

DEUTSCHE METEOROLOGISCHE GESELLSCHAFT E.V.  
ZWEIGVEREIN HAMBURG

Mitwirkung:

Die Hamburger Dienststellen des  
Deutschen Wetterdienstes und das  
Bundesamt für Seeschiffahrt und  
Hydrographie

Bernhard-Nocht-Str. 76  
(Seewetteramt)  
Tel.: (040)3190-8821  
20359 Hamburg, den 26.9.94

E I N L A D U N G

Hiermit möchte ich Sie zu folgendem Kolloquiumsvortrag unseres Zweigvereins  
einladen, der im

Hörsaal des Seewetteramtes

Bernhard-Nocht-Straße 76  
20359 Hamburg

stattfindet:

Am Dienstag, 11. Oktober 1994, um 14:45 Uhr

Herr Dr. Hans von Storch, Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg:  
"Mehr oder weniger Stürme jetzt und in Zukunft?"

Zusammenfassung:

Aktuelle Fragen in der gegenwärtigen Diskussion über eine mögliche Zunahme von Sturmintensitäten und Häufigkeiten im Nordatlantik werden diskutiert. Homogene Beobachtungsdaten deuten eine derartige Änderung in der Sturmstatistik der vergangenen 100 Jahre nicht an. Resultate von Klimamodellen lassen jedoch eine Intensivierung des nordatlantischen 'storm track' erwarten. Diese Aussage steht jedoch unter dem Vorbehalt der begrenzten Zuverlässigkeit von heutigen Klimamodellen in ihrer Fähigkeit, Sturmbahnen zu beschreiben.

Ein alternativer Zugang zur Abschätzung einer veränderten Sturmtätigkeit stellt das sogenannte Downscaling dar. Erste Resultate sollen diskutiert werden.

Der Vortrag beruht im wesentlichen auf einem vom Max-Planck-Institut für Meteorologie herausgegebenen Report: H.v.Storch, J.Guddal, K.Iden, T.Jonsson, J.Perlwitz, M.Reistad, J.deRonde, H.Schmidt und E.Zorita: *Changing Statistics of Storms in the North Atlantic?*, MPI-report Nr. 116, Oktober 1993.

Bitte bringen Sie zu allen Veranstaltungen im Seewetteramt Ihren Personal-  
ausweis und diese Einladung mit und zeigen Sie beides auf Verlangen beim  
Pförtner vor.

Mit freundlichen Grüßen

gez. Dr. V. Wagner

Schriftführer

# **Mehr oder weniger Stürme jetzt und in Zukunft?**

**Hans von Storch  
Max-Planck-Institut für Meteorologie  
Hamburg**

Vortrag im Kolloquium des  
Seewetteramts, Hamburg  
am 11. Oktober 1994

# Überblick

- **Bewegliche Ziele:**

Analysen von Wetterkarten und von Schiffsmeldungen

- **Unbewegliche Ziele:**

Ocean Weather Stations, Stationsmeldungen, geostrophische Winde und hochfrequente Wasserstandsstatistiken.

- **Seegang.**

- **“Climate Change” - fact oder fiction?**

- **Storm Track in Klimamodellen**

- **“Downscaling” um kleinskalige Information aus Klimamodell Resultaten abzuleiten.**

mit ca. 295 Starkiefs/Jahr bis zu Ende der 30er Jahre innerhalb von zehn Jahren ein rascher Anstieg auf ca. 395 Starkiefs/Jahr erfolgt. Der zweite Abschnitt zeichnet sich durch relative Konstanz dieses Wertes aus und reicht von 1945 bis 1970. Die Jahreszahlen wurden mit Hilfe des Mann-Kendall-Tests ermittelt (progressive Analyse nach Sneyers 1975), zur Auffindung der zweiten Sprungstelle wurde mit allen Werten ab 1945 gerechnet. Nach 1970 ist dann ein kurzer rascher Anstieg auf mittlere Werte von ca. 430 Starkiefs/Jahr zu verzeichnen, der den dritten Abschnitt einleitet.

Die Werte der 30er Jahre, insbesondere die in der ersten Hälfte des Jahrzehnts, liegen dicht an der 95 %-Signifikanzgrenze und wirken unglaublich. Verstärkt wird diese Vermutung vor allem auch durch eine Analyse der räumlichen Verteilung der Starkiefs in den einzelnen Jahrzehnten (siehe Kap. 4). Eine Ursache könnten fehlende Meldungen und dementsprechend „vorsichtiges“ Zeichnen der Wetterkarten sein.

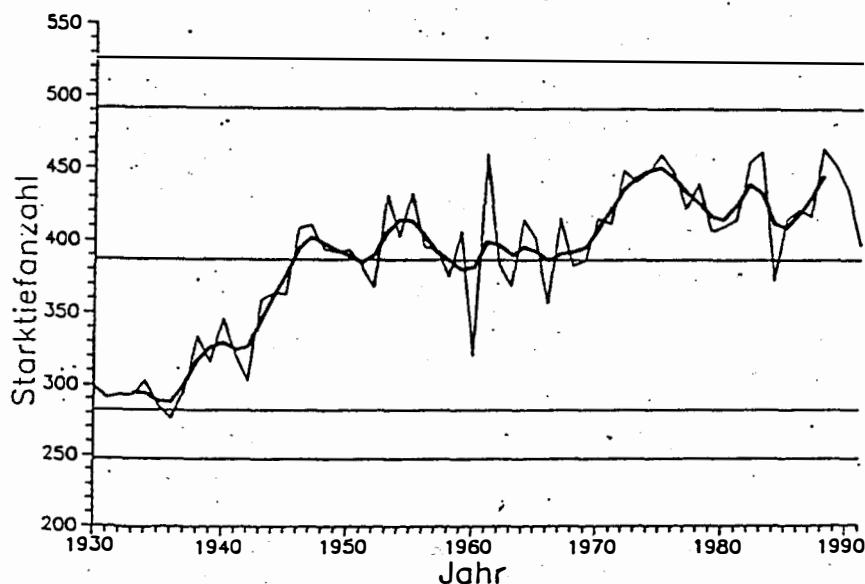


Abb. 2. Absolute jährliche Anzahl von Starkiefs 1930–1991<sup>1)</sup>

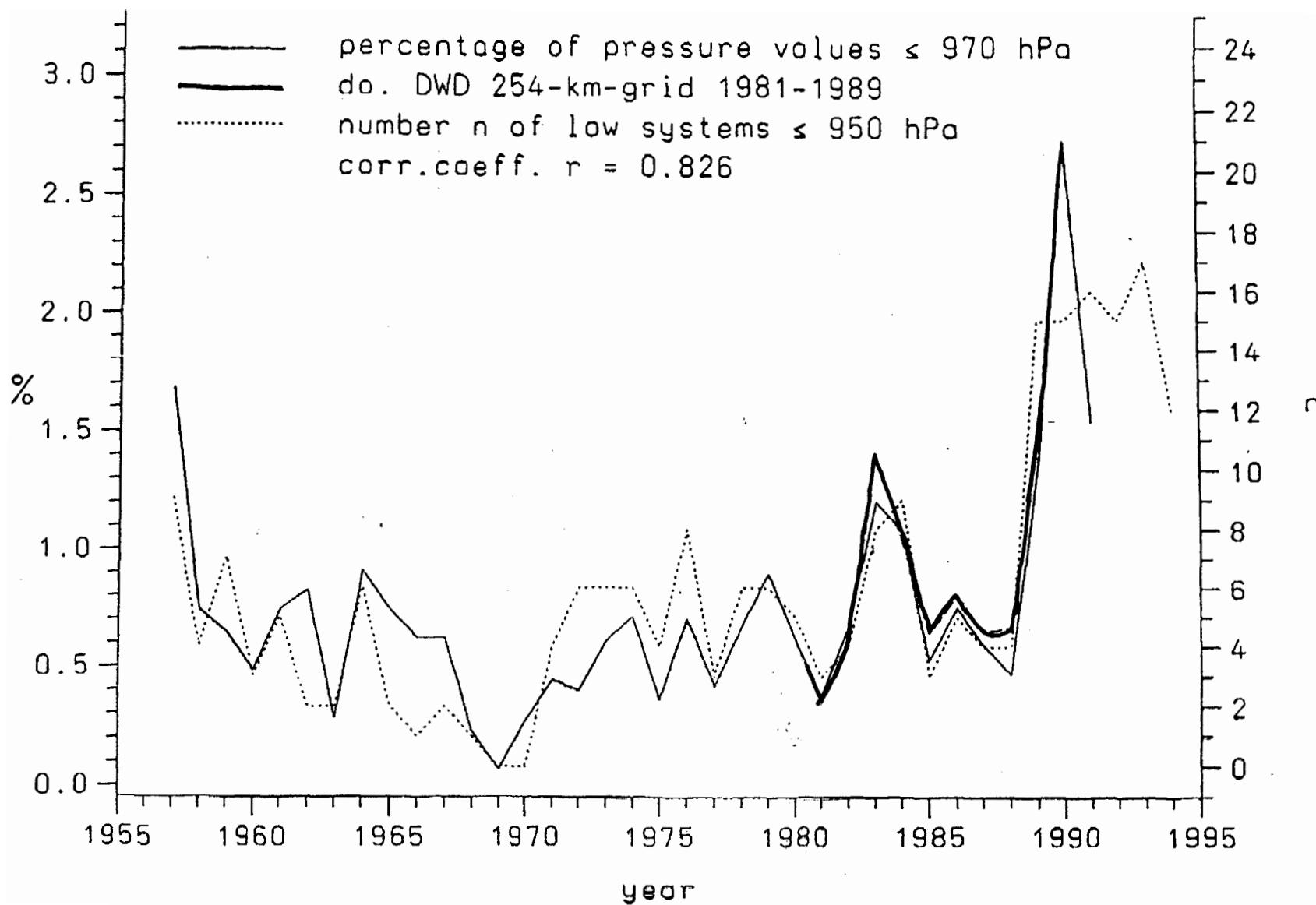
### 3. Häufigkeit von Starkiefs nach Kerndrücken aufgeschlüsselt

Der größere der Kerndruck, desto mehr Tiefs treten auf. Allein der Anteil der Tiefs mit Kerndrücken von 985 und 990 hPa macht mit 52,0 % mehr als die Hälfte aller Werte aus. Auf der anderen Seite beträgt der Anteil von Extremtiefs mit 277 lediglich 1,2 % (4,5 pro Jahr). Besondere Beachtung verdient der am 15. 12. 1986 aufgetretene Kerndruck von 910 hPa. Nach Lamb (1991) ist dies die tiefste Zyklone, die je über dem Nordatlantik beobachtet wurde.

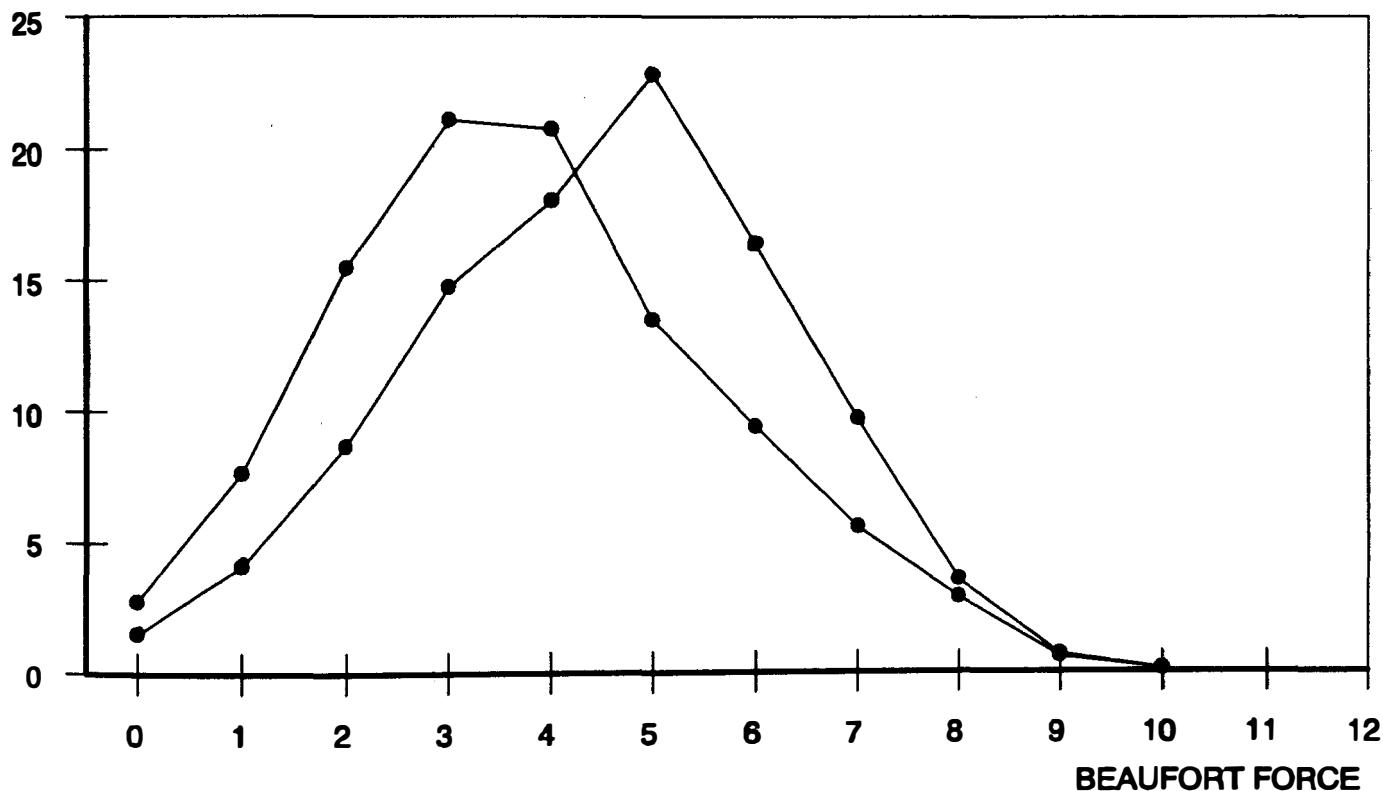
Wie sich die Starkiefanzahl auf ausgewählte Kerndruckobergrenzen im Laufe der Jahre verteilt, zeigt Abb. 3. Je niedriger der betrachtete Kerndruck ist, desto deutlicher machen sich die Orkanserien Ende der 80er Jahre (ein Jahrzehnt wird im folgenden als Zeitraum von 01–10, 11–20, ... definiert) bemerkbar, die einmalig für den gesamten Untersuchungszeitraum sind. Weiterhin ist erkennbar, daß besonders in der zweiten Hälfte der 60er Jahre die Anzahl der Tiefs etwas geringer ist. Dieser Zeitraum wird von dem rapiden Anstieg Anfang der 70er Jahre – sichtbar bei allen Kerndruckobergrenzen – beendet. Auf die ungewöhnlich niedrigen Werte der 30er Jahre – hier ebenfalls erkennbar – wurde bereits in Kap. 2 hingewiesen.

Stein & Heuse, 1997

an H. von Storch  
mit schönen Gräßen von Olaf Stein und Andreas Heuse



3



Frequency distribution of Beaufort-force from ship reports of observations taken at the western entrance of the English Channel.

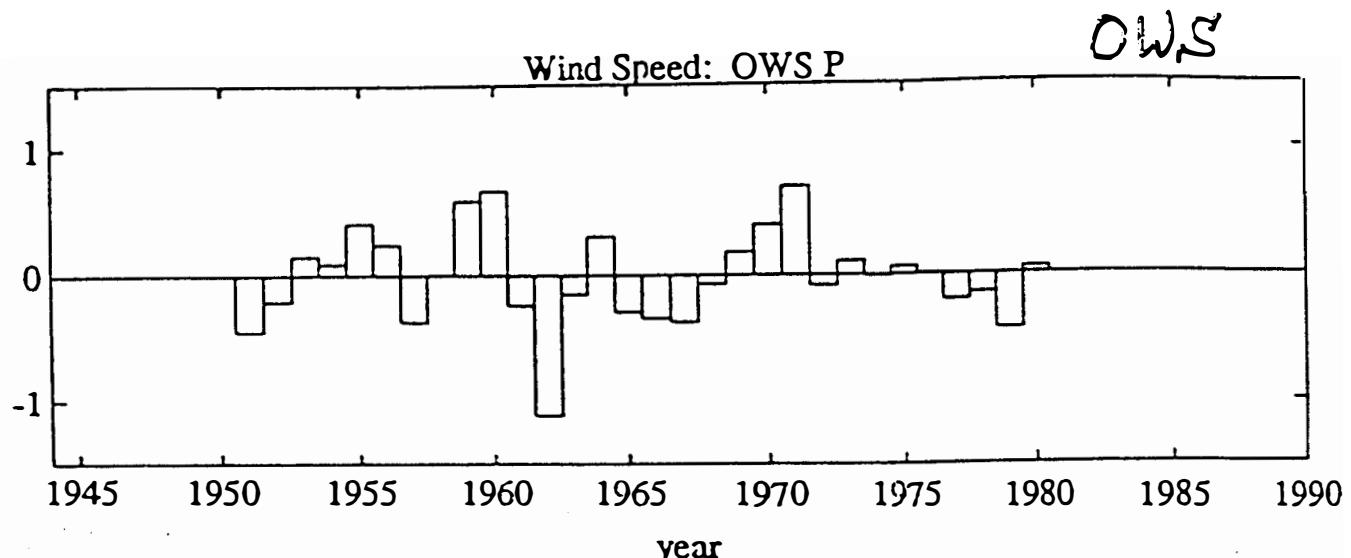
•Open circles: measured wind speed reported together with Beaufort estimates  
(981 observations since 1963).

