

Umweltmeteorologie

Gutachten

Prüfung der Übertragbarkeit von Daten
der meteorologischen Ausbreitungsbedingungen
von einem vorgegebenen Messort auf den Anlagenstandort

Bremen (Häfen)

im Auftrag von
PROBIOTEC GmbH
Schillingsstraße 333
52355 Düren

Proj. U12-1-304

26.04.2012

ArguSoft GmbH & Co. KG

Tacitusweg 12 • D-50321 Brühl

Tel. 02232 9289 448 • Fax 02232 9289 450 • eMail info@argusoft.de

www.argusoft.de

Titel : **Gutachten**

Prüfung der Übertragbarkeit von Daten der meteorologischen Ausbreitungsbedingungen von einem vorgegebenen Messort auf einen anderen Standort

Prüfstandort : **Bremen (Häfen)**

Auftraggeber : PROBIOTEC GmbH
Schillingsstraße 333
52355 Düren

Auftrag vom : 17.04.2012

Bestelldaten : per E-Mail an Frau Dr. Linke-Wienemann

Auftragnehmer : ArguSoft GmbH & Co. KG
Tacitusweg 12
50321 Brühl

Bearbeiter : Dipl.-Met. André Förster

Qualitätsprüfung : Dipl.-Met. Wolfram Bahmann

Projekt-Nr. : U12-1-304

Stand : 26.04.2012

Umfang Text : 21 Seiten

Umfang Anhang : 17 Seiten

TALDAP - TA Luft Daten-Prüfung

TALDAP ist ein Dienstleistungsprodukt der Umweltmeteorologen des Firmenkonsortiums
ArguSoft GmbH & Co. KG / Uppenkamp & Partner GmbH



INHALT

Zusammenfassung	4
1 Standortparameter	5
▪ Verwendete Unterlagen	6
2 Beurteilungskriterien	7
▪ Einflüsse der Topographie auf die Luftströmung	8
o Allgemeine Erläuterungen	8
o Klimatische Situation im Untersuchungsgebiet	8
o Topo- und orographische Situation im Untersuchungsgebiet	9
o Erwartete Lage der Häufigkeitsmaxima und -minima	14
3 Prüfung der Übertragbarkeit	16
3.1 Windrichtungsverteilung	18
3.2 Windgeschwindigkeitsverhältnisse und Rauigkeit	19
3.3 Fazit der Prüfung	20

Anhang

I	Grundlagen
II	Grafische Darstellungen der Windrichtungsverteilungen
III	Statistische Auswertungen
IV	Lagepläne

Zusammenfassung

Die PROBIOTEC GmbH beauftragte die ArguSoft GmbH & Co. KG im Rahmen immissions-technischer Berechnungen mit der Prüfung der Übertragbarkeit von Daten der meteorologischen Ausbreitungsbedingungen von einem vorgegebenen Messort auf den Standort

Bremen (Häfen)

Die regionale und individuelle Lage stützt für den Prüfstandort die Annahme eines primären Maximums aus Südsüdwest bis Westsüdwest und eines Sekundären aus Ost bis Ostsüdost.

Die Auswertung der Erwartungswerte für Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten ergibt, dass die Daten der Station

Bremen-Flughafen (DWD 102240)

mit hinreichender Genauigkeit, d. h. im Sinne der Aufgabenstellung gemäß TA Luft, Anhang 3, übertragbar sind.

Als ein repräsentatives Jahr zur Auswahl einer Zeitreihe können die Daten des **Jahres 2001** verwendet werden.

Für Ausbreitungsrechnungen am vorgegebenen Standort unter Verwendung eines diagnostischen Windfeldes empfehlen wir, das Anemometer (in AUSTAL2000) nahe am Anlagenstandort zu positionieren. Bei einer Ausbreitungsrechnung mit Geländehöhen und/oder Gebäuden sind weiterhin die entsprechenden Anforderungen von AUSTAL2000 bzw. des jeweiligen Berechnungsverfahrens zu beachten. Relevante Kaltluftabflüsse sind bei der vorliegenden Struktur nicht zu erwarten.

1 Standortparameter

Der Standort liegt im Grenzbereich von ländlicher zu städtischer Umgebung im westlichen Teil der Stadt Bremen. Die regionale Umgebung zeichnet sich durch quasi ebenes Gelände der Weserniederung ohne signifikante Steigungen aus. Bremen gehört naturräumlich gesehen zum Nordwestdeutschen Tiefland (Ems-Weser-Marsch). Die großräumige Umgebung wird durch weitläufige Feld- und Auenlandschaften im Wechsel mit urbanen Strukturen unterschiedlicher Größenordnung bestimmt. Der angrenzende Ballungsraum um Bremen ist im Vergleich zur weitläufigen Umgebung deutlich dichter bebaut.

Standort:	Bremen (Häfen)
Rechtswert:	3479200
Hochwert:	5888500
Quellhöhe:	ca. 100 m
Höhe über NN:	ca. 7 m

Für die Angabe der Standortparameter wird grundsätzlich das Gauß-Krüger-Koordinatensystem im 3. Meridianstreifen (Ellipsoid Bessel, Datum Potsdam) verwendet; unabhängig davon, ob das Projektgebiet in einem anderen nativen Streifen liegt.

▪ **Verwendete Unterlagen**

Zur Beurteilung der Übertragbarkeit der meteorologischen Verhältnisse der Messstation auf den Standort werden folgende Unterlagen herangezogen:

- topografische Karte im Maßstab 1:50.000 (TOP 50 Version 5 Geogrid Viewer)
- frei verfügbare Luftbilder
- Windstatistiken der Vergleichsstationen
- Deutsch: Karte der Naturräumlichen Haupteinheiten Deutschlands nach dem System des Bundesamtes für Naturschutz (BfN)
- Bundesamt für Naturschutz; Landschaftssteckbrief:
http://www.bfn.de/0311_landschaften.html
- Regionale statistische Erwartungswerte für Windparameter im Bereich des Standortes (Statistisches Windfeldmodell SWM des Deutschen Wetterdienstes)
- Deutscher Wetterdienst; Abteilung Klima- und Umweltberatung; Zentrales Gutachtenbüro; Digitale Winddaten in 10 m über Grund; Rasterpunkte mit Windgeschwindigkeitswerten in zehntel Meter; Weibull-Parameter: Rasterdaten für den Formparameter k und Formfaktor c.
- Verfahrensbeschreibung zur Übertragung von Windmessdaten vom Messort auf einen anderen Standort; "Qualifizierte Prüfung (QPR) der Übertragbarkeit einer Ausbreitungszeitreihe (AKTerm) bzw. einer Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) nach TALuft 2002 auf einen Standort"; Dipl.-Met. J. Hessel, Dipl.-Met. J. Namyslo; Deutscher Wetterdienst 2007.
- Die Bodennahen Windverhältnisse in der Bundesrepublik Deutschland; Berichte des DWD Nr. 147
- Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft)

2 Beurteilungskriterien

Die Prüfung der Übertragbarkeit folgt in Anlehnung an die Methode des Deutschen Wetterdienstes unter Berücksichtigung folgender Kriterien:

- Abschätzung der vorherrschenden Windrichtungen am Standort (Vergleich der umliegenden Stationen in Verbindung mit Orographie, Nutzung)
- Vergleich der vorherrschenden Windrichtungen an den verfügbaren ausgewählten Bezugswindstationen und Abschätzung der räumlichen Repräsentanz
- Vergleich des mittleren Jahresmittels der Windgeschwindigkeit und der Häufigkeiten der Windgeschwindigkeiten kleiner 1 m/s (Schwachwind) an den verfügbaren ausgewählten Bezugswindstationen mit den Sollwerten am Standort (TA Luft 2002, Anhang 3, Kapitel 12)
- Abschätzung der lokalen topographischen Einflüsse auf das Windfeld am Standort
- Vergleich der Rauigkeitslängen am Standort und an den Vergleichsstationen

- **Einflüsse der Topographie auf die Luftströmung**

- o Allgemeine Erläuterungen

Entsprechend meteorologischen Grunderkenntnissen bestimmt die großräumige Luftdruckverteilung die vorherrschende Richtung des Höhenwindes in einer Region. Im Jahresmittel ergeben sich hieraus für Deutschland häufige südwestliche bis westliche Windrichtungen. Das Geländere relief hat jedoch einen erheblichen Einfluss sowohl auf die Windrichtung infolge Ablenkung oder Kanalisierung als auch auf die Windgeschwindigkeit durch Effekte der Windabschattung oder Düsenwirkung.

Außerdem modifiziert die Beschaffenheit des Untergrundes (Freiflächen, Wald, Bebauung, Wasserflächen) die lokale Windgeschwindigkeit, in geringem Maße aber auch die lokale Windrichtung infolge unterschiedlicher Bodenrauigkeit.

Bei windschwachem und wolkenarmem Wetter können wegen der unterschiedlichen Erwärmung und Abkühlung der Erdoberfläche thermisch induzierte Zirkulationssysteme wie z. B. Flurwinde sowie Berg- und Talwinde entstehen. Besonders bedeutsam ist die Bildung von Kaltluft, die nachts bei klarem und windschwachem Wetter als Folge der Ausstrahlung vorzugsweise an Wiesenhängen entsteht und der Hangneigung folgend – je nach dem Gefälle und der aerodynamischen Rauigkeit mehr oder weniger langsam – abfließt. Diese Kaltluftflüsse haben in der Regel nur eine geringe vertikale Erstreckung und sammeln sich an Geländetiefpunkten zu Kaltluftseen an.

