

06. Feb. 1995

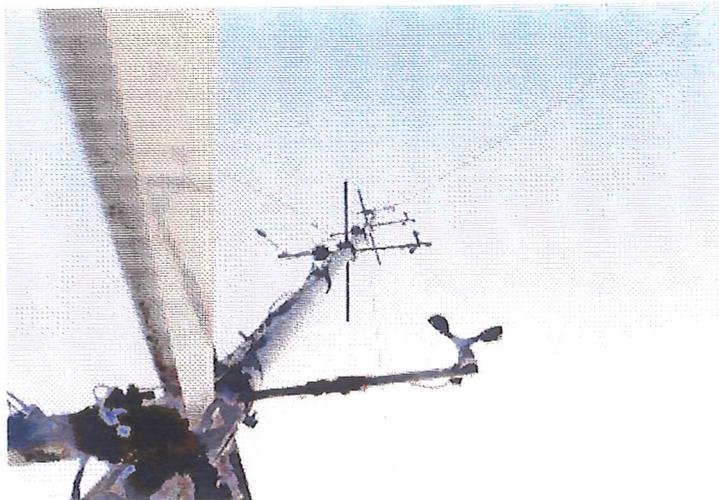
17 21. Feb. 1995

Doppel



# Vorstrand - und Strandauffüllungen im Bereich von Buhnen-Deckswerk-Systemen Teilbereich Meteorologie

**Abschlußbericht**  
von  
**H. Schmidt, H. Günther, R. Strüfing**



Forschungsvorhaben gefördert durch das  
Bundesministerium für Forschung und Technologie  
über das Niedersächsische Umweltministerium  
Förderkennzeichen: MTK 0545 A

Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Postfach 301190, 20304 Hamburg

030938 2d-1

## **Windmessungen und Modellverifikation auf Norderney**

von Heiner Schmidt, Horst Günther und Reinhard Strüfing

### **Zusammenfassung**

Die Meßkampagne auf Norderney hat gezeigt, daß Windmessungen an Land allein nicht ausreichen, den Wind auf See für alle Windrichtungen direkt zu bestimmen. Das massenkonsistente Windmodell des Seewetteramtes hat sich dabei als geeignetes Hilfsmittel erwiesen, die Windverhältnisse von verschiedenen Meßpunkten an Land unter Verwendung von Orographie- und Rauigkeitsfeldern auf die freie See zu übertragen.

### **Abstract**

Measuring the wind during a research campaign on the island of Norderney indicates that landbased measurements only are not sufficient to define the wind over the sea for all directions.

The mass consistent wind model at the maritime branch of DWD proved to be suitable to transfer the various landbased measurements on to sea conditions by use of gridded fields of orography and roughness length.

## 1. Einleitung

Das Projekt "Vorstrand- und Strandauffüllungen im Bereich von Bühnen-Deckwerk-Systemen" wurde im Anschluß an das KFKI-Forschungsvorhaben "Wechselwirkungen zwischen Küstenbauwerken und mariner Umwelt" realisiert. Das Seewetteramt(SWA) des Deutschen Wetterdienstes unternahm im Rahmen des Erstvorhabens, Teilprojekt "Naturmessungen", u.a. Windmessungen an verschiedenen Standorten auf der Insel Norderney.

Den Windmessungen lag die Fragestellung zugrunde, welchen Veränderungen das Windfeld beim Übergang zwischen Land und See unterliegt, bzw. wie Windmessungen von Landstationen für die freie See oder auch für weitere Landpunkte mit anderen topographischen Verhältnissen verwendet werden können. Neben der statistischen Auswertung der Windmessungen konnten mit Hilfe eines dreidimensionalen (Wind)Strömungsmodells die orographisch bedingten Veränderungen des Windfeldes in Abhängigkeit von der Windrichtung bestimmt werden(H. SCHMIDT und J.PÄTSCH,1992).

Bei Abschluß des Erstvorhabens bestand Bedarf an weiteren Messungen, um die Verifikation der Modellergebnisse auf eine breitere Datenbasis zu stellen und damit die statistische Sicherheit für die Umrechnungsfaktoren, die aus den Modellrechnungen abgeleitet werden, zu erhöhen. Mit Hilfe dieser Faktoren ist es dann möglich, eine Bereinigung und Umrechnung der gemessenen, z.T. topographisch stark beeinflussten Windwerte vorzunehmen. Diese Problemstellungen bilden die Grundlage für das KFKI-Forschungsvorhaben "Vorstrand- und Strandauffüllungen...", Teilbereich "Meteorologie".

Im Abschlußbericht zu diesem Vorhaben werden in Abschnitt 2 die Windmessungen und das MKW-Modell kurz erläutert. Die mittleren Windverhältnisse und auch 2 Sturmlagen werden in Abschnitt 3 vorgestellt sowie das Modellverhalten verifiziert. Der Anhang dokumentiert in einem Protokoll die Durchführung der Messungen, zeigt die Photos von drei Meßstationen und liefert eine Übersicht über die Mess- bzw. Ausfallszeiten.

## **2. Windmessungen und Modellierung**

Die Windmessungen des Erstvorhabens wurden in diesem Projekt ohne wesentliche Änderungen fortgeführt. Neben der Windmeßeinrichtung der Wetterstation des DWD wurden die Daten der Meßeinrichtungen "Hafen", "Flugplatz", "Wasserwerk" und "Nordpfahl" für diesen Bericht berücksichtigt (Abb. 1). Die Daten der Station "Wattpfahl", betrieben von der Forschungsstelle Küste, konnten nicht verwertet werden, da sie z.T. große Datenlücken aufwies und die Qualität der Werte nicht validiert werden konnte. Der 24 m hohe Meßmast des SWA fiel wegen alterungsbedingter technischer Probleme im Mai 1993 aus und konnte erst im August 1994 durch einen neuen Mast ersetzt werden. Am Nordpfahl sind mehrere Datenausfälle u. a. wegen Blitzschlag und Schiffskollision zu verzeichnen. Einen Überblick über die Meß- und Ausfallzeiten an den einzelnen Stationen vermittelt der Anhang. Dort ist auch eine Übersicht über die Lage der genutzten Stationen gegeben. Die Details der Windmessenanlagen wurden im Abschlußbericht des Erstvorhabens beschrieben.

Eine zusammenfassende Statistik über die Meßkampagne ist in der folgenden Tabelle gegeben, wo neben der Anzahl der aus den 10-minütigen Messwerten gewonnenen Stundenmittel auch die Mittelwerte mit den entsprechenden Standardabweichungen und die Maxima der Windgeschwindigkeit aufgelistet sind. Die Ergebnisse basieren auf dem gesamten Meßzeitraum von 1988 bis 1994.

