

Dokumentation eines Wetterdatensatzes

zur Verwendung
in Ausbreitungsrechnungen

Ingosltadt (DWD 2410)

17.09.2019



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	:	Ingolstadt (DWD 2410)
Bearbeiter	:	Dipl.-Met. André Förster
Datenherkunft	:	Deutscher Wetterdienst (CDC)
AKTERM Name	:	Ingolstadt_DWD2410_RR.akterm
Stand	:	17.09.2019
Umfang	:	15 Seiten insgesamt inklusive Deckblatt und Anhang

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung der Stationskenngrößen / Datensatz.....	3
2 Repräsentativer Zeitraum.....	4
3 Stationsrauigkeit.....	5
4 Vergleich der Windrichtungsverteilung.....	8
5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung.....	9
6 Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse.....	10
7 Regenraten.....	11
8 Beschreibung der AKTERM-Datei.....	12
9 Stationslage.....	13

1 Zusammenfassung der Stationskenngößen / Datensatz

Stationsort / ID	: Ingolstadt (DWD 2410)
Geografische Länge	: 11.5362 °E
Geografische Breite	: 48.7112 °N
Position und Umgebung	: ländlich, kleinstädtisch, eben, frei angeströmt
Höhe über NHN [m]	: 364
Messgeber Höhe über NHN [m]	: 10
Dateiname	: Ingolstadt_DWD2410_RR.akterm
Messzeitraum	: 2009 - 2018
Zusammenhängender Zeitraum	: 2009 - 2018 Windrichtung, -geschwindigkeit
repräsentativer Zeitraum	: 2009 Windrichtung, -geschwindigkeit 2009 Bedeckungsgrad (Gelbelsee DWD 1587)

χ^2 - Test im homogenen Messzeitraum nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 bzw. DWD Methode AKJahr

- *Windrichtungsverteilung*
- *Windgeschwindigkeitsklassen*
- *Windrichtungsverteilung (Nachts und Schwachwinde)*

Stationsrauigkeit : 0,11

Mittelbildung über Sektoren und Windrichtungshäufigkeiten

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

Rauigkeitsklasse [m]:	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00
Anemometerhöhe [dm]:	40	52	73	95	125	184	252	306	354

2 Repräsentativer Zeitraum

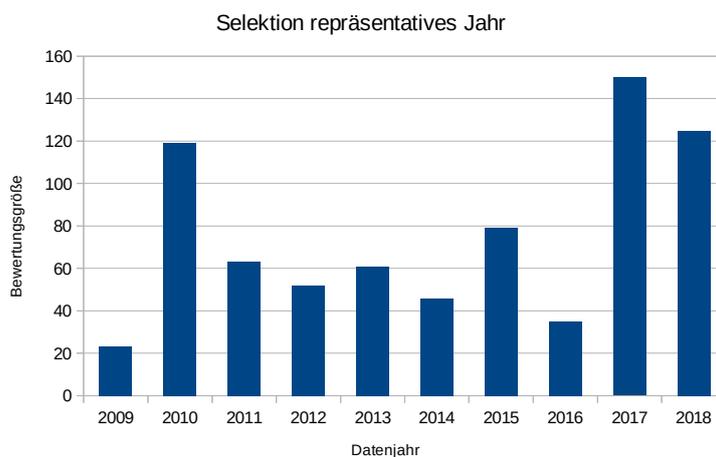
Der folgenden Tabelle kann die Rangfolge der betrachteten Einzeljahre in Bezug auf die Abweichungen vom Mittelwert entnommen werden. Zur besseren Übersichtlichkeit in der Bewertungsspalte sind die Abweichungen mit dem Faktor 10.000 multipliziert worden.