Die genannten lokalen Windsysteme können im Allgemeinen durch Messungen am Standort nachgewiesen, im Falle von nächtlichen Kaltluftflüssen aber auch durch Modellrechnungen erfasst werden.

- o Klimatische Situation im Untersuchungsgebiet

Deutschland gehört vollständig zur gemäßigten Klimazone Mitteleuropas im Bereich der Westwindzone und befindet sich im Übergangsbereich zwischen dem maritimen Klima in Westeuropa und dem kontinentalen Klima in Osteuropa. Der Standort liegt somit ganzjährig in der außertropischen Westwindzone. Die vorwiegend westlichen Luftströmungen treffen im Bereich des Westlichen Mittelgebirges auf Hindernisse, sodass dort entsprechende Leitwirkungen zu erwarten sind. Der Standort liegt im küstennahen Innland der Nordwestdeutschen Tiefebene, so dass Strömungen fast aus dem gesamten nördlichen Halbkreis ohne signifikante orografische Einflüsse den Standort erreichen.

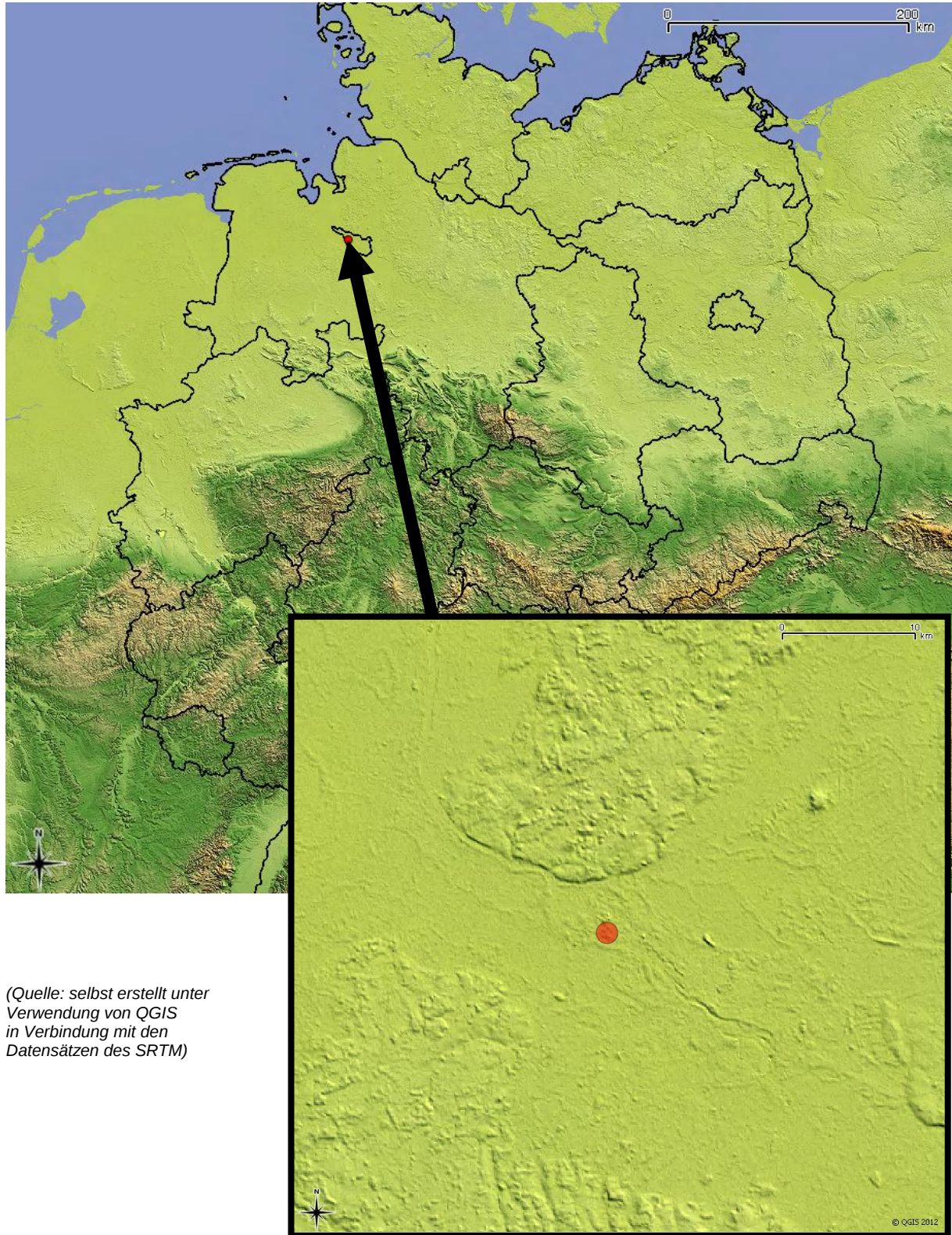
o Topo- und orographische Situation im Untersuchungsgebiet

Der Standort liegt im Grenzbereich von ländlicher zu städtischer Umgebung im westlichen Teil der Stadt Bremen. Die regionale Umgebung zeichnet sich durch quasi ebenes Gelände der Weserniederung ohne signifikante Steigungen aus. Bremen gehört naturräumlich gesehen zum Nordwestdeutschen Tiefland (Ems-Weser-Marsch). Die großräumige Umgebung wird durch weitläufige Feld- und Auenlandschaften im Wechsel mit urbanen Strukturen unterschiedlicher Größenordnung bestimmt. Der angrenzende Ballungsraum um Bremen ist im Vergleich zur weitläufigen Umgebung deutlich dichter bebaut. Der nachfolgenden Abbildung kann die naturräumliche Lage des Standortes entnommen werden:



(Quelle: selbst erstellt unter Verwendung von QGIS in Verbindung mit United States National Imagery and Mapping Agency Data, Bundesamt für Naturschutz, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, German Wikipedia)

Der nachfolgenden Abbildung kann die regionale und lokale orografische Situation des Standortes entnommen werden:



Der Standort liegt im Grenzbereich zweier Landschaften. Entsprechend dem Bundesamt für Naturschutz werden die Landschaften im Umfeld des Standortes folgendermaßen eingeordnet und beschrieben (*#nachfolgend Auszug#*):

Landschaftssteckbrief (Quelle BfN):	61201 Wesermarschen
Landschaftstyp:	4.1 Grünlandgeprägte, offene Kulturlandschaft
Großlandschaft:	Norddeutsches Tiefland
Fläche:	1279 km ²

Beschreibung

Die Landschaft Wesermarsch wird dominiert von dem Unterlauf und Mündungstrichter der Weser. Sie ist aufgebaut aus Schlick- und Sandablagerungen der Nordsee und der Weser sowie Hochmoortorfen und erreicht in den Marschen selten Höhen von mehr als einem Meter über NN, auf Hochmoorflächen bis zu fünf Meter ü. NN. Einzig der Geestrücken bei Jaderberg liegt bei 8,9 m ü. NN. Da das Gebiet in weiten Teilen unter dem Niveau des höchsten Hochwassers liegt, ist das Binnenland durch Deiche gesichert. Die Weser und, solange das Sturmflutsperrwerk offen ist, auch die Hunte, unterliegen dem Gezeiteneinfluss. Die Jade ist gegen den Tideeinfluss abgesperrt. Die etwas erhöhten Uferwälle am Flusslauf der Weser ermöglichten schon früh die Anlage von Siedlungen (Elsfleth, Brake, Rodenkirchen).

Die Wesermarsch wird außer zur See nach allen Seiten durch Geestflächen begrenzt. Der Landschaftseindruck ist von grabendurchzogenen, weiten Grünländern geprägt. Vereinzelt kommen noch kleinflächig unkultivierte Hochmoore vor. Nach Aufgabe der Bewirtschaftung von Wölbäckern ist heute die Grünlandnutzung beinahe ausschließlicher Nutzungstyp. Feuchtgrünländer und Mähweiden machen hierbei den Großteil aus. ...