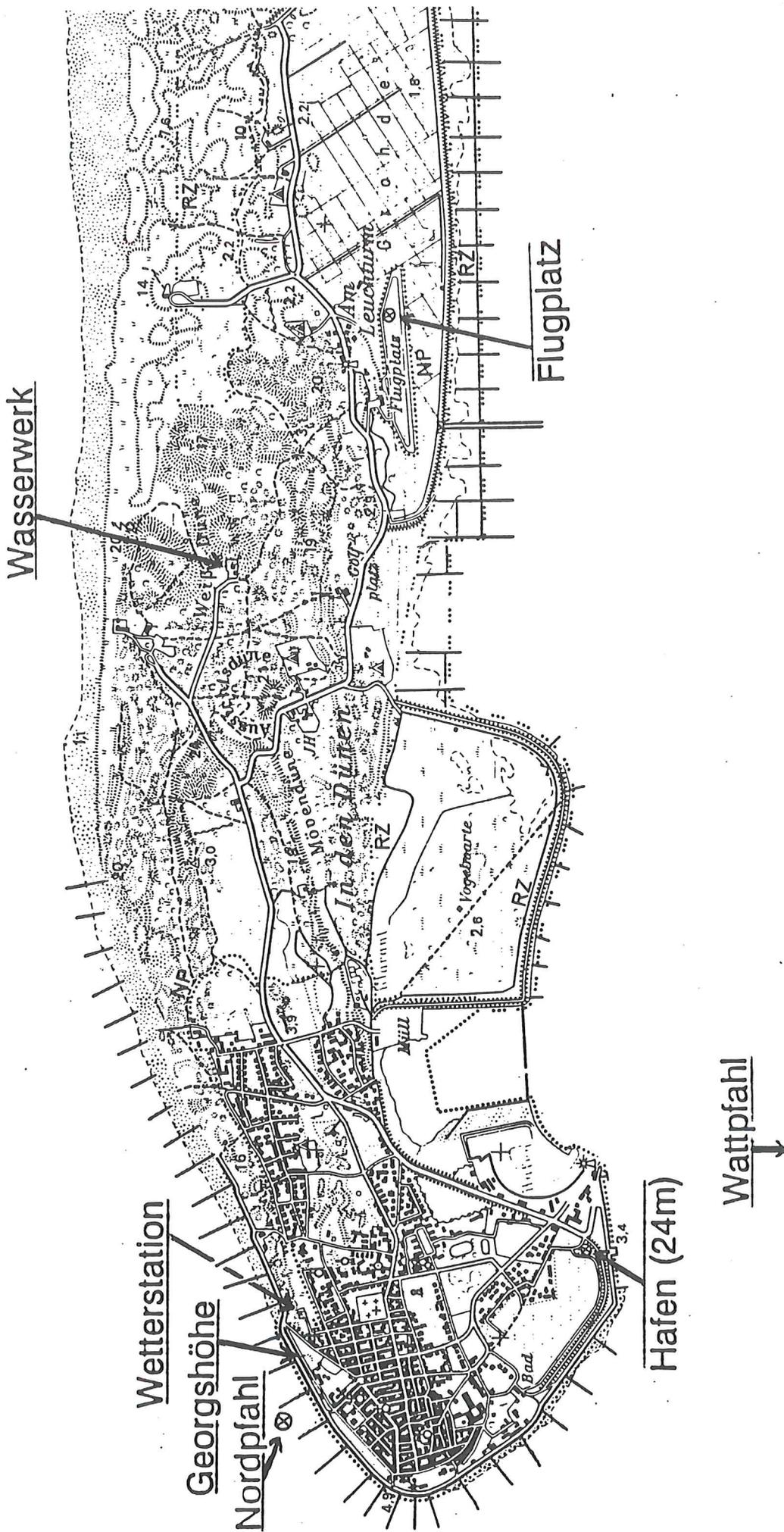


Abbildung 1:  
 Die Lage der Windmeßeinrichtungen auf der Insel Norderney.

	Flughafen	Wasserwerk	Wetterstation	Nordstrand	Hafen
Anzahl 93-94	13499	13380	11708	14340	5070
Anzahl 88-94	48905	53735	55552	26621	24819
Mittelwert [m/sec]	6.3	5.3	6.0	7.3	6.5
max. Wert [m(sec)]	26.9	21.8	24.8	27.4	27.5
Standardabweichung	3.1	2.4	3.0	3.6	3.4

Insgesamt konnten 151735 Stundenmittel der Windgeschwindigkeit gemessen werden. Auf Grund der Fortführung des Projektes in den Jahren 1993/94 vergrößerte sich die Datenbasis um ca. 58000 Stundenwerte und damit um 38 %.

Die Mittelwerte der Windgeschwindigkeit an den einzelnen Meßstationen unterliegen immerhin einer Bandbreite von 2 m/sec. Die höchsten Windgeschwindigkeiten, Mittel- und maximale Werte, wurden am Nordstrand gemessen, die geringsten am Wasserwerk. Daran wird bereits die Inhomogenität des Windfeldes über der Insel deutlich, die im wesentlichen durch Rauigkeitselemente bedingt ist.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Häufigkeitsverteilungen der Windgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Windrichtung für die vier Stationen Nordstrand, Wetterstation, Flugplatz und Wasserwerk. Die Windgeschwindigkeiten wurden in 2 m/sec Stufen und die Richtung in 30 Grad Stufen klassifiziert. Die Länge der Balken gibt den prozentualen Anteil der entsprechenden Windgeschwindigkeitsklasse für die 30-Grad Sektoren an. Die Verteilungen basieren auf allen im gesamten Zeitraum verfügbaren Meßsätzen.