Jahr	Abweichung WRK	Abweichung WGK	Mittlere Windgeschwindigkeit	Bewertung
2009	0,0007	0,0002	2,4	23
2010	0,0032	0,0024	2,5	119
2011	0,0018	0,0009	2,3	63
2012	0,0009	0,0024	2,4	52
2013	0,0005	0,0046	2,6	61
2014	0,0010	0,0017	2,3	46
2015	0,0023	0,0011	2,6	79
2016	0,0009	0,0008	2,5	35
2017	0,0037	0,0039	2,7	150
2018	0,0039	0,0007	2,5	125

WRK = Windrichtungs-klasse

WGK = Windgeschwindigkeits-klasse

Gesamtbewertung Rangfolgen-Wichtung: $(3 \times \text{WRK} + \text{WGK}) \cdot 10.000$

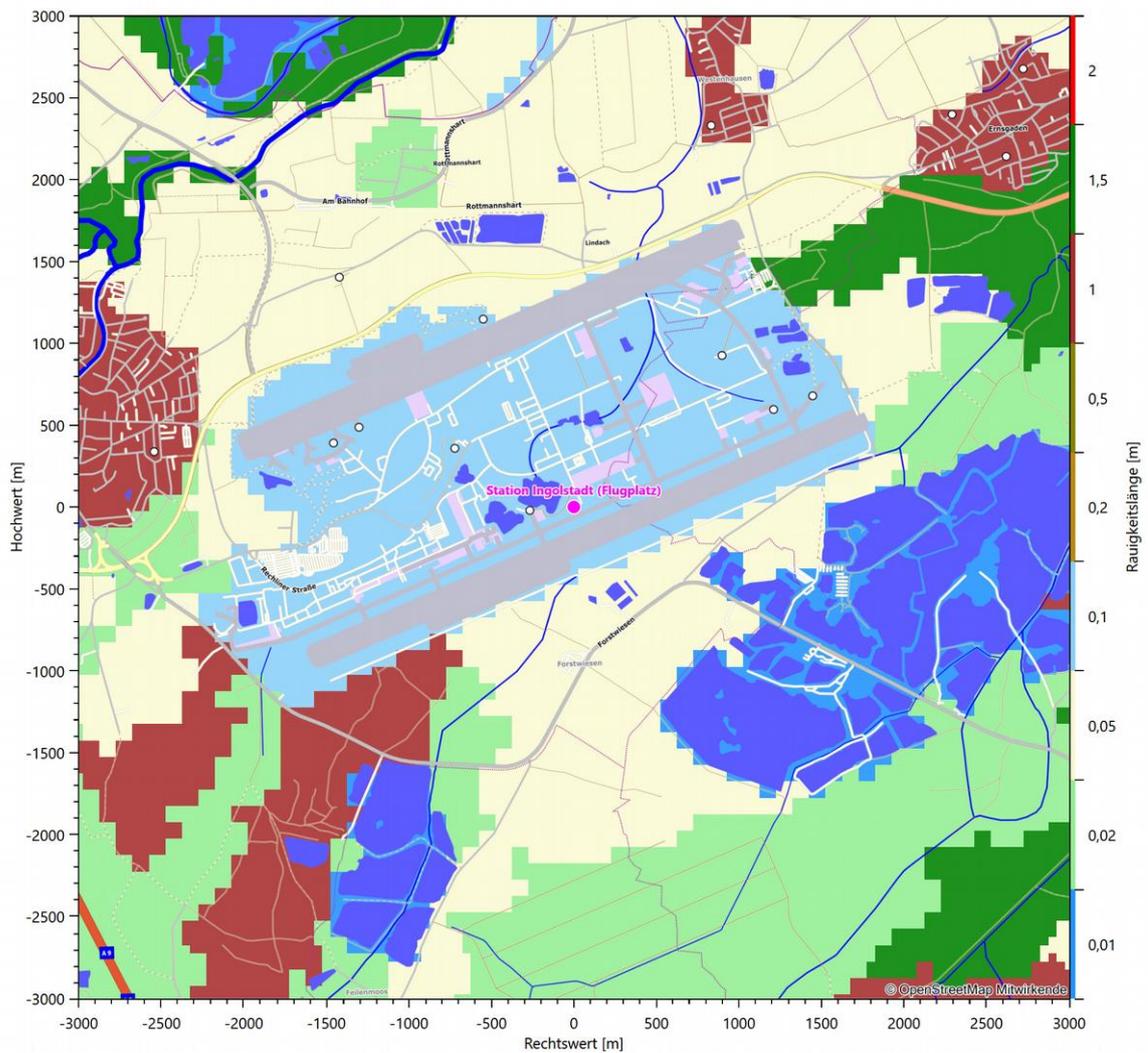


Fazit

Es zeigt sich, dass das Jahr **2009**, der Zeitraum ist, der über die geringsten Abweichungen zum Mittelwert verfügt.