Landschaftssteckbrief (Quelle BfN):	110 Bremen
Landschaftstyp:	6. Verdichtungsraum
Großlandschaft:	Norddeutsches Tiefland
Fläche:	301 km ²

Beschreibung

In der Weserniederung am Übergang der Geest in die Marsch liegt der Verdichtungsraum Bremen.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Abgrenzungen der Landschaftsbereiche entsprechend den Angaben des BfN:



Abgrenzung der Landschaft "Wesermarschen" (61201)
Kartengrundlage: (c) GeoBasis-DE / BKG 2007

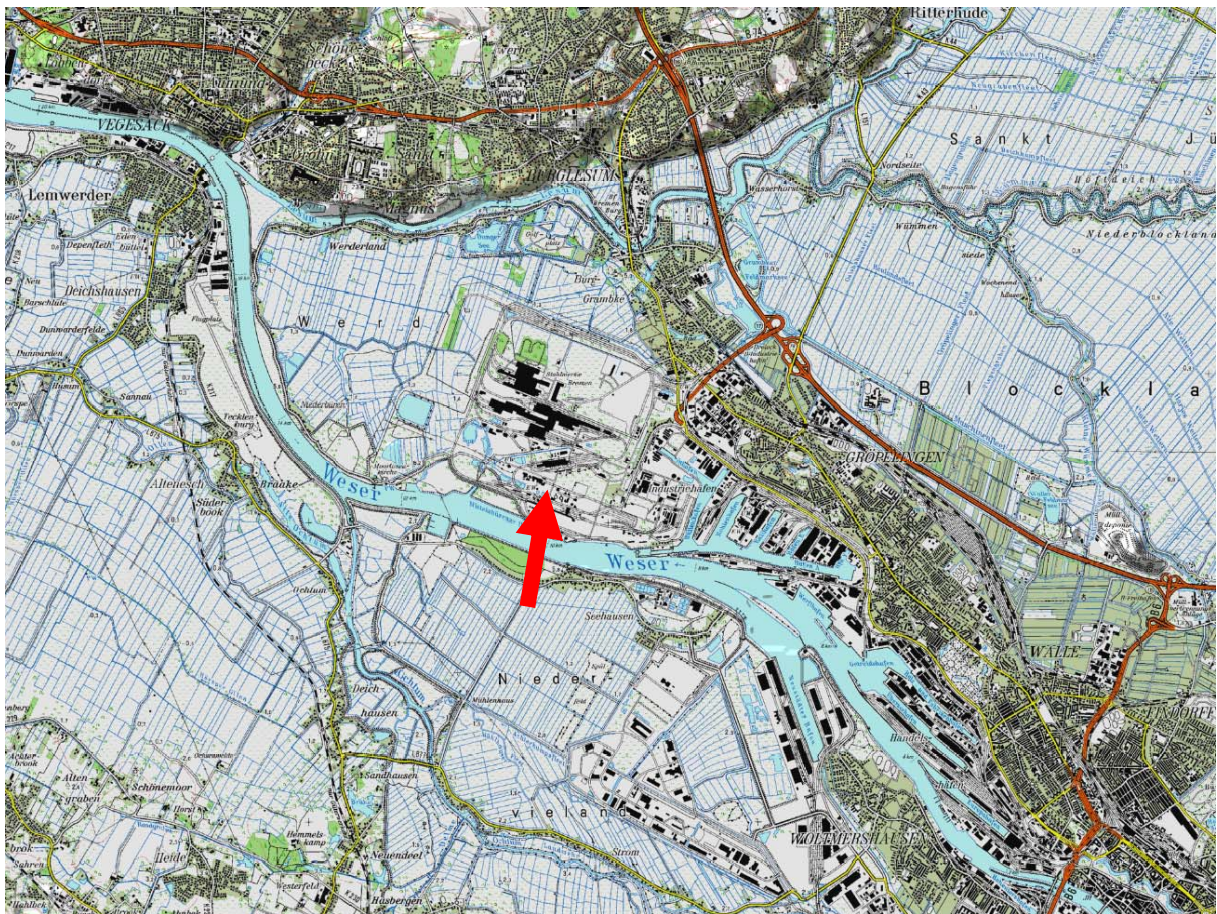


Abgrenzung der Landschaft "Bremen" (110)
Kartengrundlage: (c) GeoBasis-DE / BKG 2007

(#Ende Auszug#)

Individuelle Verhältnisse und Fazit

Insgesamt lässt der Standort aufgrund der Topographie eine Windrichtungsverteilung bzw. Windspektrums-Merkmale erwarten, die einer küstennahen Binnenland-Station entsprechen. Das Gelände und die Nutzungen im beurteilungsrelevanten Gebiet geben keinen Anlass zu der Annahme, dass sich die regionalen Windverhältnisse nicht auch in den lokalen Verhältnissen am Standort wieder finden. Die nachfolgende Abbildung zeigt die lokale Lage des Standortes:



(Quelle: Top. Karte 1:50.000; Bundesamt für Kartographie und Geodäsie 2004)

Regional befindet sich der Standort in Nähe der westlichen bis mittleren Nordseeküste (ca. 40 km – 50 km Entfernung zur Küstenlinie, nahe Wesermündung), sodass allgemein süd-südwestliche bis westsüdwestliche und östliche bis ostsüdöstliche Hauptmaxima bevorzugt werden und Land-Seewinde kaum noch zu merken sind. Die Küstenregion ist quasi der nordwestlichste Bereich der Bundesrepublik. Der Standort ist aus Sicht der Windrichtungsverteilungen und -spektren küstennah zu beurteilen, aber aufgrund der Lage im Hinterland deutlich von den Insellagen zu unterscheiden. Es können allerdings durchaus mittlere

Windgeschwindigkeiten in der Größenordnung von 4 m/s mit entsprechend niedrigen Schwachwindhäufigkeiten auftreten. Regional und lokal lassen sich keine signifikant prägenden orografischen Einflüsse ableiten. Die Höhenunterschiede zwischen Weserniederung und höher gelegenen Ebenen der Wesermündung Geest und Delemenhorster Geest betragen nur im Mittel ca. 20 – 30 m. In den zu betrachtenden Bereichen treten daher vorwiegend lokale topografische Variationen durch Änderungen der Rauigkeitsverhältnisse auf. Seitens der Topografie sind weitgehend gleichmäßige Oberflächen in Form von Feldstrukturen zu erkennen, die im quellenahen Bereich durch die Bebauung von Bremen und die Weser abgelöst werden. Aufgrund des zu erwartenden Windspektrums kann allerdings davon ausgegangen werden, dass die Windverhältnisse nicht maßgebend beeinflusst werden.

o Erwartete Lage der Häufigkeitsmaxima und -minima

Die berechnungsrelevante Umgebung um den Standort ist durch nicht signifikante Steigungen des quasi ebenen Geländes gekennzeichnet, sodass sich die regional typischen Windverhältnisse auch weitgehend in den bodennahen Verhältnissen am Standort widerspiegeln müssen. Anhand der vorliegenden Windrichtungsverteilungen verschiedener benachbarter Stationen in Verbindung mit der beschriebenen Orografie und Topografie kann festgestellt werden, dass auch die zu erwartende Windrichtungsverteilung am Standort entsprechend vergleichbare Merkmale aufweisen wird. Aufgrund der regional offenen Lage im Nordwestdeutschen Tiefland kann von vergleichsweise breit ausgebildeten Maxima ausgegangen werden. Anhand der regionalen in Verbindung mit den individuellen Eigenschaften kann von einem primären Maximum zwischen Südsüdwest und Westsüdwest sowie einem sekundären Maximum bei Ost bis Ostsüdost ausgegangen werden. Im regionalen Vergleich kann festgestellt werden, dass die Stationen im Hinterland über sehr ähnliche Hauptwindrichtungen verfügen.

Der nachfolgenden Tabelle kann die Lage der erwarteten Häufigkeitsmaxima und des Häufigkeitsminimums der Windrichtungen am Standort entnommen werden:

Standort: Bremen (Häfen)
Rechtswert: 3479200
Hochwert: 5888500
Höhe über NN: ca. 7 m

Richtungsmaximum	sekundäres Maximum	Richtungsminimum
SSW - WSW	O – OSO	NNW - NNO

3 Prüfung der Übertragbarkeit

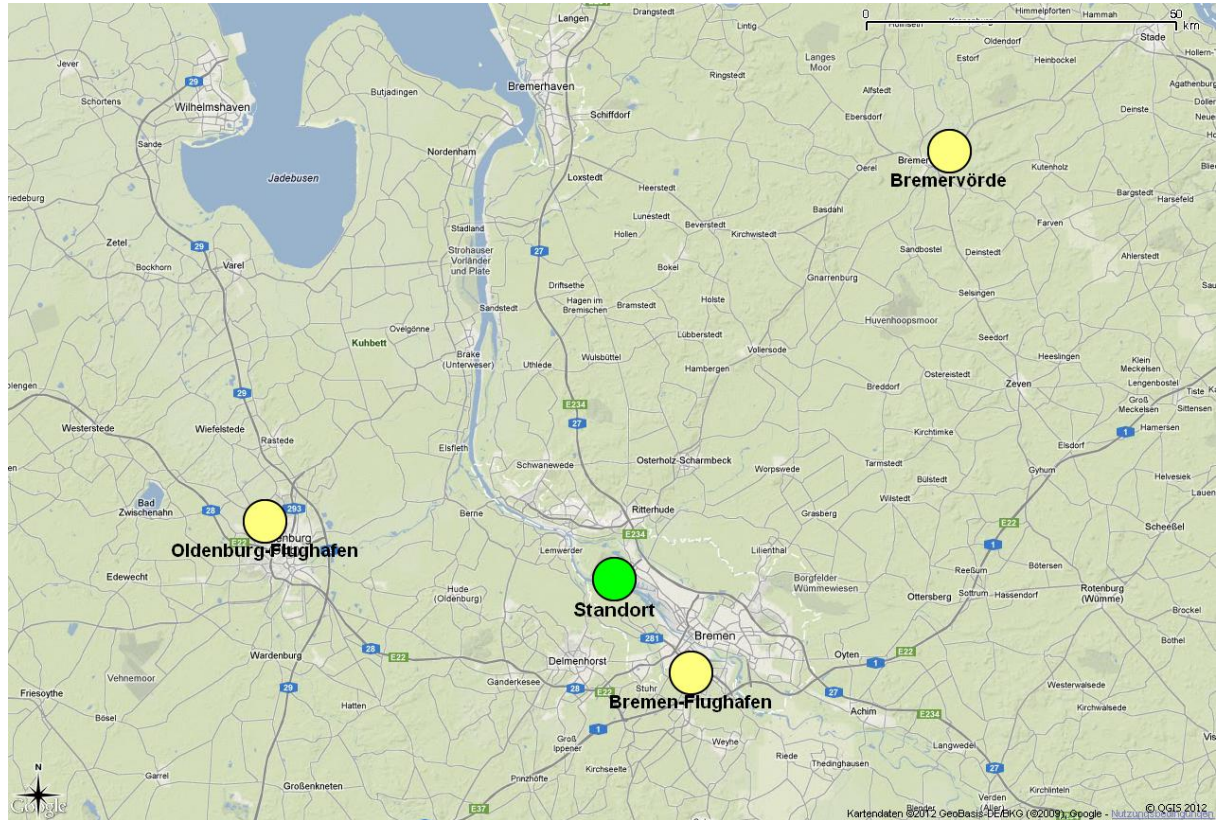
Die Prüfung der Übertragbarkeit erfolgt nach folgenden Gesichtspunkten:

