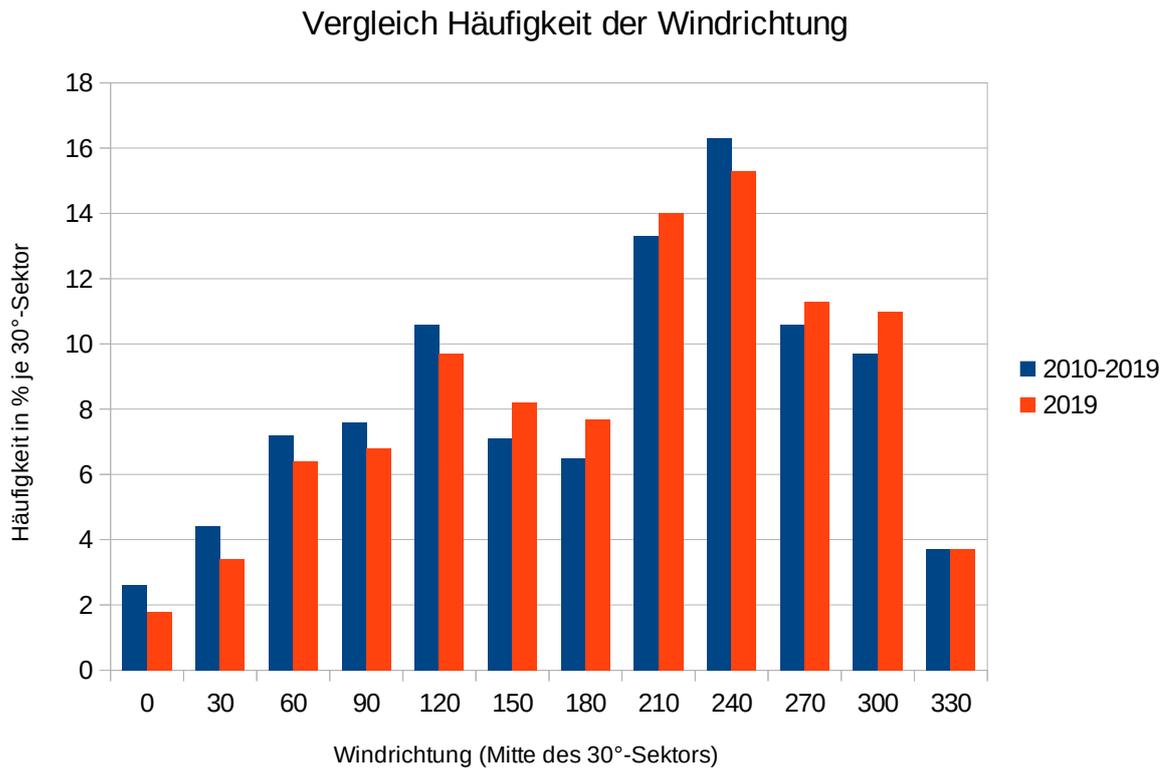
$$h_a = d_0 + Z_0 \left(\frac{h_{ref} - d_0}{Z_0} \right)^{p_s} \quad (5)$$

Die vorstehende Gleichung stellt die gesuchte Anemometerhöhe über Grund dar. Der "Stationsexponent p_s" ergibt sich zu

$$p_s = \frac{\ln \frac{h_{as} - d_{0s}}{Z_{0s}}}{\ln \frac{h_{ref} - d_{0s}}{Z_{0s}}} \quad (6)$$