3 Stationsrauigkeit

Die folgende Abbildung zeigt die GIS-basierte Grundlage der Berechnung der Stationsrauigkeit. Hierbei werden die Mittelwerte der Rauigkeit (CORINE Rasterdatei) in Kreisradien von bis 3 km innerhalb von 12 Windrichtungssektoren berechnet und mit der Windrichtungshäufigkeit des jeweiligen Sektors sowie der über die Entfernung gewichtet. Aus den Produktsummen resultiert die Stationsrauigkeit.



Die z0-Farblegende ist schmal als rechten Achse dargestellt.

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- auf die grenzschichtbeeinflusste Tagesgangcharakteristik der mittleren Windgeschwindigkeit wider. Auf Stadtgebiete ist dieses Verfahren daher zumindest nicht ohne die Anwendung einer höheren Bezugshöhe übertragbar.

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

Standortdaten (Gl. 5)

h _a	40	52	73	95	125	184	252	306	354	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 Wierenga s.o.
p _s	0,65									Stationsexponent

Stationsdaten (Gl. 6)

p _s	0,65	Stationsexponent
d _{0s}	0,687	Verdrängungshöhe am Stationsstandort
h _{as}	10	Anemometerhöhe der Messtation
Z _{0s}	0,1145	Stationsrauigkeit
h _{ref}	100	Referenzhöhe nach Wierenga 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 Messstation. Für die gesuchte spezielle Höhe – die "physikalische" Anemometerhöhe h_a - ergibt sich mit der Bedingung u_{hred} = 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:

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

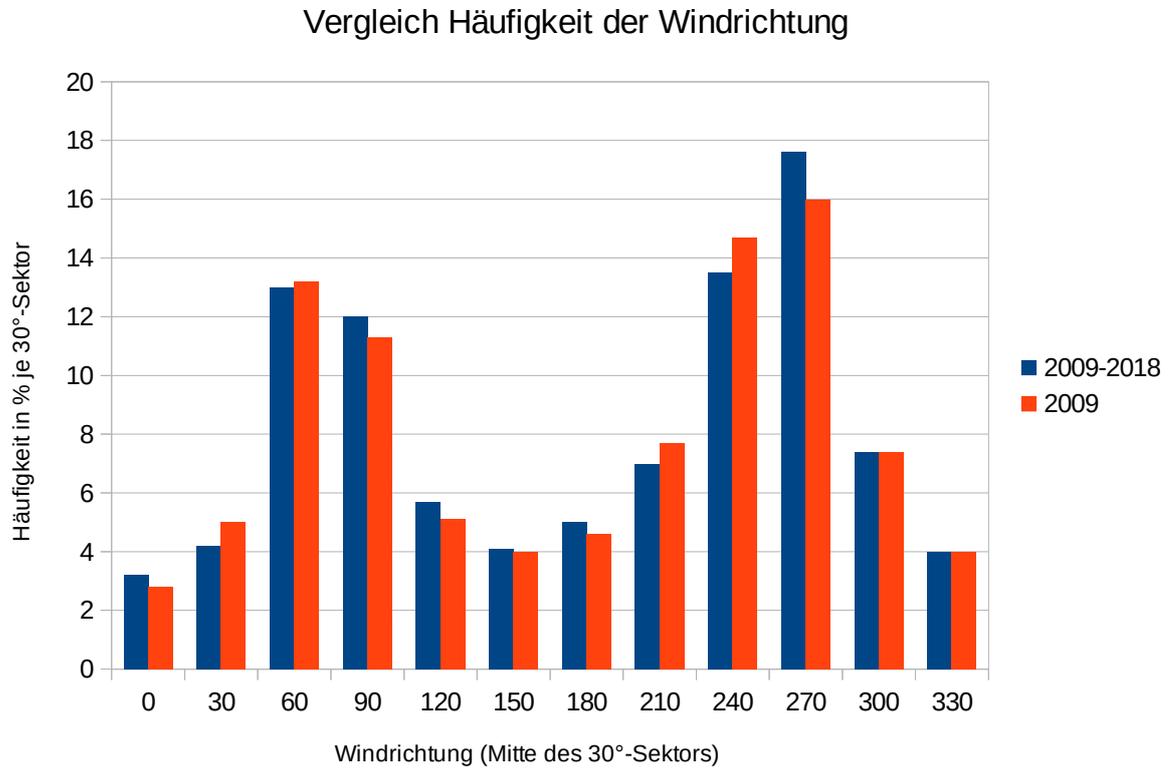


Die vorstehende Gleichung stellt die gesuchte Anemometerhöhe über Grund dar. Der "Stationsexponent p_s" ergibt sich zu