- Erfassung und Vergleich der Struktur der mittleren Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen
- Vergleichende Betrachtung der mittleren Windgeschwindigkeiten und Schwachwindhäufigkeiten

Zur Prüfung werden folgende Stationen betrachtet: Brake (DWD 190355), Oldenburg-Flughafen (DWD 102150), Großenkneten (MM 102180), Delmenhorst (MM 102220), Bremen-Flughafen (DWD 102240), Bremen (MM 102250), Osterholz-Scharmbeck (MM 102230), Bremervörde (MM 101380, DWD 101390), Nordholz (DWD 101360), Bremerhaven (DWD 101290, MM 101330), Wilhelmshaven (MM 101280), Jever (DWD 101220), Wittmund (DWD 101260), Wiesmoor (MM 102040). Die Vorauswahl der Stationen deckt die Bereiche im regional relevanten Umkreis um den Standort ab. Die Stationen Brake, Großenkneten, Delmenhorst, Bremen, Osterholz-Scharmbeck, Bremervörde, Nordholz, Bremerhaven, Wilhelmshaven, Jever, Wittmund, Wiesmoor. werden aus der Betrachtung genommen, da die bisher beschriebenen Anforderungen im Vergleich nicht ausreichend erfüllt werden bzw. nähergelegene Stationen bessere Eigenschaften aufweisen. Für die Station Brake liegen noch keine ausreichend langen Messreihen zur Beurteilung der räumlichen Repräsentativität vor, sodass auf vergleichbare Stationen zurückgegriffen werden kann. Nachfolgende Stationen werden als engere Auswahl zur Prüfung herangezogen:

Station	Koordinaten RW / HW [m]	Stations- höhe über NN [m]	Windgeber- höhe über GOK [m]	Lage bzgl. Standort	Zeitraum
Oldenburg- Flughafen (DWD 102150)	3445394 5894307	11	10	35 km WNW	2001 – 2011
Bremervörde DWD 101390	3511554 5929715	3	10	50 km NO	2001 – 2011
Bremen- Flughafen (DWD 102240)	3486620 5879361	3	10	11 km SO	2001 – 2011

Der nachfolgenden Abbildung kann die grobe Lage des Standorts (grün) und der betrachteten Stationen (gelb) entnommen werden:



(Quelle: Selbst erstellt unter Verwendung von QGIS in Verbindung mit Google Physical Layer)

3.1 Windrichtungsverteilung

Entsprechend den vorhergehend beschriebenen Erwartungen sind am Standort ein primäres Maximum der Windrichtungsverteilung aus Südsüdwest bis Westsüdwest und ein sekundäres Maximum aus Ost bis Ostsüdost zu erwarten. Der nachfolgenden Tabelle kann im Vergleich die Güte der Übereinstimmung mit den Sollwerten entnommen werden:

Station	Richtungsmaximum	sekundäres Maximum	Richtungsminimum
Oldenburg-Flughafen (DWD 102150)	3	3	3
Bremervörde DWD 101390	3	3	3
Bremen-Flughafen (DWD 102240)	3	3	3
Soll	SSW - WSW	O – OSO	NNW - NNO

Güte der Übereinstimmung

- 3: ausreichende Übereinstimmung
- 2: geringe Abweichung
- 1: keine Übereinstimmung

3.2 Windgeschwindigkeitsverhältnisse und Rauigkeit

Anhand der Sollwerte des statistischen Windfeldmodells sowie des Rauigkeitskatasters ergibt sich folgendes Bild im Vergleich mit den Stationswerten:

Station	Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund [m/s]	Häufigkeit der Windgeschwindigkeit < 1 m/s [%]	Rauigkeit nach dem CORINE2000-Kataster im Untersuchungsradius von ca. 1,5 km
Oldenburg-Flughafen (DWD 102150)	3,6	9	0,63
Bremervörde DWD 101390	4,4	6	0,03
Bremen-Flughafen (DWD 102240)	4,2	7	0,38
Soll	4,2	7	0,72

Anmerkung

Die im Anhang dargestellten Windverteilungen entsprechen den Messwerten an den Stationen. Daher weichen die Schwachwindhäufigkeiten und mittleren Windgeschwindigkeiten von den statistischen Angaben in der o. g. Tabelle (SWM) ab, die primär dem Strukturvergleich zwischen Anlagenstandort und Standort der Wetterstationen dienen. Die Rauigkeiten sind dem CORINE2000-Kataster entnommen und weichen von den Angaben im Anhang ab, da diese über Sektoren- und Lauflängen gewichtet wurden.

3.3 Fazit der Prüfung

Die Auswertung der Windrichtungsverteilungen ergibt ausreichende Übereinstimmungen mit den Sollwerten aller betrachteten Stationen. Im Vergleich der Sollwerte für Schwachwindhäufigkeiten und mittlere Windgeschwindigkeiten zeigt sich, dass der Stationsstandort Bremen Flughafen die besten Eigenschaften für eine Übertragung aufweist. Bei Betrachtung der Messreihe kann festgestellt werden, dass auch der Jahresmittelwert der Windgeschwindigkeit gut mit den Sollwerten des SWM korrespondiert. Strukturell gesehen, kann festgestellt werden, dass der Standort über eine vergleichbare Lage in der Weserniederung verfügt, die der Stationsstandort.

In Bezug auf die in der Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft gestellten Anforderungen kann somit die Station **Bremen-Flughafen (DWD 102240)** als hinreichend repräsentativ angesehen werden.

Repräsentatives Jahr

Für die Station **Bremen-Flughafen (DWD 102240)** wurde aus einer 11-jährigen Messreihe der Datensatz des **Jahres 2001** als derjenige mit der geringsten Abweichung der Windrichtungsverteilung gegenüber dem Mittel ausgewertet.

Für Ausbreitungsrechnungen am vorgegebenen Standort unter Verwendung eines diagnostischen Windfeldes empfehlen wir, das Anemometer (in AUSTAL2000) nahe am Anlagenstandort zu positionieren. Bei einer Ausbreitungsrechnung mit Geländehöhen und/oder Gebäuden sind weiterhin die entsprechenden Anforderungen von AUSTAL2000 bzw. des jeweiligen Berechnungsverfahrens zu beachten.

Die Unterzeichner bestätigen, dieses Gutachten unabhängig jeglicher Weisung und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt zu haben.

Als Grundlage für die Feststellungen und Aussagen der Sachverständigen dienen die vorgelegten und im Gutachten erwähnten Unterlagen sowie die Auskünfte der Beteiligten.

