



Methodik-Papier zur Datenerhebung im Handlungsfeld Wind: Windrichtung und Windgeschwindigkeit

Grundlagen

Die **Windrichtung** gibt die Richtung an, aus welcher der Wind weht. Ein Nordwind weht demnach aus Norden in Richtung Süden. Zur Richtungsangabe wird die 360 Grad Skala des Kreises benutzt. Die Richtungsangabe erfolgt in Grad und ist rechtsweisend auf geographisch Nord bezogen. So ergibt sich: Ost = 90°, Süd = 180°, West = 270° und Nord = 0 bzw. 360°. Die Windrichtung wird in der Standard-Messhöhe 10 m über ebenem, ungestörtem Gelände erfasst.

Die **Windgeschwindigkeit** ist der Weg, den Luft pro Zeiteinheit im Raum zurücklegt. Während der Wind in großer Entfernung von der Erdoberfläche wesentlich von den horizontalen Druckunterschieden bestimmt ist, wird er in Bodennähe, in der sogenannten atmosphärischen Grenzschicht, durch die Reibungskräfte dominiert. Landeinwärts – d. h. mit zunehmender Entfernung vom Meer - bewirkt die geographische Lage bei gleicher Höhenlage, topographischer Form und gleicher Oberflächenrauigkeit eine Abnahme der Windgeschwindigkeit in Deutschland bzw. NRW von Norden nach Süden und von Westen nach Osten. Gleichzeitig führen flache, ebene Landschaften im Vergleich zu Landschaften mit Geländehindernissen zu relativ hohen Windgeschwindigkeiten. Auch Kammlagen und Berggipfel weisen gegenüber ihrer Umgebung in der Regel höhere Windgeschwindigkeiten auf. Die Windgeschwindigkeitsabnahme nach Süden und Osten wird daher in höheren Lagen von einer höhenabhängigen Geschwindigkeitszunahme überlagert. Tallagen führen in der Regel nicht nur zu einer

Verringerung der mittleren Windgeschwindigkeit, sondern modifizieren - durch Leiteffekte - auch die Verteilung der Windrichtung.

Datenbasis und Kartenerstellung

Der Deutsche Wetterdienst unterhält ein umfangreiches Windmessnetz. Windrichtung und Windgeschwindigkeit werden kontinuierlich in der Standard-Messhöhe 10 m über ebenem, ungestörtem Gelände gemessen und stehen als 10-Minuten und Stundenwerte zur Verfügung. Von ungestörtem Gelände wird dann gesprochen, wenn der Abstand zwischen Windmessgerät und allen Hindernissen in der Umgebung mindestens das 10-fache der Höhe der Hindernisse beträgt.

Für die **Windrichtung** im Klimaatlas NRW wurden statistische Windauswertungen für 17 ausgewählte Stationen in NRW und in den unmittelbar angrenzenden Nachbarbereichen berechnet, die mindestens eine zehnjährige Messreihe mit einer Datenverfügbarkeit von mindestens 90 % aufweisen. Die zur Verfügung stehenden Messzeiträume sind allerdings nicht einheitlich. Für jede dieser ausgewählten Stationen wurden Stärkewindrosen erstellt. Es wurden die zweidimensionalen prozentualen Häufigkeitsverteilungen für 30-Grad-Richtungssektoren und drei Windgeschwindigkeitsklassen (0,1 m/s - 2,0 m/s; 2,1 m/s - 4,0 m/s; $\geq 4,1$ m/s) verwendet. In diesem Zusammenhang bedeutet:

- C:** Kalmen oder Windstille. Die Windgeschwindigkeit beträgt bei Windstillen weniger als 0,3 m/s
- u:** umlaufender Wind bedeutet unbestimmte Windrichtung. Diese liegt vor, wenn die Windrichtung innerhalb eines Mittelungszeitraumes nicht feststellbar ist. Dies ist z. B. bei Schwachwind, Windstille und Richtungsschwankungen über 180° der Fall.

Die Windmessdaten und somit die Windrosen gelten zunächst nur für den Messstandort und die unmittelbare Umgebung. Der Repräsentanzbereich einer Messstation, d. h. der Umkreis für den die Messdaten noch hinreichend genau übereinstimmen, ist vom Standort und den Umgebungsbedingungen der Anlage abhängig.