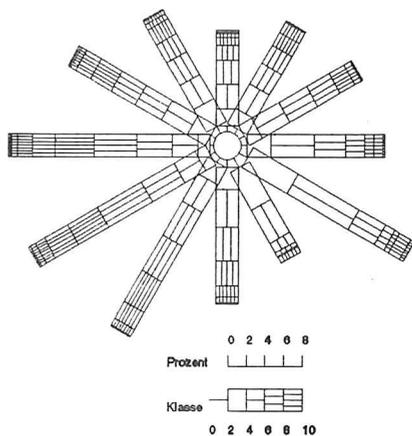


Abb.: 2a Windrose für die  
Meßstelle: Nordstrand

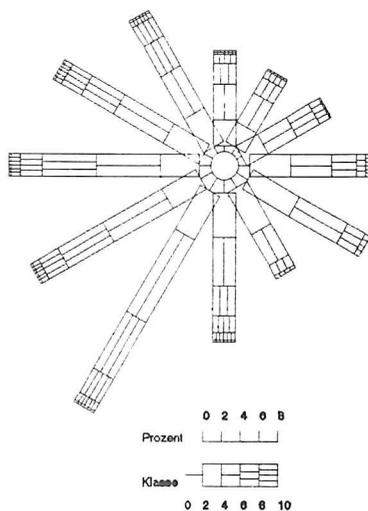


Abb.: 2b: Windrose für die  
Meßstelle: Wasserwerk

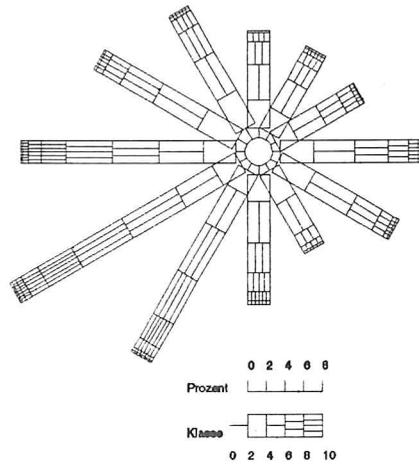


Abb.: 2c: Windrose für die  
Meßstelle: Flugplatz

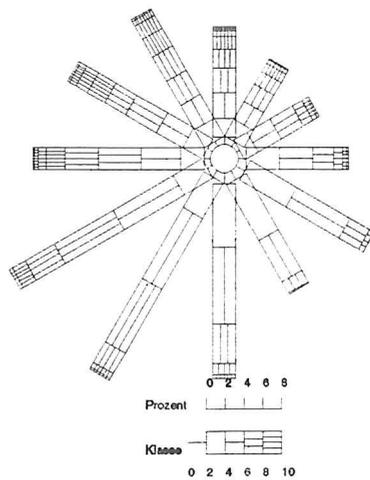


Abb.: 2d: Windrose für die  
Meßstelle: Wetterstation

Wie aufgrund der Mittelwerte und der Standardabweichungen der einzelnen Meßstationen zu erwarten ist, sind die Windrosen für die vier Stationen nicht identisch. Z.B. zeigt sich deutlich der Einfluß der Stadt auf die Messungen an der Wetterstation. Vergleicht man sie mit der Windrose am Flugplatz, die als relativ ungestört gelten kann, so erkennt man, daß die Windrichtungen aus Südwest erwartungsgemäß dominieren, aber die geringeren Windgeschwindigkeitsklassen an der Wetterstation in diesem Richtungsbereich weit größere Häufigkeiten aufweisen.

Zusätzlich ist die Windrose für den 10-Jahreszeitraum 1982-1992 der Messungen an der Wetterstation Norderney mit angegeben (Abb. 3). Zwischen dieser und der Windrose des Projektzeitraums ist kein signifikanter Unterschied feststellbar, was daraufhin deutet, daß der Meßzeitraum als repräsentativ auch für einen größeren klimatologischen Zeitraum betrachtet werden kann.

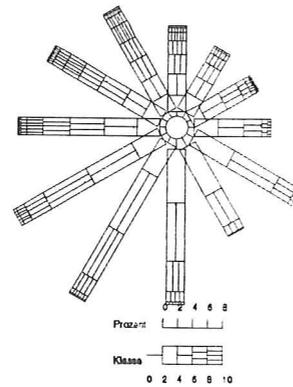


Abb.: 3: Windrose für die Wetterstation, 1982-1992.

Aus der obigen Tabelle und auch aus den im Anhang aufgeführten Messzeiten ist ersichtlich, daß die Verfügbarkeit von Messdaten an den einzelnen Stationen zeitlich unterschiedlich war. Für die weiteren Untersuchungen bzgl. der Korrektur, bzw. Überprüfung der Modellrechnungen, wurden deswegen nur solche Termine genutzt, an denen an allen Stationen gleichzeitig Meßwerte vorhanden waren.

Für die Mittelwertberechnungen der Windgeschwindigkeit wurden daher ein Datenensemble zusammengestellt, das die Stationen Flugplatz, Wasserwerk und Hafen mit einer Meldungszahl von etwa 40000 Meldungen, etwa 70% aller Stundenmittel der Jahre 1988 bis 1994, umfaßt.

Die Modellierung der Windverhältnisse um die Insel Norderney wurde mit Hilfe des massenkonsistenten Windmodells (MKW) des SWA vorgenommen. Beim MKW handelt es sich um ein numerisches, dreidimensionales Modell, das unter Berücksichtigung des orographisch gegliederten Geländes bei wechselnder Bodenrauigkeit eine einfache statische, d.h. nicht zeitabhängige Luftströmung simuliert. Dieses Modell wurde vom SWA aus dem NOAA Boundary Layer Model weiterentwickelt (SHERMAN, 1976; TRACI, 1978).

Unter Eingabe der Orographie und Rauigkeit der Insel Norderney konnten so auf einem 200 m Gitter, bzw. 50 m Gitter in der Nähe der Meßstationen die Windverhältnisse über der Insel sowie für einen Seepunkt im Küstenvorfeld etwa 5 bis 10 km nördlich von Norderney berechnet werden. Daraus ergaben sich von der Windrichtung abhängige Faktoren, mit deren Hilfe von den Windverhältnissen an den Meßstationen auf die Windverhältnisse über dem Seepunkt geschlossen werden kann. Eine ausführlichere Beschreibung des Modells und der Simulationsläufe wurde in dem Abschlußbericht des Erstvorhabens gegeben.

### 3. Ergebnisse und Modellverifikation

Abb. 4 zeigt die an den einzelnen Stationen gemessene, über den Zeitraum 1988 bis 1994 gemittelte Windgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Windrichtung. Zusätzlich abgebildet wurde das Mittel der von den Meßstationen auf See extrapolierten Windgeschwindigkeiten. In das Datenensemble wurden nur Geschwindigkeitswerte einbezogen, die mehr als 4 m/sec betragen, da bei geringeren Werten die Luftströmung nicht mehr nur dynamisch bestimmt ist. Dies ist jedoch eine wesentliche Voraussetzung bei der Modellierung mit dem MKW.

