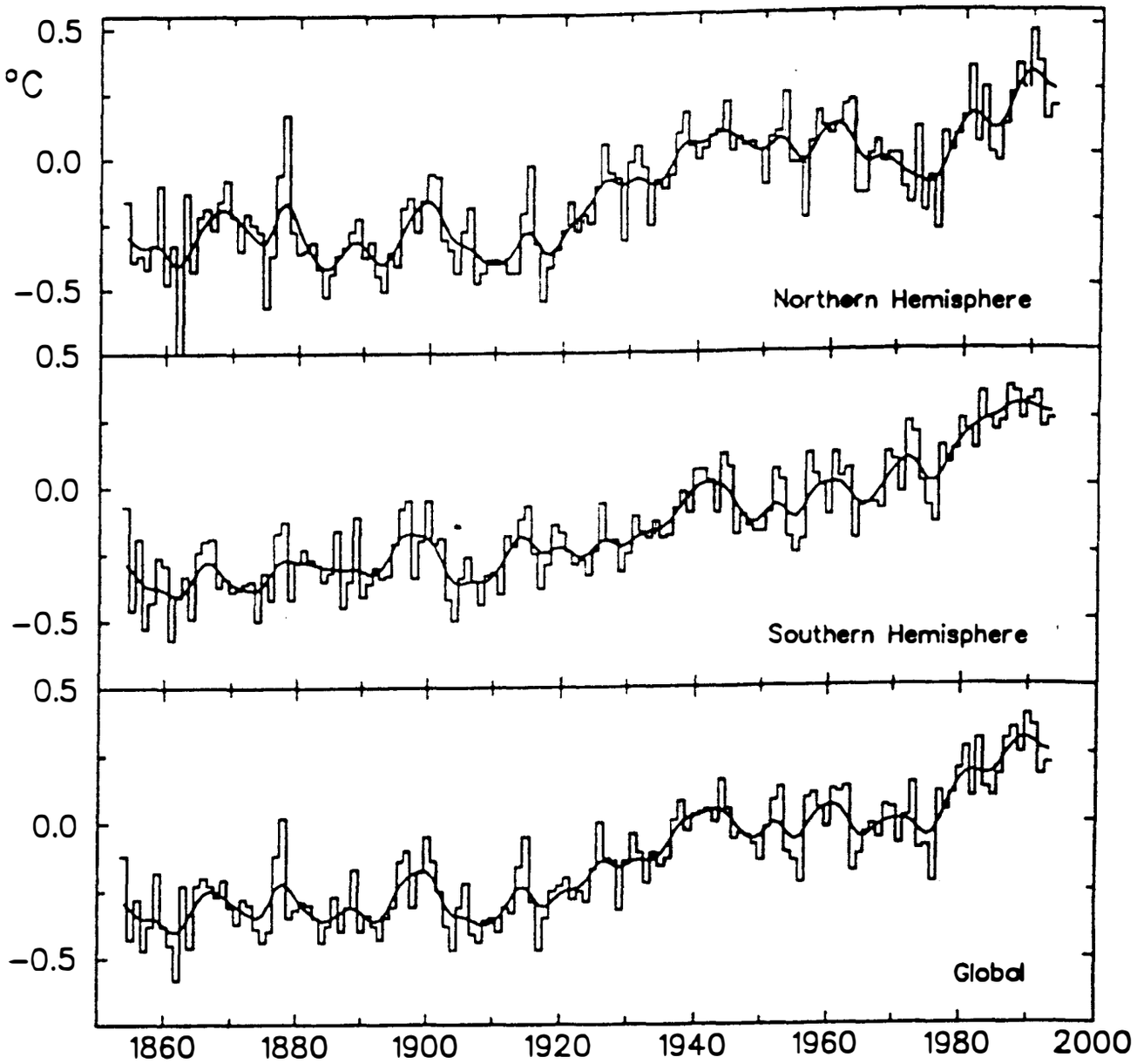
Klimaänderungen
Stürme und Seegang

- Die Menschheit muß mit sich verändernden klimatischen Bedingungen rechnen aufgrund der sich stetig erhöhenden Beimengung von Kohlendioxid in der Atmosphäre.
- Abschätzungen der zu erwartenden Veränderungen beruhen auf Rechnungen mit komplexen Klimamodellen, die ihrerseits auf theoretischem Verständnis vom Wirken der Kraftmaschine "Klima" beruhen.
- Die bisher beobachteten Erwärmungstrends sind konsistent mit den Berechnungen der Klimamodelle.
- Was bedeutet dies für Stürme, Seegang und Sturmfluten?



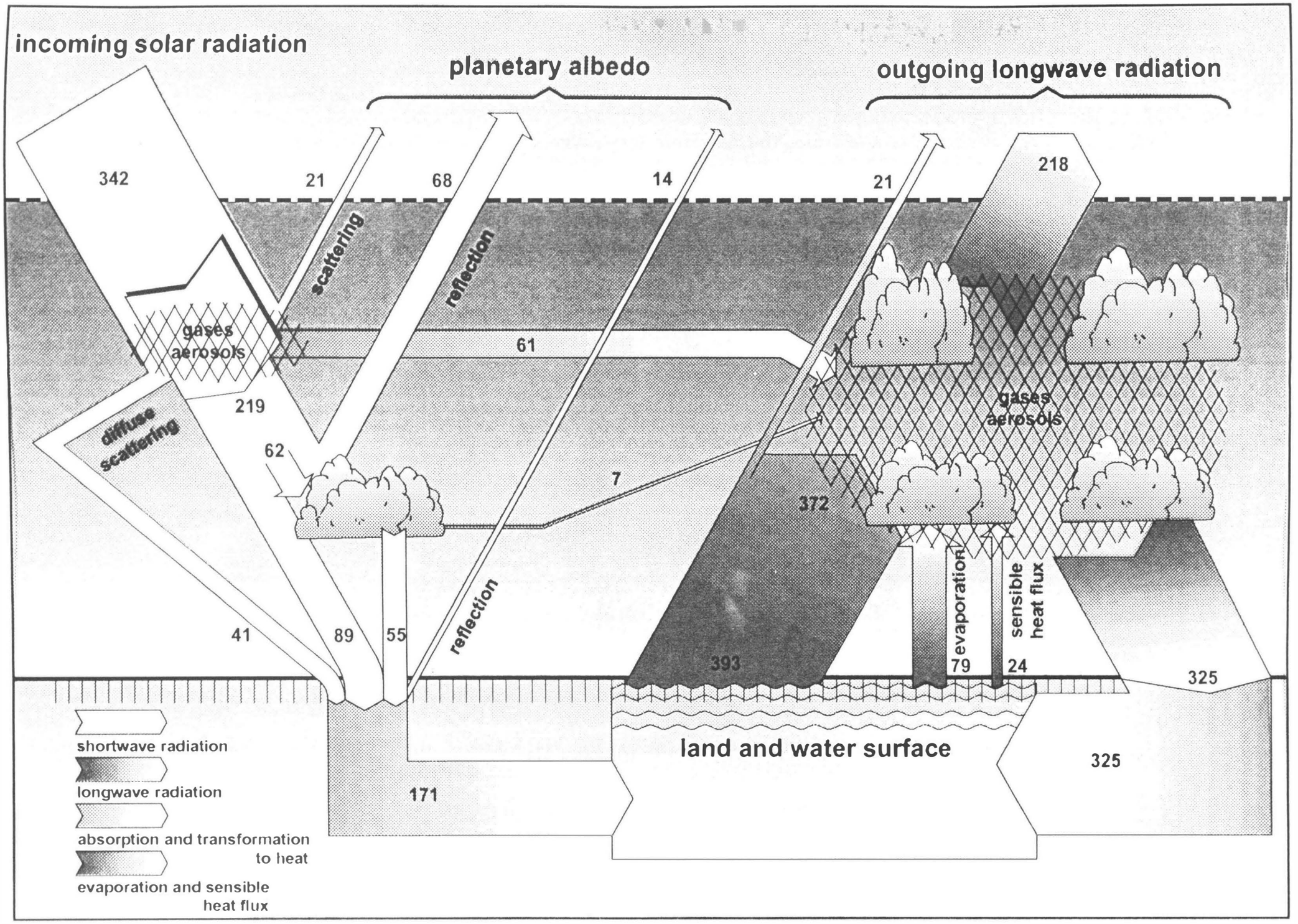
cerned with mean temperature. For past changes, this has resulted from a lack of readily-available databases of monthly mean maximum and minimum temperatures. Recently developed data sets (Karl et al., 1993) have enabled analyses of maximum and minimum temperatures to be made for 37% of the global land mass (encompassing the contiguous United States, Canada, Alaska, the former Soviet Union, China, Japan, the Sudan, South Africa and eastern Australia). The analyses indicate that over the 1952-89 period, minimum temperatures have risen at a rate three times that of maximum temperatures. The reduction in the diurnal temperature range is approximately equal to the temperature increase. The changes are detectable in all of the regions studied in all seasons. With increasing data availability, studies in this area will become increasingly important in the climate change detection issue.

