

Forschung

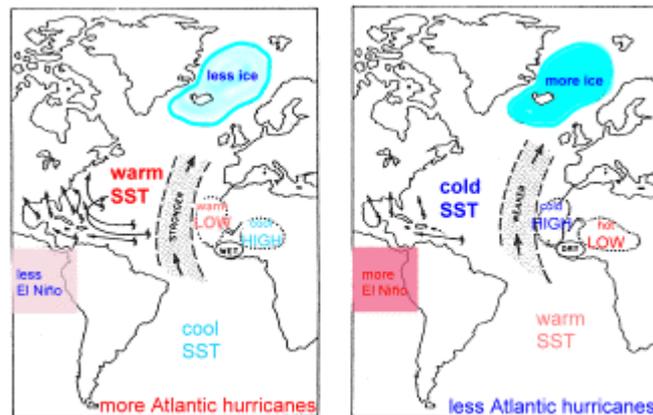
Modelle liefern stürmische Prognosen für die Zukunft

Die Erderwärmung wird sich auswirken

Zyklen in der Hurrikan Aktivität

Die Klimaforschung beobachtet über Jahrzehnte hinweg eine Veränderungen der Bedingungen, die für die Entwicklung von Hurrikanen verantwortlich sind. Diese zeigen uns, dass auf Grund von Oszillationen in der Ozeanströmung und im weltweiten Wettergeschehen vor allem die Wassertemperatur in den kritischen Regionen in einem Rhythmus von etwa 25 Jahren schwankt.

Etwa in den Jahren 1945 - 1970 war der Wärmetransport vom Südatlantik in den Nordatlantik relativ hoch. Damit verbunden war ein Auftreten von weniger Seeeis rund um den Nordpol und überdurchschnittlichen Regenfällen im Sahel. In diesem Zeitraum war auch der Golf von Mexiko überdurchschnittlich warm und die dortige Hurrikanaktivität hoch, während sie in Asien unterdurchschnittlich war. El Niño Ereignisse jedoch traten weniger häufig auf. Ähnliche Bedingungen herrschen auch jetzt wieder, während die Periode von 1970 - 1995 von deutlich weniger starken Stürmen im Atlantik geprägt war.



1. Faktoren, die mit hoher (links) oder niedriger (rechts) Wahrscheinlichkeit von Hurrikanen im Golf von Mexiko verbunden sind.

Grafik nach Gray und Sheaffer (1991), SST = Oberflächentemperatur der Meere (sea surface temperature), HIGH/LOW = Gebiete hohen/niedrigen Luftdrucks.

Modelle für die Zukunft

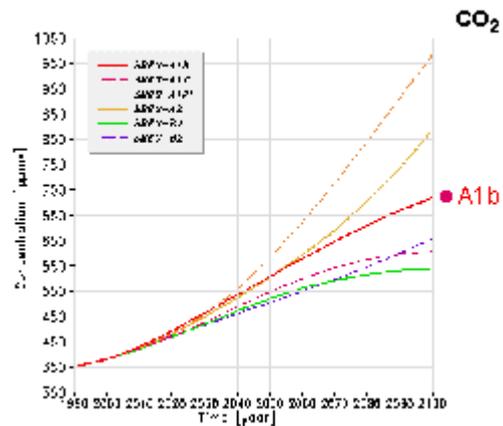
Neben der natürlichen Schwankung interessiert uns aber vor allem der Einfluss der vom Menschen gemachten Erderwärmung auf die Hurrikanaktivität. Diese können wir nur in der Kombination von Klima- und Hurrikan-Modellen simulieren.

Ein Klimamodell gibt z.B. an, wie sich die Luft- und Wassertemperaturen auf Grund der Änderung der Treibhausgase in der Luft ändern. Das Hurrikanmodell kann mit diesen veränderten Daten die Wahrscheinlichkeit ermitteln, mit der sich Hurrikane bestimmter Stärke ereignen.



Emissionen führen zu höheren CO₂ Werten

Bei Modellrechnungen ist jedoch immer zu beachten, dass das Ergebnis von den Daten abhängt, die man hineinsteckt. Für eine Welt, in der ab sofort die Verbrennung von Öl, Kohle und Erdgas stark reduziert werden, sieht das Ergebnis anders aus, als für eine Welt, in der diese fossilen Energieträger fast völlig aufgebraucht werden.



