



Kontext 2: Bedingungen für die Bildung von Wirbelstürmen

Schlüsselwörter:

Corioliskraft, Wassertemperatur, Windscherung, Klimawandel, statistische Aussagen

Wie und wo entstehen Hurrikane?

Wir diskutieren als Beispiel die Hurrikane im Golf von Mexiko. Ihre Keimzellen entstehen über Afrika in der Region um den Äquator. Dort wo die Passatwinde aus Norden und Süden zusammentreffen, bilden sich im tropischen Klima Gewitterzellen, die nach Westen driften und als kleine Tiefdruckgebiete das Meer erreichen.

Es ist nicht genau vorherzusagen, ob und wann sie sich zum Wirbelsturm entwickeln, da die Bedingungen sehr komplex sind.

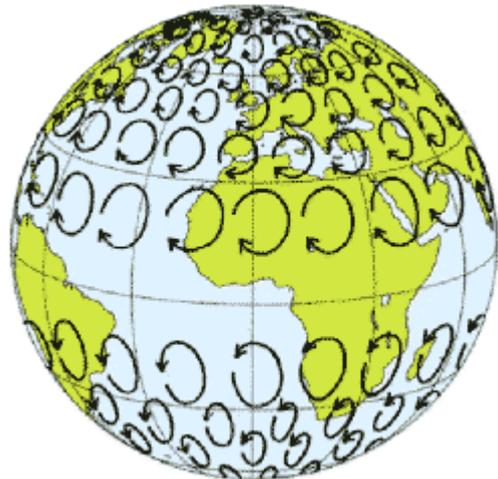
Treibende Faktoren sind:

- a) Rotationskraft der Erde (Corioliskraft)
- b) hohe Wassertemperatur
- c) Ausbleiben von Windscherungen

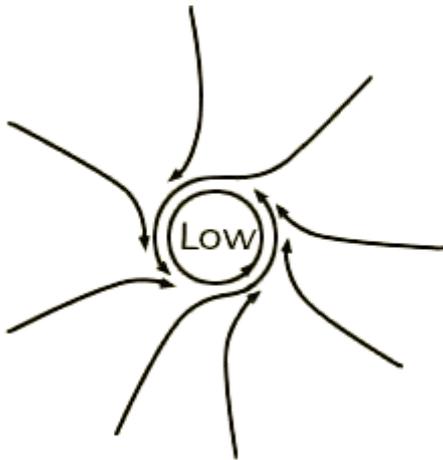
a) Corioliskraft

Der Wirbel eines Sturms wird von der Erdrotation angetrieben. Die Corioliskraft, die den Wind nicht direkt in ein Tiefdruckgebiet hineinströmen, sondern die Luft um den Bereich niedrigen Drucks "herumwirbeln" lässt, ist am Äquator selbst nicht ausgeprägt genug. Sturmgefährdet sind daher vor allem die Breitengrade im Bereich 10 - 35° mit hinreichender Corioliskraft und hoher Wassertemperatur.

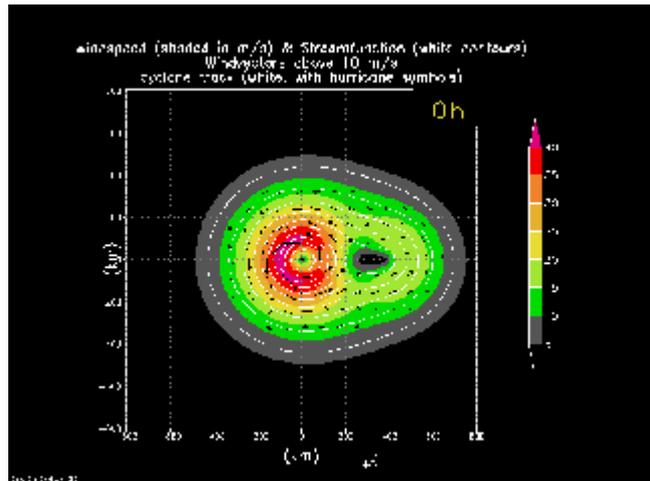
Die auf der Nordhalbkugel nach rechts ablenkende Corioliskraft führt dazu, dass sich der Wind im Gegenuhrzeigersinn um das Zentrum des Tiefdrucksystems dreht. Auf der Südhalbkugel ist es genau umgekehrt.