Full dots: Beaufort estimates only reported (24 442 observations since 1949).

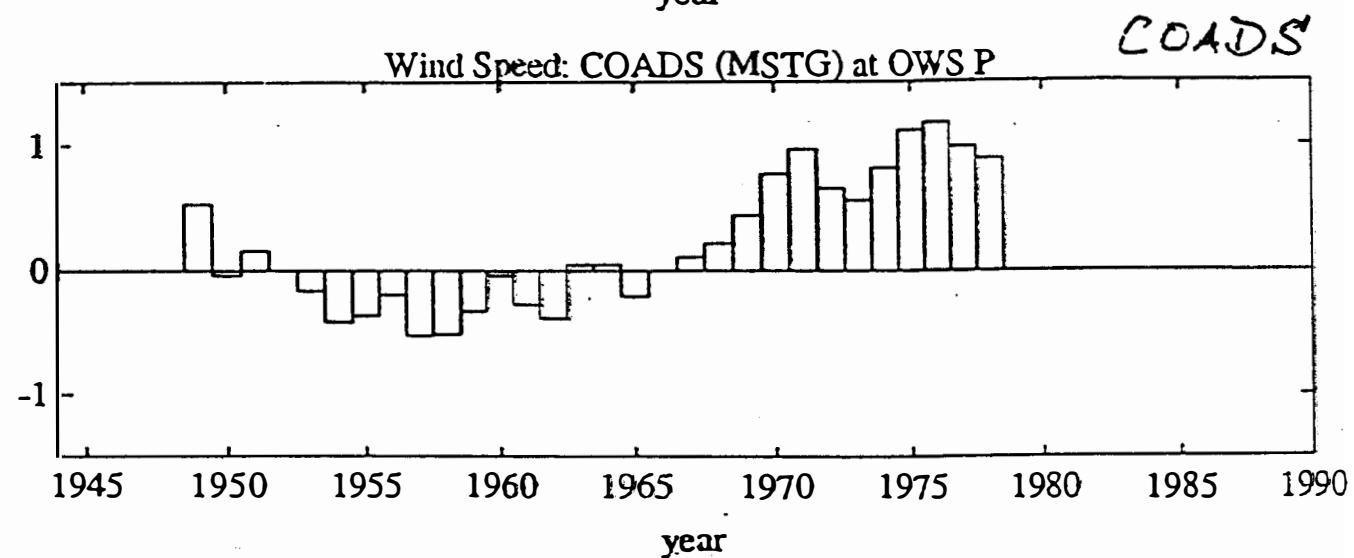
HVSa.dnw

Peterson & Hasse, 1987

OWS P



COADS

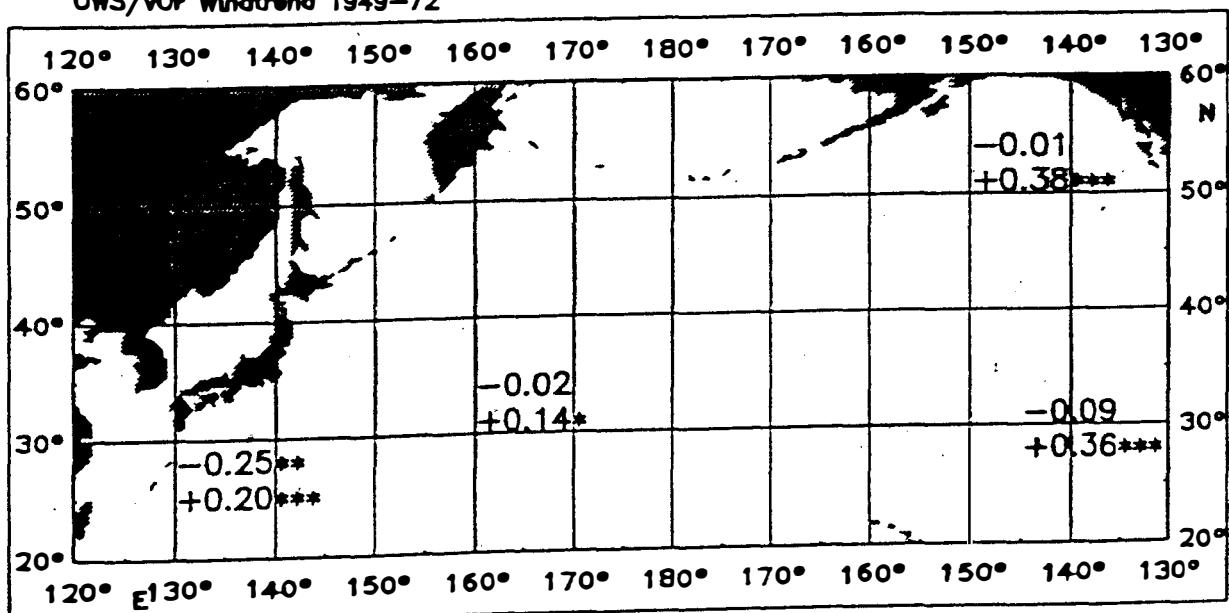
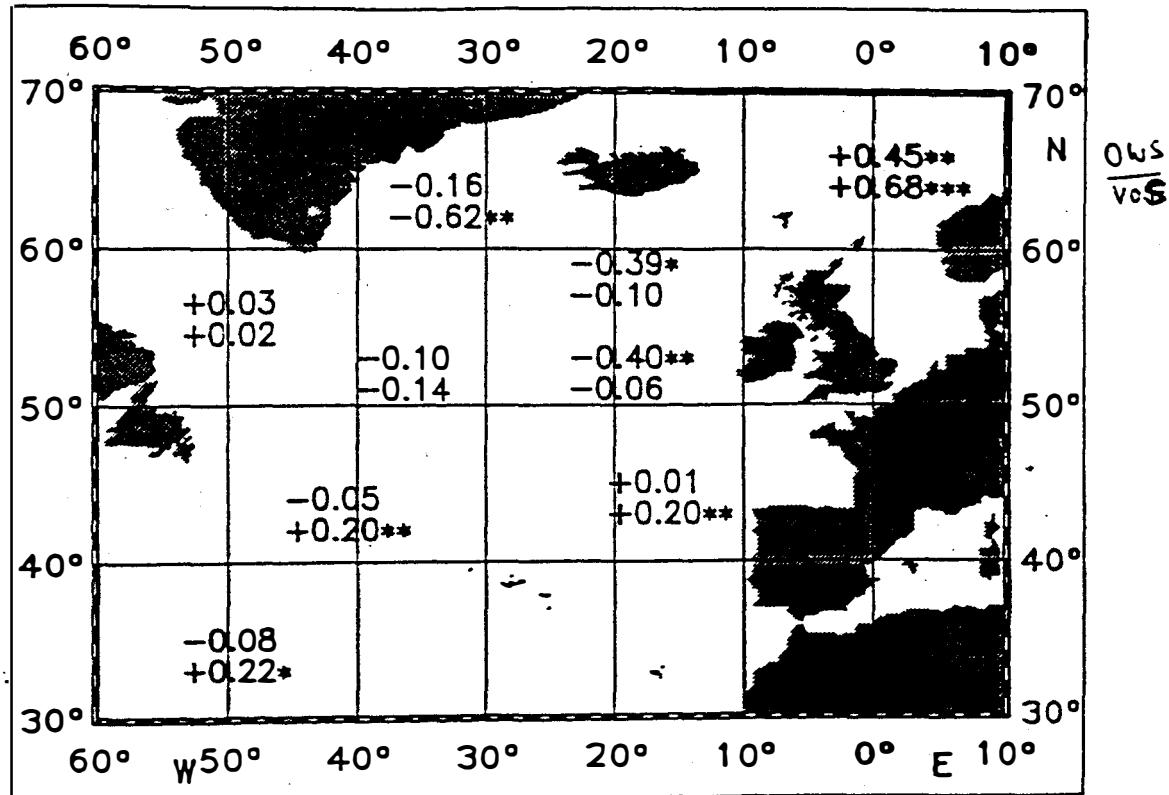


$$\text{OWS} : b = -0.02 \text{ ms}^{-1}/10y \quad R = -0.07$$

$$\text{COADS} : b = +0.52 \text{ ms}^{-1}/10y \quad R = +3.70$$

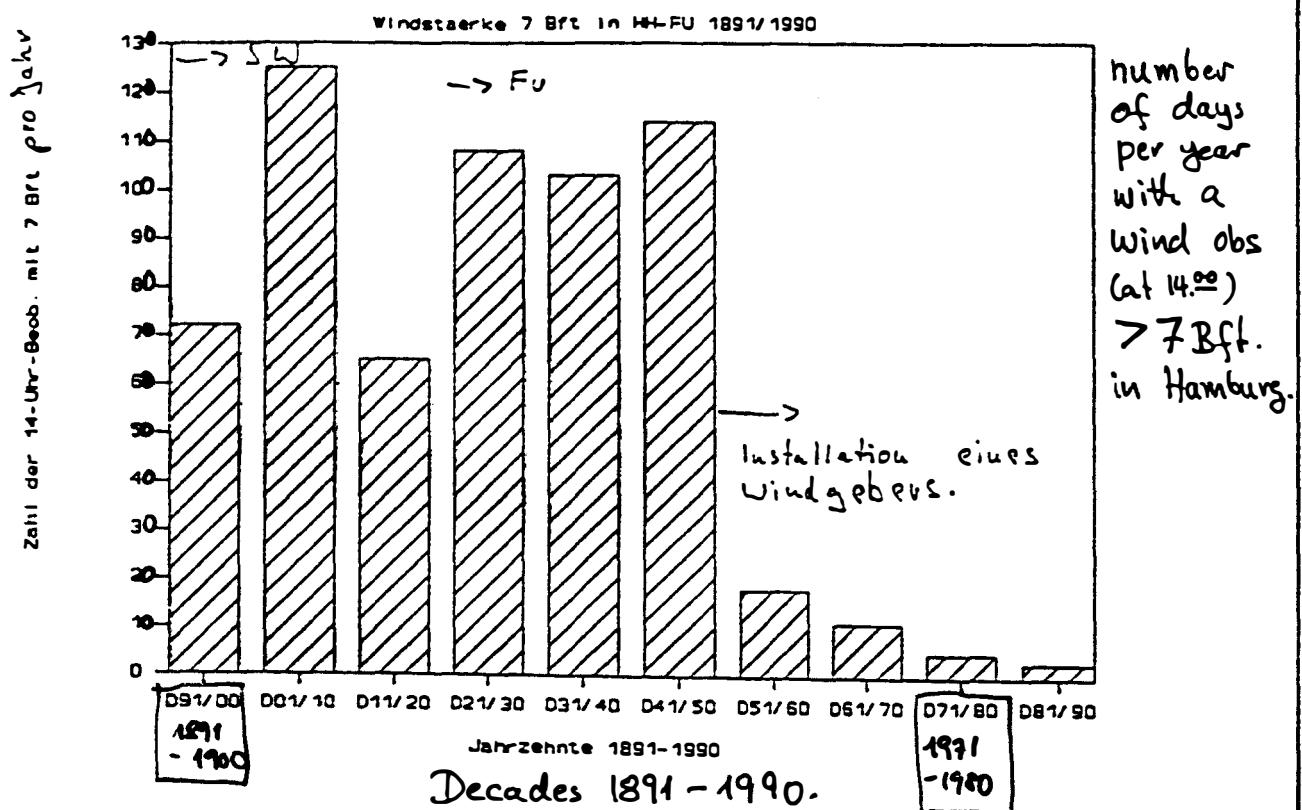
$$S_m = 0.59, n = 358$$

HJ Semer

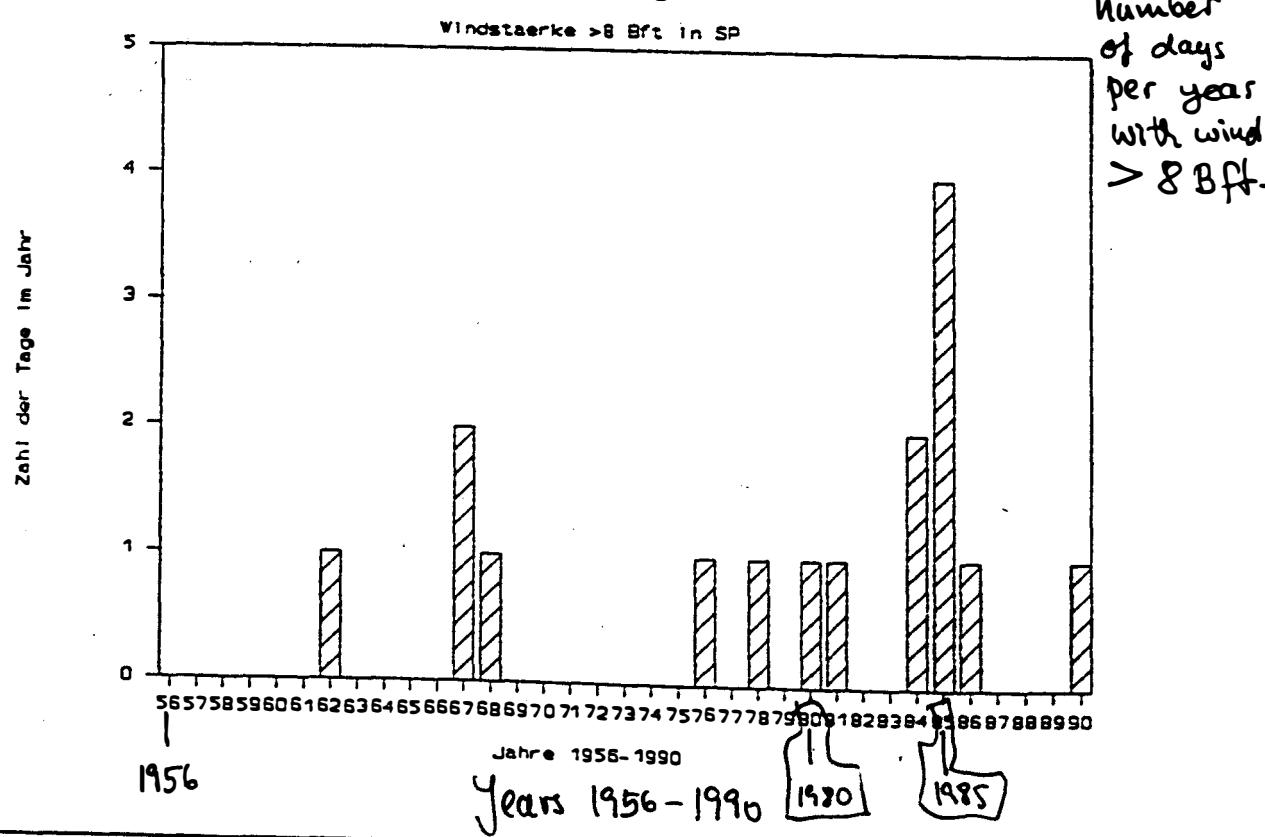


Isenier, 1994  
(unpublished)