Übersicht

- Der Treibhauseffekt.
- Ableitung von Szenarien.
- Wie beschreibt man "Sturmtätigkeit"?
- Schätzung der Starkwinde im Nordostatlantik und Nordsee.
- Geogene/ Anthropogene Klimaänderungen.
- Schätzung der Wellenstatistik im Nordostatlantik und Nordsee.
- Schätzung der Sturmfluthöhen in Cuxhaven.

Der Treibhauseffekt

- Damit die Temperatur der Erde nicht andauernd steigt oder sinkt, muß die abgestrahlte Energie gleich der eingestrahlten Energie sein. (Energieerhaltung)
- Die Menge der abgestrahlten Energie ist proportional zur Temperatur der Erde.
- "Strahlungsaktive" Gase wie Kohlendioxid oder Wasserdampf reflektieren einen Teil der abgestrahlten Energie zurück zur Erde und erwärmen diese.
- Um eine ausreichende Energie abzustrahlen, muß die Erde daher eine höhere Temperatur annehmen.


incoming solar radiation
planetary albedo
outgoing longwave radiation
342
21
68
14
21
218
scattering
reflection
gases
aerosols
61
219
diffuse
scattering
62
7
372
gases
aerosols
evaporation
sensible
heat flux
41
89
55
reflection
393
79
24
325
land and water surface
325
171
shortwave radiation
longwave radiation
absorption and transformation
to heat
evaporation and sensible
heat flux
055STGad.dwg

Szenarien

- Der Zustand des Klimasystems (Atmosphäre, Ozean, Landoberflächen,Kryosphäre) wird durch (leidlich) bekannte Gesetze beschrieben.
- Diese Gesetze lassen sich in mathematische Modelle fassen, die auf Computern gerechnet werden können.
- "Szenarien" werden dadurch generiert, daß zunächst eine "Kontroll-Simulation" gerechnet wird, die den heutigen Zustand so gut wie möglich darstellt, und dann eine veränderte Situation (häufig: verdoppelte CO_2 Konzentration). Die Differenz zwischen "verändert" und "heute" ist das Szenario.