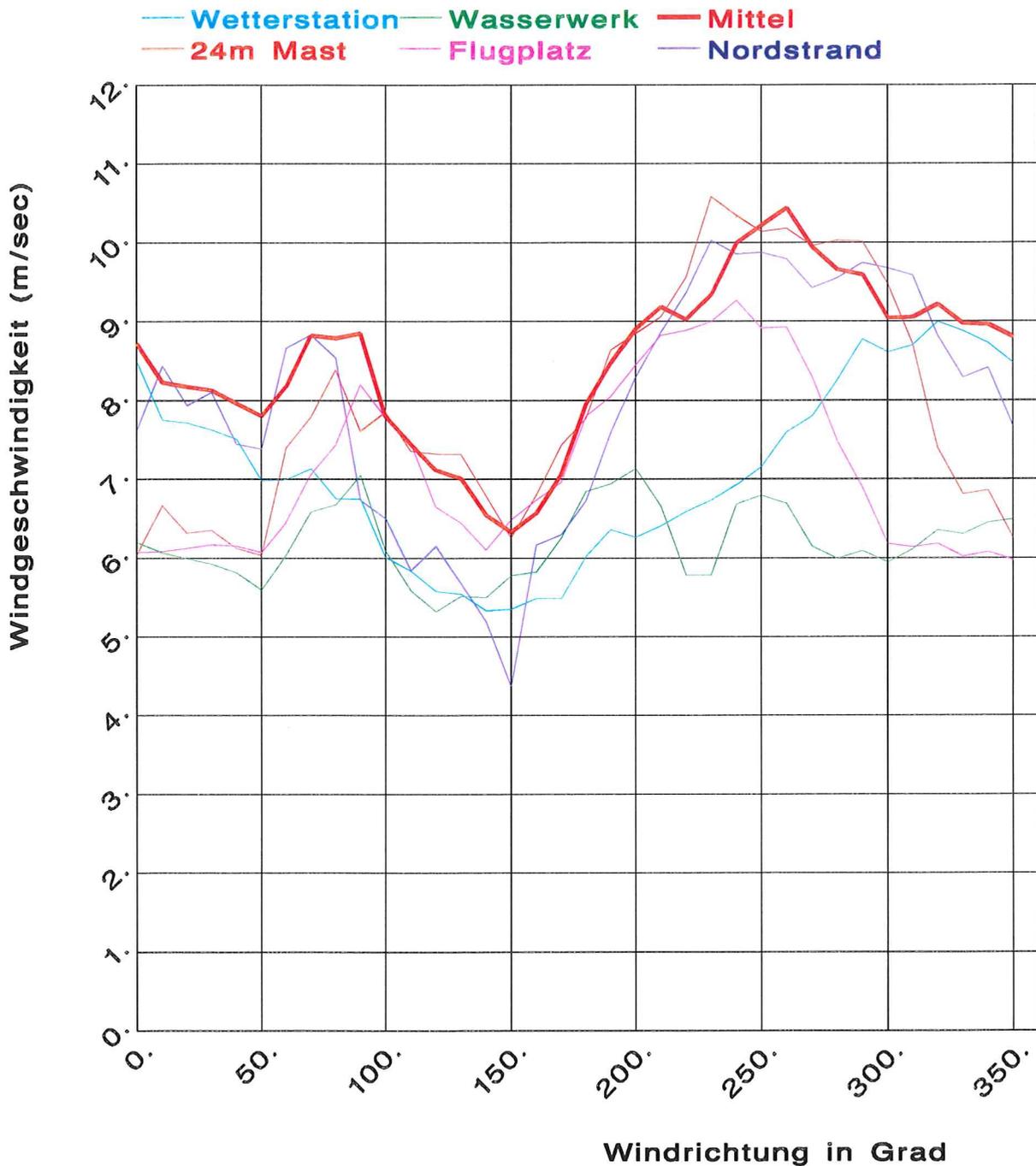
Wie bereits im Abschlußbericht des Erstvorhabens dargelegt gibt es keine für die gesamte Insel Norderney und den umgebenden Seeraum repräsentative Windmessung. Die Meßwerte variieren

in beträchtlichem Maße. So entsprechen die am Nordpfahl registrierten Werte nur im nordwestlichen Richtungsbereich in etwa den auf den freien Seebereich extrapolierten Werten. Die am Wasserwerk gemessenen Werte liegen in allen Richtungssektoren bis zu 4 m/sec unter den Seebereichs-Werten, da diese Station nach allen Seiten hin durch die Dünen abgeschirmt ist, die einen hohen Rauigkeitsgrad aufweisen. Interessant ist auch, daß der Standort der Wetterstation nur in einem relativ kleinen Bereich um Nord repräsentative Windmessungen ergibt, da insbesondere bei Südost bis Südwest, wie bereits erwähnt, die extreme Rauigkeit der Stadt Norderney den Wind stark reduziert. Dies trifft in noch größerem Maße bei Südost für die Station "Nordpfahl" zu. Hier macht sich bemerkbar, daß die Meßhöhe unter der mittleren Dachhöhe der Häuser liegt.

Für die Modellverifikation ist von Interesse, wie stark die Extrapolationen der Windgeschwindigkeit von den einzelnen Meßpunkten auf den Seepunkt um den in Abb.4 dargestellten Mittelwert schwanken. In Abb. 5 sind daher die Einzelextrapolationen zusammen mit dem Mittelwert in Abhängigkeit von der Windrichtung aufgetragen. Mit Ausnahme des Nordpfahls variieren die Einzelwerte nur sehr wenig um den Mittelwert. Daraus ergibt sich insgesamt eine hohe Güte der Extrapolationen, da das Modell unabhängig vom Meßpunkt zu etwa gleichen Windgeschwindigkeiten über dem Seepunkt kommt. Bei einer richtungsabhängigen mittleren Windgeschwindigkeit von etwa 6.3 bis 10.4 m/sec beträgt die Abweichung einer Einzelmessung kaum mehr als 1 m/sec. Besonders geringe Abweichungen vom Mittelwert findet man für die Extrapolationen vom Meßpunkt "Flugplatz", da dort das Gelände in unmittelbarer Nähe des Windmessers relativ wenig strukturiert ist, dynamisch nur eine geringe Rauigkeit aufweist und damit nur ein geringes Störpotential für das Windfeld hat.