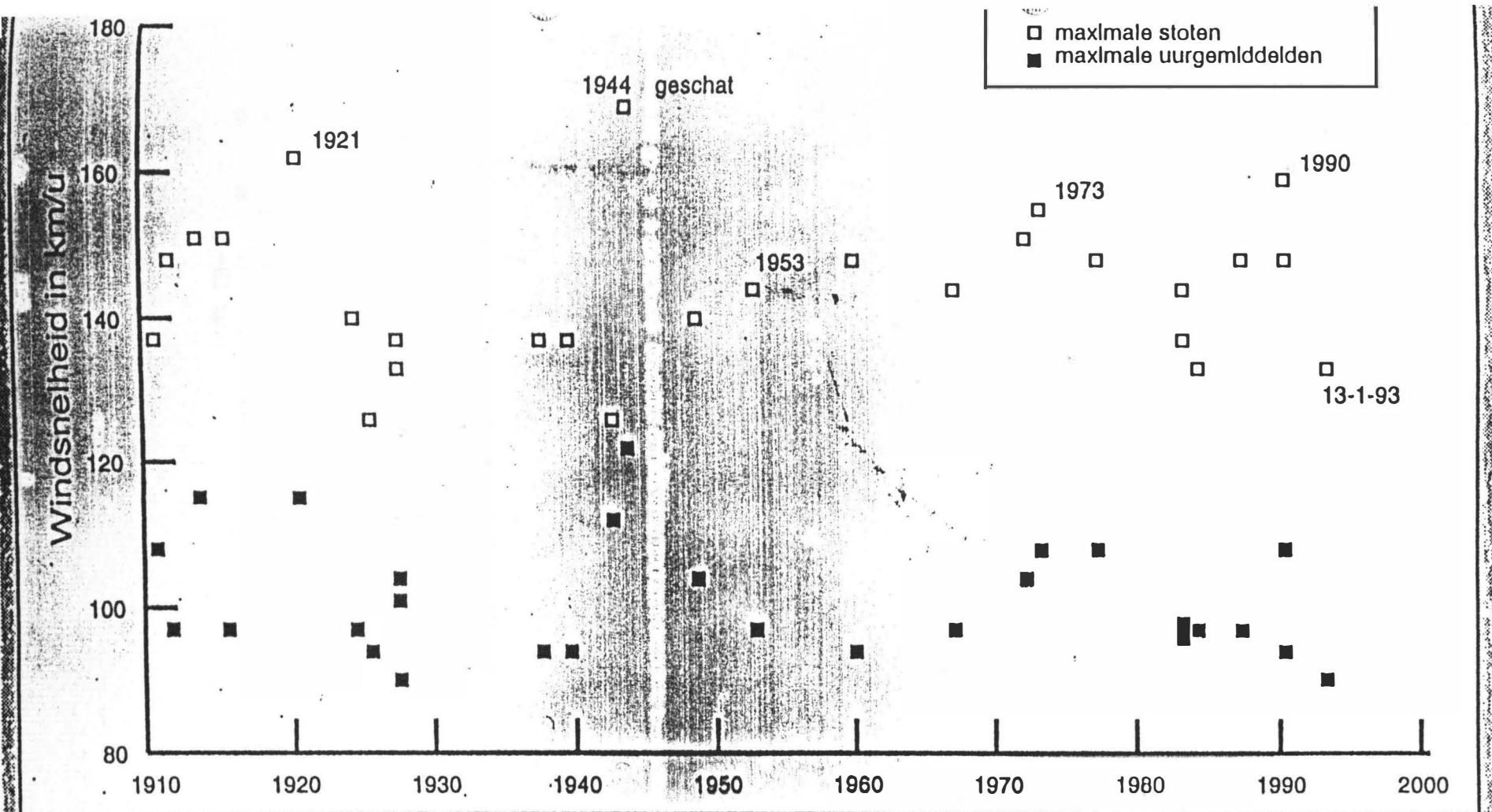
### ~~Mittleres~~ Anzahl an Tagen mit



### Zahl der Tage mit



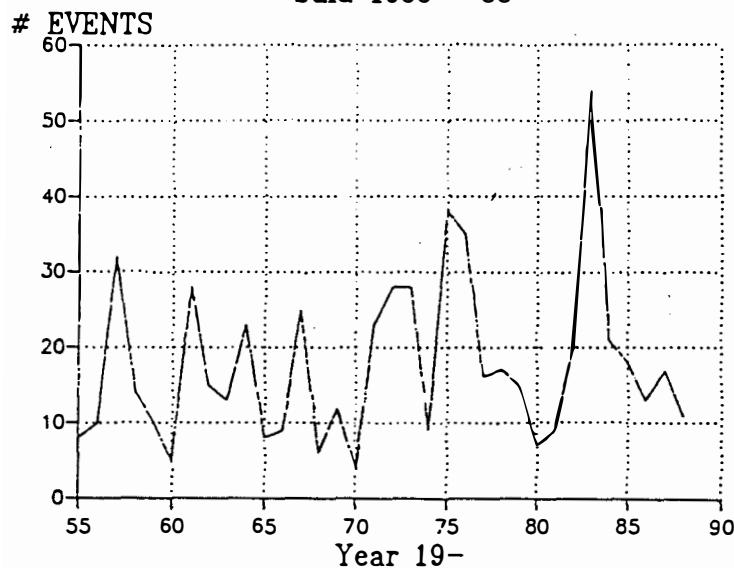
(Schmidt, SWA)



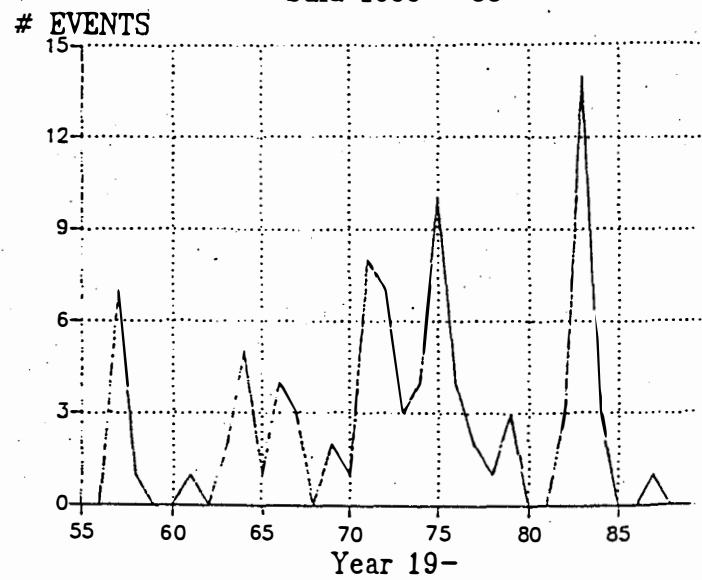
Figuur 8.

Gemiddelde en maximale windsnelheid, gemeten bij zware stormen in het tijdvak 1910-1993 (KNMI, 1993).

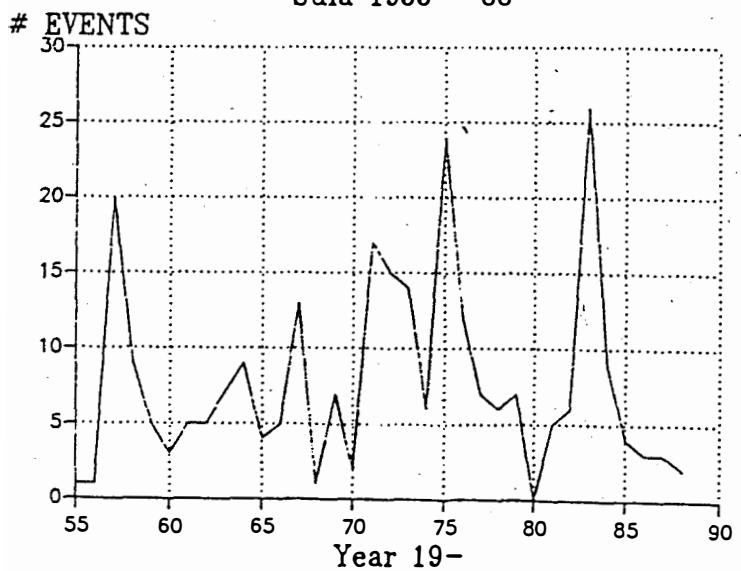
Events with windspeed > 22 m/s  
Sula 1955 - 88



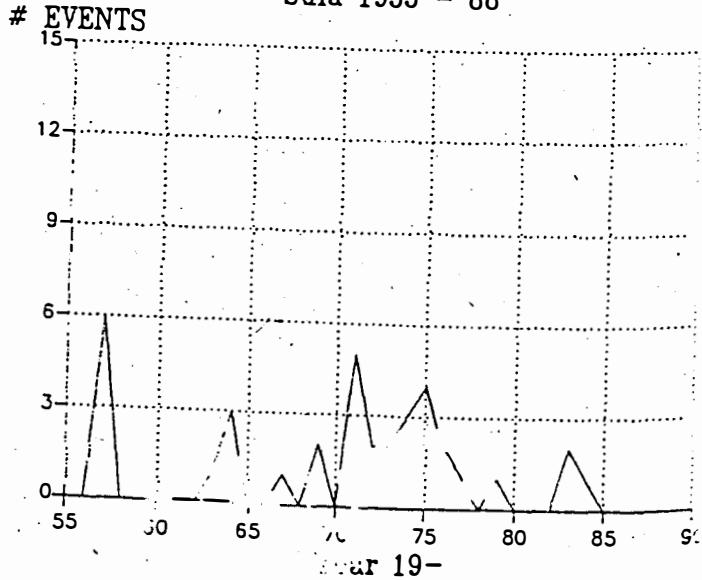
Events with windspeed > 28 m/s  
Sula 1955 - 88



Events with windspeed > 25 m/s  
Sula 1955 - 88



Events with windspeed > 31 m/s  
Sula 1955 - 88



Ideu, 1992

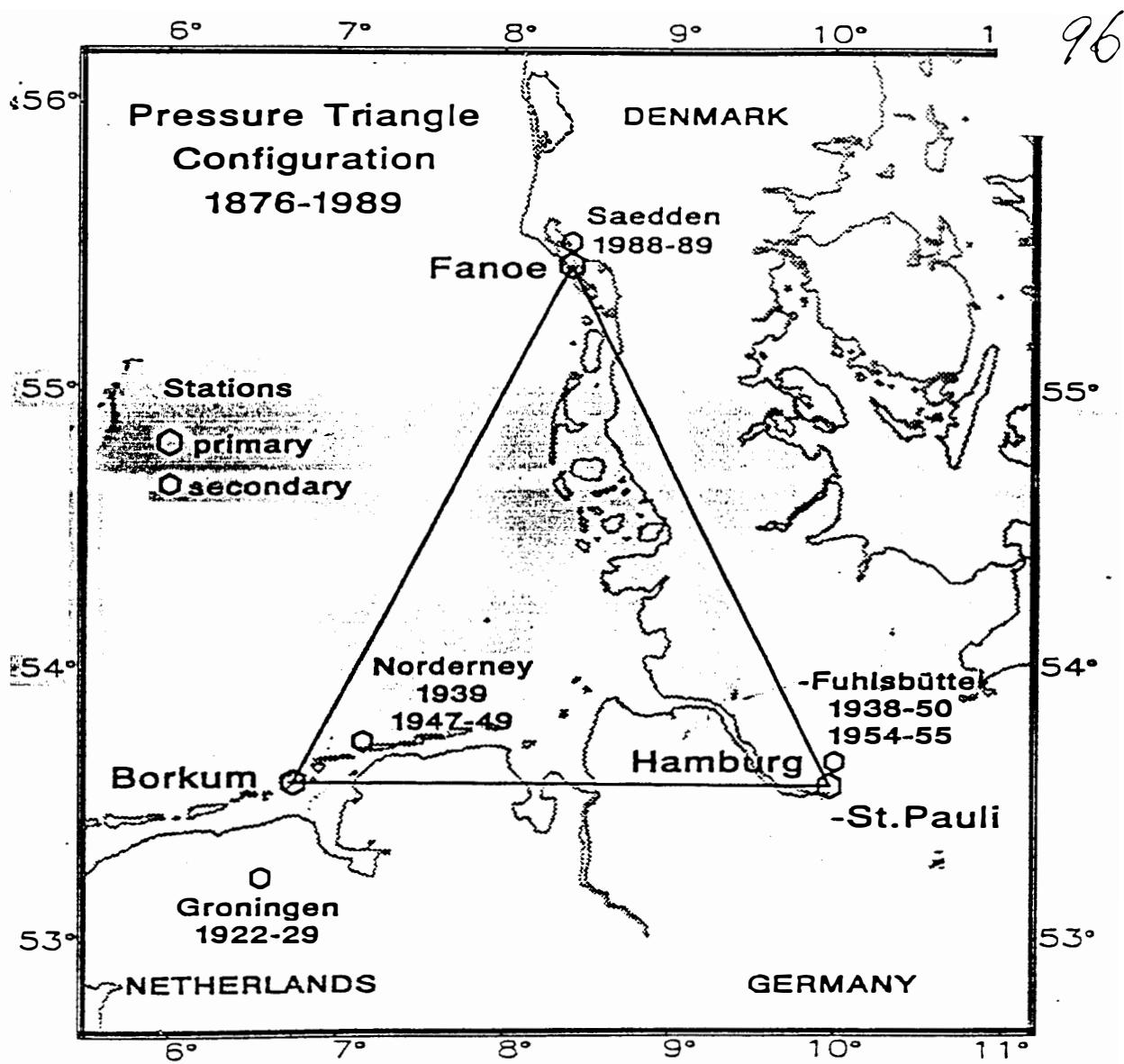
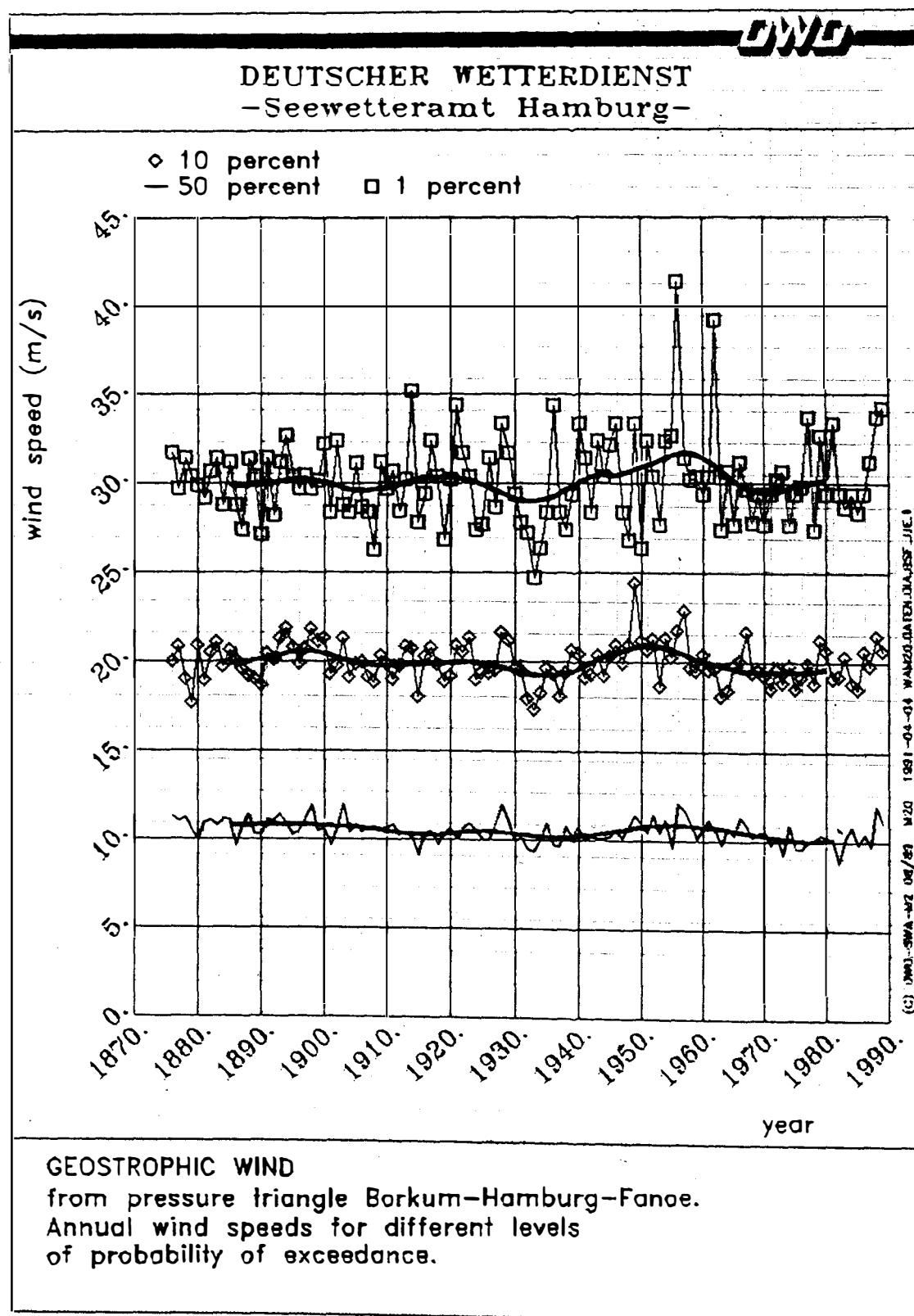
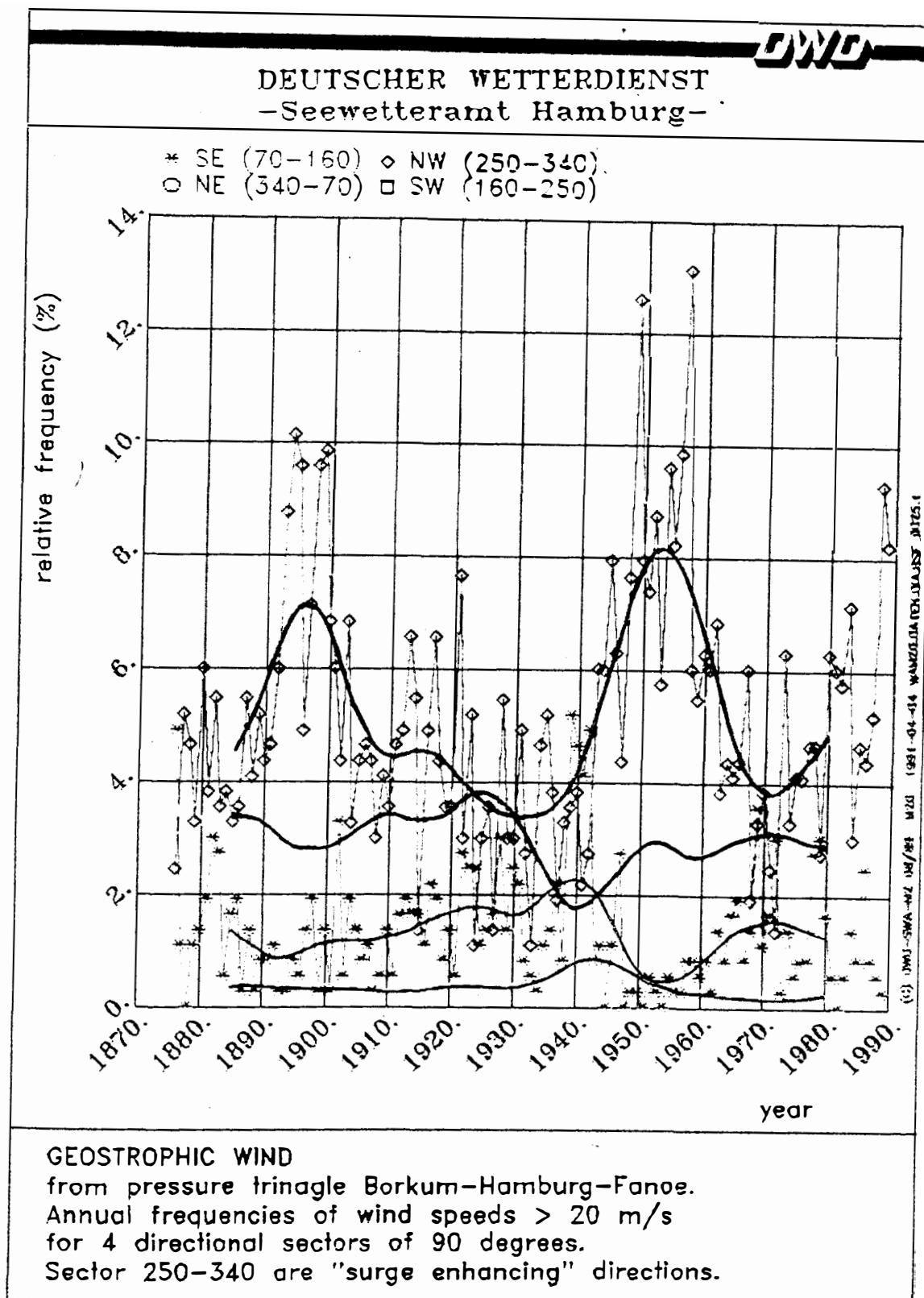