Brühl, 26.04.2012

Erstellt durch:



Dipl.-Met. André Förster

Geprüft und freigegeben durch:



Dipl.-Met. Wolfram Bahmann



Anhang

- I Grundlagen**
- II Grafische Darstellungen der Windrichtungsverteilungen**
- III Statistische Auswertungen**
- IV Lagepläne**



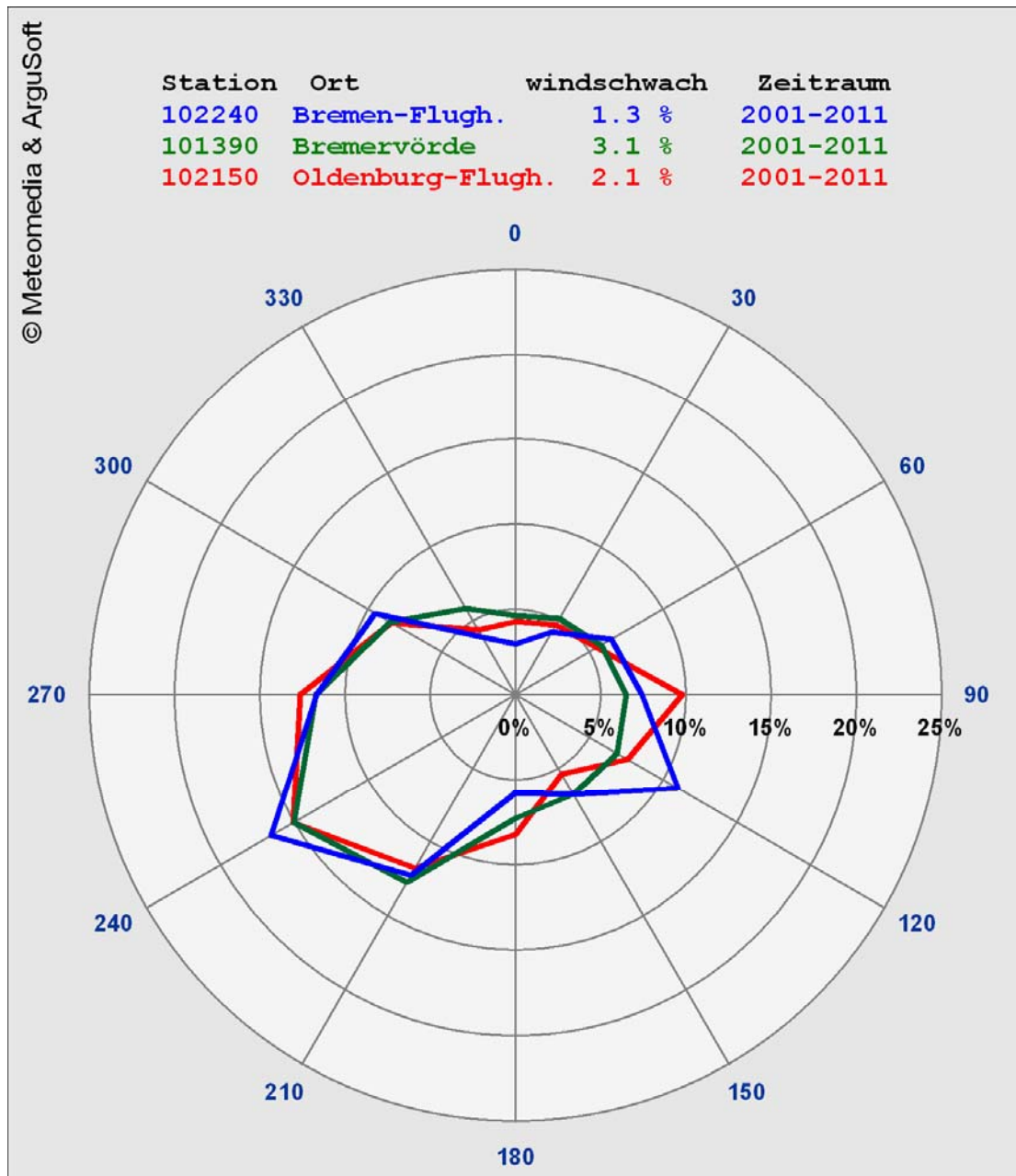
I Grundlagen

- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I Nr. 71 vom 04.10.2002, 23.10.2007 S. 2470 07) Gl.-Nr.: 2129-8
- Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung Fassung vom 14. März 1997 (BGBl. I 1997 S. 504, S. 548; 1998 S. 723... 23.10.2007 S. 2470 07) Gl.-Nr.: 2129-8-4
- Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) - – Juli 2002 –
- VDI 3945 Blatt 3, Umweltmeteorologie Atmosphärische Ausbreitungsmodelle. Partikel-modell“ (September 2000)
- Ausbreitungsmodell AUSTAL2000, Version 2.4.7-WI-x; Copyright (c) Umweltbundesamt, Berlin, 2002-2007; Copyright (c) Janicke Consulting, Dunum, 1989-2007
- Die Entwicklung des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000G; Lutz Janicke, Ulf Janicke, August 2004; Ingenieurbüro Janicke, Alter Postweg 21, 26427 Dunum, ISSN 1439-8222
- Entwicklung einer modellgestützten Beurteilungssystems für den anlagenbezogenen Immissionsschutz von Dr. Lutz Janicke, Dr. Ulf Janicke, Ingenieurbüro Janicke, Dunum, Im Auftrag des Umweltbundesamtes Berlin Februar 2003
- Daten zur Bodenbedeckung der Bundesrepublik Deutschland des Statistischen Bundesamtes, Wiesbaden
- Standortangaben des Auftraggebers
- Digitale Weibulldaten (Skalen- und Formparameter) für die gesamte BRD im 1-km-Raster, Deutscher Wetterdienst, Abteilung Klima- und Umweltberatung, Zentrales Gutachtenbüro

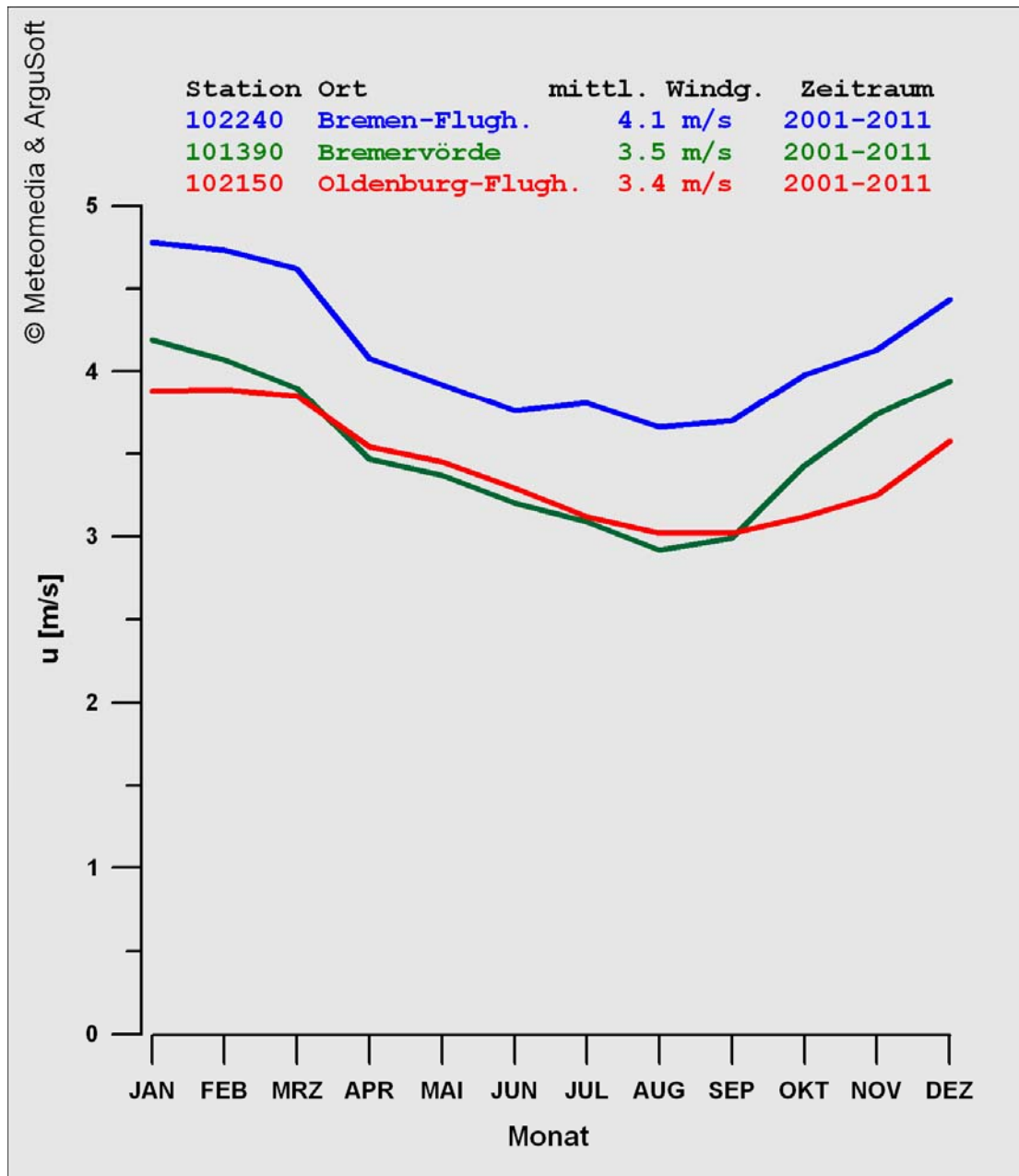
- Digitale Winddaten in 10 m über Grund für die gesamte BRD im 1-km-Raster; Deutscher Wetterdienst, Abteilung Klima- und Umweltberatung, Zentrales Gutachtenbüro
- Die Bodennahen Windverhältnisse in der Bundesrepublik Deutschland; Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 147; 2. vollständig neu überarbeitete Auflage von Christoffer und Ulbricht-Eissing, 1989
- Verfahrensbeschreibung zur Übertragung von Windmessdaten vom Messort auf einen anderen Standort; "Qualifizierte Prüfung (QPR) der Übertragbarkeit einer Ausbreitungszeitreihe (AKTerm) bzw. einer Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) nach TALuft 2002 auf einen Standort"; Dipl.-Met. J. Hessel, Dipl.-Met. J. Namyslo; Deutscher Wetterdienst 2007
- Meynen, Schmidthülsen (1959 - 1962) Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Bodenforschung Selbstverlag Bad Godesberg