2 x CO_2 Szenario

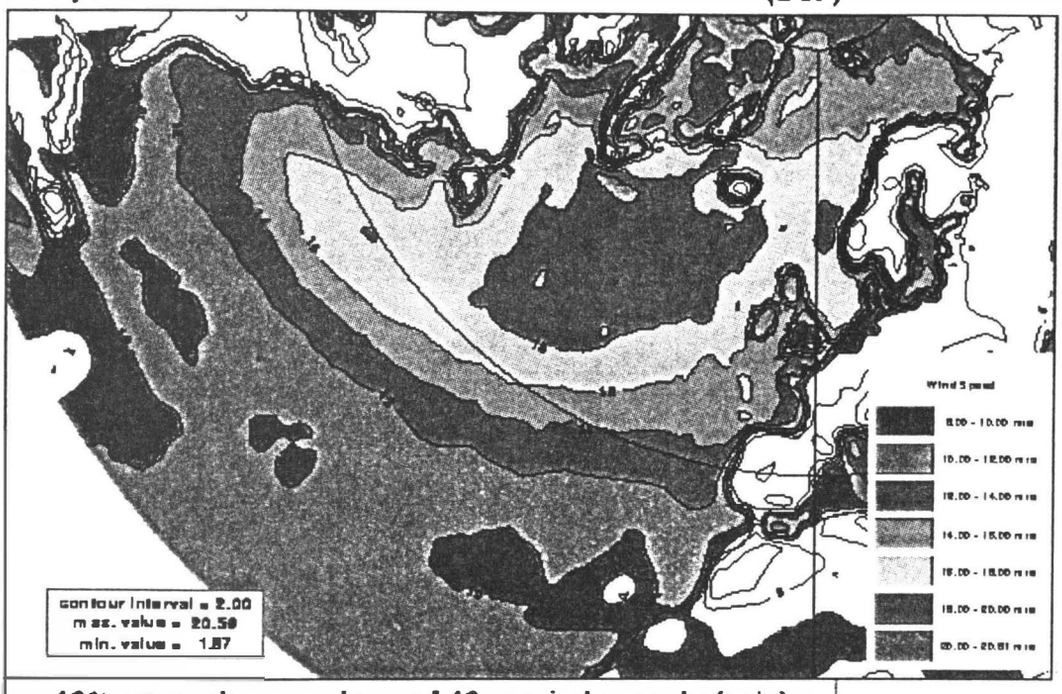
- Wir behandeln heute ausschließlich ein "T106" Szenario mit einem besonders hoch auflösendem Klimamodell.
- Wir erwarten, daß dieses Modell die Stürme im Bereich des Nordatlantik ausreichend darzustellen vermag.
- Es beruht auf recht kurzen Simulationszeiten, nämlich jeweils 6 Jahre für "heute" und "verändert" (=2 CO_2).
- Die Rechnungen wurden vom Max-Planck-Institut für Meteorologie am Deutschen Klimarechenzentrum in Hamburg durchgeführt.

"Sturmtätigkeit"

- Vielfältitge Definitionsmöglichkeiten
- Am besten über Windgeschwindigkeiten
  - in Beobachtungen kaum möglich
  - in Klimamodelldaten kein Problem
- 10% Schwellwerte: diese Windgeschwindigkeit wird im Durchschnitt an 10% aller Tage überschritten. Je größer dieser Schwellwert, um so stärker die üblichen Stürme.
- Robusteres Maß als Extremwertstatistiken (Jahrhundertsturm).