Fig. 1 H. Schwerdt und A. Storch

27.

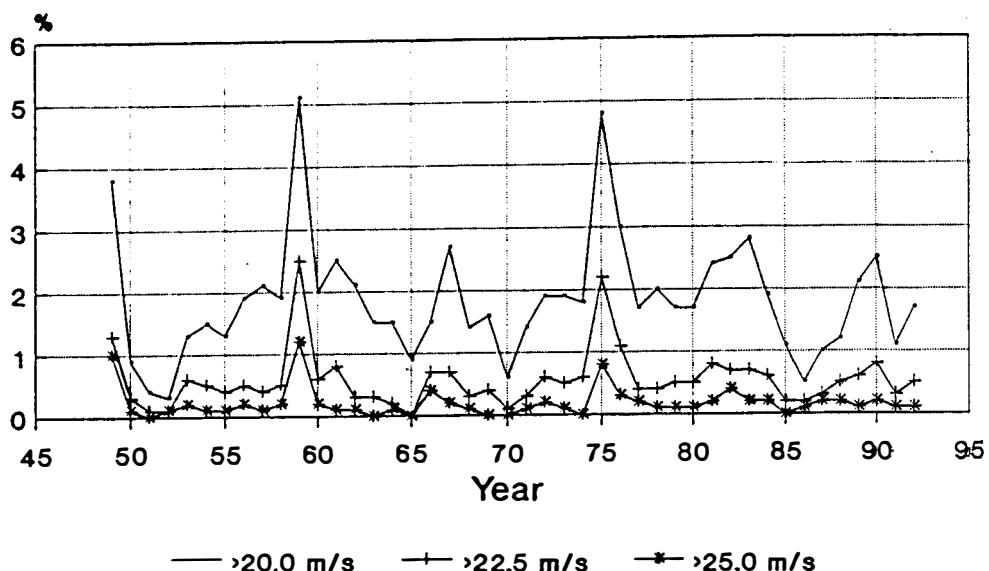


Schmidt, 1991, unpublished  
Seewetteramt Hamburg

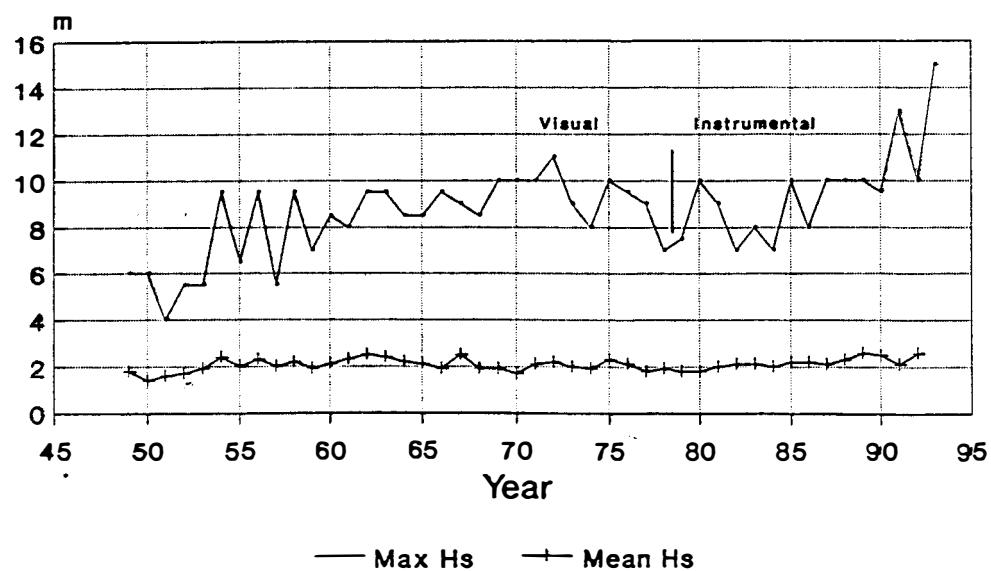


Schmidt, 1991, unpublished  
Seewetteramt Hamburg

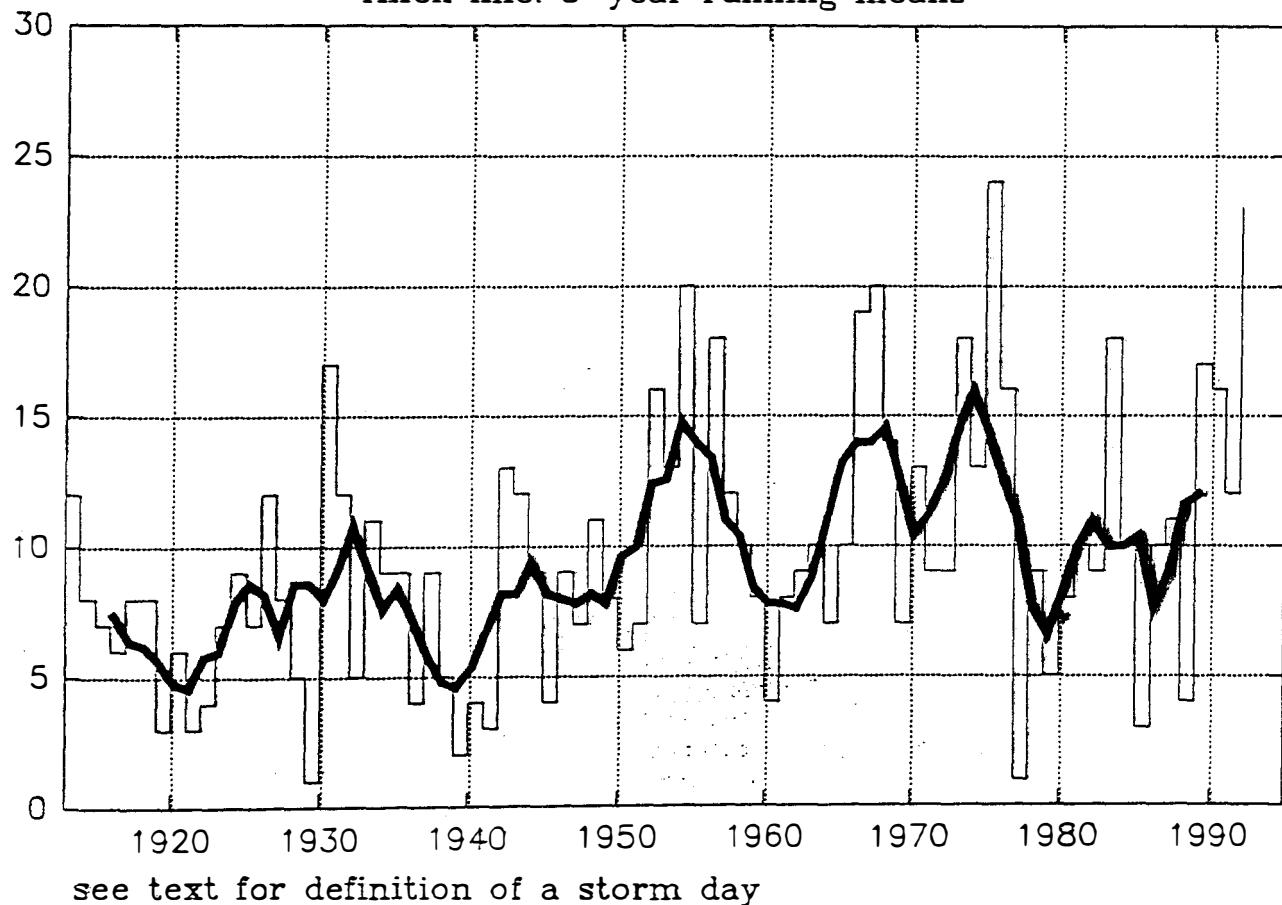
## Station "M" (66N,2E) Wind speed (ff)



## Station "M" (66N,2E) Significant wave height(Hs)



Storm frequency in Iceland 1912 – 1992  
Number of days pr. season (1.value: July 1912–June 1913 etc.)  
Thick line: 5-year running means



see text for definition of a storm day

Änderung der Häufigkeit bestimmter Windgeschwindigkeitsklassen

94

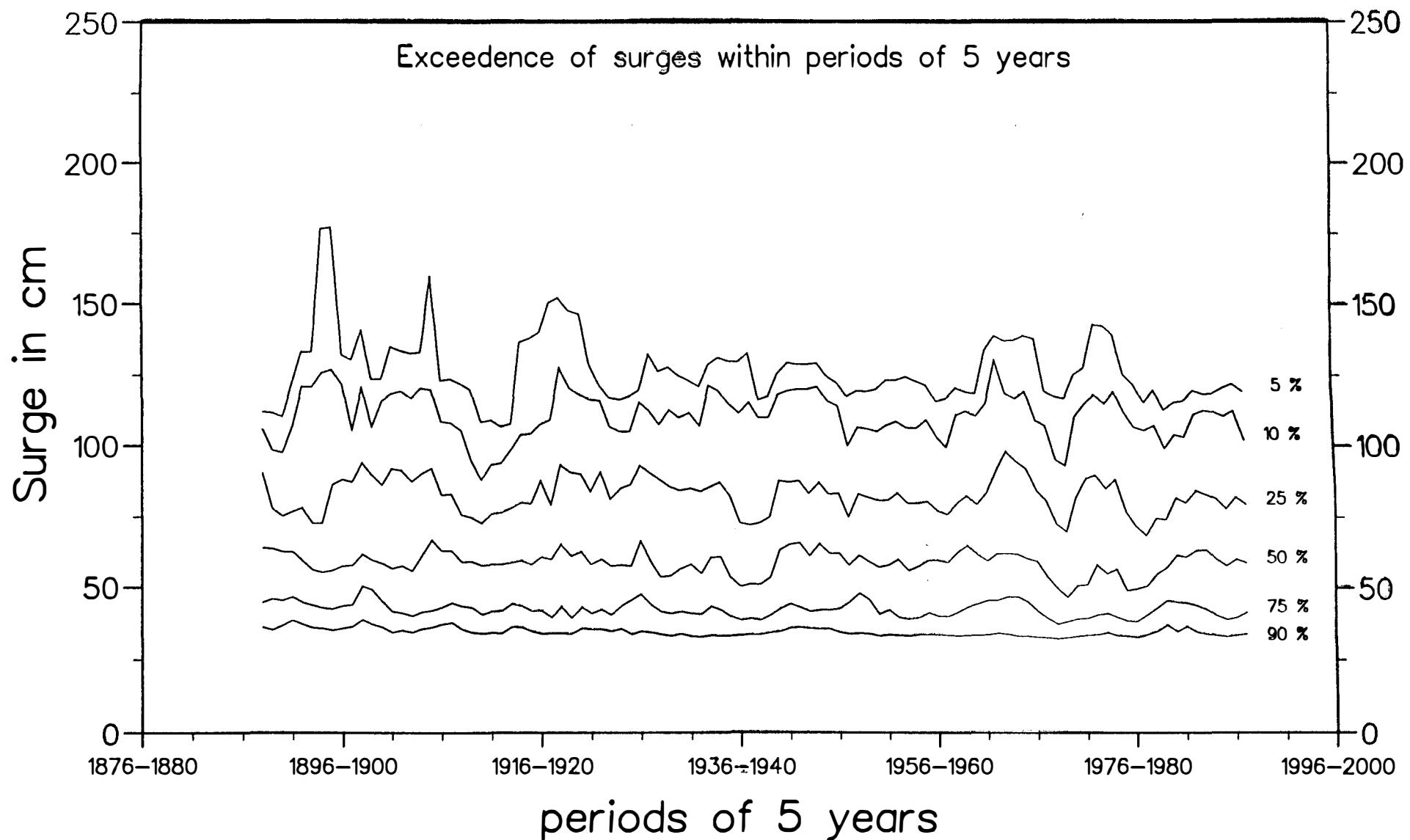
Stille  
sehr schwach      mäßig      Sturm