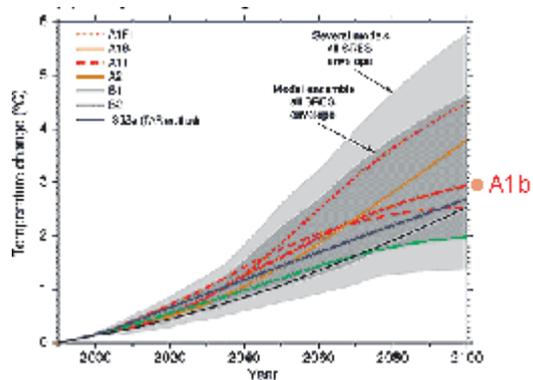
2. Annahmen verschiedener CO₂ Entwicklungen für verschiedene wirtschaftliche und politische Verhältnisse.

Grafik: IPCC



Mehr Treibhausgase führen zur Erwärmung der Erde

Die Grafiken zeigen, wie sich gemäß verschiedener Klimamodelle auf Grund der Änderung der CO₂-Konzentration die Temperatur erhöht und der Meeresspiegel ansteigt. Mit der Erhöhung der Lufttemperatur steigt auch die Temperatur in den Meeren.



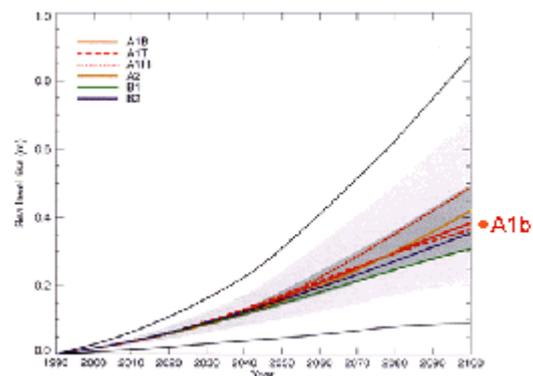
3. Mögliche Erhöhungen der Lufttemperatur auf Grund verschieden hoher Treibhausgas-Anstiege.

Grafik: IPCC



Höhere Lufttemperaturen lassen die Meere wärmer werden und den Meeresspiegel steigen.

Thomas R. Knutson und Robert E. Tuleya ließen verschiedene Klimamodelle auf einen Zeitraum von 80 Jahren im Voraus laufen. Angenommen wurde, dass der CO₂ Gehalt der Luft jährlich um 1% steigt und sich nach ca. 70 Jahren verdoppelt hat. Je nach Modell erhöhte sich die Oberflächentemperatur des Ozeans um 0,8 - 2,4°C.



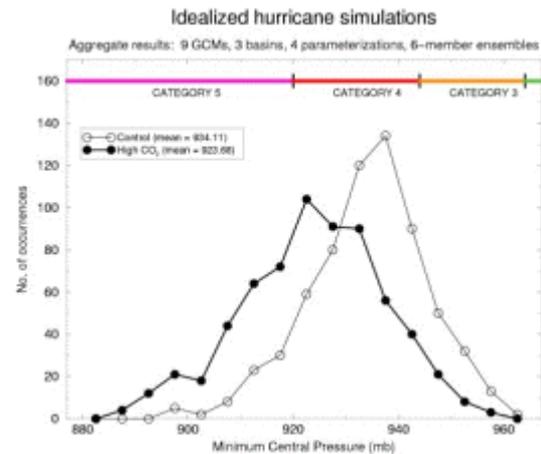
4. Verschiedene Annahmen für den Anstieg des Meeresspiegels auf Grund der Erwärmung der Ozeane.

Grafik: IPCC



Wärmere Meere begünstigen stärkere Hurrikane

Die rechte Grafik zeigt, welche Konsequenzen sich für die Verteilung der Hurrikanwahrscheinlichkeit und -stärke über alle Modelle gemittelt ergab. Wir sehen, dass für diese realistischen Modelle die Anzahl der Hurrikane ähnlich bleibt, sie aber deutlich stärker werden und die höchste Sturmstärke 5 viel öfter erreicht wird.