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

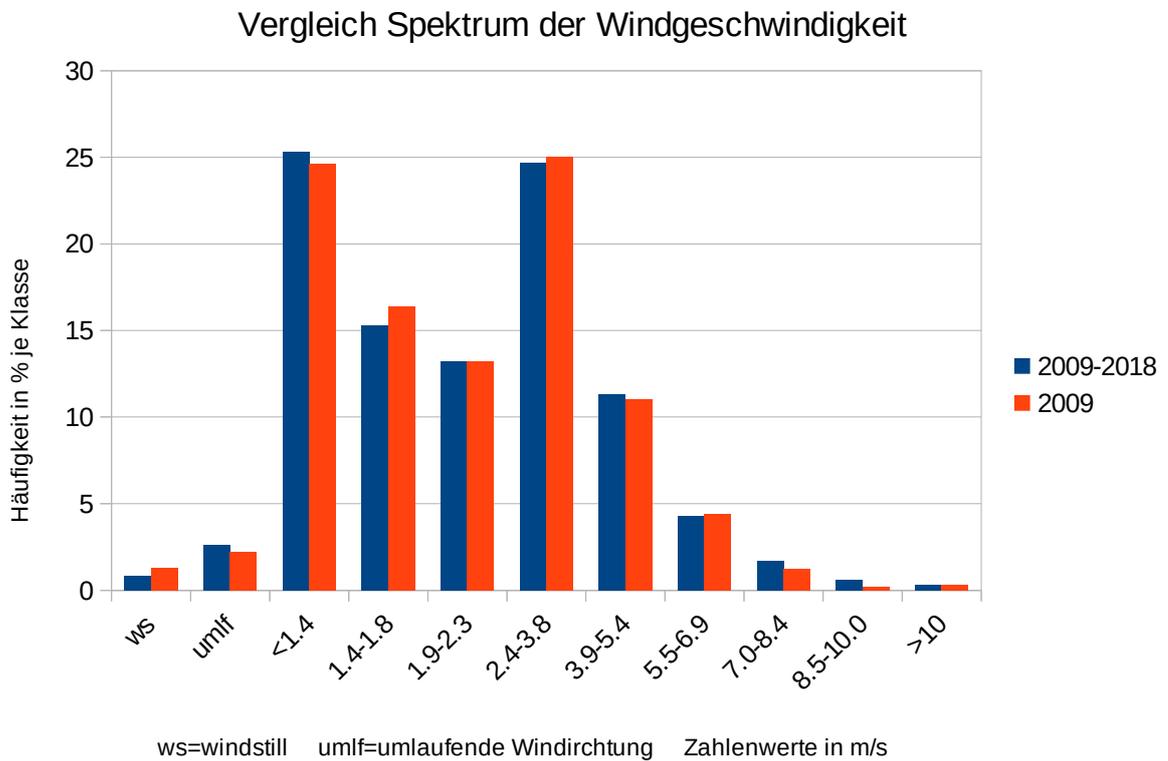
4 Vergleich der Windrichtungsverteilung

Vergleich zwischen ausgewähltem Jahreszeitraum und Gesamtzeitraum



5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung

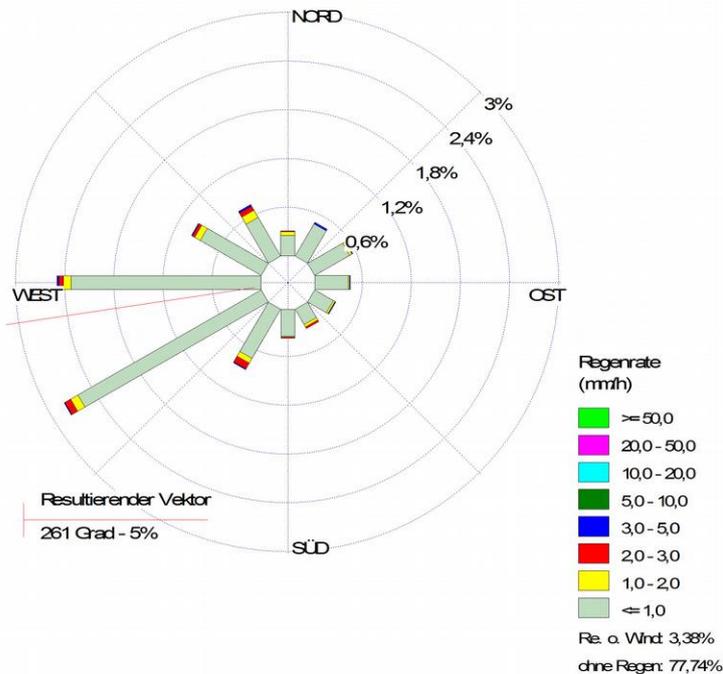
Vergleich zwischen ausgewähltem Jahreszeitraum und Gesamtzeitraum



6 Regenraten

Windrichtungs- und windgeschwindigkeitsabhängige Regenraten

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	0,00251	0,00046	0,00011	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00308
15 - 45	0,00457	0,00000	0,00000	0,00023	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00479
45 - 75	0,00491	0,00034	0,00000	0,00011	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00537
75 - 105	0,00411	0,00011	0,00000	0,00011	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00434
105 - 135	0,00263	0,00023	0,00000	0,00011	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00297
135 - 165	0,00217	0,00034	0,00023	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00274
165 - 195	0,00331	0,00011	0,00011	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00354
195 - 225	0,00696	0,00068	0,00080	0,00011	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00856
225 - 255	0,02580	0,00103	0,00080	0,00011	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,02774
255 - 285	0,02317	0,00091	0,00057	0,00023	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,02489
285 - 315	0,00856	0,00080	0,00034	0,00011	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00982
315 - 345	0,00548	0,00103	0,00057	0,00023	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00731
Zwischensumme	0,09418	0,00605	0,00354	0,00137	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,13893
ohne Regen									0,77740
umlaufender Wind									0,01393
Fehlt / unvollständig									0,08368
Gesamt									1,00