Bft.      0,1,2      schwach      3,4      5,6      stark      7,8      > 9

OWS/period	O	L	M	S	ST	W	G
<b>M 1949-89</b>	---	(-)	++	+	(+)	++	--
<b>M 1949-75</b>	---	(-)	+	(+)	(+)	++	(-)
<b>A 1948-73</b>	-	+	++	(-)	---	(-)	---
<b>B 1949-72</b>	(+)	--	+	(+)	(-)	(+)	-
<b>C 1949-73</b>	+	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	-
<b>D 1950-72</b>	++	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)	(+)
<b>E 1950-72</b>	(+)	(+)	(-)	(-)	(+)	(-)	(+)
<b>I 1950-74</b>	(-)	(-)	+++	---	-	-	(-)
<b>J 1950-74</b>	(-)	(+)	+++	---	-	--	-
<b>K 1950-74</b>	---	(+)	+++	-	(-)	(+)	---
<b>P 1950-80</b>	---	--	++	+++	---	(-)	---
<b>N 1948-72</b>	(+)	(-)	(-)	++	+	(-)	++
<b>V 1956-71</b>	(-)	(+)	(-)	(+)	(+)	(+)	(-)
<b>T 1950-81</b>	(-)	+++	(-)	--	(-)	++	--
<b>M 1976-89</b>	---	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)	--
<b>C 1976-89</b>	(+)	(-)	++	---	(-)	(-)	(-)
<b>L 1976-89</b>	-	(+)	+	(-)	(-)	(-)	---
<b>R 1977-85</b>	(-)	(+)	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)

Seumer, 1994  
(unpublished)

## Hoek van Holland



**TABLE 1**  
**INCREASES IN MEDIAN HEIGHTS**  
 (from Synoptic Charts, Neu 1984)

Location 5° Square No.	Date Ranges	Number of Years	$H_s(m)$ Median	Increase of Height		
				m	m/year	%/year
E10	From 1970 To 1982	12	2.80 4.50	1.70	0.142	5.06
E14	From 1970 To 1982	12	2.65 3.65	1.00	0.083	3.14
D7	From 1970 To 1982	12	2.25 3.25	1.00	0.083	3.70
C4	From 1970 To 1982	12	1.75 2.50	0.75	0.063	3.57
Mean Values					0.094	3.93

**TABLE 2**  
**INCREASES IN MEAN HEIGHTS**  
 (from measurements, Bacon and Carter 1991)

Location	Date Ranges	Number of Years	$H_s(m)$ Mean	Increase of Height		
				m	m/year	%/year
OWS India	From 1960-65 To 1970-75	10	2.75 3.45	0.70	0.070	2.55
OWS Lima	From ca 1978 To ca 1985	7	3.50 3.75	0.25	0.036	1.02
OWS Juliett	From 1960-65 To 1970-75	10	2.75 3.03	0.28	0.028	1.02
Sevenstones	From 1962/63 To 1985/86	23	1.80 2.35	0.55	0.024	1.33
Mean Values					0.040	1.48

**TABLE 3**  
**INCREASES IN MEAN HEIGHTS**  
 (from visual observations, Barratt 1991)

Location	Date Ranges	Number of Years	$H_s(m)$ Mean	Increase of Height		
				m	m/year	%/year
OWS Charlie	From 1950/55 To 1980/85	30	2.70 3.94	1.24	0.041	1.53
OWS Juliett	From 1950/55 To 1980/85	30	2.78 3.78	1.00	0.033	1.20
Sevenstones	From 1950/55 To 1980/85	30	1.66 2.50	0.84	0.028	1.69
Mean Values					0.034	1.47

- 3 Barratt, M J 1991: 'Waves in the North East Atlantic'. Account of an investigation by British Maritime Technology Ltd. Department of Energy Report OTI90545 published by HMSO.
- 4 Carter, D J T 1982: 'Prediction of wave height and period for a constant wind velocity using the JONSWAP results' Ocean Engineering Vol. 9.
- 5 Carter, D J T and Draper, L 1988: 'Has the North-east Atlantic become rougher?' Nature Vol. 332.
- 15 Shearman, R J 1983: 'The Meteorological Office main marine data bank'. The Meteorological Magazine No. 1326, Vol. 112.
- 16 Van Hooft, R W 1994: 'Trends in the wave climate of the North Atlantic and the North Sea: evidence and implications'. Underwater Technology Vol. 19 No. 4.
- 17 Walden, H 1970: 'Contributions to report of the environmental conditions committee'. Proc. 4th International Ship Structures Congress ISSC.

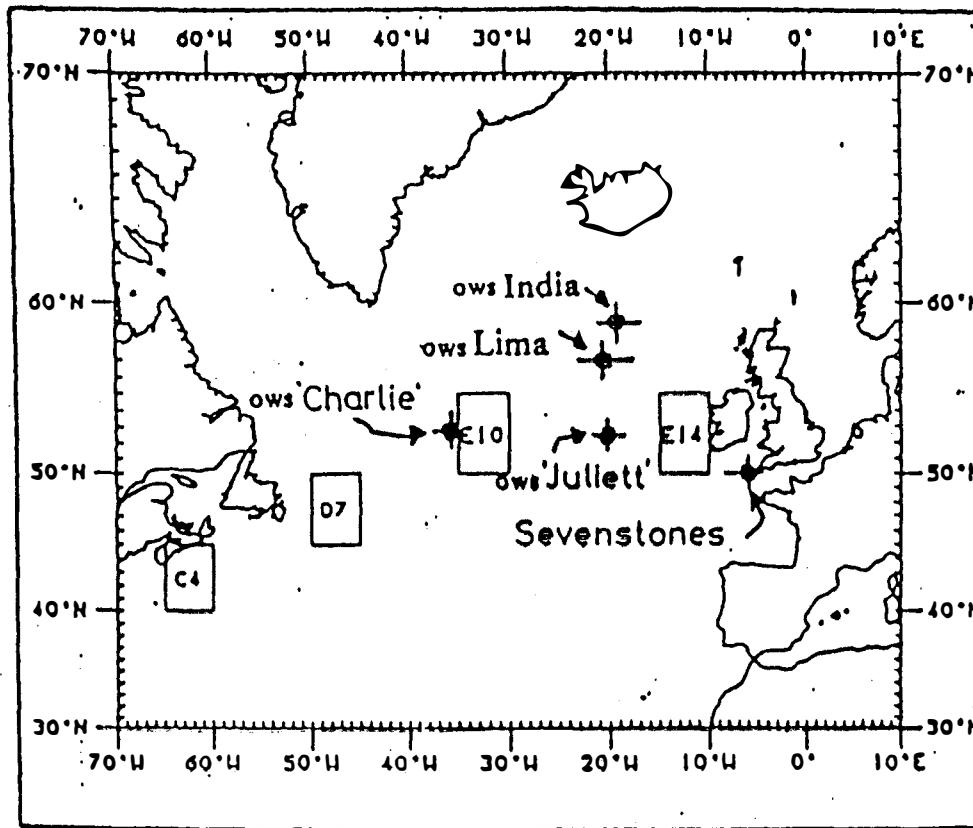
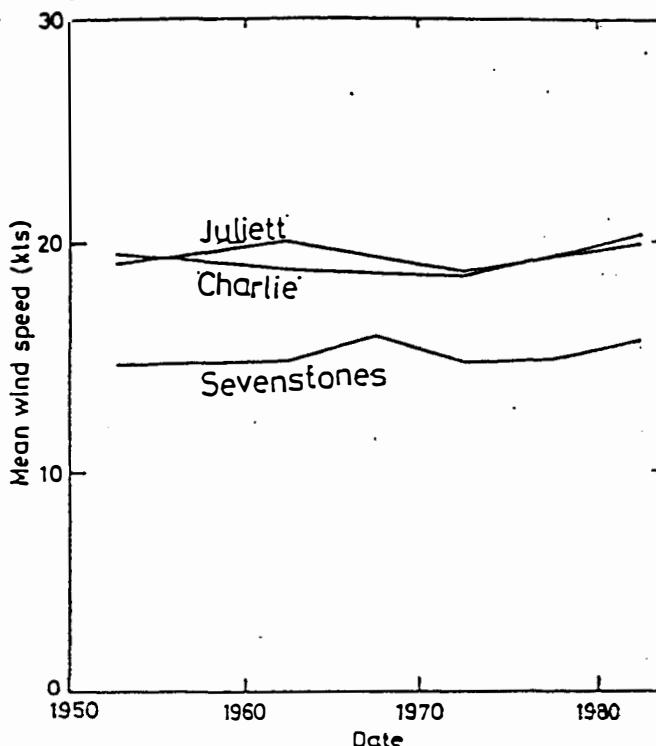
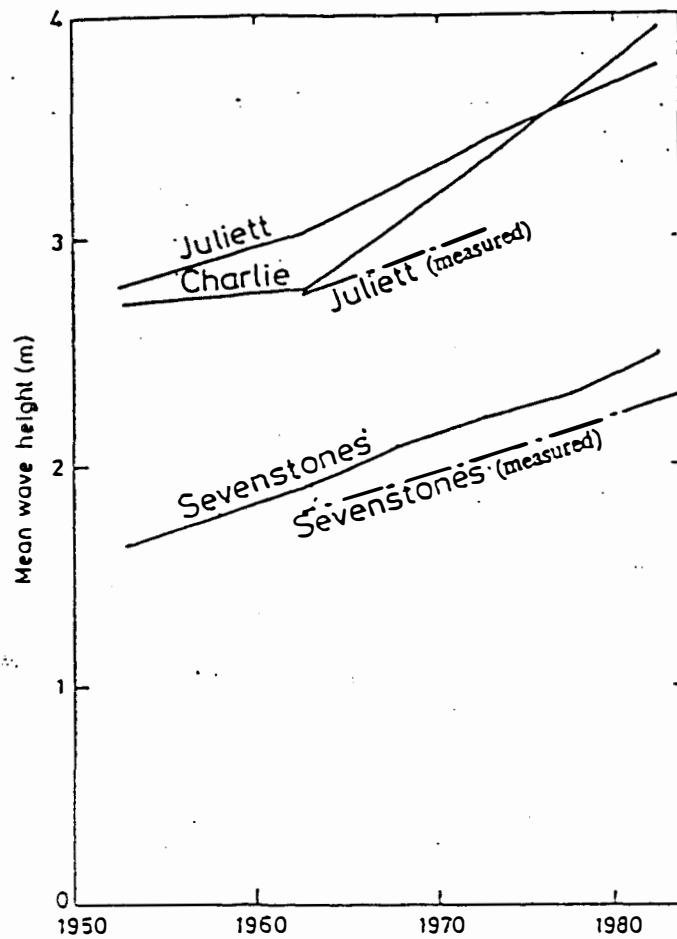


Fig. 1 Map of locations

Hogben, 1991



a) Mean wave height (including comparisons with measured data)

Fig. 2 Variation of mean wave height and mean wind speed (1950-1980) at Charlie, Juliett and Sevenstones from visual data (Barrett 1991)

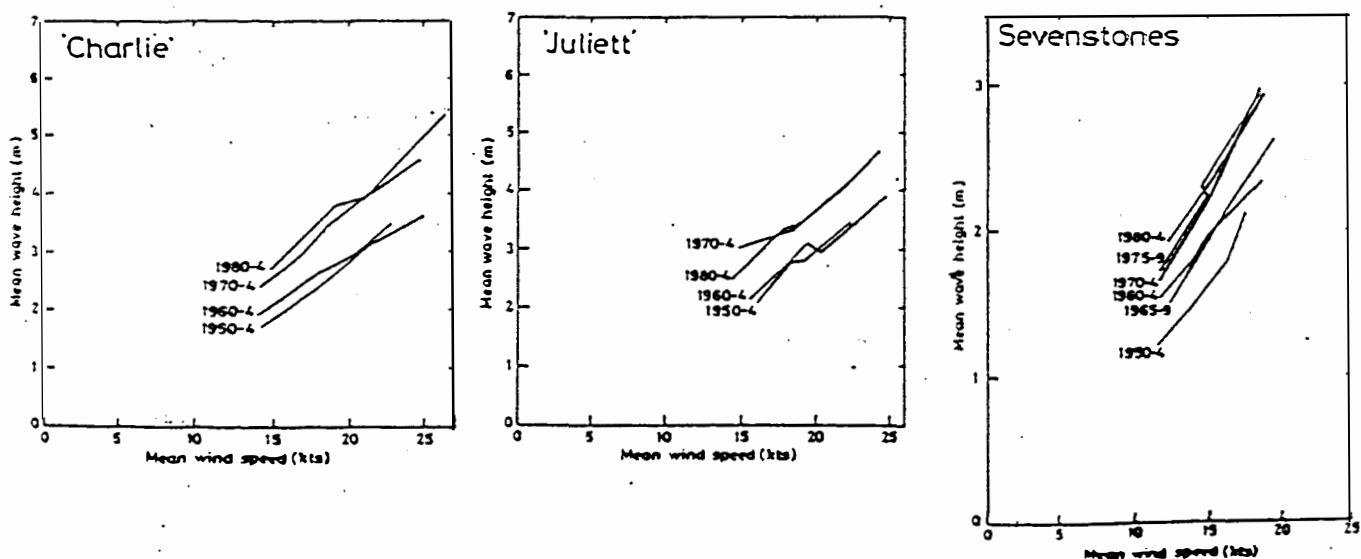
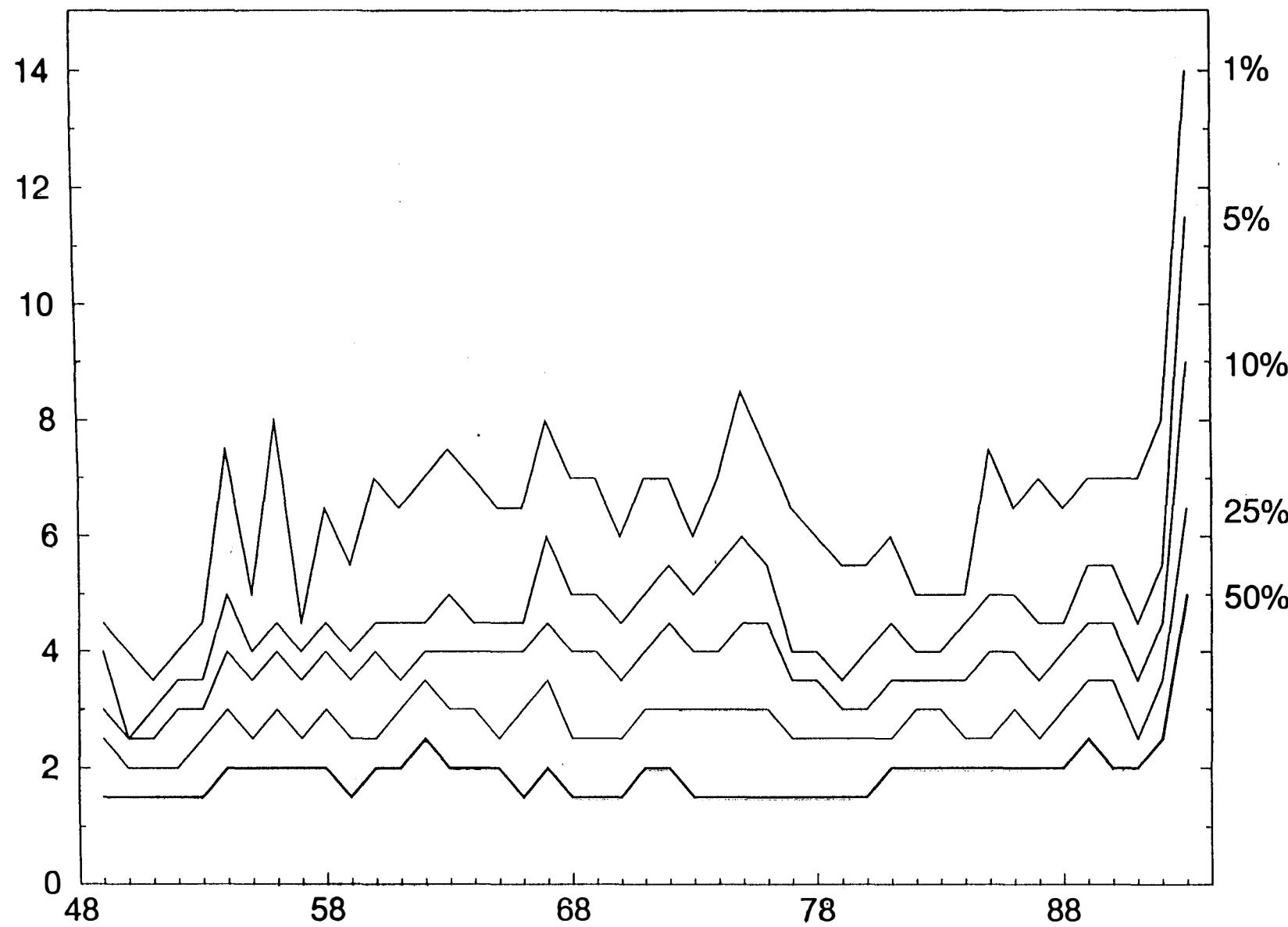
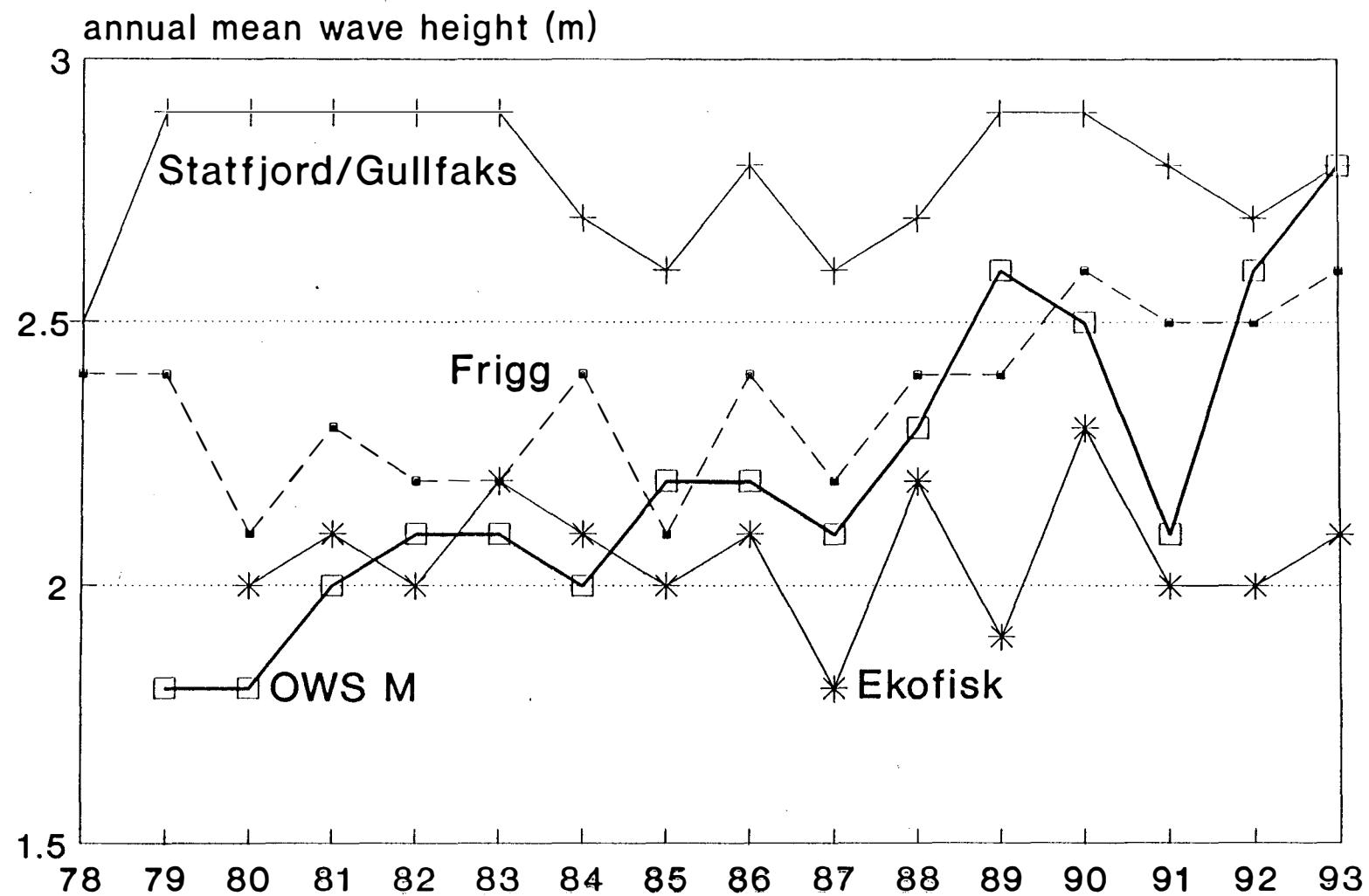