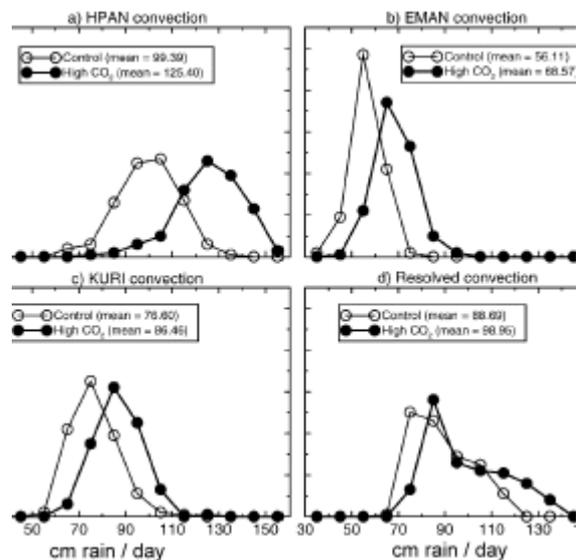


5. Zunehmende Hurrikanstärke von rechts nach links in einer wärmeren Welt (ausgefüllte Kreise) verglichen mit einer Welt ohne CO₂ Anstieg (leere Kreise). Modell nach: Knutson & Tuleya, J. Clim., 17, 3477 (2004)



Wärmere Luft kann mehr Feuchte aufsaugen, die sich während des Hurrikans in höheren Regenmengen entlädt.

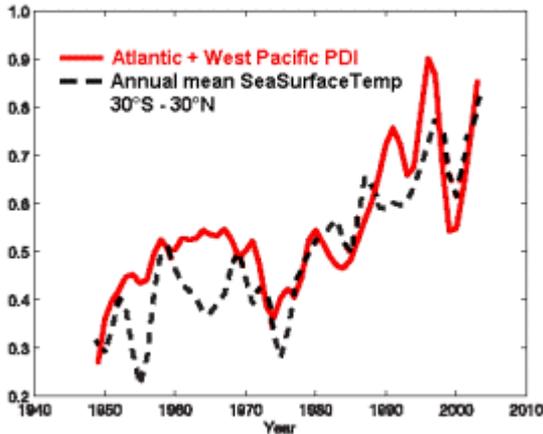
Auch die Niederschläge während eines Hurrikans steigen um 13 - 26% gegenüber der Simulation ohne Erhöhung des Kohlendioxids.



6. Zunehmende Regenmengen pro Tag gemäß verschiedener Modelle in der Studie von Knutson (siehe oben).

Können wir heute schon Trends ablesen?

Kerry Emanuel (Nature, Vol. 436/4, Aug. 2005) führt in einer ganz aktuellen Studie einen Index (engl.: Power Dissipation Index) ein, der die Gesamtenergieabgabe eines Sturmes widerspiegelt, sich auf seine Dauer und Intensität bezieht und eine bessere Aussage über die tatsächliche Zerstörungskraft von Wirbelstürmen liefert, als deren Häufigkeit oder gar Schadensbilanzen.



7. Entwicklung eines Energieabgabe-Index von Wirbelstürmen im Vergleich mit der Oberflächentemperatur der Ozeane. nach K. Emanuel (Nature, 2005).

Emanuel hat diesen Index für die Stürme der letzten Jahre und die wichtigsten Sturmregionen der Welt gemittelt und zusammengefasst. Der Index zeigt eine deutliche Parallele zur mittleren Jahres-Oberflächentemperatur der Ozeane in den Sturmregion zwischen 30°N und 30°S. Beide Kurven zeigen einen deutlichen Anstieg über die letzten 30 Jahre. Da der Anstieg der Wassertemperatur vor allem auf menschlichen Einfluss zurückgeführt wird, kann man argumentieren, dass auch die Zunahme in der Zerstörungskraft der Stürme bereits heute vom Menschen beeinflusst sein könnte. Die Stürme sind intensiver und halten länger an.

Allerdings ist die Parallelität in dem auf die Wassertemperatur bezogenen Modell nicht perfekt und es handelt sich um einen neuen wissenschaftlichen Ansatz, der gerade erst zur Diskussion gestellt wurde. Es spielen heute und in Zukunft sicher auch die anderen Faktoren eine Rolle: multidekadische Schwankungen, Auftreten und Stärke von El Niño Ereignissen und eine Änderung der Windscherung.