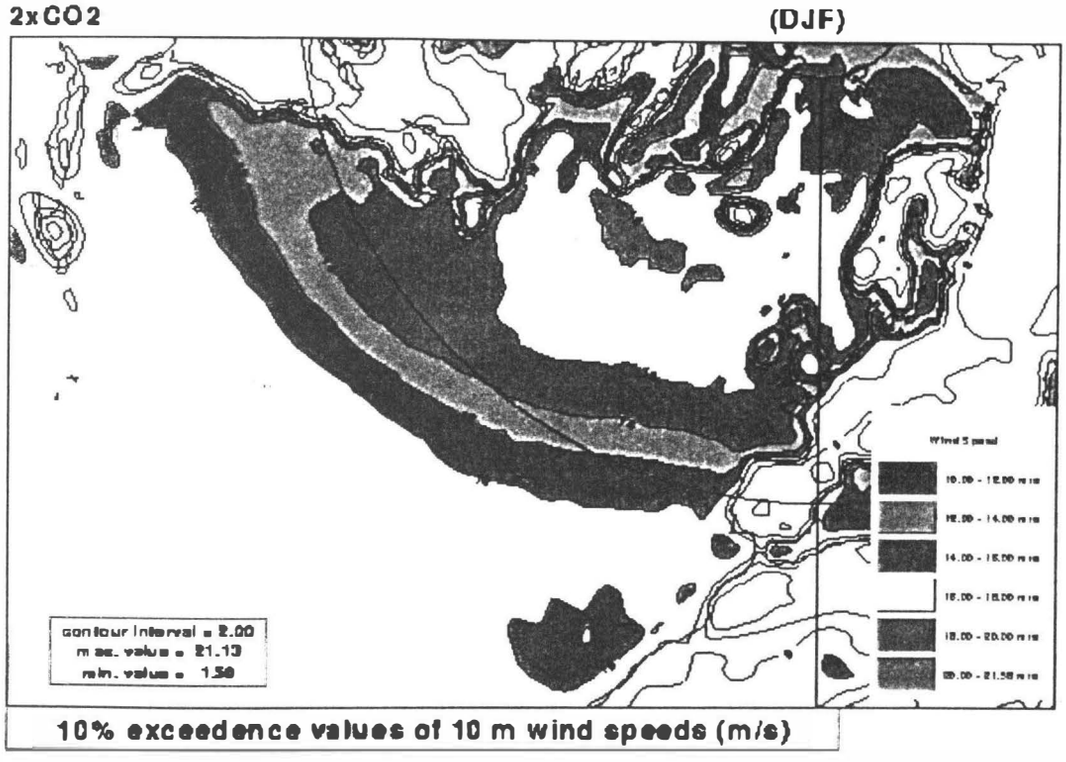
Figure 8.a

Analysis **(DJF)**



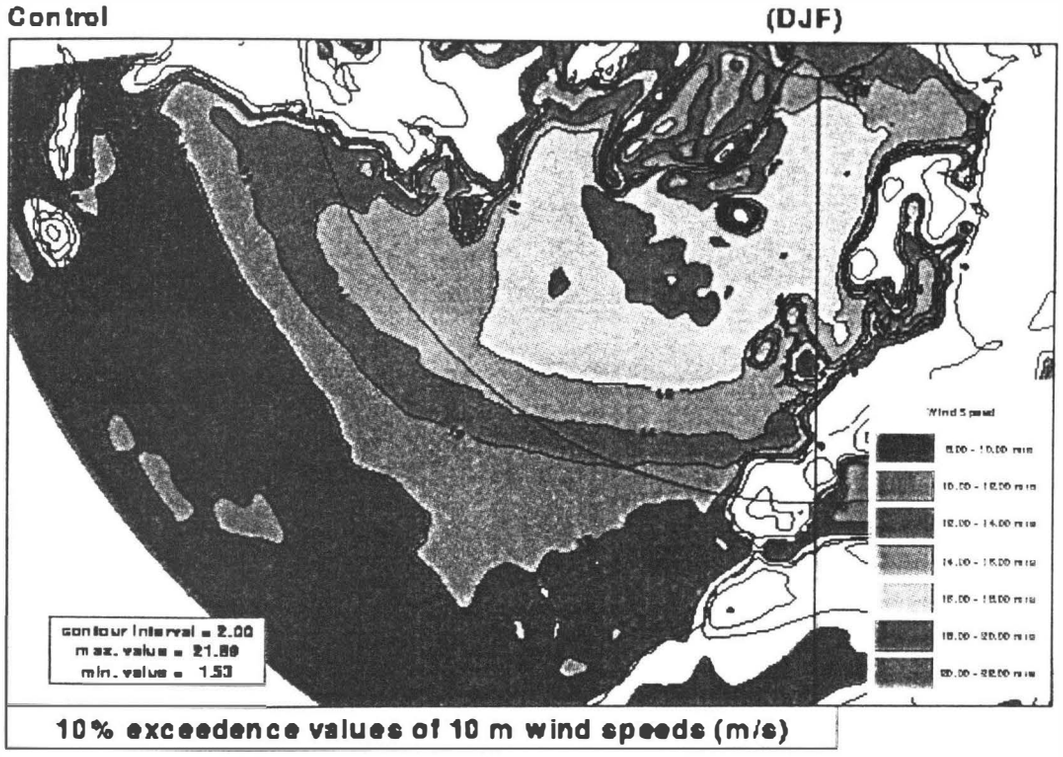
10% exceedence values of 10 m wind speeds (m/s)