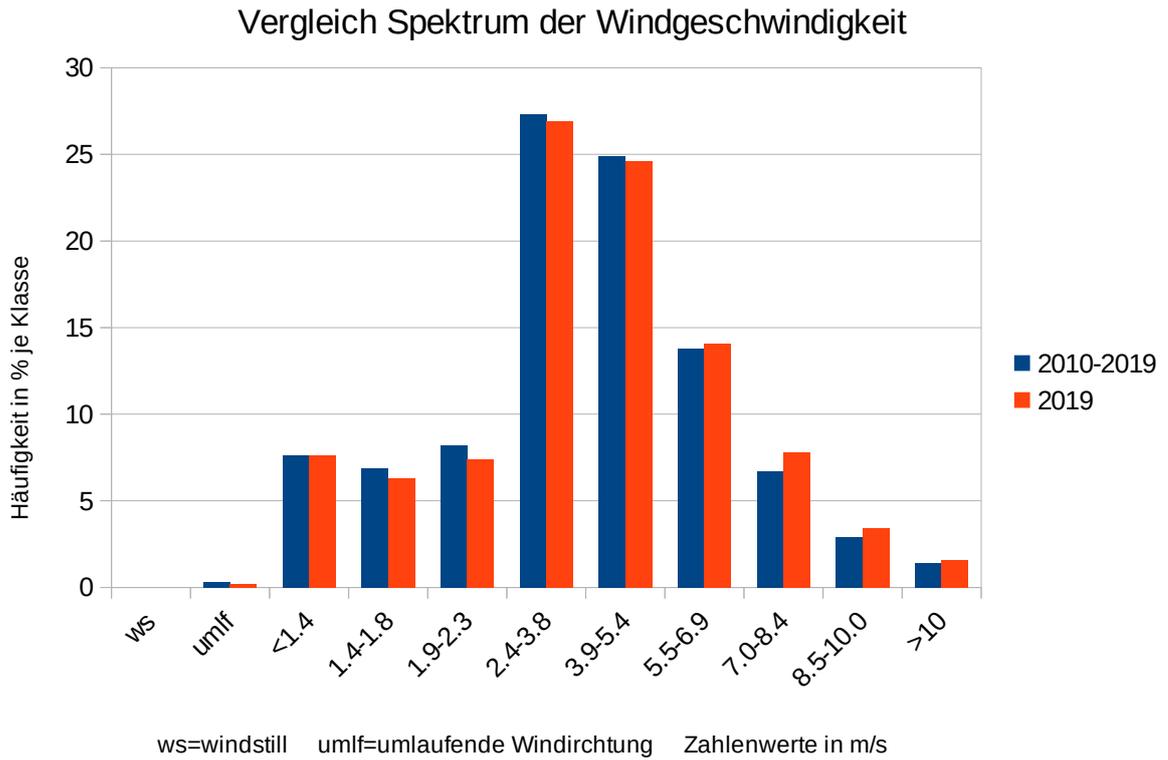
4 Vergleich der Windrichtungsverteilung

Vergleich zwischen ausgewähltem Jahreszeitraum und Gesamtzeitraum



5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung

Vergleich zwischen ausgewähltem Jahreszeitraum und Gesamtzeitraum

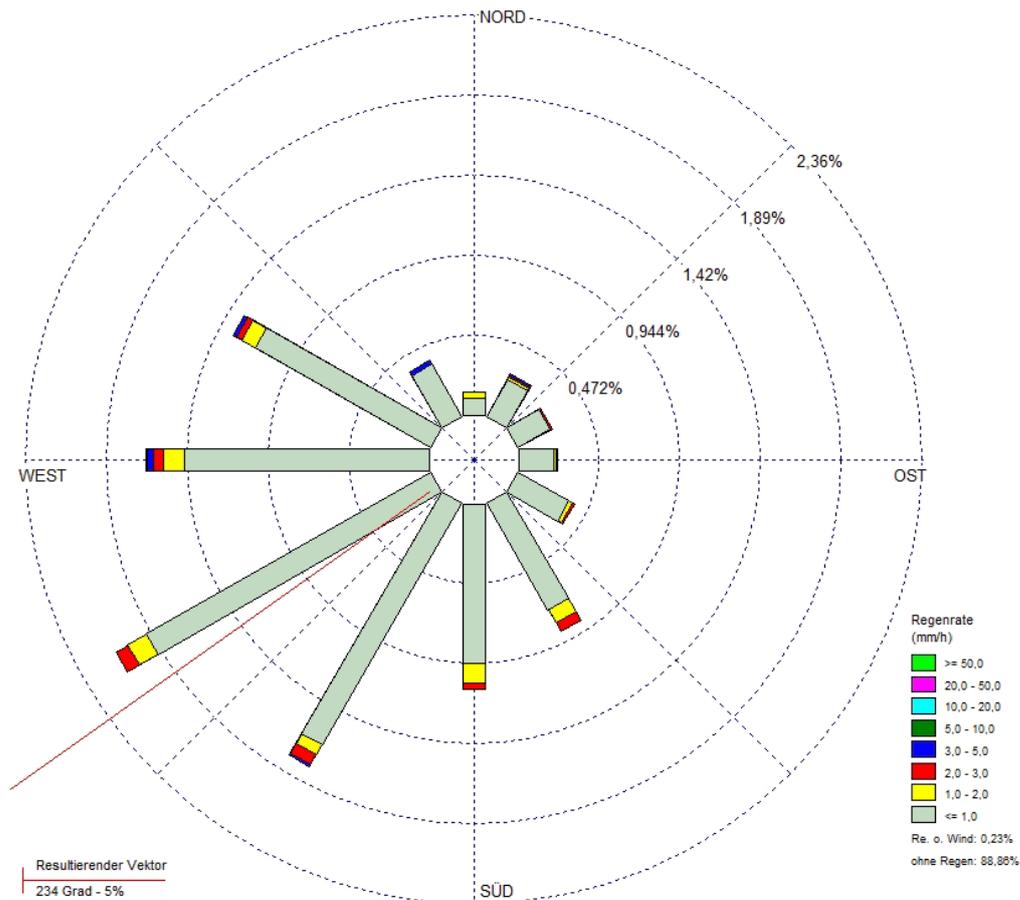


6 Regenraten

Windrichtungs- und windgeschwindigkeitsabhängige Regenraten. Normiert auf den mittleren Jahresniederschlag aus zehn Jahren (622,1 mm).

Windrichtungen / Regenrate (mm/h)	<= 1,0	1,0 - 2,0	2,0 - 3,0	3,0 - 5,0	5,0 - 10,0	10,0 - 20,0	20,0 - 50,0	>= 50,0	Gesamt
345 - 15	0,00103	0,00034	0	0	0	0	0	0	0,00137
15 - 45	0,00251	0,00011	0,00011	0,00011	0	0	0	0	0,00285
45 - 75	0,00217	0	0,00011	0	0	0	0	0	0,00228
75 - 105	0,00205	0,00011	0	0	0,00011	0	0	0	0,00228