Die flächendeckende Verteilung der mittleren **Windgeschwindigkeit** in 10 m über Grund wurde mit Hilfe des statistischen Windfeldmodells (SWM) des Deutschen Wetterdienstes für ganz Deutschland modelliert. Insgesamt wurden die Daten von 218 Windmessstationen herangezogen. In dem Modell wurde die räumliche Verteilung des Jahresmittels der Windgeschwindigkeit in Abhängigkeit von verschiedenen Einflussfaktoren, wie z. B. der Höhe über dem Meeresspiegel, der geographischen Lage, der Geländeform und der Landnutzung mittels statistischer Verfahren bestimmt. Die Auswertung und Darstellung erfolgt für den Zeitraum 1981-2000. Die Windkarten für NRW sind Ausschnitte dieser Deutschlandkarten. Die

Rastergröße beträgt 200 m x 200 m. Die Grenzen der einzelnen Klassen der Windkarten sind nicht als eine exakte vorgegebene Grenze zu interpretieren, sondern als räumlich fließend anzusehen.

Sowohl für die Windrichtung als auch für die Windgeschwindigkeit wurden keine Projektionen modelliert.

Kartenbeschreibung

An den Windmessstationen in Nordrhein-Westfalen mit freier Anströmung weht der Wind am häufigsten aus Richtung Südwest bis West. Lediglich Köln-Wahn weist aufgrund seiner Lage im Rheintal das Hauptmaximum der Richtungshäufigkeit bei Südostwind auf, bedingt durch die Leitwirkung des Windes entlang dem Rheintal und seiner flankierenden Erhebungen (Abbildung 1). Die Station Düsseldorf befindet sich ebenfalls noch im Einflussbereich des Rheintals und des nach Osten ansteigenden Bergischen Landes. Der Einfluss des Höhenzugs der Ville, der im Kölner Raum das Rheintal nach Westen hin begrenzt, ist westlich von Düsseldorf kaum noch vorhanden, so dass westsüdwestliche Winde an dieser Station ebenfalls häufig auftreten können.

Wetterlagenbedingt ist das Nebenmaximum der Richtungshäufigkeit in offenen Landschaftsräumen mit Nordostwinden verknüpft. Liegt eine Windmessstation in orographisch geprägter Umgebung wie beispielsweise Greven am Südwestrand des Teutoburger Waldes, Bad Lippspringe am Westrand des Eggegebirgen oder Nörvenich in der Zülpicher Börde zwischen der westlichen Eifel und der Ville, so orientiert sich an solchen Stationen das Nebenmaximum der Windrichtungshäufigkeit an diesen örtlichen Gegebenheiten.

Am Seltensten weht der Wind in unserem Land aus nördlichen Richtungen. Abweichungen hiervon sind mit der Lage der Messstationen zu erklären. So kommt beispielsweise das Richtungsminimum an der Station Düsseldorf bei Ostwind und an der Station Köln-Wahn bei Nordostwind vor, da der Wind aus diesen Richtungen durch das vorgelagerte Bergische Land abgeschirmt wird.