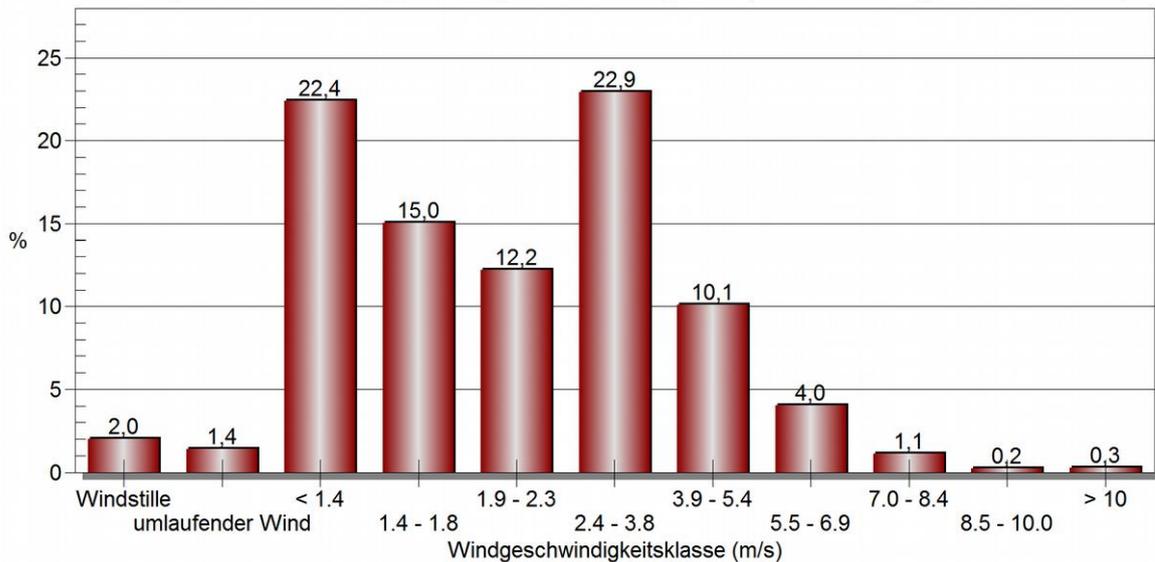
7 Beschreibung der AKTERM-Datei

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

Windgeschwindigkeitsklassen Ingolstadt_DWD2410_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	0,00605	0,00639	0,00525	0,00582	0,00171	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,02523
15 - 45	0,01164	0,01073	0,00742	0,01244	0,00285	0,00046	0,00000	0,00000	0,00000	0,04555
45 - 75	0,02135	0,02260	0,01986	0,04144	0,01324	0,00251	0,00011	0,00000	0,00000	0,12112
75 - 105	0,03082	0,02158	0,01632	0,02877	0,00582	0,00023	0,00000	0,00000	0,00000	0,10354
105 - 135	0,02112	0,01187	0,00651	0,00639	0,00080	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,04669
135 - 165	0,02477	0,00696	0,00422	0,00068	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,03664
165 - 195	0,02820	0,00879	0,00308	0,00251	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,04258
195 - 225	0,03470	0,01689	0,01187	0,00696	0,00011	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,07055
225 - 255	0,01986	0,02043	0,01861	0,04144	0,02237	0,00845	0,00263	0,00068	0,00034	0,13482
255 - 285	0,01016	0,01016	0,01438	0,04726	0,03174	0,02203	0,00696	0,00148	0,00217	0,14635
285 - 315	0,00742	0,00799	0,00879	0,02363	0,01267	0,00582	0,00103	0,00011	0,00000	0,06747
315 - 345	0,00799	0,00582	0,00559	0,01187	0,00947	0,00091	0,00023	0,00000	0,00011	0,04201
Zwischensumme	0,22409	0,15023	0,12192	0,22922	0,10080	0,04041	0,01096	0,00228	0,00263	0,88253
Windstille										0,01986
umlaufender Wind										0,01393
Fehlt / unvollständig										0,08368
Gesamt										1,00

