

# EXTREMWERTSTATISTIK FÜR KLIMASIMULATIONEN

Martin Windelband<sup>1)</sup>, Robert Sausen<sup>2)</sup> und Ulrich Cubasch<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Met. Inst., Universität Hamburg, Bundesstr. 55, W-2000 Hamburg 13

<sup>2)</sup> DLR, Institut für Physik der Atmosphäre, W-8031 Oberpfafenhoffen

<sup>3)</sup> MPI für Meteorologie, Bundesstr. 55, W-2000 Hamburg 13

## 1 Einleitung

Die Erhöhung des anthropogenen Anteils der Treibhausgase in der Atmosphäre führt — wie zahlreiche Simulationen zeigen — zu einem neuen mittleren Klima. Da ausführliche Studien zur veränderten Variabilität der klimarelevanten Größen fehlen, wird über die Folgen für die Menschheit, Umwelt, Agrar- und Volkswirtschaft sowohl in der Öffentlichkeit als auch unter Wissenschaftlern viel spekuliert. Mit Hilfe der Extremwertstatistik wird am Beispiel des bodennahen Windes (10m) und der Temperatur (2m) die Veränderung der Extremwerte quantifiziert.

## 2 Klimasimulationen

Als Grundlage dieser Untersuchung dienen die Hamburger Klimaänderungsexperimente mit einem gekoppelten Atmosphäre-Ozean-Modell (Cubasch et al., 1991). In diesem Experiment wird der Einfluß einer veränderten CO<sub>2</sub>-Konzentration auf das globale Klima untersucht. Im einzelnen werden folgende vier Szenarien angenommen: „1 × CO<sub>2</sub>“ (Kontrollexperiment), „2 × CO<sub>2</sub>“ sowie die IPCC-Szenarien A und D (Houghton et al., 1990). Die hier angewendete Extremwertstatistik beschränkt sich auf die letzte Dekade des Simulationszeitraumes (Jahre 91 – 100) der Experimente „1 × CO<sub>2</sub>“ und Szenario A.

## 3 Methode

An jedem Modellgitterpunkt werden die täglichen Extrema der zu untersuchenden Größe berechnet und je nach Fragestellung bezüglich eines dazugehörigen Schwellwertes einer Häufigkeitsanalyse unterzogen.

## 4 Ergebnisse

Am Beispiel der 10m-Windgeschwindigkeit und der 2m-Temperatur wird die Extremwertstatistik hier angewendet. Dabei ist zu beachten,

daß bei diesen Simulationen der numerische Zeitschritt 40min beträgt und die räumliche Auflösung der Daten bei ca. 1000km liegt.

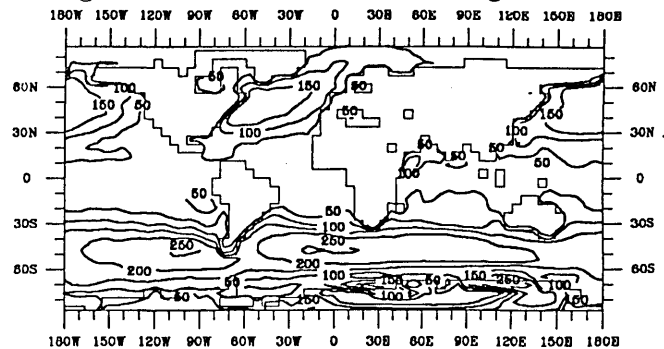


Abbildung 1a: Mittlere Anzahl der Tage pro Jahr, an denen das Maximum des Bodenwindes 10m/s im Kontrollexperiment überschreitet (Zeitraum: Jahre 91 – 100).

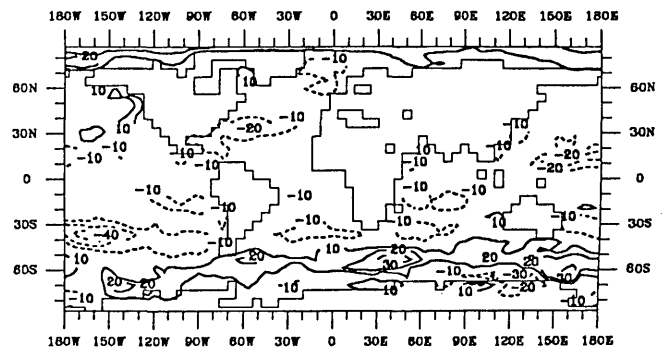


Abbildung 1b: Wie Abb. 1a, jedoch Änderung zwischen Szenario A und Kontrollexperiment.

### 4.1 Sturmhäufigkeit

Abbildung 1a zeigt die mittlere Anzahl der Tage pro Jahr mit einer maximalen Bodenwindgeschwindigkeit über 10m/s. Abbildung 1b stellt die Änderung zwischen dem Szenario A und dem „1 × CO<sub>2</sub>“-Kontrollexperiment dar. Dabei wird deutlich, daß hohe Windgeschwindigkeiten in den Tropen und in den mittleren nördlichen Breiten mit Anstieg des CO<sub>2</sub>'s seltener werden. Lediglich in der Arktis ist eine Häufigkeitszunahme festzustellen. In den südlichen mittleren Breiten verlagert sich das Häufigkeitsmaximum um etwa

5° – 10° polwärts. Diese Resultate sind konsistent mit den Veränderungen der Zyklonenaktivität (Sausen et al., 1992).