**1. Die Corioliskraft führt zur Rotation der Winde um ein Tiefdrucksystem. In Äquatornähe ist sie schwach.
Autor: Anders Persson © gemäß GDFL**



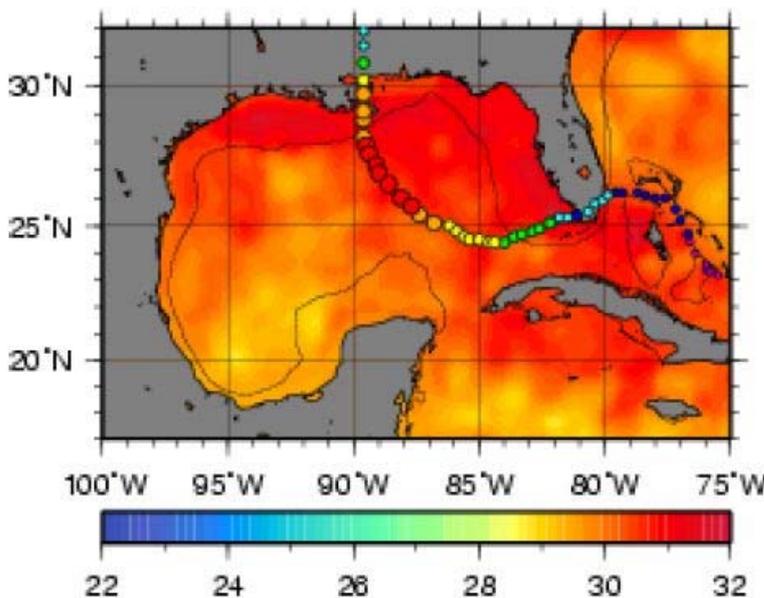
2. Die Corioliskraft führt auf der Nordhalbkugel zu einer Drehung der Winde um das Zentrum des Tiefdruckgebietes gegen den Uhrzeigersinn.



3. Simulation der Winde in einem Hurrikan auf der Nordhalbkugel
Quelle: Homepage Wolfgang Ulrich, Univ. München
Bitte zum Vergrößern das Bild anklicken! (380 KB)
zur Originalanimation (ca. 1,3 MB)

b) Hohe Wassertemperatur

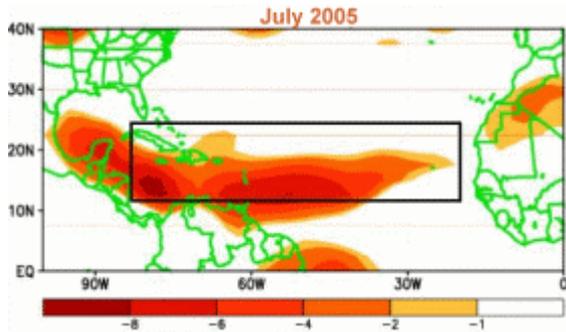
Werte von minimal 27°C müssen erreicht sein und die Wärme des Wassers muss weit genug in die Tiefe reichen, um zu verhindern, dass Wellen und Strömungen die Oberfläche auskühlen lassen. Ein Wirbelsturm über 27 Grad warmem Wasser kann höchstens 280 Stundenkilometer erreichen, bei 34 Grad kann er dagegen bis auf 380 Stundenkilometer beschleunigen. Da die Wassertemperatur von der Jahreszeit abhängt, treten die Wirbelstürme jahreszeitlich auf.



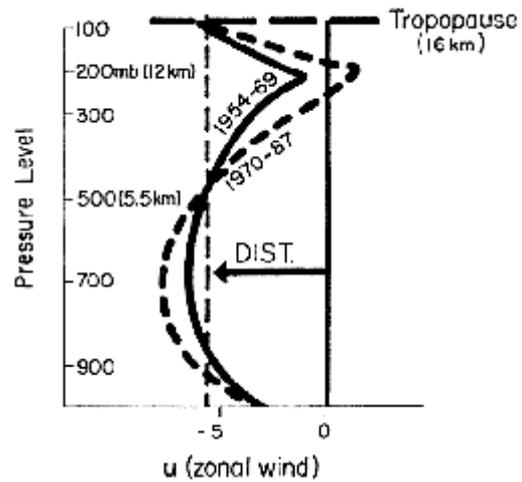
4. Sturmspur des Zentrums von Katrina (Kreise)
Intensität von blau nach rot zunehmend

c) Niedrige Windscherung

Die umgebenden Wetterbedingungen müssen den Tiefdruckwirbel nähren. Gegenläufige Winde in verschiedenen Höhen, so genannte vertikale Windscherungen, können den sich entwickelnden Hurrikan wieder zerlegen. Seit etwa 1995 herrschen im Golf von Mexiko unterdurchschnittlich niedrige Windscherungen und begünstigen so die Sturmbildung.