Fig. 3 Relation of mean wave height and mean wind speed at Charlie, Juliett and Sevenstones showing variations from 1950 to 1980 from visual data (Barrett 1991)

# Wave height Ocean Weather Station 'Mike'

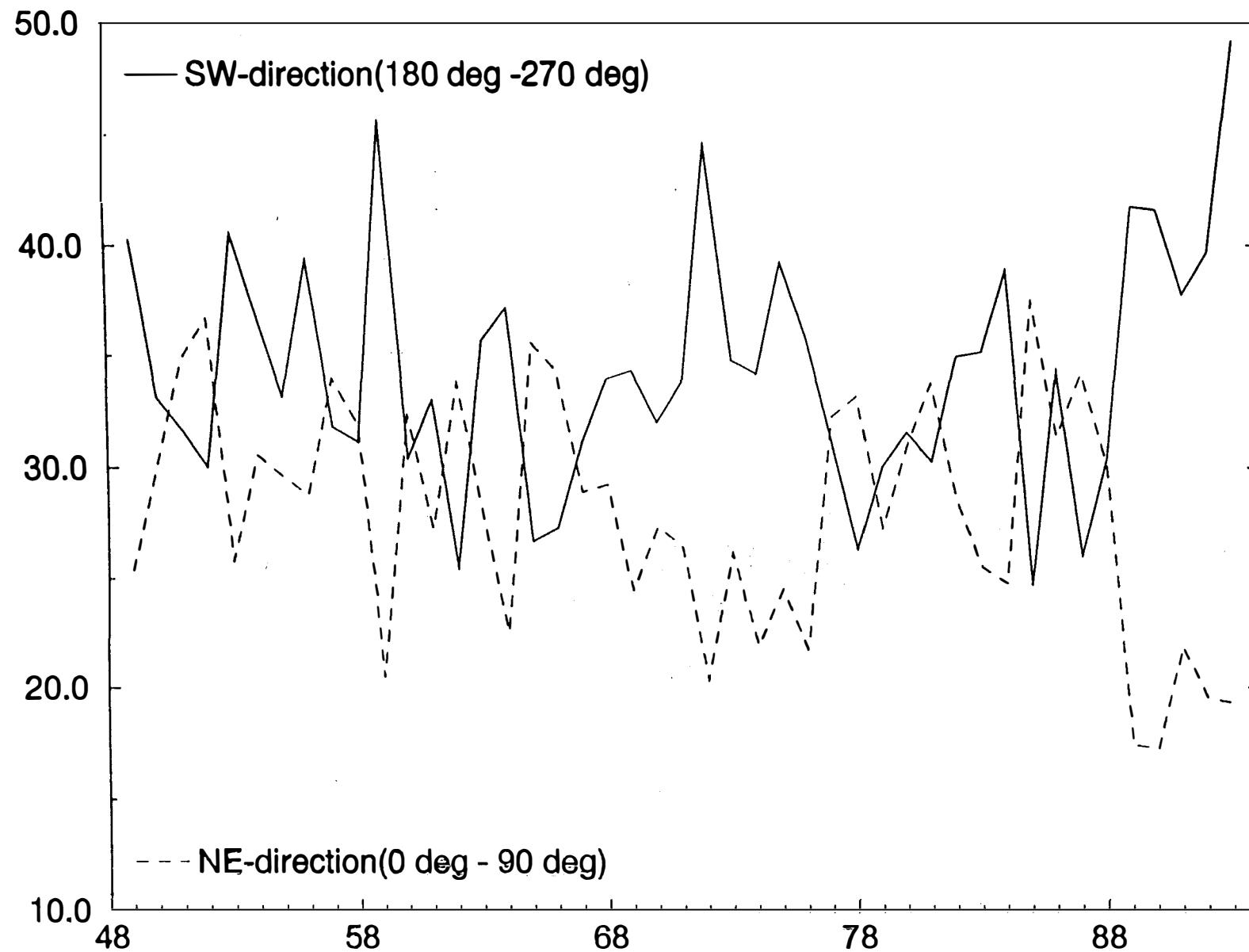
1,5,10,25,50 percentiles of annual distributions





# relative distribution of wind directions

Ocean Weather Station 'Mike' 1949-1993



# Climate Change in the Past 100 Years - internal or external?

- **The homogenized analyses of near-surface temperature** indicate an increase of this temperature in the past 100 years.
- **To asses whether this increase is natural or not** a “detection variable” is formed, which is the projection of the analysed (“observed”) temperature fields on the warming pattern simulated by a climate model.
- **The observed warming is declared “inconsistent with natural variability”** (= signal has an external source) if the detection variable is outside the 95% confidence band of natural variability.
- **The 95% confidence band of natural variability** is estimated from observed data (problem: contamination by the signal) or from climate model runs (problem: model might be wrong)
- **This procedure leads to the decision**

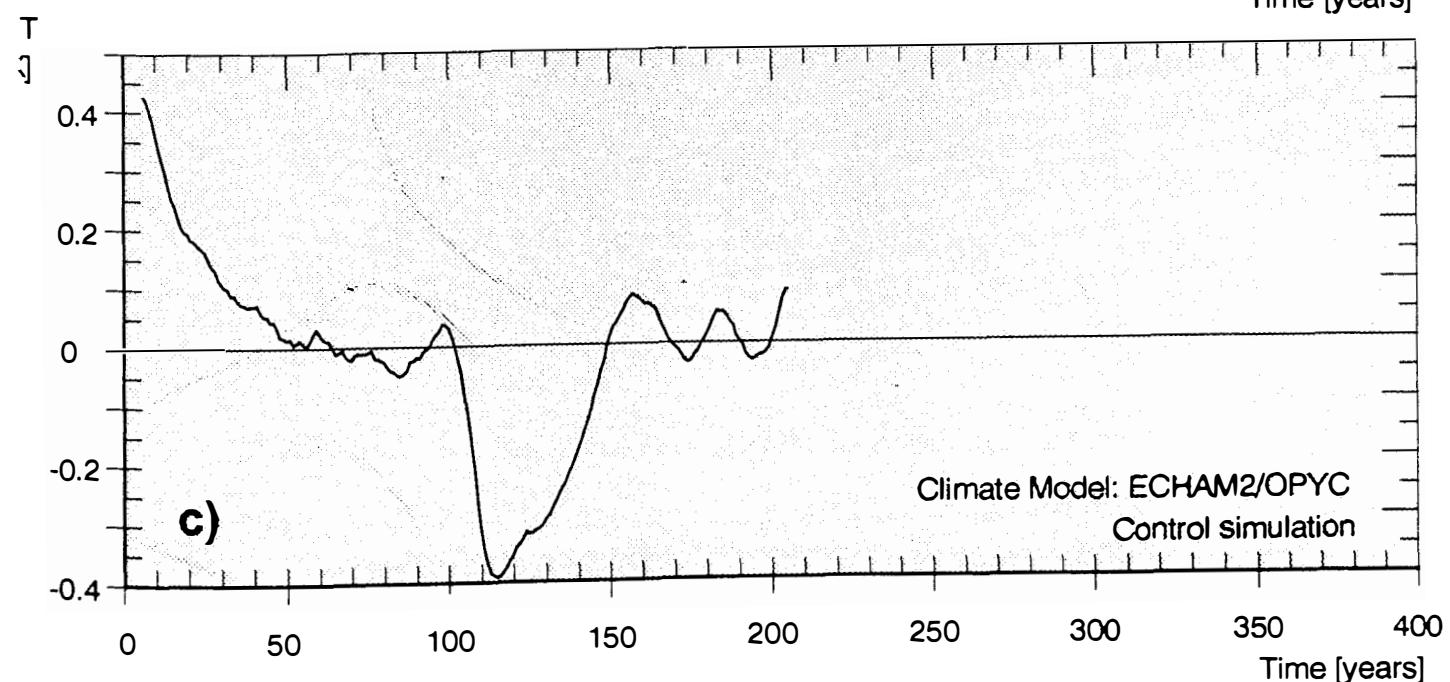
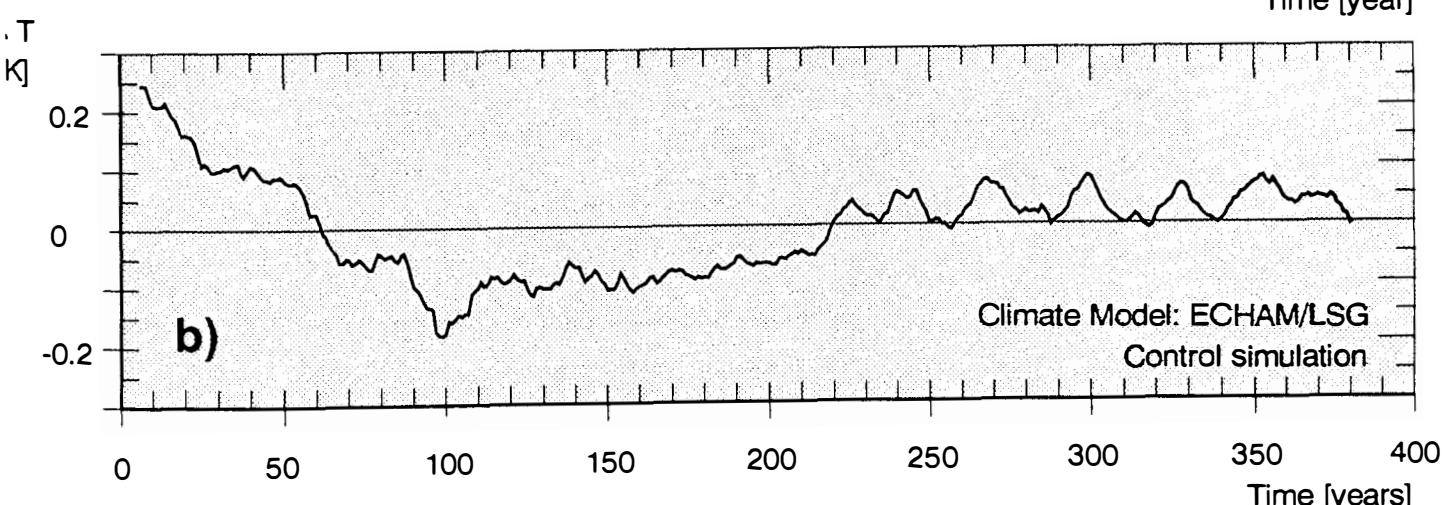
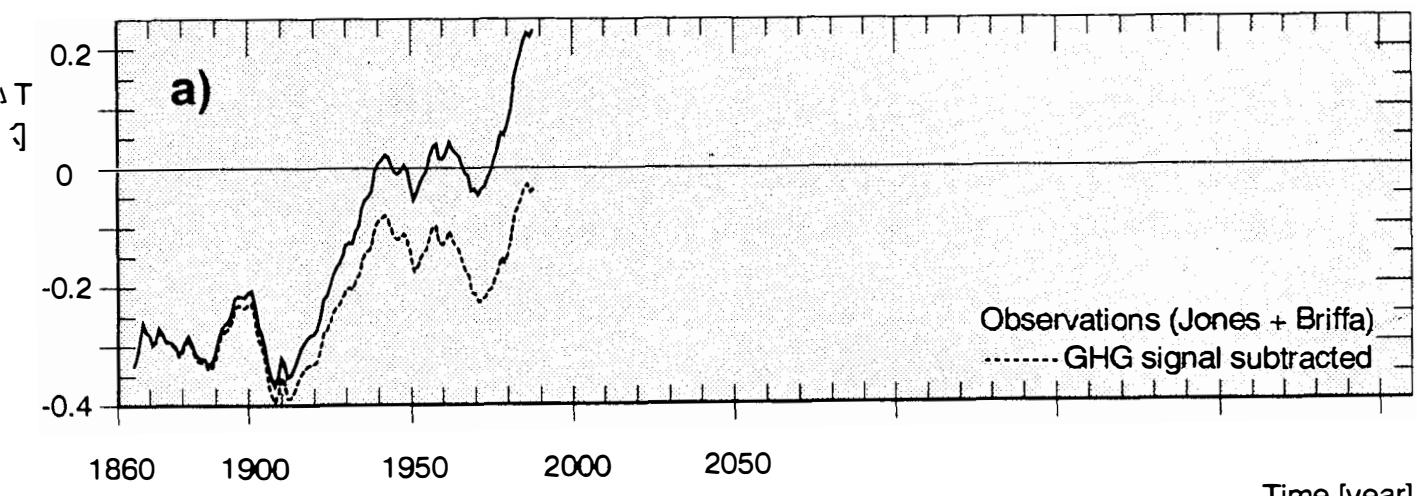
the recent warming trend is NOT related to internal dynamics.

Risk: < 5% -

provided that the climate variability is correctly estimated.