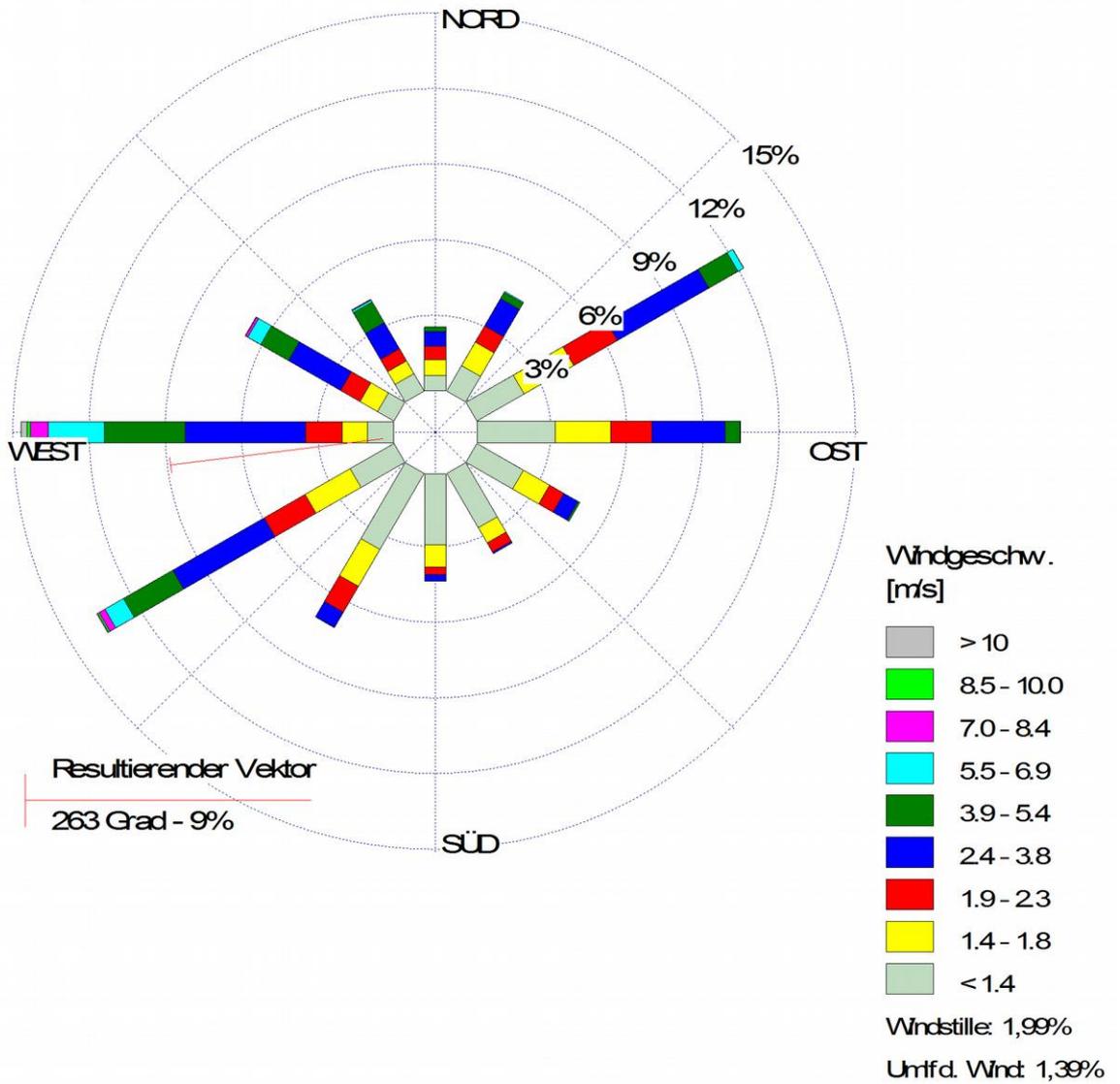
Häufigkeitsverteilung Windgeschwindigkeit (Ausbreitungsklasse Alle)



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 Ingolstadt_DWD2410_RR.akterm



Ausbreitungsklassen Ingolstadt_DWD2410_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	0,12043	0,02911	0,02066	0,00582	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,17603
II	0,10365	0,06632	0,04281	0,03550	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,24829
III1	0,00890	0,01119	0,01313	0,08459	0,06427	0,03516	0,00959	0,00228	0,00251	0,23162
III2	0,00537	0,01849	0,02043	0,06667	0,02979	0,00434	0,00137	0,00000	0,00011	0,14658
IV	0,01769	0,02032	0,01918	0,02751	0,00594	0,00091	0,00000	0,00000	0,00000	0,09155
V	0,00183	0,00479	0,00571	0,00913	0,00080	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,02226
Unbekannt	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
Gesamt	0,25788	0,15023	0,12192	0,22922	0,10080	0,04041	0,01096	0,00228	0,00263	0,91632



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: Ingolstadt_DWD2410_RR.akterm

* Datenquelle DWD (CDC) ueber IfU Server Zeitraum 01.01.2009 bis 31.12.2009
* Verarbeitung IfU / argusim UMWELT CONSULT 17.09.2019
* FF Ingolstadt DWD 2410 N Gelbelsee DWD 1587 RR Geisenfeld-Eichenzell DWD 1578
* Standortparameter Lat48.7112, Lon11.5362, Hs364m, Ha10m, z0=0.11m Rad=3000m, Href=100m
+ Anemometerhoeehen (0.1 m): 40 52 73 95 125 184 252 306 354

