

# KORRELATIONSFUNKTIONEN DES WINDES AUF SEE IM SYNOPTISCHEN BIS KLEINRÄUMIGEN BEREICH

Karl Bumke und Lutz Hasse

Institut für Meereskunde, Abteilung maritime Meteorologie

Düsternbrooker Weg 20, D-2300 Kiel

## 1 EINLEITUNG

Bei der Verwendung von analysierten Windfelder als Antrieb für gekoppelte Ozean-Atmosphären-Modelle sind Flußkorrekturen erforderlich (Sausen et al., 1988), was unter anderem auf eine ungenügende Auflösung kleiner Skalen zurückgeführt wird. In der vorliegenden Arbeit werden daher die räumlichen Skalen der Beobachtungen von Schiffen auf dem Nordatlantik und von analysierten Feldern untersucht.

## 2 DATENBASIS

Zur Verfügung stehen die Synopmeldungen von Schiffen und Küstenstationen für das Gebiet des Nordatlantik. Aus diesen Beobachtungen wurden mit Hilfe eines eigenen Analyseverfahrens (Bumke und Hasse, 1989) die täglichen Felder des Windes und des Luftdrucks für ein  $2^\circ \times 2^\circ$  Gitterfeld berechnet. Das Analyseverfahren basiert auf der Polynommethode und arbeitet mit einer variablen räumlichen Auflösung. Die mittlere Halbwertsbreite der Filterfunktion beträgt 220km.

Die Daten werden in dieser Arbeit in zwei Weisen benutzt: Als direkte Beobachtungen und als Gitterpunktwerte.

Zudem stehen die Analysen der Schubspannungen des EZMW für zur Verfügung. Dieses Analyseverfahren arbeitet nach der Methode der objektiven Analyse, wobei eine Korrelationsfunktion, eine Gauß-Funktion mit einer Halbwertsbreite von 589 bis 1178km, vorgegeben werden muß (Lönnerberg und Hollingsworth, 1984).

## 3 THEORIE

Zur Untersuchung der in den Beobachtungen und Analysen enthaltenen räumlichen Skalen dient die Korrelationsfunktion. Ihre Berechnung setzt voraus, daß die zu korrelierenden Größen an festen geographischen Positionen gleichzeitig bestimmt werden. Diese Bedingung ist jedoch für die Beobachtungen von Schiffen aufgrund ihrer geringen Anzahl nicht zu erfüllen. Wenn horizontale Homogenität vorausgesetzt werden kann, also mindestens die Varianzen unabhängig vom Ort sind, können alle Beobachtungspaare mit dem gleichen Abstand zwischen den Beobachtungen zur Berechnung des Korrelationskoeffizienten für diesem Abstand benutzt werden.

Die mit diesem Verfahren erreichte Auflösung der Korrelationsfunktion der direkten Beobachtungen beträgt 20km.

Ein entscheidender Vorteil der Verwendung der Korrelationsfunktion als Maß für das räumliche Auflösungsvermögen ist, daß diese im Gegensatz zur Strukturfunktion mit der Fourier-transformierten ein sogenanntes Transformationspaar bildet und somit die Berechnung der Energiespektren erlaubt.

## 4 KORRELATIONEN AUS DEM GITTERPUNKTFELD

Abbildung 1 zeigt für die Nord-Süd-Komponente des Windes die Variation der räumlichen Korrelationsfunktionen mit der geographischen Breite. Jeder einzelne Punkt gibt die Korrelation eines bestimmten Gitterpunktpaares an. Zum Vergleich ist

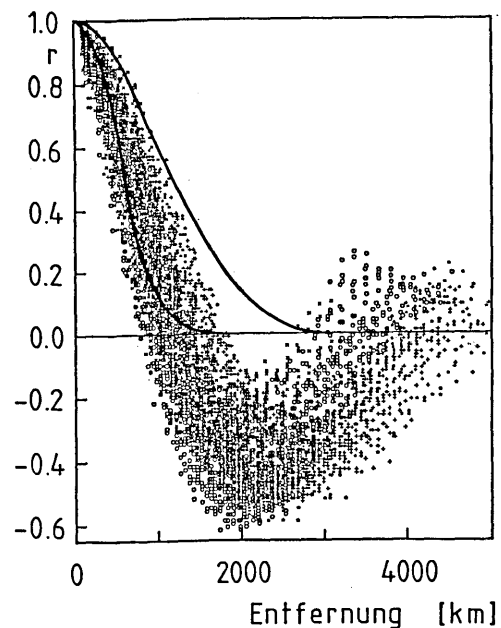


Abbildung 1: Zonale Korrelationsfunktionen der Gitterpunktwerte der Nord-Süd-Komponente des Windes für Analysen der Winter der Jahre 1982 bis 1985, 12 Uhr GMT, als Funktion des Abstandes zwischen den Gitterpunkten für verschiedene geographische Breiten. (+ =  $19^\circ$ - $29^\circ$ N, \* =  $31^\circ$ - $39^\circ$ N, o =  $41^\circ$ - $49^\circ$ N, x =  $51^\circ$ - $65^\circ$ N) Jeder einzelne Punkt gibt die Korrelation eines bestimmten Gitterpunktpaares an. Zum Vergleich ist die Gauß-Funktion des EZMW mit einer Halbwertsbreite von 589 und 1178km eingezeichnet worden.

die Gauß-Funktion des EZMW gezeigt. Diese fällt teilweise langsamer ab als die Korrelationsfunktion der analysierten Werte der Nord-Süd-Komponente des Windes.