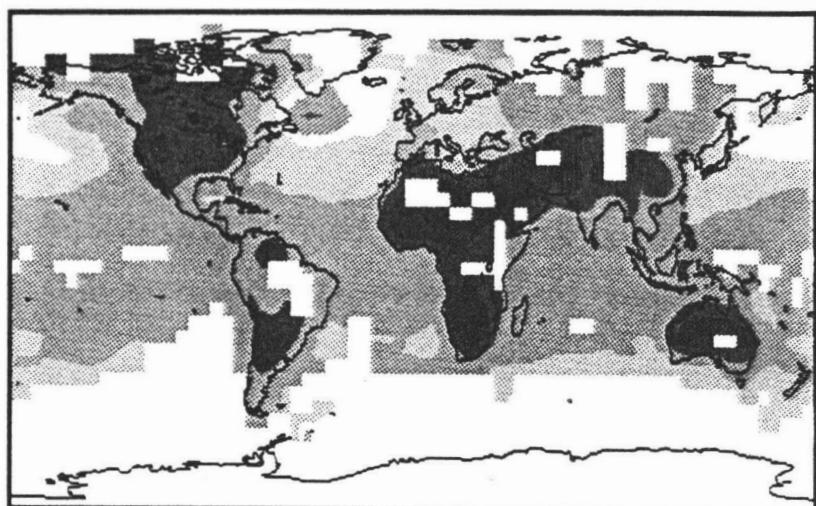
For details, see Hegerl et al. (1994)

A4

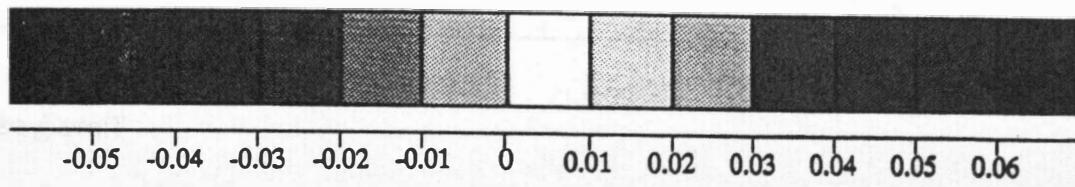
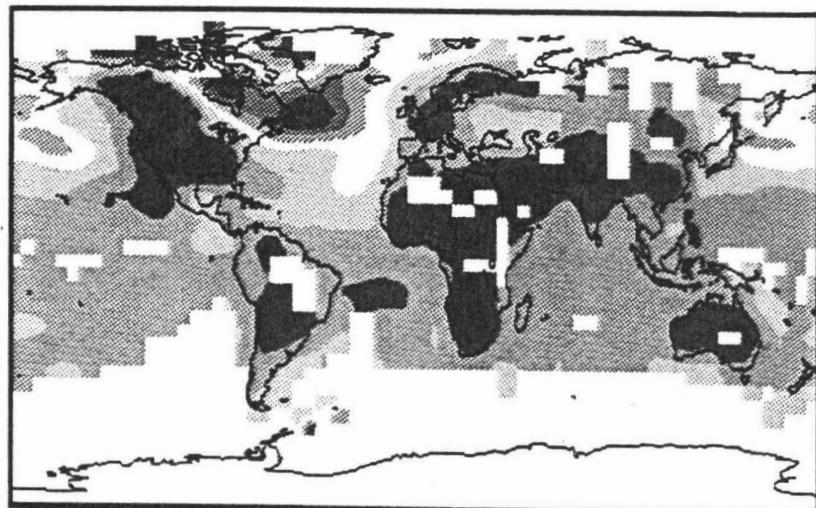


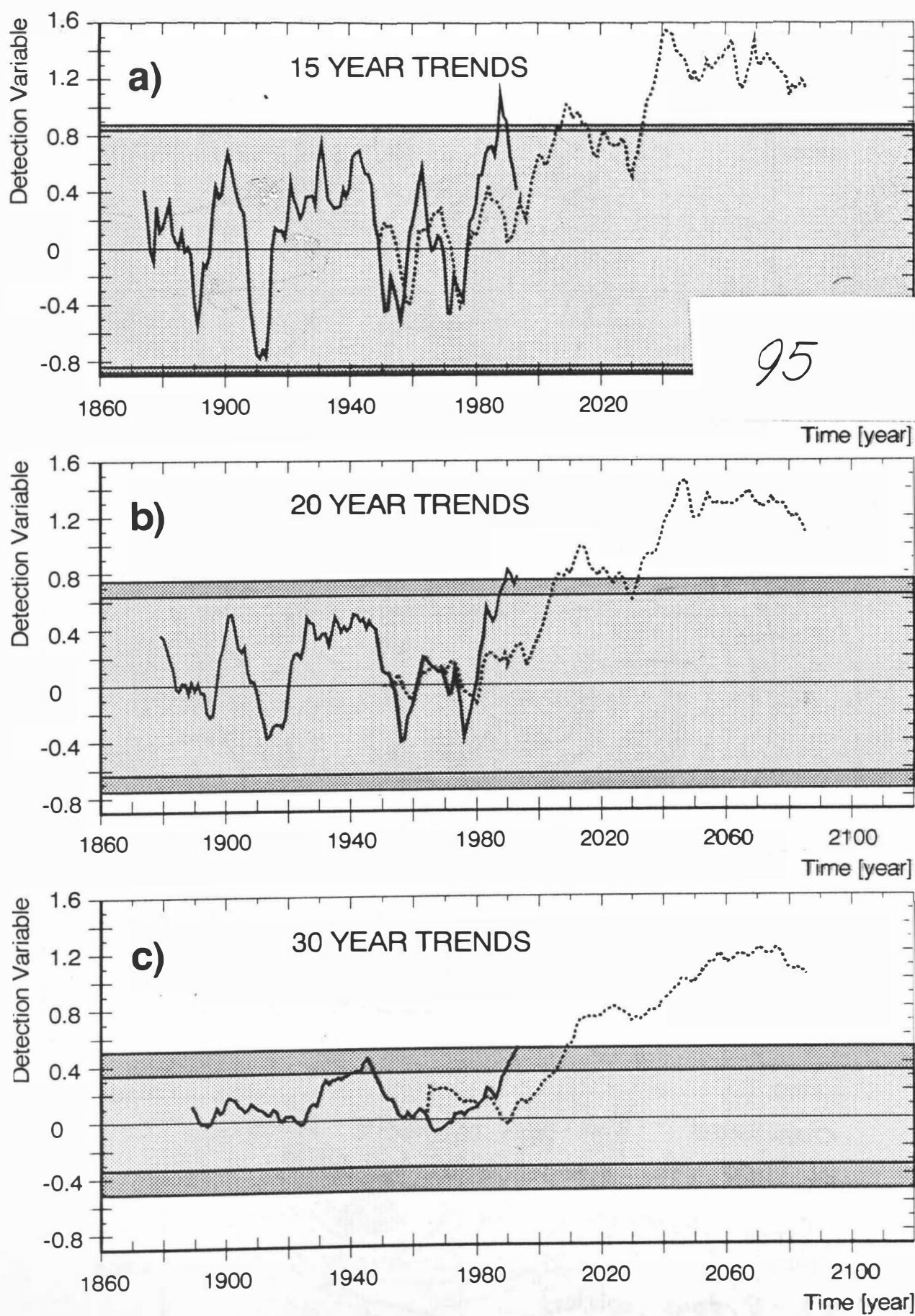
**Optimal Rotation for full set of Variability data  
optimized in the space spanned by EOFs 1-4 of the  
Early Industrial global warming simulation**

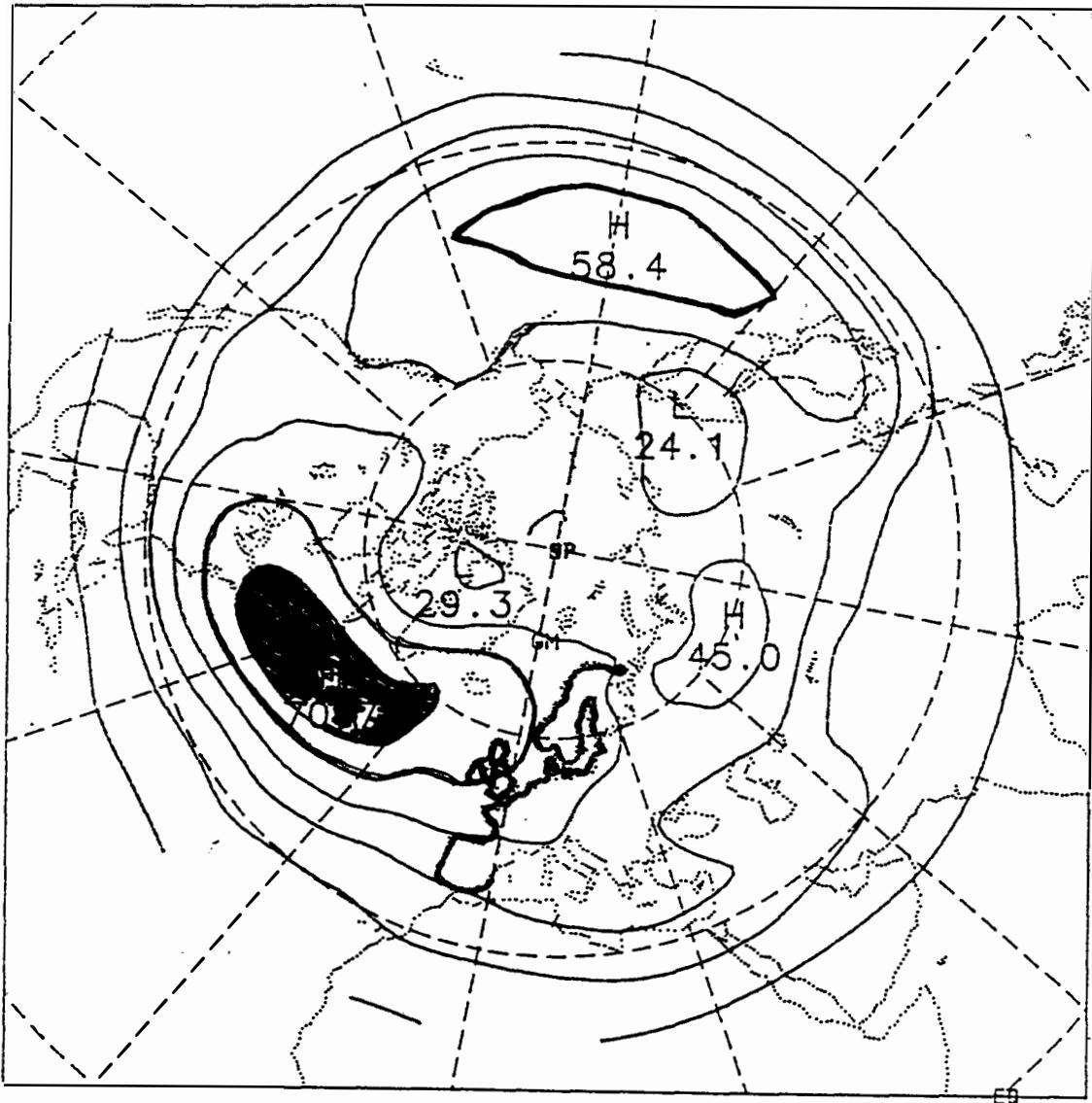
**guess-pattern  
fingerprint**



**optimally rotated  
fingerprint**

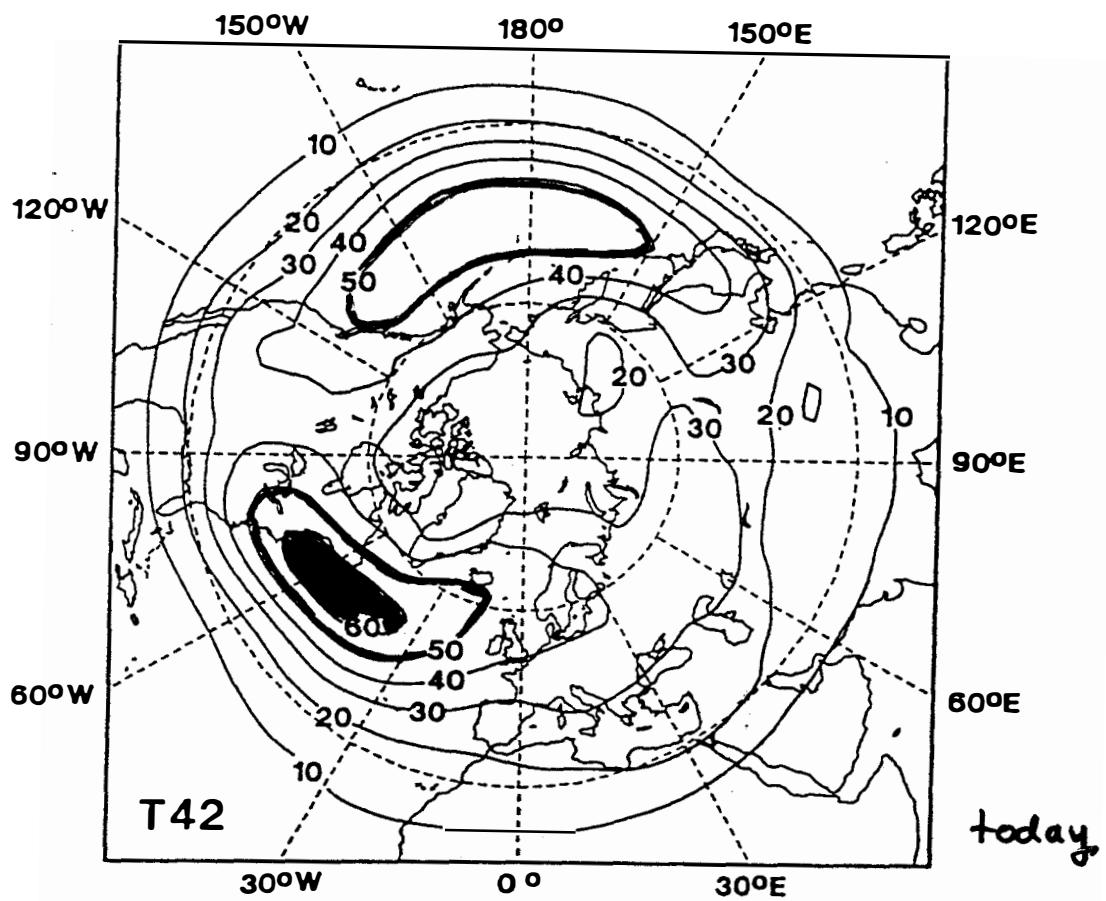




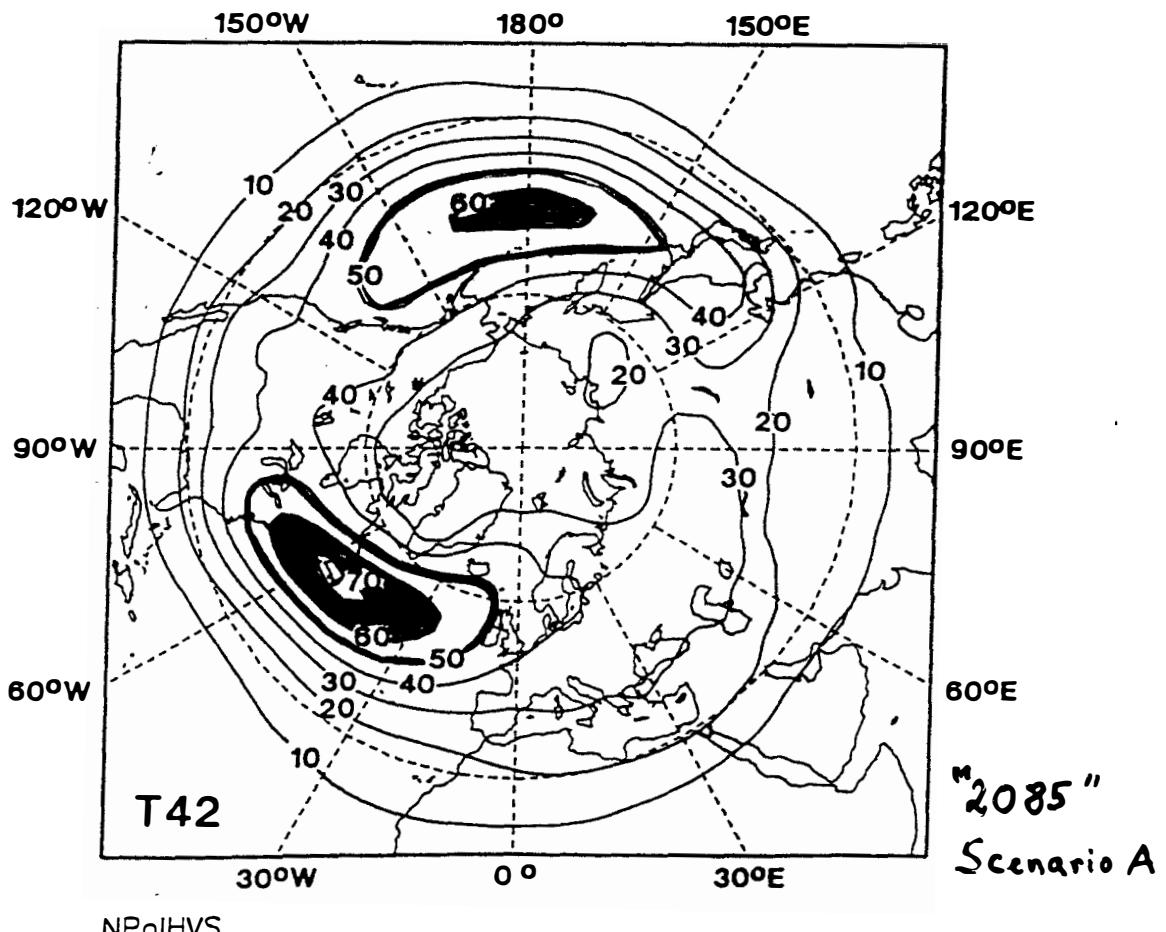


Observed high-pass filtered RMS  
of 500 hPa geopotential height  
(from METZ)