AK	2410	2009	01	01	00	00	9	9	0	0	1	7	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	01	01	01	00	9	9	0	0	1	7	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	01	01	02	00	9	9	0	0	1	7	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	01	01	03	00	9	9	0	0	1	7	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	01	01	04	00	9	9	0	0	1	7	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	01	01	05	00	9	9	0	0	1	7	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	01	01	06	00	9	9	0	0	1	7	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	01	01	07	00	9	9	0	0	1	7	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	01	01	08	00	9	9	0	0	1	7	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	01	01	09	00	9	9	0	0	1	7	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	01	01	10	00	1	1	140	6	1	3	1	-999	9	0	1
.																	
.																	
.																	
AK	2410	2009	12	31	11	00	9	9	0	0	1	7	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	12	31	12	00	1	1	220	19	1	4	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	12	31	13	00	1	1	240	17	1	4	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	12	31	14	00	1	1	250	14	1	4	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	12	31	15	00	1	1	200	11	1	3	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	12	31	16	00	1	1	210	12	1	2	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	12	31	17	00	1	1	180	15	1	2	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	12	31	18	00	1	1	170	10	1	2	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	12	31	19	00	1	1	170	13	1	2	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	12	31	20	00	1	1	170	15	1	2	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	12	31	21	00	1	1	160	14	1	2	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	12	31	22	00	1	1	170	12	1	2	1	-999	9	0	1
AK	2410	2009	12	31	23	00	1	1	20	8	1	2	1	-999	9	0	1

Geräte Windgeschwindigkeit / Windrichtung

Windmessaanlage FA 106 Windmessung, elektromechanisch

Stations_ID	2410	2410
Von_Datum	19750101	19750101
Bis_Datum	20190228	20190228
Stationsname	Ingolstadt (Flugplatz)	Ingolstadt (Flugplatz)
Parameter	D	F
Parameterbeschreibung	Windrichtung Messnetz 3	Windgeschwindigkeit Messnetz 3
Einheit	Grad	m/sec
Datenquelle (Strukturversion=SV)	Winddaten (Stundenmittel, maximale Windspitze 00:00-23:59 MEZ) generiert aus analogen Registrierungen. Richtungsangaben in der 36-teiligen Windrose.	Winddaten (Stundenmittel, maximale Windspitze 00:00-23:59 MEZ) generiert aus analogen Registrierungen. Richtungsangaben in der 36-teiligen Windrose.
Zusatz-Info	Stundenwerte in MEZ	Stundenwerte in MEZ
Besonderheiten	In den Jahren 1989 - 1990 wurde die Windgeschwindigkeit teilweise in kn gemessen und in m/s umgerechnet (1 kn=0,51444 m/s). Im Zeitraum 2007 - 2015 wurden häufig Windgeschwindigkeiten <= 0,3 m/s mit Windrichtung=360° registriert. Ursache hierfür ist wahrscheinlich eine Softwareänderung bei automatischen Stationen des Geoinformationsdienstes der Bundeswehr Anfang der 2000er Jahre. Danach wurde umlaufender Wind mit Windrichtung=36 verschlüsselt, was in den Daten als Norwind (360°) erscheint. Zeitraum 01.01.2017 - aktuell: Eine neue Software zur Bearbeitung der automatisch gemessenen Windgeschwindigkeit rundet die stündlichen mittleren Windgeschwindigkeiten auf volle Knoten, bevor sie diese dann in m/s umrechnet (und auf ganze Zehntel rundet). Bei dieser Methode werden nur ganz bestimmte Werte berechnet, z.B. 0,5 m/s, 1,0 m/s, 1,5 m/s, 2,1 m/s, 2,6 m/s, 3,1 m/s, 3,6 m/s, 4,1 m/s, 4,6 m/s, 5,1 m/s, 5,7 m/s, 6,2 m/s, 6,7 m/s usw..	

Prüfung nach VDI 3783 Blatt 21 möglich

8 Stationslage



Kartengrundlage GoogleEarth