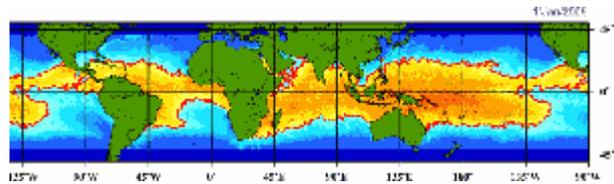
5. Abweichung der Windscherung vom langjährigen Mittelwert im Juli 2005 in relativen Einheiten. Innerhalb des schwarzen Rahmens befindet sich das Hauptgebiet für die Entwicklung von Hurrikanen.
Grafik: NOAA



6. Mittlere vertikale Windverteilung für den Zeitraum 1954-69 verglichen mit 1970-87. nach Gray und Sheaffer (1991)

Auftreten der Hurrikane

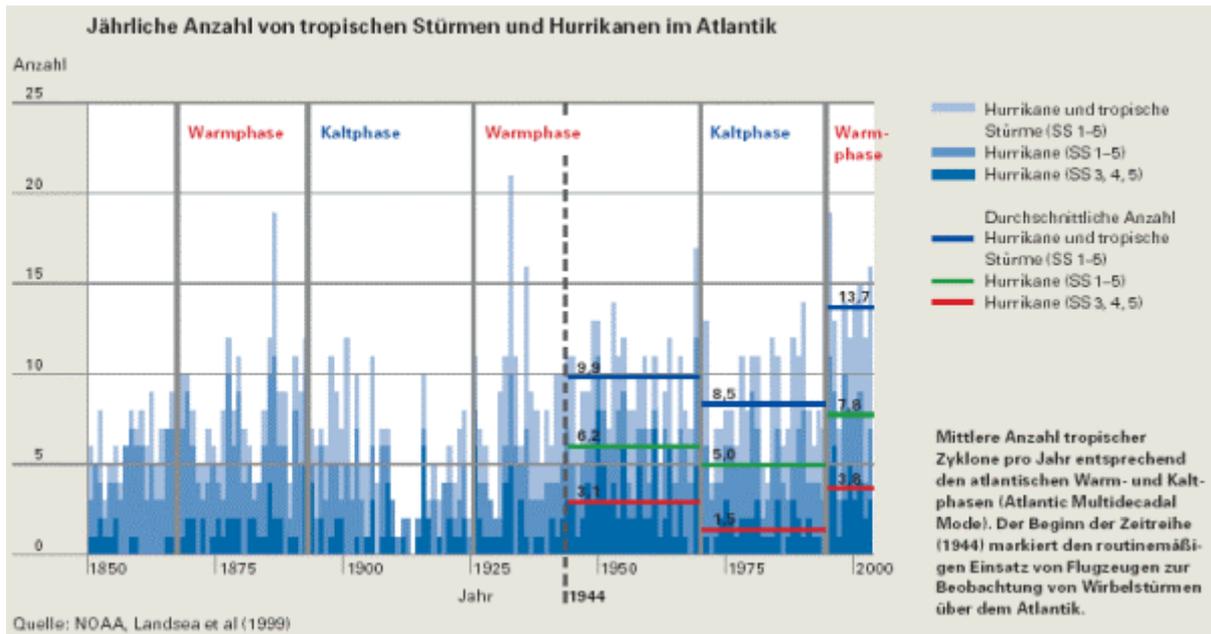
Wie oben beschrieben ist das Auftreten der Hurrikane stark an die Wassertemperatur gebunden und ebenfalls an eine Region ohne starke Windscherungen. Die Wassertemperatur ändert sich jahreszeitlich. Etwa ab Juni wird im gesamten Golf von Mexiko der kritische Wert von 27°C überschritten, sodass es zur Ausbildung von Hurrikanen kommen kann. Die Animation zeigt die Temperaturen in den Weltmeeren im Jahr 2005.



7. Entwicklung der Temperatur an der Meeresoberfläche bis zum Auftreten von Katrina Ende August 2005. Im gelben Bereich können sich erste Hurrikane bilden, der orange-rote Bereich ist kritisch.