105 - 135	0,00342	0,00023	0,00011	0	0	0	0	0	0,00377
135 - 165	0,00719	0,00091	0,00057	0	0	0	0	0	0,00868
165 - 195	0,00936	0,00114	0,00034	0	0	0	0	0	0,01084
195 - 225	0,01632	0,00068	0,00068	0,00011	0	0	0	0	0,01781
225 - 255	0,01906	0,00126	0,0008	0	0	0	0	0	0,02112
255 - 285	0,01427	0,00126	0,00057	0,00034	0,00011	0	0	0	0,01655
285 - 315	0,01176	0,00091	0,00034	0,00023	0	0	0	0	0,01324
315 - 345	0,00354	0	0	0,00023	0	0	0	0	0,00377
Zwischensumme ohne Regen umlaufender Wind	0,09269	0,00696	0,00365	0,00103	0,00023	0	0	0	0,10685
Fehlt / unvollständig									0,88858
Gesamt									0,00228
									0,00457

1



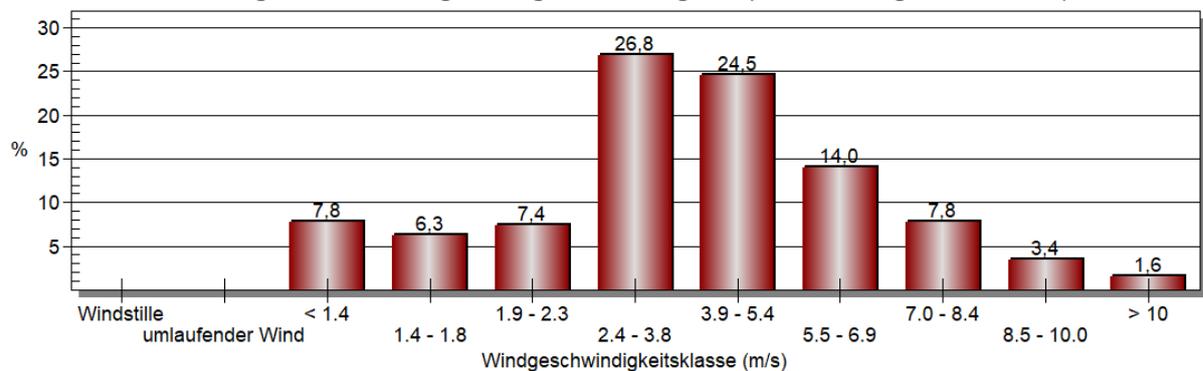
7 Beschreibung der AKTERM-Datei

Auswertung der AKTERM des repräsentativen Zeitraums mittels MeteoView (Lakes Environmental Software):