Die zu hohen Windgeschwindigkeiten, die aus Extrapolationen

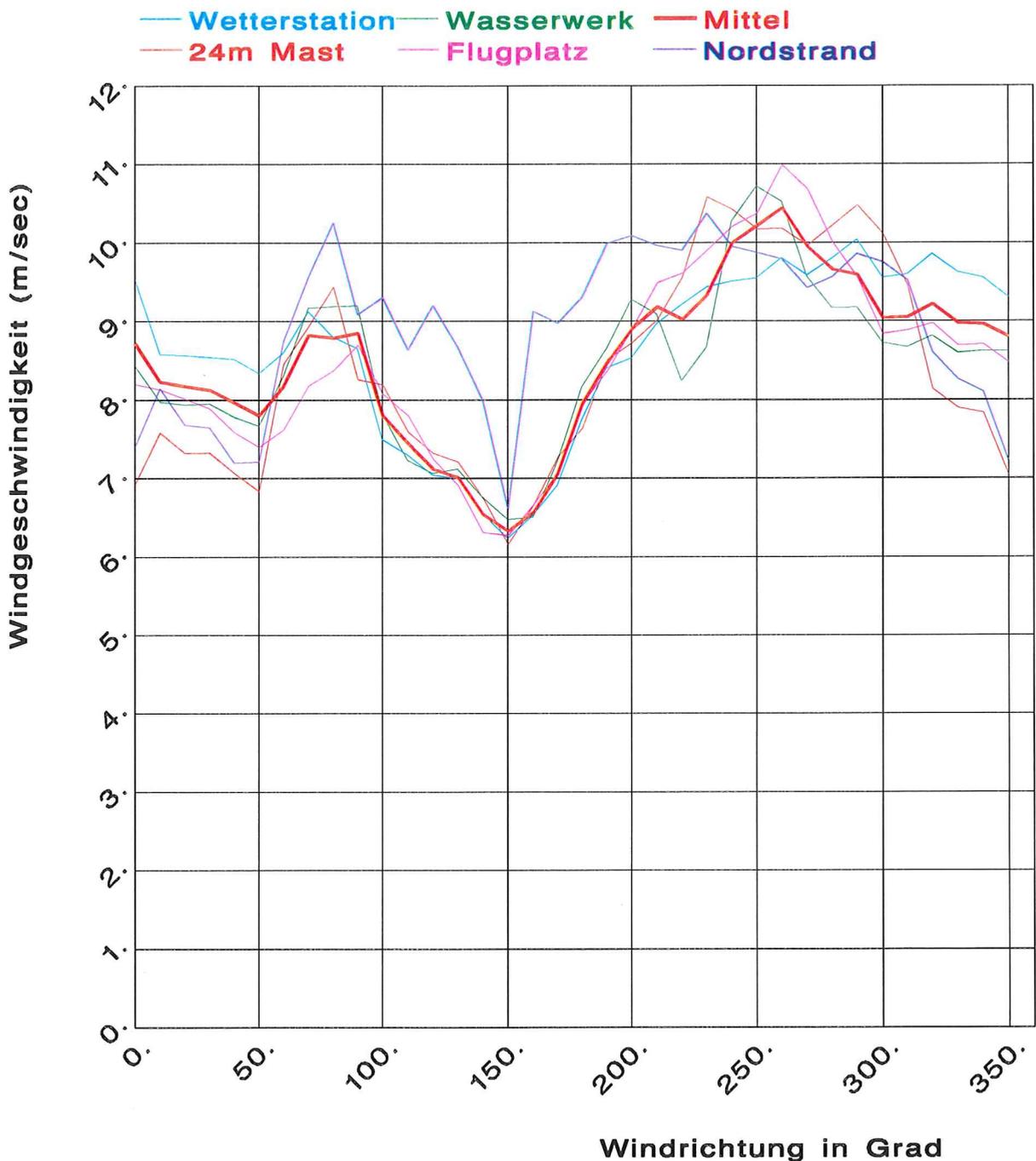
DEUTSCHER WETTERDIENST  
-Seewetteramt Hamburg-



(C) DWD-SWA-M2 09/92 M2B1 1995-01-16 WAM2B1.PROGRAMME.PRG \_STATISTIK.DIA3 \_4U \_OF \_1.1

**Abb 4: Mittlere Windgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Windrichtung an verschiedenen Meßstationen für Messungen über 4 m/sec.**  
**Rote Linie : Mittel der für die freie See aus diesen Stationen berechneten Werte.**

DEUTSCHER WETTERDIENST  
-Seewetteramt Hamburg-



(C) DWD-SWA-M2 09/92 M2B1 1995-01-16 WAMEB1.PROGRAMME.PRG\_STATISTIK.DIA3\_4U\_MF\_1.1

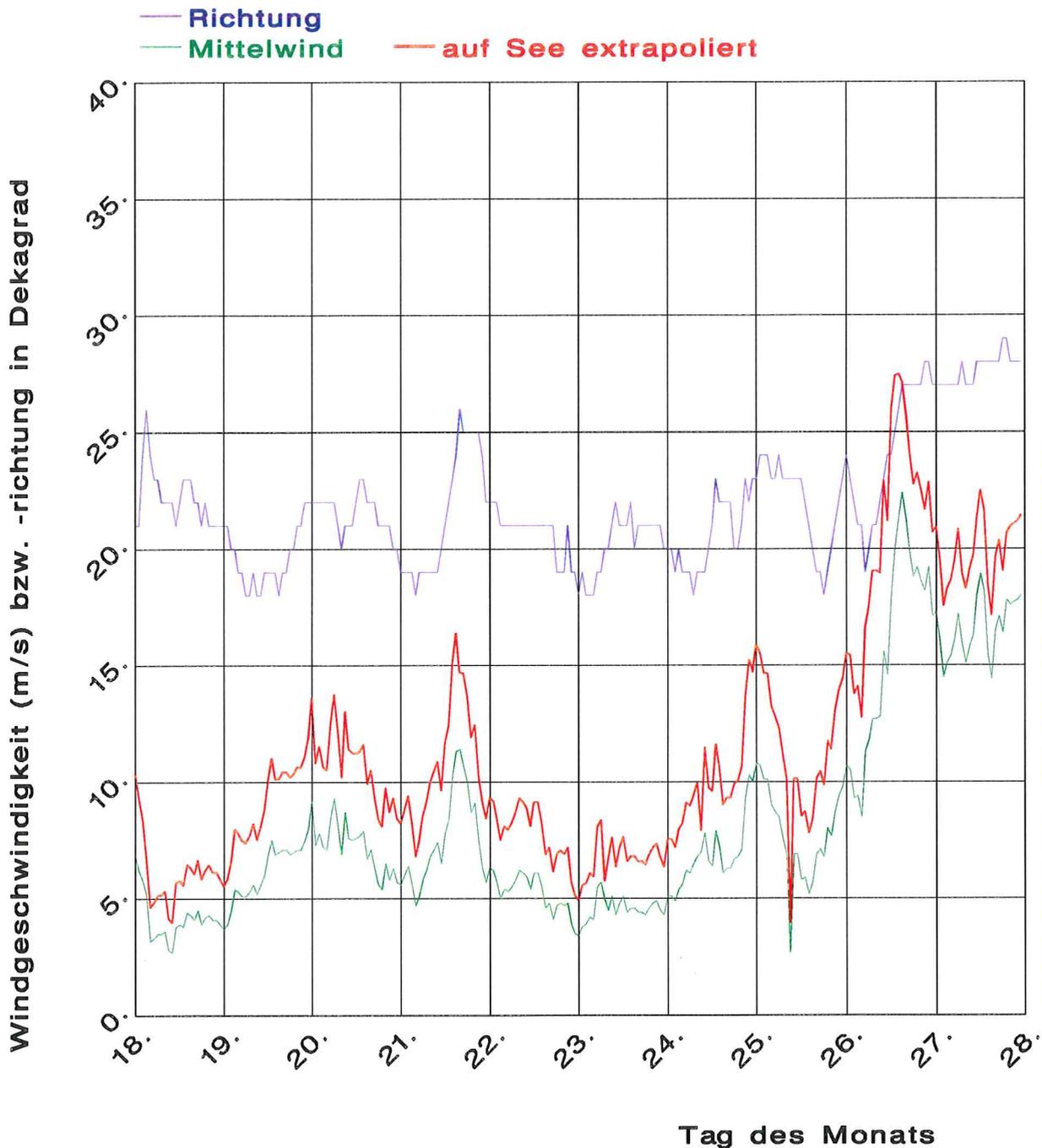
Abb 5: Mittlere Windgeschwindigkeit für die freie See in Abhängigkeit von der Windrichtung, extrapoliert aus den zeitlichen Mittelwerten an verschiedenen Meßstationen für Messungen über 4 m/sec. Rote Linie : Mittel der für die freie See aus diesen Stationen berechneten Werte.