Figure 8.c



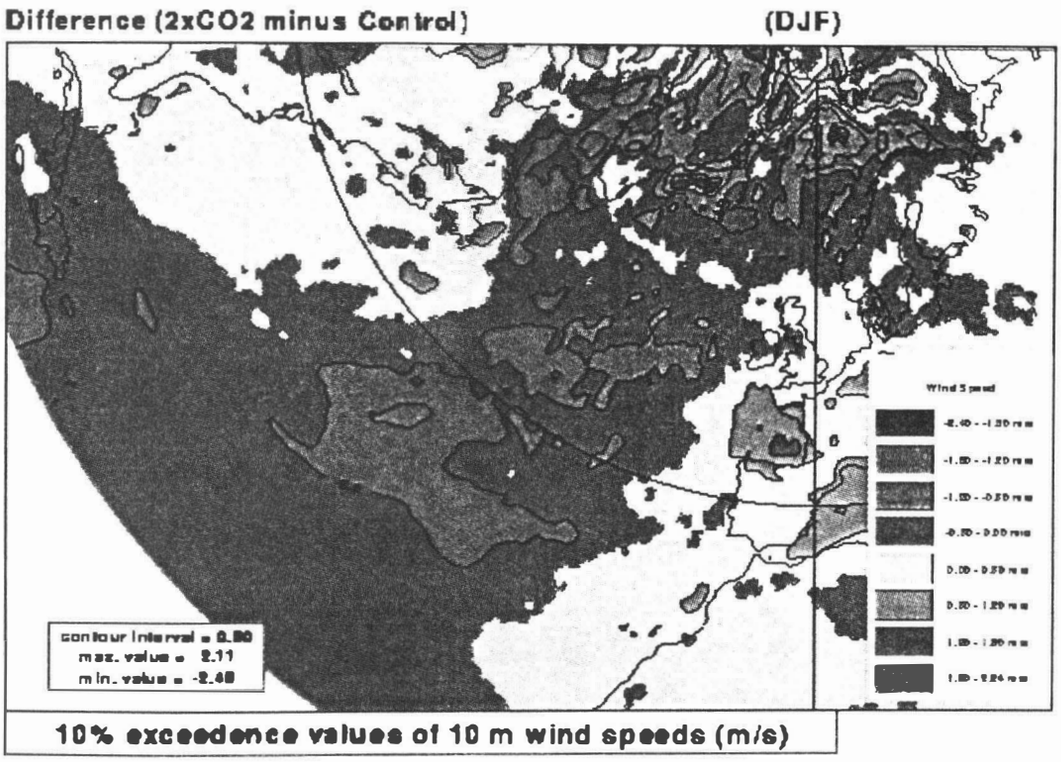
10% exceedence values of 10 m wind speeds (m/s)

Figure 8.b



10% exceedence values of 10 m wind speeds (m/s)