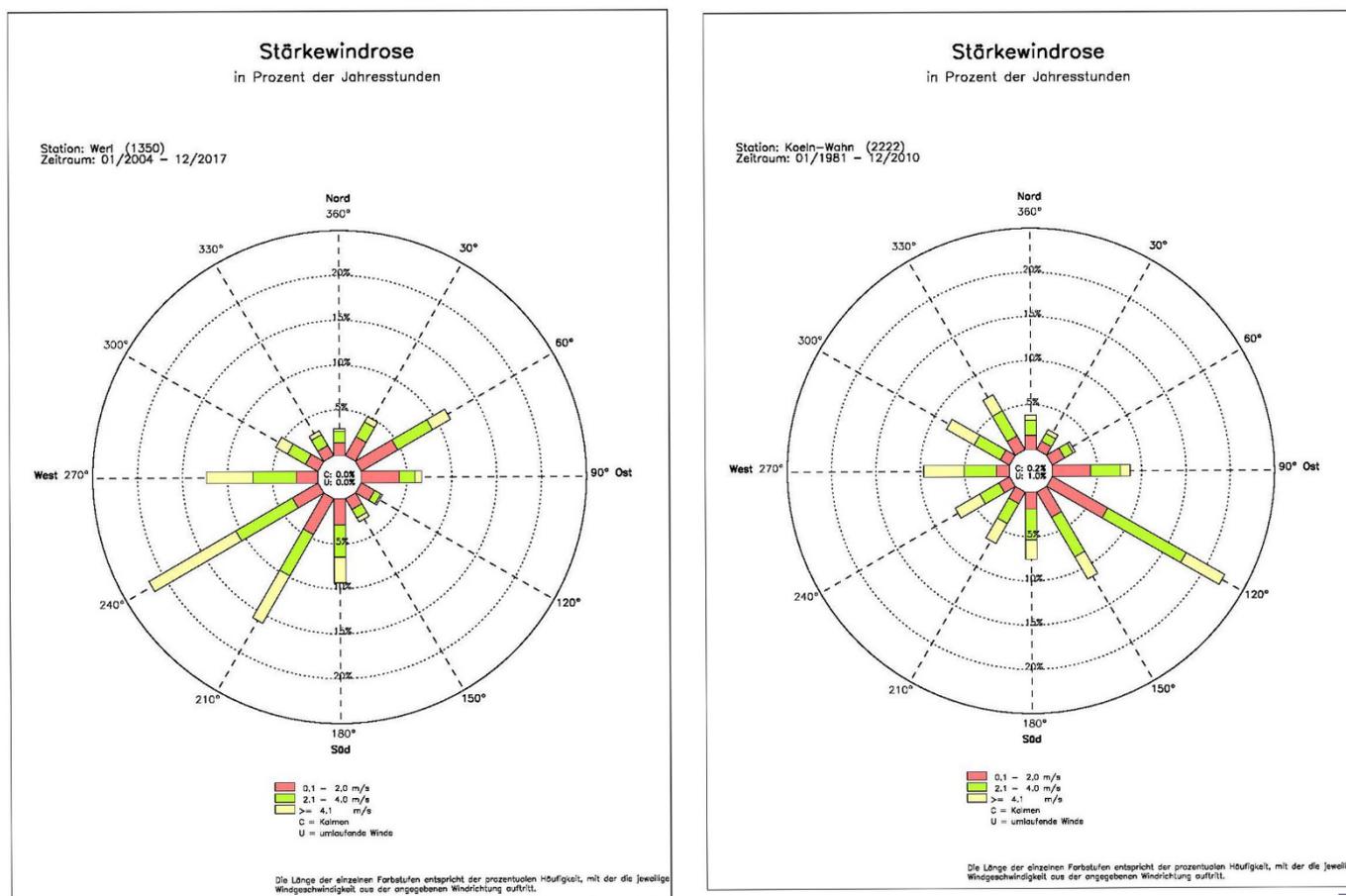


Abbildung 1: Beispielhafte Stärkewindrosen der Stationen Werl (links) und Köln-Wahn (rechts) (Datengrundlage: DWD).

In den ebenen Bereichen NRWs wird die Windgeschwindigkeitsverteilung hauptsächlich durch die Bodenrauigkeit bestimmt. Im offenen Gelände steigen die Werte auf bis zu 4,5 m/s (Abbildung 2). Waldgebiete treten durch reduzierte mittlere Windgeschwindigkeiten bis unter 3 m/s hervor. Vergleichbar oder noch stärker ist der Einfluss der Städte. Beispielsweise gehen die Mittelwerte der Windgeschwindigkeit in Düsseldorf, Köln oder dem Ruhrgebiet auf unter 2,5 m/s zurück.

Deutlich anders stellt sich die Windverteilung in den Mittelgebirgsregionen dar. Die orographische Struktur mit Bergen bis über 800 m und engen Tälern spiegelt sich deutlich im Windfeld wider. Nicht nur die Kammlagen mit mittleren Windgeschwindigkeiten bis über 4,5 m/s treten nun deutlich hervor, sondern auch die windgeschützten Täler mit häufig unter 2 m/s. Der Einfluss der Oberflächenrauigkeit tritt hier gegenüber den orographischen Effekten deutlich zurück, wobei auch eine Rolle spielt, dass die Höhenlagen nahezu durchgängig bewaldet sind.