von den Nordpfahl-Messungen insbesondere bei Winden um Südost resultieren, sind in dem extremen Rauigkeitssprung zwischen der Stadt Norderney und der freien See begründet. Der simulierte Wind wird im MKW mehr reduziert als der tatsächlich gemessene. Daraus ergibt sich ein höherer Umrechnungsfaktor, der zu der dargestellten höheren berechneten Windgeschwindigkeit führt. Die Windreduzierung im Modell kann auf die Neigung des MKW zurückgeführt werden, Hindernisse bevorzugt zu überströmen, während in der Natur diese mehr umströmt werden. Aus diesem Grund liegt auch die extrapolierte Windgeschwindigkeit der Wetterstation bei nördlichen Winden über dem Mittelwert, da wegen des Überströmens im Modell ein Vorstauereffekt eintritt, der die simulierte Windreduzierung höher ausfallen läßt als die mit einem intensiveren Umströmen verbundene gemessene Windreduzierung.

Als Anwendungsbeispiele sind in den Abbildungen 6 und 7 für die Sturmfluten im Januar 1990 und Januar 1994 mit Hilfe der Messungen der Wetterstation der Wind auf der freien See berechnet. Dargestellt ist der zeitliche Verlauf von Windgeschwindigkeit und Windrichtung an der Wetterstation sowie die aus diesen Messungen auf den Seepunkt berechneten Werte. Es ergibt sich, daß die den Seegang anregenden Windgeschwindigkeiten über See im Mittel um 3.5 m/sec höher als die auf der Insel gemessenen sind. Im Einzelfall betragen die Unterschiede zwischen der Insel und dem Seepunkt bei den Stundenmitteln mehr als 5 m/sec. Solche Unterschiede bei der Windgeschwindigkeit haben natürlich entsprechende Unterschiede bei den Wellenhöhen zur Folge. Nimmt man als eine Wassertiefe 30m und als die Einwirkstrecke (Fetch) des Windes 100 km, so ergibt z.B. eine mittlere Windgeschwindigkeit von 15 m/sec, gemessen an der Wetterstation, eine Wellenhöhe von 2.7 m, setzt man zur Berechnung jedoch den aus den Modellergebnissen resultierenden Wert von 20 m/sec an, so beträgt die Wellenhöhe bereits 3.8 m.

Unter Nutzung der 10-jährigen Meßreihe der Wetterstation, de-

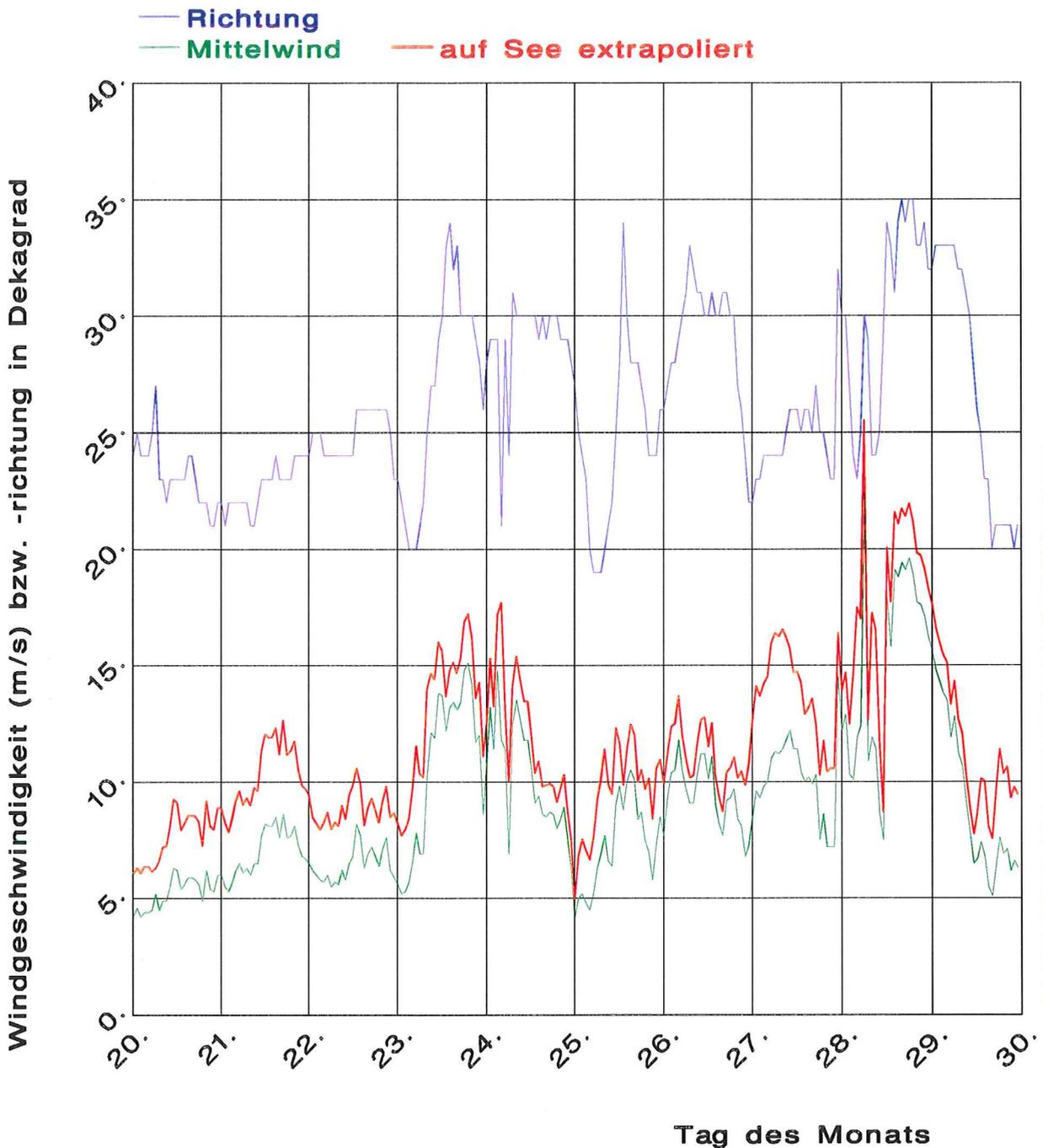
DEUTSCHER WETTERDIENST  
-Seewetteramt Hamburg-



(C) DWD-SWA-M2 09/92 M2B1 1995-01-16 WAM2B1.ARTN.T902WST.1

Abb 6 : Zeitreihen der Windstärke an der Wetterstation Norderney und der hieraus berechneten Werte auf See für den Februar 1990. Zusätzlich ist für die Wetterstation die Windrichtung mit ausgegeben.