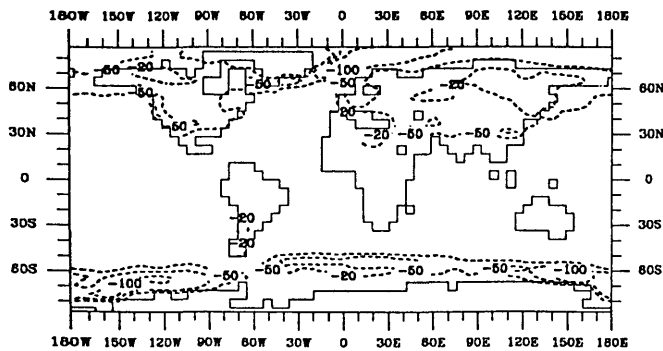


Abbildung 2a: Änderung der mittleren Anzahl der Frosttage pro Jahr (Szenario A - Kontrollexperiment für den Zeitraum 91 - 100).

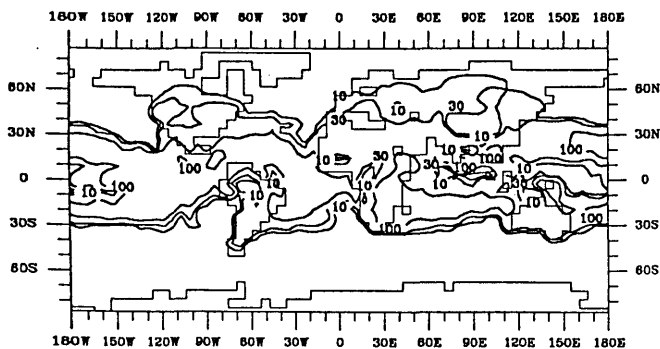


Abbildung 2b: Änderung der mittleren Anzahl der Sommertage pro Jahr (Szenario A - Kontrollexperiment für den Zeitraum 91 - 100).

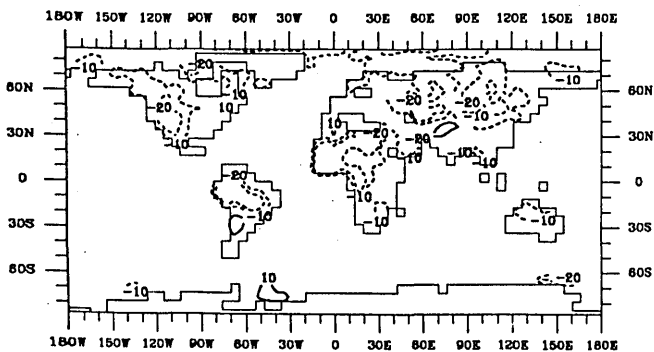


Abbildung 2c: Änderung der mittleren Anzahl der Tage pro Jahr, an denen der Tagesgang der Temperatur mehr als 10°C beträgt (Szenario A - Kontrollexperiment für den Zeitraum 91 - 100).

## 4.2 Temperaturextrema

In Abbildung 2a wird die Änderung der mittleren Häufigkeit von Frosttagen ( $T_{2m(min)} \leq 0^\circ\text{C}$ ) zwischen Kontrollexperiment und Szenario A dargestellt. Entsprechend zeigt Abb. 2b die Änderung für die Temperatur ( $T_{2m(max)} \geq 25^\circ\text{C}$ ) — in Europa werden diese Tage auch als Sommertage bezeichnet. Beide Abbildungen bestätigen die Ver-

mutung, daß bei einer globalen Erwärmung die Häufigkeit von Frosttagen ab- und die der „Sommertage“ zunimmt. Das Verhalten des Tagesganges ( $T_{2m(max)} - T_{2m(min)}$ ), wenn Frosttage seltener und gleichzeitig Sommertage häufiger werden, zeigt Abb. 2c. Danach nimmt die Variabilität des Tagesganges ab. Als mögliche Ursachen kommen sowohl der erhöhte Wasserdampfgehalt in der Atmosphäre als auch eine Zunahme der Bewölkung in Frage.

## 5 Ausblick

Die Anwendungsmöglichkeiten der Extremwertstatistik konnten an dieser Stelle nur angedeutet werden. Im Hinblick auf eine umfassendere Analyse der Klimasimulationen eignet sich dieses Verfahren auch zur Bestimmung der Länge von Frostperioden sowie frostfreier Episoden, aber auch zur Ermittlung von Kälte- und Wärmesummen. Alle diese Fragen sind unter agrar- und volkswirtschaftlichen Aspekten von großer Bedeutung.

## Literaturverzeichnis

- CUBASCH, U., K. HASSELMANN., H. HÖCK, E. MAIER-REIMER, U. MIKOLAJEWISCH, B.D. SANTER UND R. SAUSEN, 1991: Time-dependent greenhouse warming computations with a coupled ocean-atmosphere model. *Max-Planck-Institut für Meteorologie, Report No. 67, Hamburg*, 18 pp
- HOUGHTEN, J.T., G.J. JENKINS AND J.J. EPHRAUMES (EDS.), 1990: The IPCC scientific assessment. *Cambridge University Press, Cambridge*, 365 pp
- SAUSEN, R., W. KÖNIG UND F. SIELMANN, 1992: Objektive Identifikation individueller Zyklonen und Blockierungen. *Annalen der Meteorologie (Neue Reihe)*