Windgeschwindigkeitsklassen Bremen_DWD_00691_2019_rr.akterm

Windgeschw.klasse (m/s) / Windrichtung	< 1.4	1.4 - 1.8	1.9 - 2.3	2.4 - 3.8	3.9 - 5.4	5.5 - 6.9	7.0 - 8.4	8.5 - 10.0	> 10	Gesamt
345 - 15	0,0016	0,00057	0,00068	0,00674	0,00514	0,00194	0,00114	0,00023	0	0,01804
15 - 45	0,00091	0,00183	0,0032	0,01324	0,01233	0,0024	0	0	0	0,0339
45 - 75	0,00571	0,00479	0,00537	0,02272	0,01792	0,00571	0,00137	0,00011	0	0,0637
75 - 105	0,00936	0,004	0,00479	0,02272	0,01655	0,00788	0,00205	0,00057	0,00011	0,06804
105 - 135	0,0105	0,00708	0,01084	0,03151	0,02511	0,00982	0,00205	0,00011	0	0,09703
135 - 165	0,01107	0,01062	0,01119	0,02968	0,0145	0,00411	0,0008	0,00011	0	0,08208
165 - 195	0,01073	0,00605	0,00605	0,02123	0,01975	0,00776	0,004	0,00126	0	0,07683
195 - 225	0,0113	0,00788	0,00902	0,03653	0,02797	0,01998	0,0161	0,00799	0,00285	0,13961
225 - 255	0,01062	0,01027	0,00833	0,02386	0,03676	0,02911	0,02043	0,0089	0,00445	0,15274
255 - 285	0,00457	0,00639	0,00628	0,02523	0,02511	0,02032	0,0129	0,00765	0,004	0,11244
285 - 315	0,00126	0,00285	0,00639	0,02728	0,03025	0,02192	0,00947	0,00582	0,004	0,10925
315 - 345	0,00034	0,00046	0,00183	0,00742	0,01358	0,00936	0,00719	0,00126	0,00034	0,04178
Zwischensumme	0,07797	0,06279	0,07397	0,26815	0,24498	0,1403	0,07751	0,03402	0,01575	0,99543
Windstille										0
umlaufender Wind										0
Fehlt / unvollständig										0,00457
Gesamt										1