DEUTSCHER WETTERDIENST  
-Seewetteramt Hamburg-



(C) DWD-SWA-M2 08/92 M2B1 1995-01-16 WAM2B1.ARTN.T94WST.1

**Abb 7 : Zeitreihen der Windstärke an der Wetterstation Norderney und der hieraus berechneten Werte auf See für den Januar 1994. Zusätzlich ist für die Wetterstation die Windrichtung mit ausgegeben.**

ren Windrose in der Abbildung 3 gezeigt wurde, ist für die freie See die entsprechende langjährige Windrose gerechnet worden. In der Abbildung 8 sind die prozentualen Häufigkeiten der Windgeschwindigkeiten von 1 bis 24 m/sec in Stufen von 2 m/sec für die Wetterstation und dem Seepunkt aufgetragen. Obwohl die Windsensoren der Wetterstation an einer recht exponierten Lage gelegen sind, repräsentieren ihre Messungen nicht die über der freien See. Die Abbildung läßt erkennen, daß der prozentuale Anteil der größeren Windgeschwindigkeiten auf freier See deutlich höher ist. Die Differenzen zwischen Seepunkt und Wetterstation, die grüne Kurve, zeigen, daß oberhalb von 7 m/sec eine Vermehrung, unterhalb eine Verminderung auftritt.

Die Reduzierung der mittleren Windgeschwindigkeiten an der Wetterstation in Abhängigkeit von der Windrichtung ist in der Abbildung 9 dargestellt. Wie zu erwarten war, erfährt der Richtungssektor 60 bis 240° , wo die Störeinflüsse durch die Insel am stärksten zu erwarten sind, die größten Veränderungen, hier liegt die Windgeschwindigkeit meist 2 m/sec über der an der Wetterstation Norderney. Aber auch für die anderen Sektoren werden im Mittel an der Wetterstation zu geringe Windwerte angezeigt.

### Vergleich der Verteilungen der Windgeschwindigkeiten

Wetterstation und Seepunkt  
Datenbasis: 1982-1992

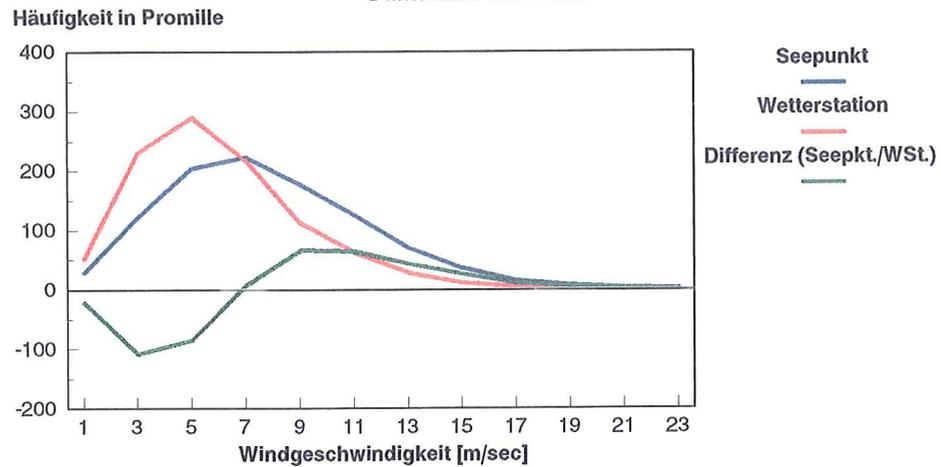


Abb.: 8: Vergleich der Windgeschwindigkeiten für die freie See und der Wetterstation Norderney, basierend auf ein 10-jähriges Datenkollektiv.

### Änderung der Windgeschwindigkeiten

Abweichungen zwischen Seepunkt und Wetterstation  
Datenbasis: 1982-1992

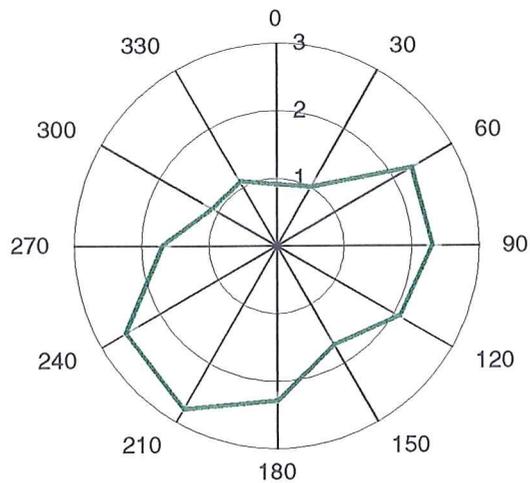


Abb. 9: Änderung der richtungsabhängigen Mittelwerte der Windgeschwindigkeit der Wetterstation bei der Extrapolation auf einen Seepunkt (durch Elimination der Einflüsse von Orographie und Rauigkeit).

## 5. Schlußbemerkung

Es hat sich gezeigt, daß die Windmessungen auf Norderney keineswegs für die Windverhältnisse auf See repräsentativ sind. Vielmehr müssen die Werte für einige Windrichtungen zur Übertragung nach See erheblich modifiziert werden. Mit wenigen Ausnahmen gilt dies für alle Küsten- und Inselmeßstellen.

Das vorgestellte Verfahren, Faktoren zur Übertragung des Windes von einem Ort auf andere Orte mit Hilfe von numerischen Modellen zu bestimmen, ist ohne wesentliche Einschränkungen auf andere Gebiete an den deutschen Küsten übertragbar. Es bietet sich auch, an geplante Anemometer-Standorte, für die es keine Vergleichsmessungen gibt, mit Hilfe dieses Verfahrens zu behandeln. Allerdings sind die notwendigen Modellrechnungen zeit- und kostenintensiv, da u.a. die Orographie und die Bodenrauigkeit in einem feinen Raster bereitgestellt werden müssen.

Wir danken den Mitarbeitern der Forschungsstelle Küste für die freundliche Hilfe bei der Planung, Einrichtung und Betreuung unserer Windmeßeinrichtungen auf Norderney.

## 6. Literaturverzeichnis

CHRISTOFFER, J. und ULBRICHT-EISSING: Die bodennahen Windverhältnisse in der Bundesrepublik Deutschland. Berichte des Deutschen Wetterdienstes Nr. 147, 2. Auflage, Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, Offenbach am Main, 1989

Schmidt, H. und Pätsch, J.: Meteorologische Messungen auf Norderney und Modellrechnungen. Abschlußbericht zum KFKI-Forschungsvorhaben: "Wechselwirkungen zwischen Küstenbauwerken und mariner Umwelt", Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt Hamburg.

## Dokumentation zum Projekt:

### **"Vorstrand- und Strandauffüllung im Bereich von Bühnen-Deckswerk-Systemen. Teilbereich Meteorologie".**

#### **1991**

- 23.10. Beantragung eines Folgeprojektes für Proj.104 des DWD über FST Küste, Az: M2/64.70.00/91 mit Vorhabenbeschreibung des SWA.
- 03.12. Zuwendungsbescheid des BMFT, Az: 515-3892-MTK 0545 A.
- 18.12. Mitteilung des FST an SWA, daß Folgeprojekt durch BMFT genehmigt worden ist, Az: 63-09-4/20.