Figure 8.d

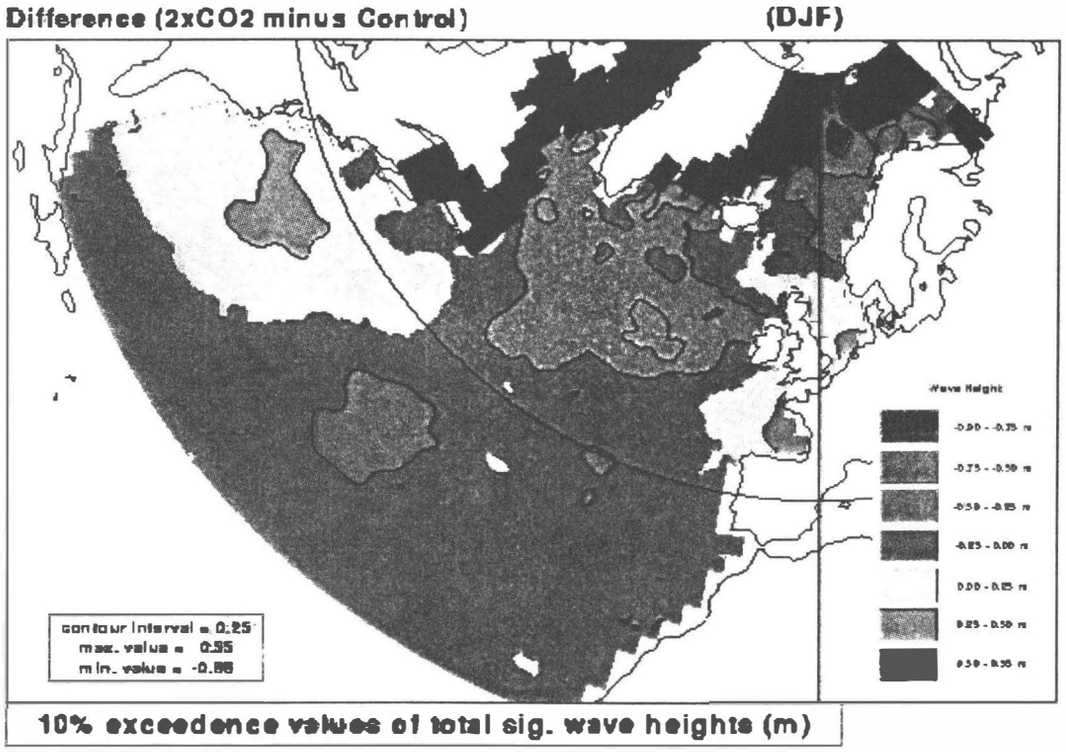


10% exceedence values of 10 m wind speeds (m/s)

Geogen/ Anthropogen

- Das Klima schwankt unabhängig von jedem menschlichen Tun auf der Zeitskala von Jahrzehnten und Jahrhunderten (geogene Klimaschwankungen). Beispiele: Kleine Eiszeit, Grönland,Vorderasien.
- Um als "anthropogen" anerkannt zu werden, müssen Klimaschwankungen schneller oder stärker sein als geogene.
- Die im Szenario berechnete Intensivierung des Sturmklimas ist vergleichbar mit geogenen Schwankungen des Sturmklimas.

Figure 18.c


Difference (2xCO2 minus Control)
(DJF)
Wave Height
contour interval = 0.25
max. value = 0.35
min. value = -0.88
10% exceedence values of total sig. wave heights (m)

Sturmhochwasser Cuxhaven

- Statistische Abschätzungen und Rechnungen mit Zirkulationsmodellen deuten einen geringen Anstieg der 10% Schwellwerte von 10-20 cm für den angenommenen Zeitpunkt der Verdoppelung der CO_2 Konzentration (ca. 2035) an.
- Dem sturmbedingten Anteil ist hinzuzufügen der allgemeine (mittlere) Anstieg des Wasserstandes aufgrund der thermischen Ausdehnung des Meereswassers (10-30 cm) sowie ein Absinken oder Ansteigen aufgrund des unbekannten Verhaltens der Antarktis und Grönlands. (ebenfalls im Dezimeter-Bereich).

Schlußfolgerung

- Die Perspektive eines anthropogen veränderten Klimas ist real.
- Veränderungen im Sturmklima in unserem Gebiet- und damit auch im Hinblick auf Seegang und Sturmfluten- ist langsam und vergleichbar den geogenen Variationen.
- Das System muß weiter beobachtet werden (Monitoring); Modelle müssen weiter geprüft und verfeinert werden.
- Wir sehen uns in 5 Jahren mit einer Aktualisierung des Sachstandes.