(2 - 8 days, winter)



GCM Scenarios (from Perlitz)



"~~no~~-ray band-pass spectra  
RMS of sea level height in winter

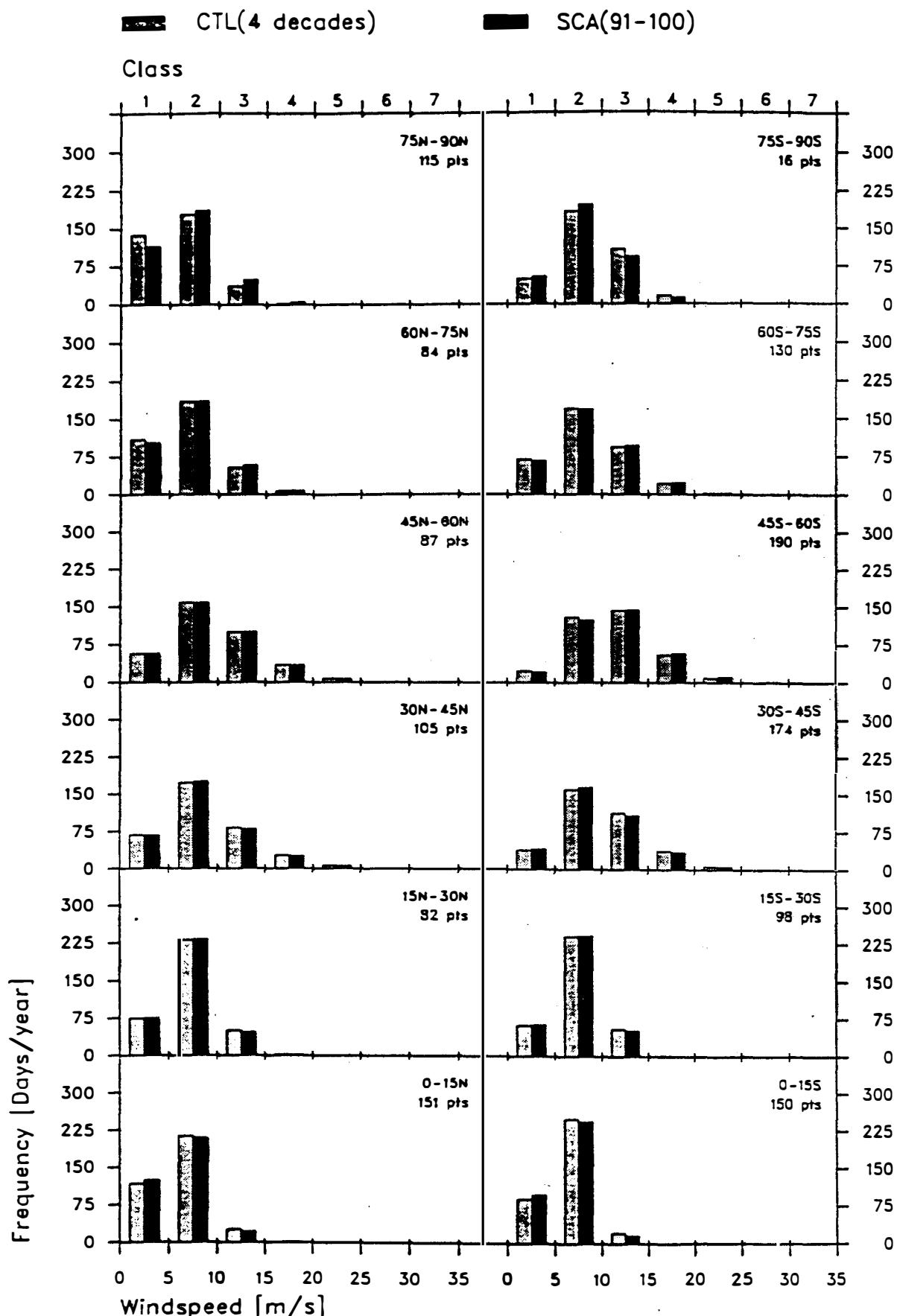


Figure 20: As Figure 18, but for ocean points.

# Synthesis: Downscaling of Planetary Scale Information to Regional Scales

---

- **Dynamical approaches** operate with
  - regional climate models (Giorgi, Machenhauer), or
  - “time slice experiments” with high-resolution GCMs (Perlitz, with T42 and T106)
- **Statistical approaches** operate with
  - linear statistical models based on techniques like canonical correlation analysis, regression ... (e.g., von Storch, 1993)
  - analogs and classification techniques (e.g., Zorita et al., 1993)

## MODEL DESIGN

Identify regional climate parameter(s)  $R$

Find large-scale climate parameter  $L$  which

- controls  $R$  through  $R = \Theta(L, \vec{\alpha})$  with parameters  $\vec{\alpha}$  to be specified.
- is well simulated by a climate model.

Use samples  $(R, L)$  from historical data to find  $\vec{\alpha}$  such that  $\|R - \Theta(L, \vec{\alpha})\| = \min$

Validate choice of  $\vec{\alpha}$  with independent historical data.

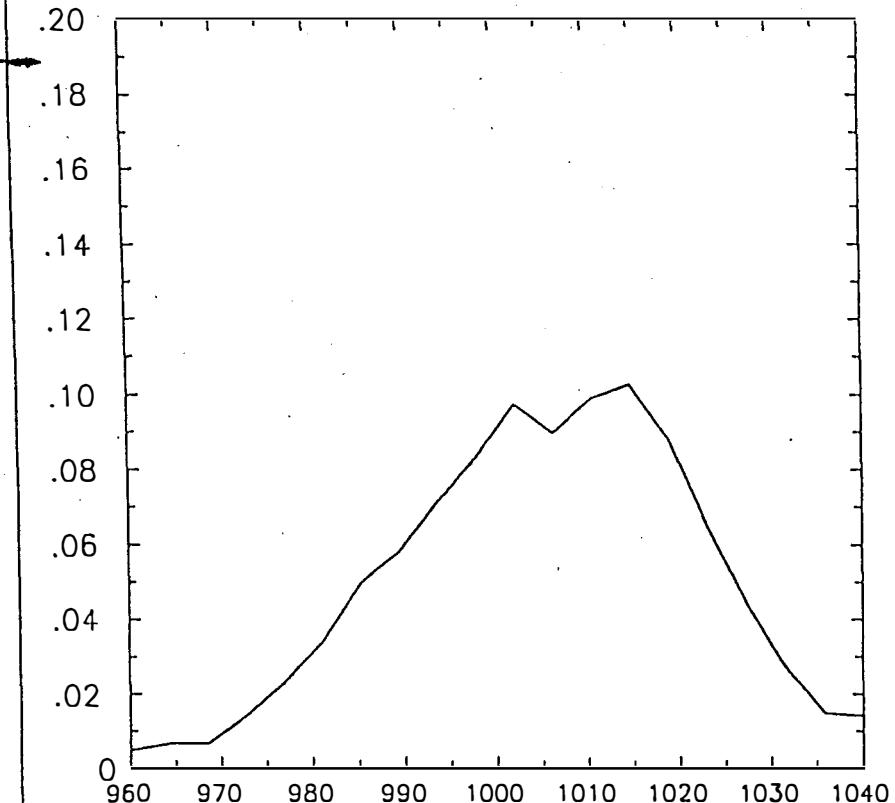
## MODEL APPLICATION

Get  $L$  from climate model output

Calculate  $R = \Theta(L, \vec{\alpha})$

Use  $R$  as forcing function for impact model.

SLP (0,60) WINTER 61-88



1 PAT

mean frequency  
distribution of  
daily SLP  
at  
 $0^{\circ}\text{E}$ ,  $60^{\circ}\text{N}$ .

26

Figure 9: Canonical Correlation Patterns  $\bar{P}$  and  $\bar{Q}$  of the winter (December-January-February) mean sea level pressure field  $\mu_{SLP}$  and of the frequency distribution of daily air pressure at  $60^{\circ}N, 0^{\circ}E$ . Both patterns represent anomalies around the long-term mean fields and share a maximum correlation (0.9) of their coefficients.

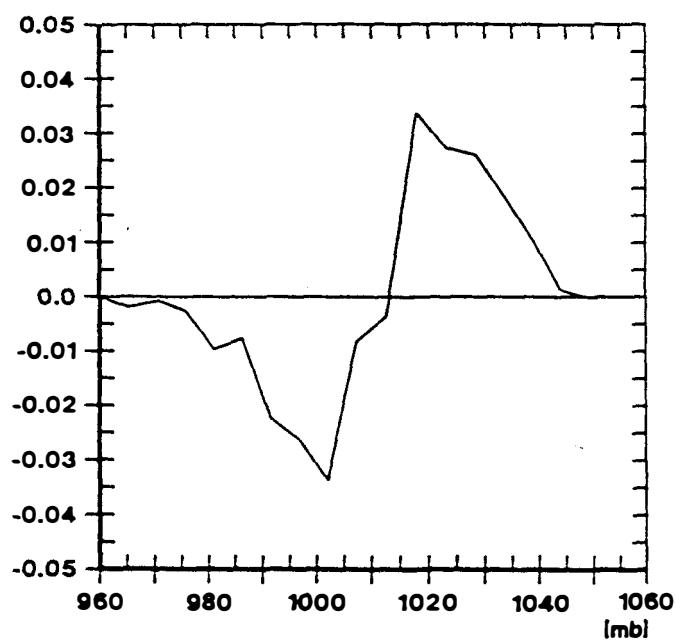
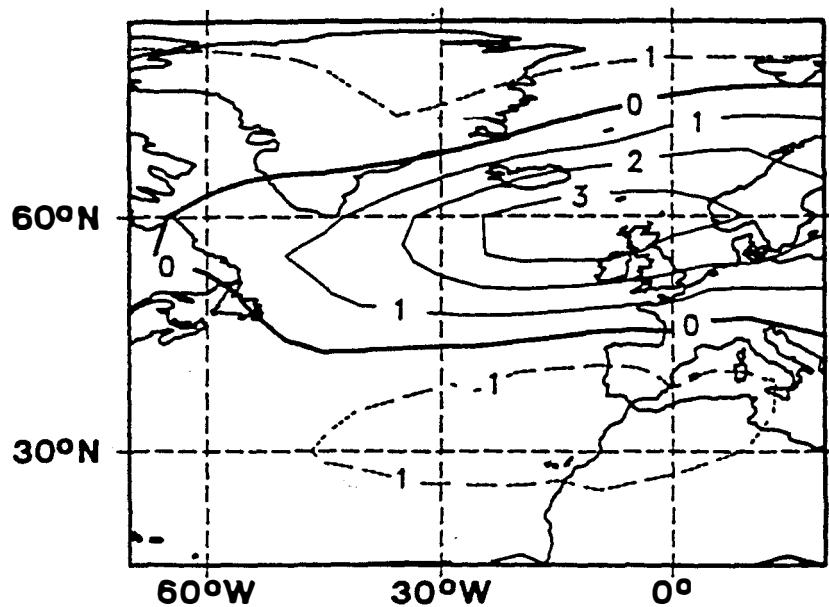
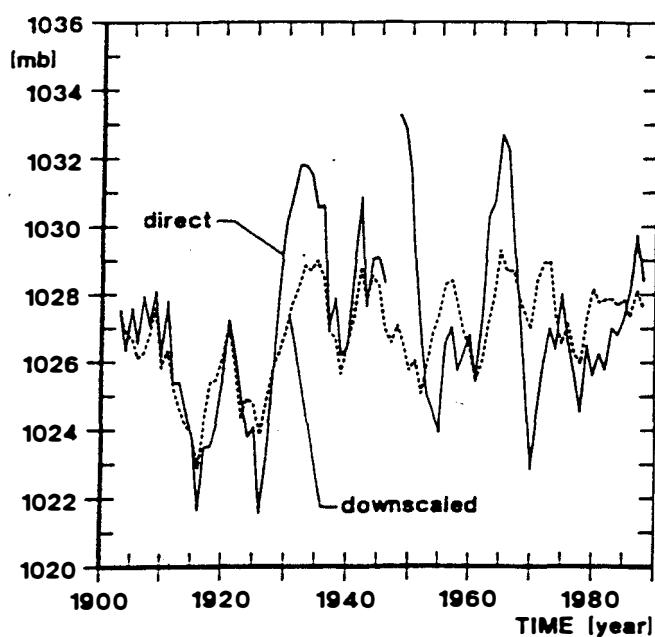
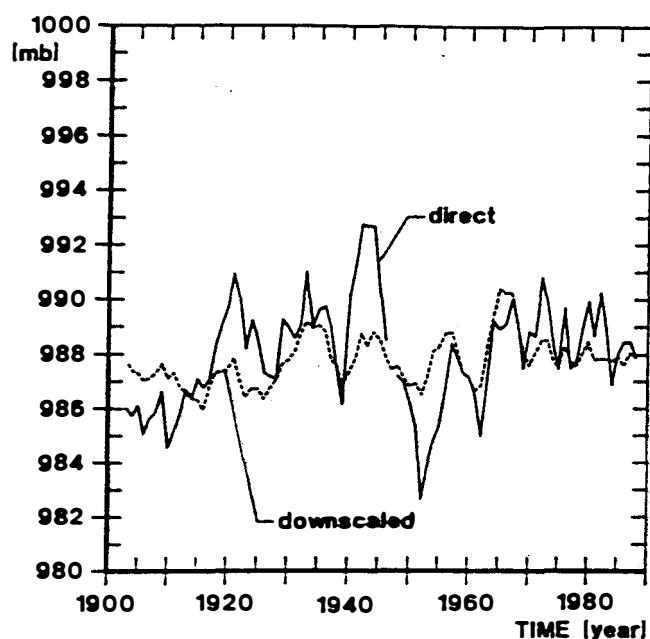


Figure 10: 10% and 90% quantiles of the distributions of daily sea level pressure during winters (December-January-February) at  $60^{\circ}N, 0^{\circ}E$  from 1900 through 1990. The solid line represents the quantiles derived from the raw local data and the dashed curves stems from the estimated distributions, as given through the CCA model  $\mathcal{F}$  defined by Figure 9. The series have been subjected to a 5-year running mean filter.



# Zusammenfassung

- **Keine Anzeichen für eine generelle graduelle Steigerung** der Häufigkeit oder Intensität extratropischer Stürme.
- **Nicht-homogene Daten** sind für die Untersuchung von Klimaänderungssignalen nicht geeignet, da nicht zwischen verbesserten Analysen, verbesserten Beobachtungen und Klimasignalen unterschieden werden kann.
- In den letzten vergangenen Jahren ist ein vermehrtes Auftreten von Stürmen analysiert worden; auch ist das Wellenklima bei OWS M rauer geworden. Ob dies ein realer Effekt ist, weiss **ich** nicht.
- **Der anthropogene Klimawandel ist mit den z.Zt. verfügbaren Beobachtungsdaten konsistent.**  
Die letzten 20-jährigen Trends der bodennahen Lufttemperatur erscheinen als zu gross, um im Rahmen der natürlichen Klimaschwankungen als “normal” gelten zu können.  
Diese Aussage hängt entscheidend davon ab, ob die Schätzung der natürlichen Variabilität realistisch ist.
- **Die Hamburger Klimamodelle simulieren nur eine geringfügige Intensivierung des nordatlantischen Storm-track.**
- **Eine räumliche genaue Auflösung der Statistik von Extremen macht den Einsatz von “Downscaling”-Techniken erforderlich.**