II Grafische Darstellung der Windrichtungsverteilungen und Windgeschwindigkeiten, Selektion repräsentatives Jahr

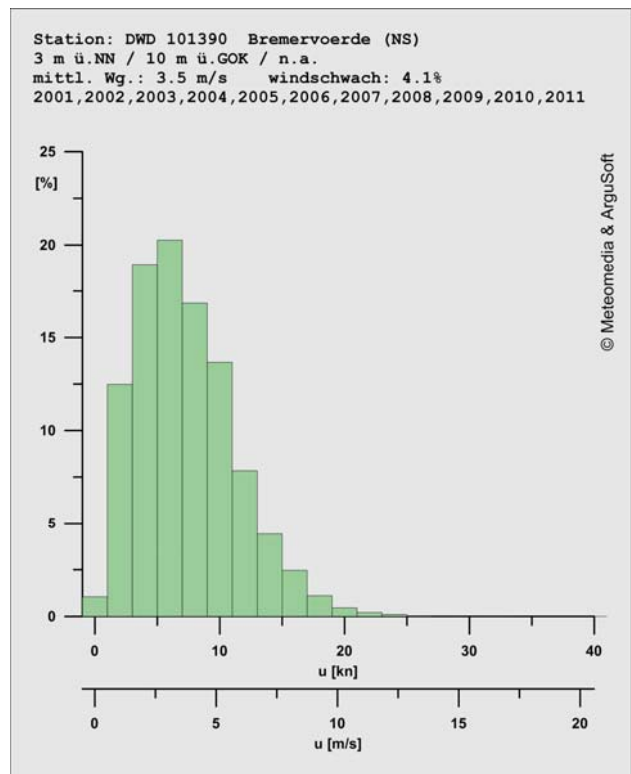
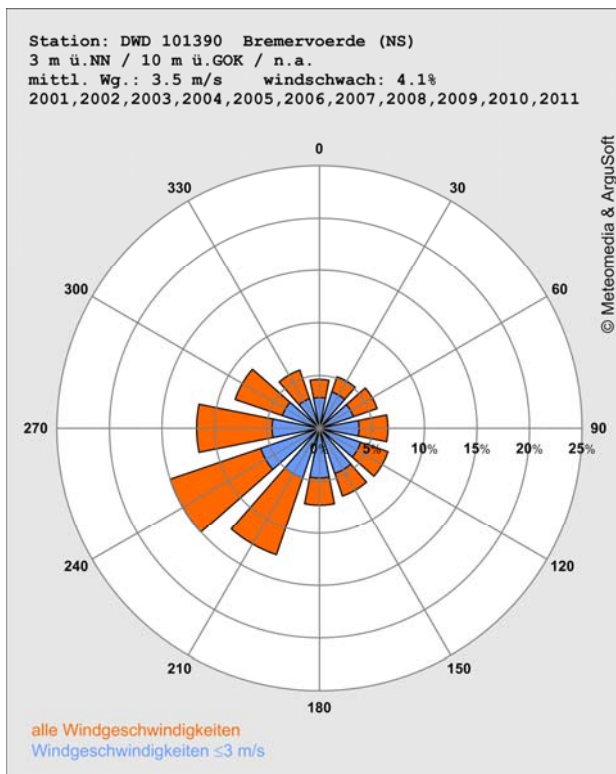
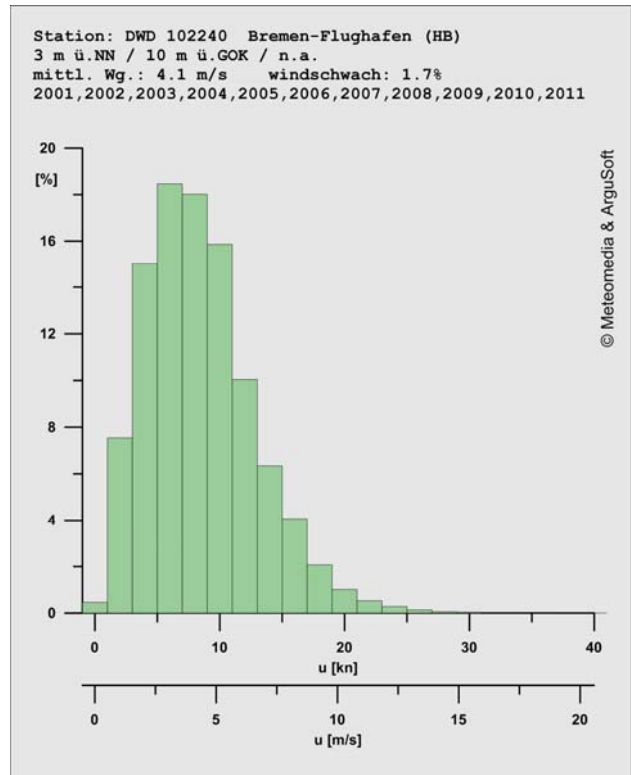
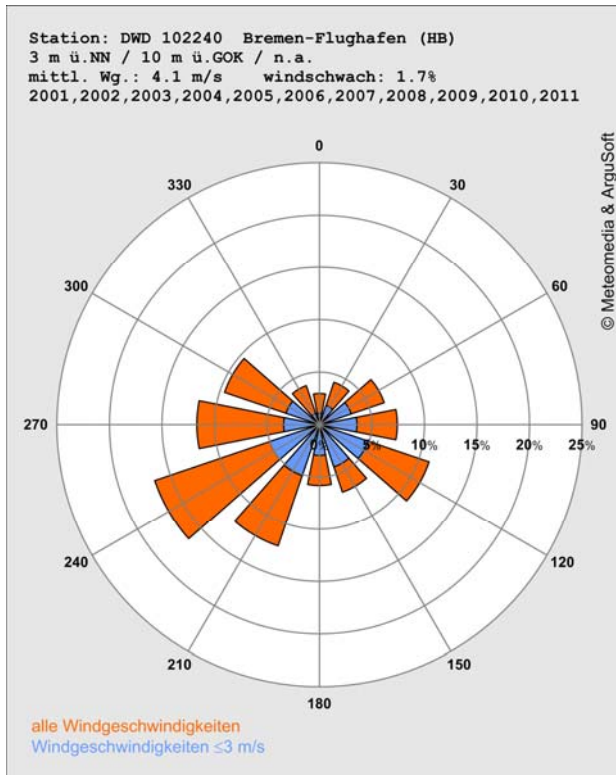
Mittlere Stationswindrosen

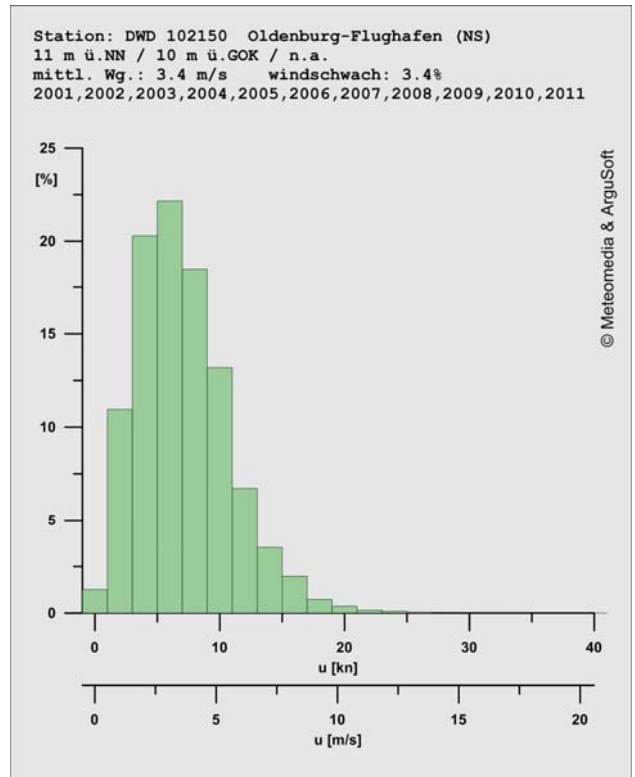
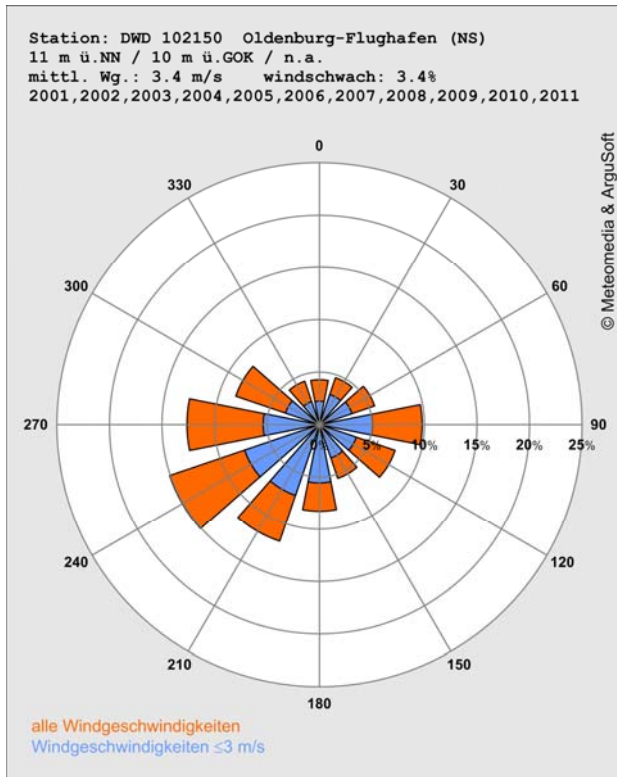