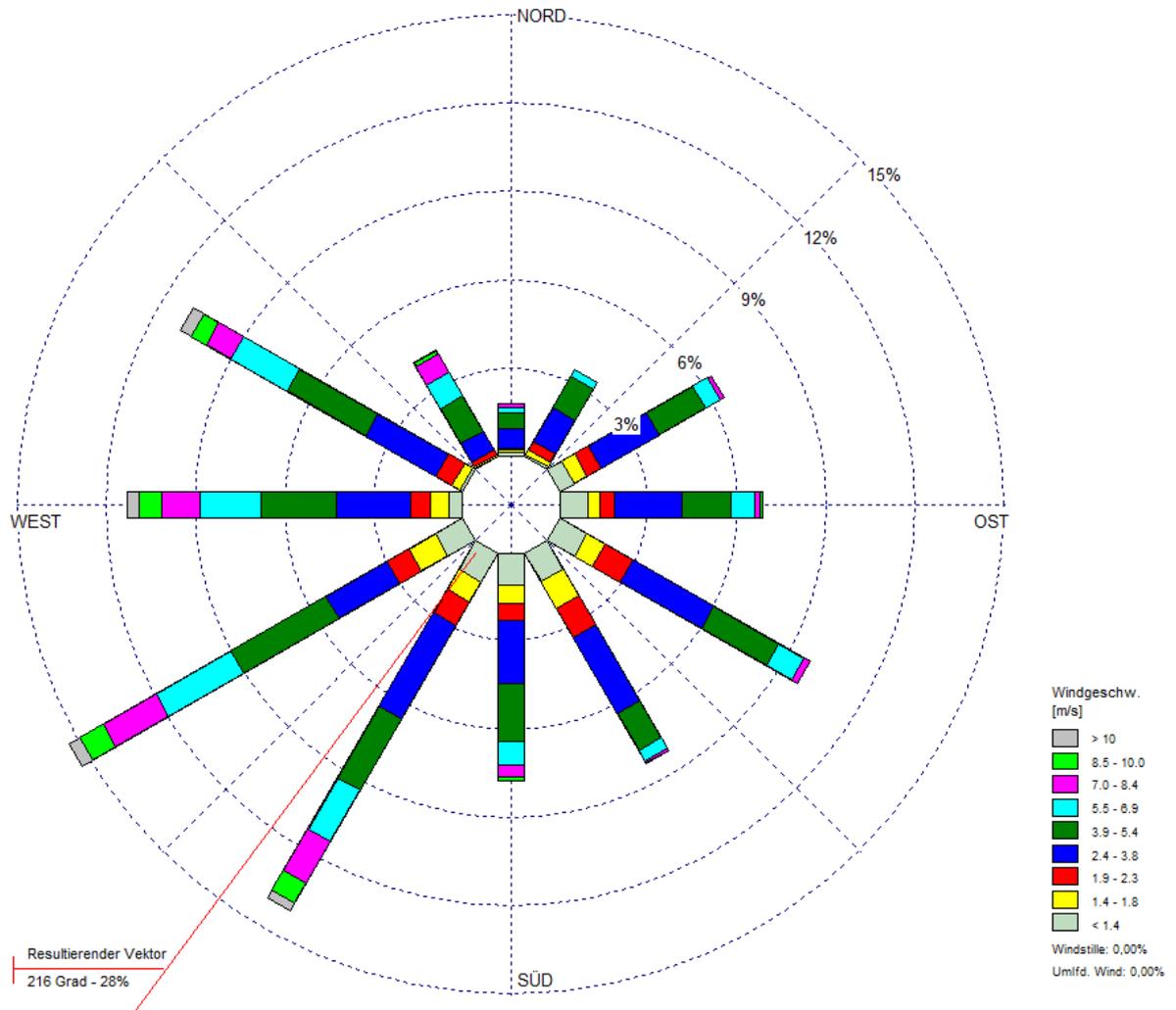
Häufigkeitsverteilung Windgeschwindigkeit (Ausbreitungsklasse Alle)



Anmerkung:

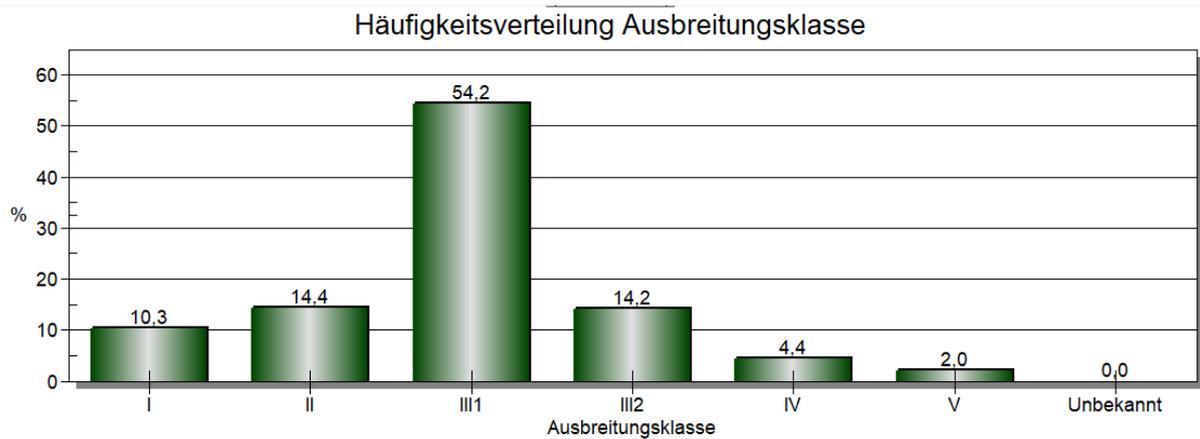
Es können bei den Häufigkeiten der Windgeschwindigkeitsklassen Abweichungen zu den vorhergehenden Abbildungen (Kapitel 4 und 5) auftreten, da diese vor der Erstellung der AKTERM erzeugt wurden.