#### **1992**

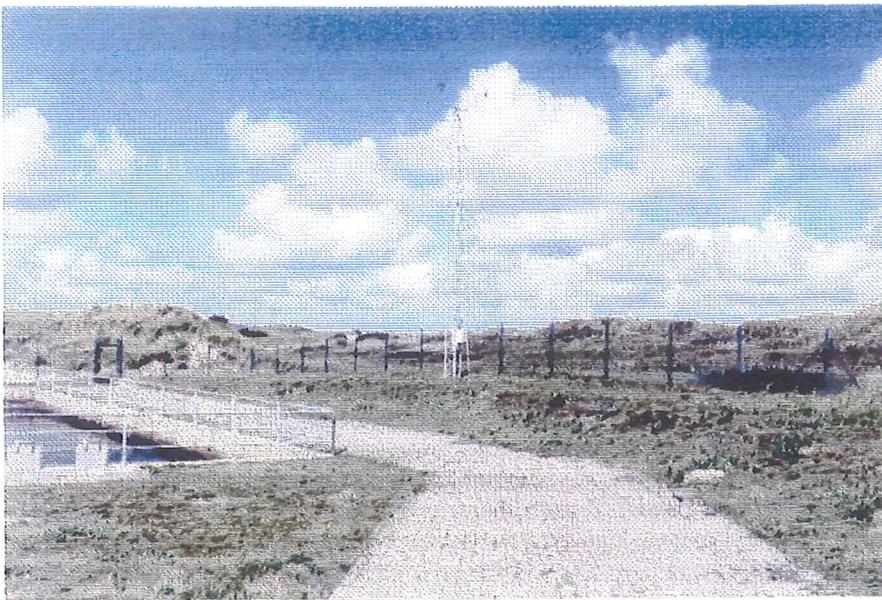
- 01.01. P r o j e k t b e g i n n
7. - 9.04 Christiansen / Hofmann an Norderney : Am 24m-Mast 4m u. 10m Niveau mit neuer Siggelkow-Anlage (Niveau 51/52) bestückt.  
Am Flugplatz Styropor - Windfahne gewechselt, ebenfalls am Wasserwerk, hier neu eingenordet und Anemometer gewechselt, da dieses im Windkanal beim IAH getestet werden soll.
- 24.04. Verwaltungsvereinbarung zwischen FST und SWA, Az.: M2/64.70.- Proj.095
- 05.05. Erhalt des genehmigten Finanzierungsplanes 1992-94 durch FST an SWA, Az.: 63-09-4/20
- 18.-19.06. Christiansen / Hofmann auf Norderney. Windfahne (Styropor abgefressen) am Wasserwerk gewechselt ( nur die Fahne, nicht den Sensor). Stab erstmals mit Nadeln versehen. Neu eingenordet.
- 14.- 16.12. Christiansen / Hofmann Windfahne am Flughafen gewechselt. Styropor war abgefressen. Stab ist auch hier jetzt mit Nadeln versehen. Keine Neueinnordung. Entwendete Leuchtstoffleuchte am Containereingang aussen ersetzt.

## 1993

- 11.- 13.05 Christiansen/Hofmann auf Norderney. Bei dem Versuch der Reparatur des obersten Niveaus des 24m-Mastes platzte das oberste Teleskopteil ab. Es wurde nur das 4m-Niveau bestückt.
- 24.- 26.08 Christiansen/Hofmann/Bürckel auf Norderney: Abbau und Transport des 24m-Mastes nach Barsinghausen mit Miet-LKW. Transport des an der FSK liegenden Ersatz-Gittermastes von Norderney nach Quickborn.
- 14.09. Eine Inspektion des Mastes durch die Firma WIBI-Stahlbau ergab daß auch bei Reparatur eine Gewährleistung für die Sicherheit des Mastes nicht gegeben werden kann. Ersatzbeschaffung wird eingeleitet.

## 1994

- 27.01 Ersatzbeschaffung eines Teleskopmastes ist genehmigt (NLÖ)
- 17.02 Ausschreibung über Lieferung und Umrüstung eines neuen Hilo-Teleskopmastes.
19. - 22.09 Bürckel/Hofmann auf Norderney. Aufbau des 25m-Hilo Mastes; Bestückung, Einnordung und testen der 4m, 9m, 16m und 25m Niveaus. Neubestückung der Antenne am Flugplatz sowie Pflege und Wartung des Wasserwerks. Die Station am Nordstrand zeigt eine um 180° verdrehte Windrichtung an.



Meßstation:  
Wasserwerk



Meßstation:  
Nordstrand



Meßstation:  
Hafen



1989

Station/Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
51												
52	x	x	x	x	x	x	.	x	x	.		
53												
54	.	.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
40	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
60	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20												

1990

Station/Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
51												
52												
53												
54	x	x	.	x	x	x	x	.		.		
30	x	x								x	x	x
40	x	.	x	x	x	x	x	.	x	x	x	x
60	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20								x	.	x	x	x

1991

Station/Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
51												
52												
53				x	x	x	.	x	x	x	.	x
54				x	x	x	.	x	x	x	.	x
30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
40	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
60	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20							.	x	.	x	x	x

1992

Station\Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
51				x	x	x	x	x	x	x	x	x
52				x	x	x	x	x	x	x	x	x
53	x	x	x	x	x	x	x	.	x	x	x	x
54	x	x	x	x	x	x	x	.	x	x	x	x
30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
40	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
60	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
20	x	x	x	x	x	x	.	x		x	x	x

1993

Station/Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
51	x	x	.	.	x	x	x	x				
52	x	x	.	.	.							
53	x	.										
54	x	.										
30	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
40	x	x	x	x	x	x	x	.	.	x	x	x
60	x	x	x						x	x	x	x
20	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

1994

Station/Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
51									.	x		
52									.	x		
53									.	x		
54									.	x		
30	x	x	x	.	x	x	x	.	x	x		
40	x	x	x	x	x	x	x	.	x	x		
60	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
20	x	x	x	x	x	x						

### **Legend:**

- x:** monatlich mehr als 50% der Daten vorhanden
- .** : monatlich weniger als 50% der Daten vorhanden
- :** keine Daten vorhanden:

### Lage und Kennziffern der Stationen:

- (1) 10 Wattpfahl
- (2) 20 Nordküste
- (3) 30 Flugplatz
- (4) 40 Wasserwerk
- (5) 51-54 24/25m Mast Hafen
  - bis 12.90 Regensburg Anlage
  - ab 04.91 Siggelkow Anlage
  - bis 08.93 24m ab 09.94 25m Mast
- (6) 60 Wetterstation bis 03.93 z90 ab 09.93 Miriam