Ähnliche Variationen zeigen die Korrelationsfunktionen auch für verschiedene Jahreszeiten, zudem sind sie anisotrop, zeigen also deutliche Unterschiede in zonaler und meridionaler Richtung. Insgesamt zeigt sich, daß ein optimales Interpolationsverfahren die jahreszeitlichen und geographischen Variationen ebenso wie die Anisotropie berücksichtigen müßte. Falls man aus operativen Gründen mit einer einheitlichen Korrelationsfunktion arbeiten will, müßte unseres Erachtens diejenige ausgewählt werden, die den raschesten Abfall aufweist, um nicht wesentliche Prozesse wegzuglätten.

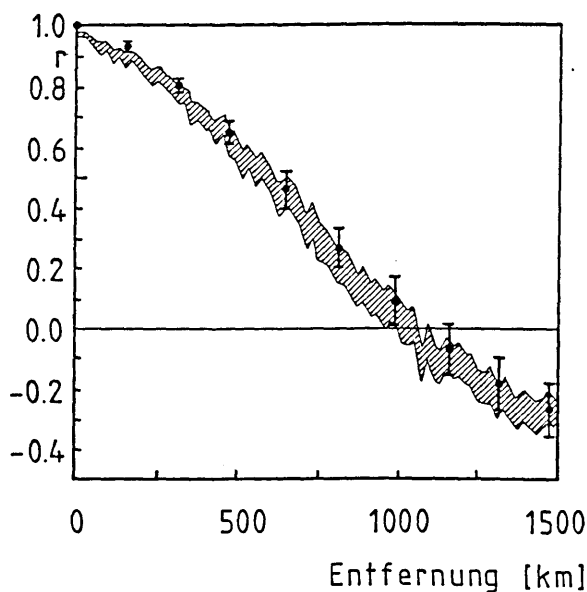


Abbildung 2: Zonale Korrelationsfunktionen der direkten Beobachtungen und der Gitterpunktwerte der Nord-Süd-Komponente des Windes des Zeitraums von Mai 1982 bis April 1985, 12 Uhr GMT, als Funktion des Abstandes zwischen den direkten Beobachtungen bzw. den Gitterpunkten. Schraffiert ist der 95%-Signifikanzbereich der Korrelationsfunktion der direkten Beobachtungen dargestellt, die ausgefüllten Punkte und senkrechten Balken geben die Mittelwerte der Korrelationen der Gitterpunktwerte und ihre Standardabweichungen an.

## 5 KORRELATIONSFUNKTIONEN VON DIREKTEN BEOBACHTUNGEN UND GITTERPUNKTWERTEN

Abbildung 2 zeigt einen Vergleich der Korrelationsfunktionen der Nord-Süd-Komponente des Windes von direkten Beobachtungen und von den Gitterpunktwerten in zonaler Richtung. Die Korrelationsfunktion der Beobachtungen nimmt etwas stärker ab als die des Gitterfeldes, jedoch sind die Unterschiede gering.

Dabei ist zu beachten, daß der Einfluß des Beobachtungsfehlers auf die zur Normierung benutzten Varianzen der Beobachtungen korrigiert wurde. Dabei wurde angenommen, daß der Beobachtungsfehler zufällig ist und somit keinen Anteil zur Kovarianz liefert.

Der Beobachtungsfehler wurde aus Beobachtungspaaren abgeleitet, bei denen der Abstand beider Beobachtungen nicht mehr als 20km betrug. Ausgedrückt als Standardabweichung beträgt er 1.4 m/s.

## 6 GLÄTTUNG DER ANALYSEN DES EZMW BEI KLEINEN WELLENLÄNGEN

Aus unseren Analysen wurden mit Hilfe eines stabilitätsabhängigen Reibungskoeffizientens (Isemer und Hasse, 1987) die Felder der Schubspannungen berechnet.

Ein Vergleich mit den Analysen der Schubspannung des EZMW zeigt für unsere Analysen eine geringere Glättung bei Wellenlängen von weniger als 1000km. Dabei wurden die Spektralwerte bei 1000km Wellenlänge auf denselben Wert für beide Analysen normiert. Dann beträgt die mittlere Varianz der Schubspannung für Wellenlängen kleiner als 1000km für die Analysen des EZMW im Mittel für alle geographischen Breiten von 21°N bis 65°N nur 75% der entsprechenden Varianzen unseres eigenen Analyseverfahrens. Dies ist von besonderer Bedeutung für ozeanographische Untersuchungen, da die Wirbel im Ozean kleinere Skalen aufweisen als die atmosphärischen Wirbel. Der Verlust an Varianz in diesem Spektralbereich ist gleichbedeutend mit einer Verringerung des Antriebs ozeanographischer Wirbel.

## 7 LITERATUR

- BUMKE, K.; HASSE, L.: An analysis scheme for determination of true surface winds at sea from ship synoptic wind and pressure observations. *Bound. Lay. Met.* 47 (1989), S.295-308
- ISEMER, H.-J.; HASSE, L.: The Bunker climate atlas of the North Atlantic Ocean, volume 2: Air sea interactions. Heidelberg, New York, Tokio: Springer Verlag 1987
- LÖNNBERG, P.; HOLLINGSWORTH, A.: Meteorological data analysis, Meteorological training course lecture note No 2.2, ECMWF 1984
- SAUSEN, R.; BARTHEL, K.; HASSELMANN, K.: Coupled ocean atmosphere models with flux correction. *Climate Dynamics* 2 (1988), S.145-163