Windrichtungsverteilung Bremen_DWD_00691_2019_rr.akterm



Ausbreitungsklassen Bremen_DWD_00691_2019_rr.akterm

Ausbreitungsklasse / Windgeschwindigkeit (m/s)	< 1.4	1.4 - 1.8	1.9 - 2.3	2.4 - 3.8	3.9 - 5.4	5.5 - 6.9	7.0 - 8.4	8.5 - 10.0	> 10	Gesamt
I	0,04578	0,029	0,0242	0,00434	0	0	0	0	0	0,10331
II	0,02283	0,02123	0,02991	0,06998	0	0	0	0	0	0,14395
III1	0,00251	0,00411	0,00605	0,11689	0,18231	0,121	0,06473	0,02991	0,01461	0,54212
III2	0,0016	0,00445	0,00719	0,04954	0,05034	0,01541	0,00925	0,00297	0,00103	0,14178
IV	0,00514	0,00251	0,00365	0,01655	0,0089	0,00342	0,00297	0,00091	0,00011	0,04418
V	0,00011	0,00148	0,00297	0,01084	0,00342	0,00046	0,00057	0,00023	0	0,02009
Unbekannt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gesamt	0,07797	0,06279	0,07397	0,26815	0,24498	0,1403	0,07751	0,03402	0,01575	0,99543



Anmerkung:

Es können bei den Häufigkeiten der Windgeschwindigkeitsklassen Abweichungen zu den vorhergehenden Abbildungen (Kapitel 4 und 5) auftreten, da diese vor der Erstellung der AKTERM erzeugt wurden.

Identifikation des Datensatzes: Bremen_DWD_00691_2019_rr.akterm

```

* AKTERM Zeitreihe Datenquelle DWD (CDC) / precipitation
* Verarbeitung argusim UMWELT CONSULT 20.12.2021
* FF, N, RR Bremen DWD 0691 von 01.01.2019 bis 31.12.2019 / Niederschlag normiert auf 622,1 mm
* Standortparameter Lat53.045, Lon8.79791, Hs4m, Ha10m, z0=0.047m, Href=100m
+ Anemometerhoeihen (0.1 m): 61 76 102 128 162 226 296 351 399
AK 00691 2019 01 01 00 00 1 1 250 65 1 3 1 -999 9 991 1
AK 00691 2019 01 01 01 00 1 1 250 73 1 3 1 -999 9 990 1
AK 00691 2019 01 01 02 00 1 1 250 81 1 3 1 -999 9 990 1
AK 00691 2019 01 01 03 00 1 1 250 87 1 3 1 -999 9 990 1
AK 00691 2019 01 01 04 00 1 1 260 91 1 3 1 -999 9 990 1
AK 00691 2019 01 01 05 00 1 1 260 97 1 3 1 -999 9 990 1
.
.
AK 00691 2019 12 31 18 00 1 1 300 29 1 3 1 -999 9 990 1
AK 00691 2019 12 31 19 00 1 1 290 22 1 1 1 -999 9 990 1
AK 00691 2019 12 31 20 00 1 1 270 14 1 1 1 -999 9 990 1
AK 00691 2019 12 31 21 00 1 1 250 8 1 1 1 -999 9 990 1
AK 00691 2019 12 31 22 00 1 1 230 9 1 1 1 -999 9 990 1
AK 00691 2019 12 31 23 00 1 1 250 6 1 1 1 -999 9 990 1
    
```

Metadaten

Geräte Windgeschwindigkeit / Windrichtung

Windsensor Classic 4.3303; Windmessung, elektronisch

Parameter

Stations_ID	691
Von_Datum	20030901
Bis_Datum	20210329
Stationsname	Bremen
Parameter	F D
Parameterbeschreibung	Windgeschwindigkeit Messnetz 3
Einheit	m/sec Grad
Datenquelle (Strukturversion=SV)	Winddaten (Stundenmittel, maximale Windspitze 23:51-23:50 UTC) generiert aus 10-Minutenmittel von automatischen Stationen der 2. Generation (AMDA), Richtungsangaben in 36-teiliger Windrose
Zusatz-Info	Stundenwerte in UTC

Besonderheiten

Literaturhinweis

Legende: FT = Folgetag

GZ = Gesetzliche Zeit

Prüfung nach VDI 3783 Blatt 21 möglich

8 Stationslage



Kartengrundlage OpenStreetMap