Mittlere Jahresgänge der Windgeschwindigkeit



Windrosen und Windgeschwindigkeitsangaben





Selektion repräsentatives Jahr

AUSTAL Met SRJ

Selektion Repräsentatives Jahr

27.04.2012

Datenbasis: Stunden-Jahres-Zeitreihen einer DWD-Station

Methode: Summe der Fehlerquadrate von Windrichtung (12 Sektoren) und Windgeschwindigkeit (9 Klassen)

Station: 102240 Bremen-Flughafen (HB)

Jahre: 2001 - 2011

Koordinaten: N 53.0464° E 8.7994° 3 m ü.NN

Messhöhe: 10 m

Das Abweichungsmaß von den mittleren Verhältnissen ist je Jahr für einen Parameter darstellbar als:

$$A_n = \sum (p_{m,i} - p_{n,i})^2$$

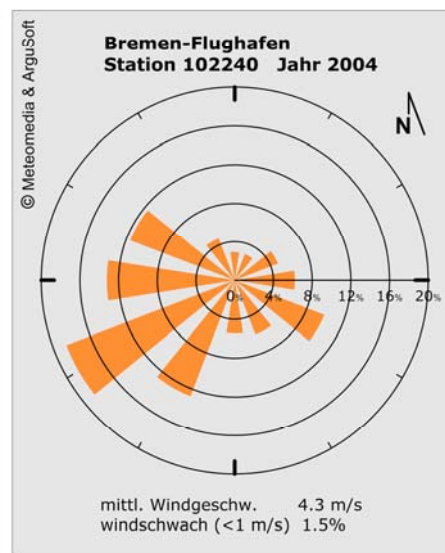
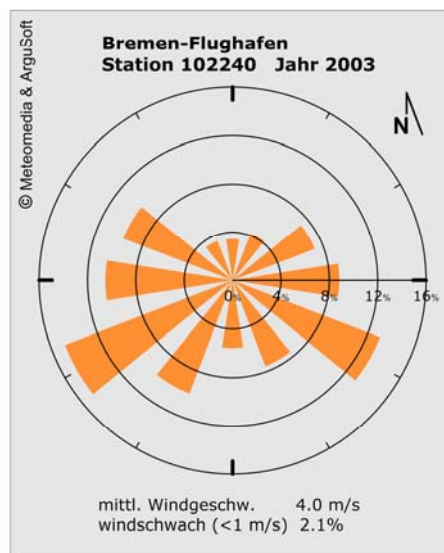
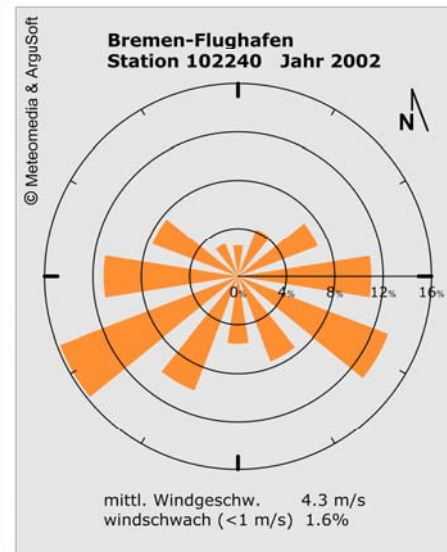
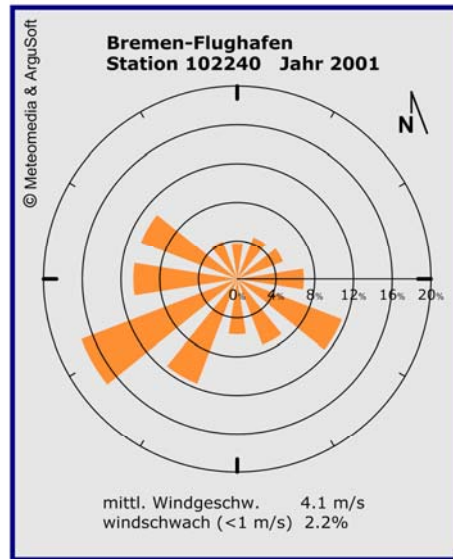
mit p_x Häufigkeit je Sektor/Klasse
 m langjähriges Mittel
 i Windrichtungssektor (12) oder Windgeschwindigkeitsklasse (9)
 n Einzeljahr

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Reihenfolge der Einzeljahre mit getrennter Sortierung je Parameter (Windrichtung und Windgeschwindigkeit) nach aufsteigendem Wert des (auf den kleinsten Wert mit 100) normierten Abweichungsmaßes. Die Jahresmittelwerte der Windgeschwindigkeit sind in m/s angegeben; das langjährige Mittel beträgt 4,1 m/s.

Jahr	Windrichtung	Windgeschwindigkeit	
	Abweichung	Abweichung	Mittelwert
2001	100	769	4.1
2006	159	163	4.1
2009	160	314	3.9
2005	184	100	4.1
2003	255	160	4.0
2004	288	122	4.3
2011	306	117	4.1
2007	353	391	4.4
2002	440	431	4.3
2010	613	413	3.9
2008	769	174	4.3

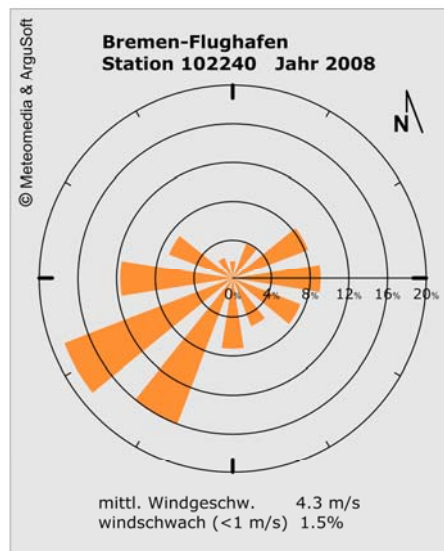
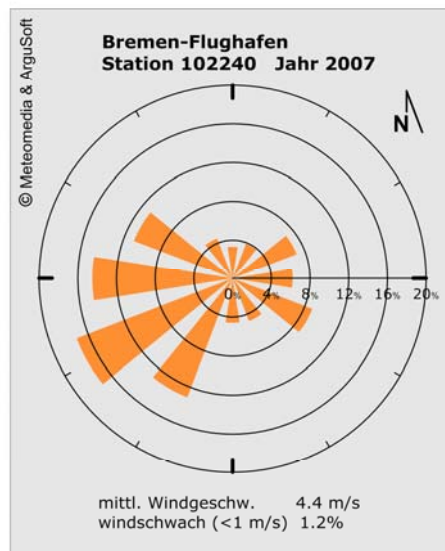
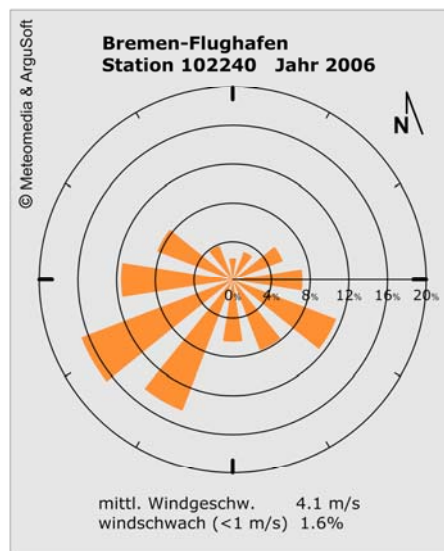
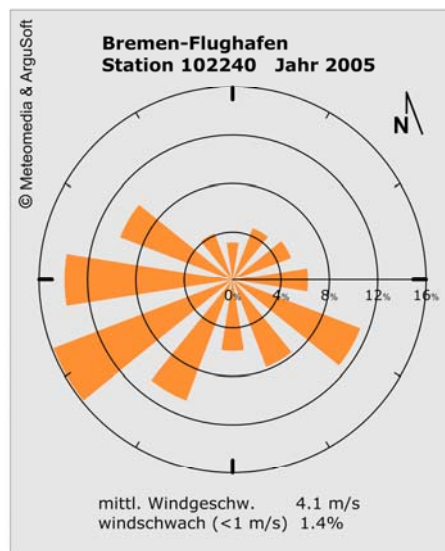
Die Repräsentativität der Einzeljahre gilt als umso größer je geringer die Abweichung vom Mittel ist. Die Auswahl eines repräsentativen Jahres für Zwecke der Ausbreitungsrechnung nach TA Luft fällt hier auf das Jahr 2001.