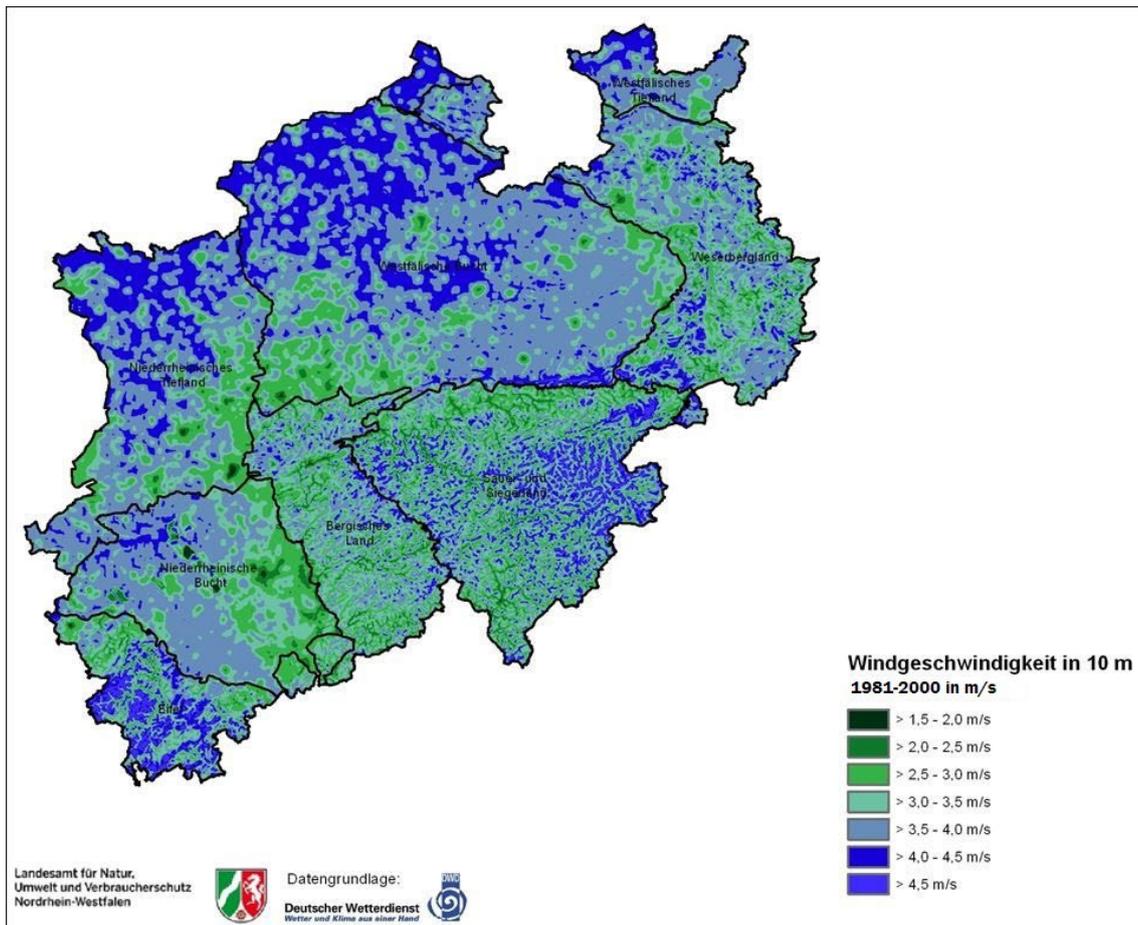


Abbildung 2: Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in 10 m über Grund in m/s in Nordrhein-Westfalen im Zeitraum 1981-2000 (Datengrundlage: DWD).

Fazit

Klimatologische Angaben über die Windverhältnisse sind vor allem für die Standortplanung von Industrieanlagen, die Landschaftsplanung, das Bauwesen und die wirtschaftliche Nutzung der Windenergie in Windkraftanlagen von Bedeutung. Auch Versicherungen und Umweltinstitute gehören zum Interessentenkreis. Die spezifischen Anforderungen an Daten zu den Windverhältnissen sind allerdings sehr unterschiedlich: während für die Errichtung von Windkraftanlagen beispielsweise mittlere Windgeschwindigkeiten oder statistische Kenngrößen (nach Möglichkeit in Nabenhöhe des Konverters) als Entscheidungskriterium dienen, sind für Immissionsberechnungen und industrielle Standortplanungen Daten zur Windgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Windrichtung notwendig. Diese Informationen erlauben eine Berechnung der Ausbreitung von Luftbeimengungen.

Von besonderer Bedeutung in der Planung sind lokale Windsysteme, die sich aufgrund der Oberflächenstruktur und des Reliefs einstellen können. Diese Windsysteme, wie Berg- und Talwinde oder Hangwinde und Flurwinde, können von überregionalen Winden teilweise völlig entkoppelt sein. Sie sind für die Flächennutzungsplanung im Zusammenhang mit Wärmeinseln und Kenntnissen über Luftleitbahnen und Luftbelastungssituationen bedeutend. Da diese Winde in der Regel nur bodennah auftreten, werden sie durch Baumaßnahmen in hohem Maße beeinflusst. Weiter Informationen zu diesen Windsystemen finden sie in der **Klimaanalyse NRW**.

Literatur

[Zur Karte Klimaanalyse NRW](#)

LANUV (2019): Klimaanalyse Nordrhein-Westfalen - Hitzebelastung der Bevölkerung (LANUV-Info 41). [Download](#).

Ausführliche Beschreibung der Methodik für die Karten zur Windgeschwindigkeit finden Sie [hier auf den Seiten des Deutschen Wetterdienstes](#).