Häufigkeitsverteilungen der Windrichtung der Einzeljahre sowie des Mittels





Selektion Repräsentatives Jahr

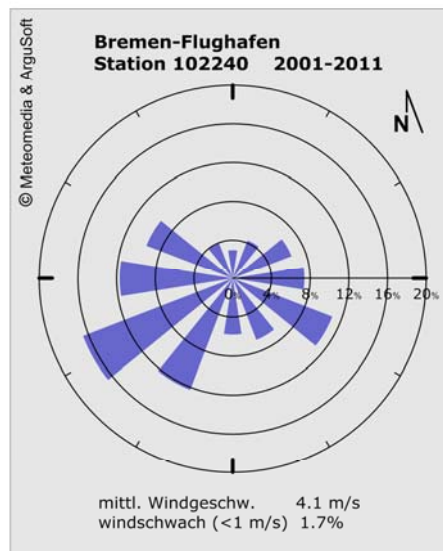
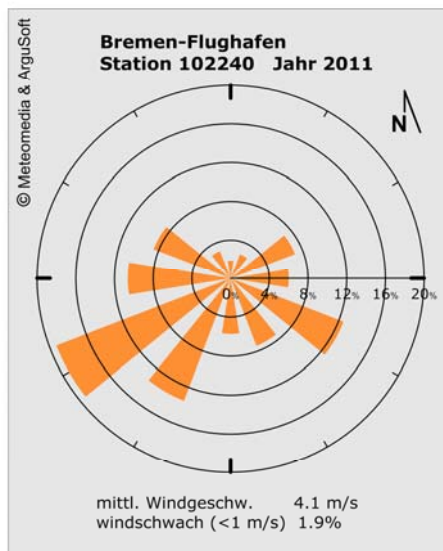
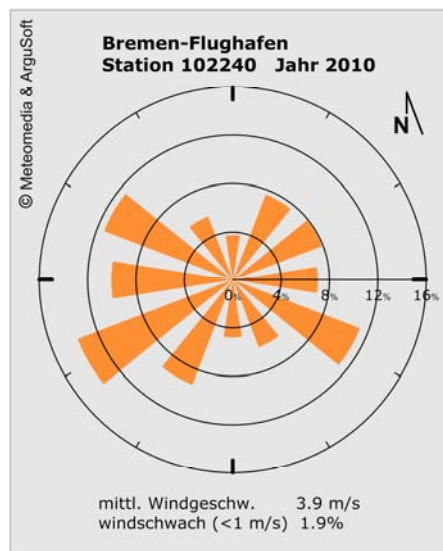
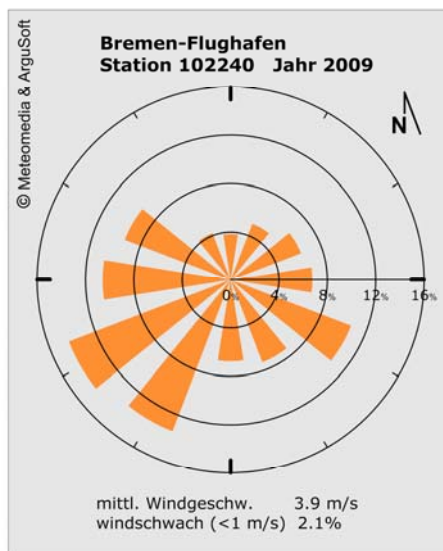


© Copyright ArguSoft GmbH & Co. KG - AUSTAL Met SRJ — erstellt von ArguSoft im Auftrag der meteomedia GmbH





Selektion Repräsentatives Jahr



© Copyright ArguSoft GmbH & Co. KG - AUSTAL Met SRJ — erstellt von ArguSoft im Auftrag der meteomedia GmbH

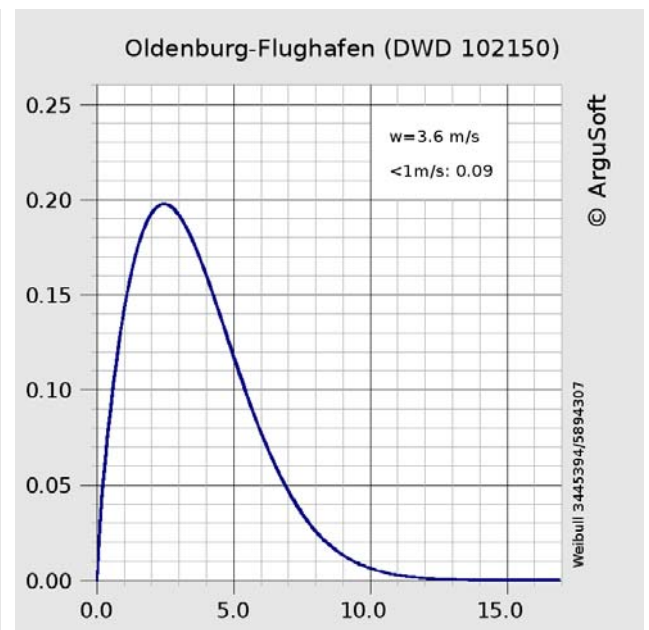
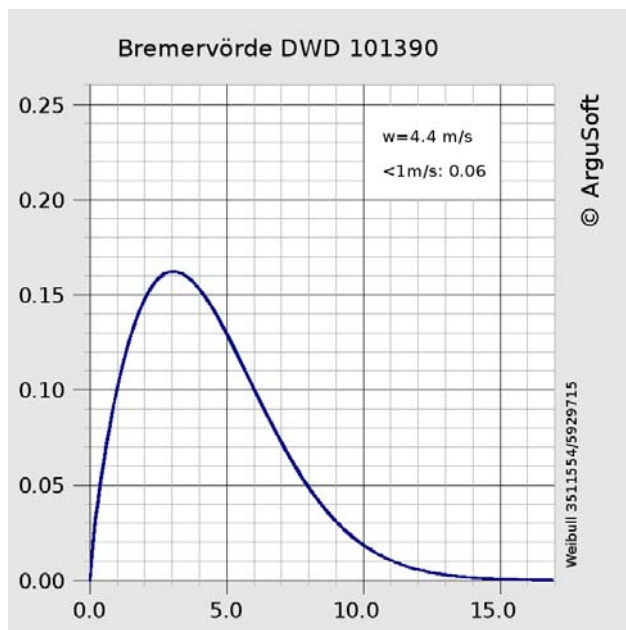
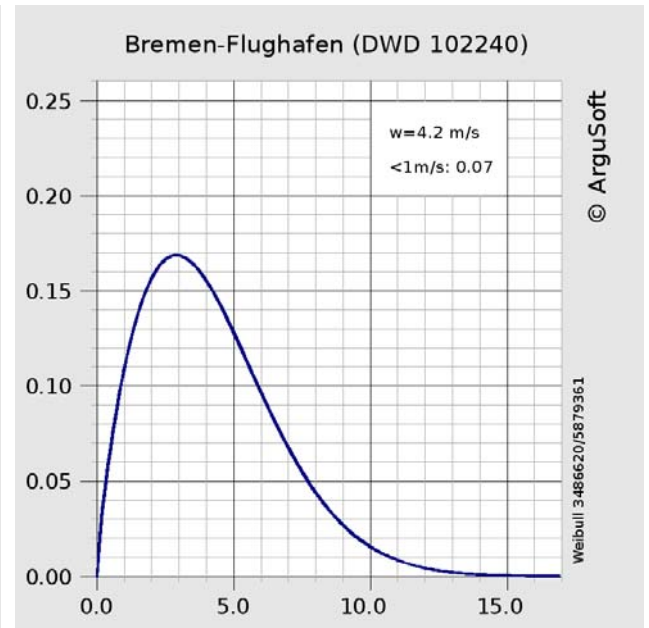
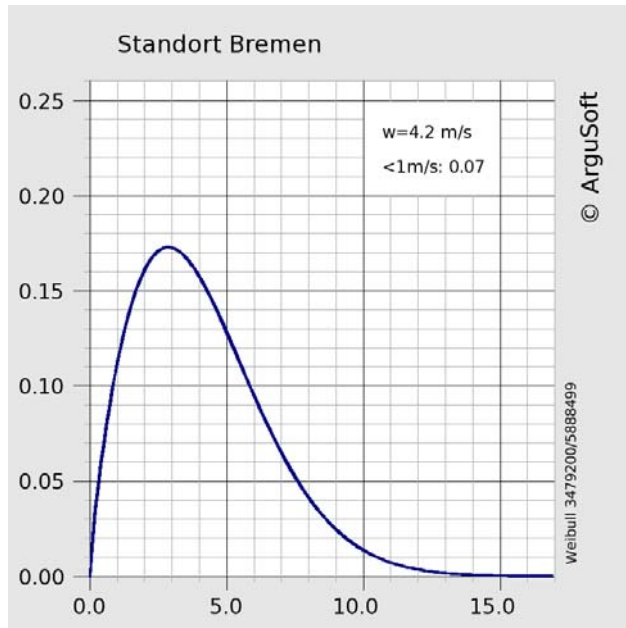


III Statistische Auswertungen

Windspektren anhand der Dichtefunktion der Weibull-Verteilung für Windgeschwindigkeiten
(statistische Werte):

$$P(v) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c} \right)^{k-1} e^{-\left(\frac{v}{c} \right)^k}$$

Gegenüberstellung der Windspektren anhand des Statistischen Windfeldmodells (SWM)



IV Lagepläne

Auszug aus der topografischen Karte