Temperaturkarten: NOAA, Atlantic Oceanographic and Met. Laboratory
Animation (nur online): Elmar Uherek

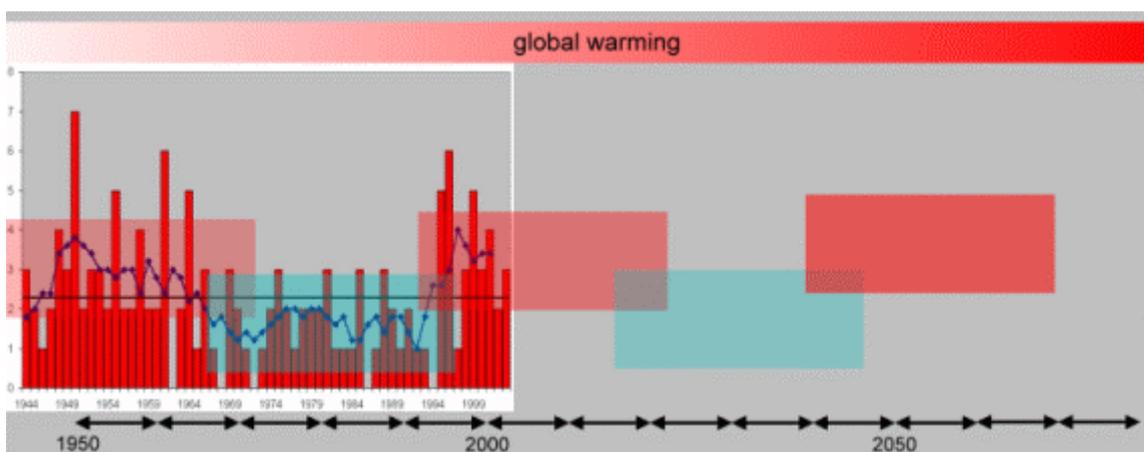
Die durchschnittliche Jahrestemperatur der oberen Wasserschichten unterliegt jedoch auch Schwankungen, die über Jahrzehnte andauern. die Forscher haben herausgefunden, dass es Muster gibt, nach denen etwa in einem Rhythmus von 25 Jahren (z.T. auch länger) der nördliche Atlantik wärmer oder kälter ist. Seit Beginn der Aufzeichnungen: 1945 - 1970 wärmer, 1970 - 1995 kühler, 1995 - voraussichtlich 2020 wärmer. Die Hurrikanaktivität ist in den wärmern Perioden deutlich stärker.



8. Grafik aus dem Jahresrückblick der Münchener Rückversicherung

Wirbelstürme und Klimawandel

Die Befürchtung mancher Klimaexperten ist, dass es in Zukunft stärkere Hurrikane mit mehr Regen und höheren Windgeschwindigkeiten geben wird. Ursache sind die steigende Wasser- und Lufttemperatur. Die Erderwärmung führt dazu, dass die Luft wärmer wird. Warme Luft kann mehr Feuchte aufnehmen und damit Wasser für größere Niederschlagsmengen mit sich tragen. Die Lufttemperatur erwärmt aber auch das Wasser. Die zusätzliche Kraft, die der Sturm aus der Verdunstung gewinnt, könnte zu höheren Windgeschwindigkeiten führen. Dieser Trend bestätigt sich in verschiedenen Modellen. Über Änderungen in der Häufigkeit von Hurrikänen hingegen kommen die Klimamodelle bislang zu keinen eindeutigen Ergebnissen.



9. Denkbare Entwicklung im Auftreten von starken Hurrikänen in warmen Phasen (rot hinterlegt) und kühlen Phasen (blau hinterlegt). Die Erwärmung muss nicht zu einer höheren Häufigkeit führen, d.h. zu höheren Werten auf der Y-Achse, sondern wird sich wahrscheinlich in stärkeren Stürmen äußern, symbolisiert durch die stärkere rote Farbe.

Grafik: Elmar Uherek

Macht sich der Klimawandel bereits bemerkbar?

Hurrikane verschiedener Stärke sind unregelmäßig auftretende Ereignisse, deren genaue Statistik mit Windmessungen ca. 60 Jahre zurückreicht. Wir verzeichnen zwar in den letzten Jahren ein verstärktes Auftreten von Hurrikanen im Nordatlantik. Dies ist aber auch durch die oben beschriebene Schwankung zwischen Warm- und Kaltphasen bedingt, gemäß derer für den Zeitraum von etwa 1995 - 2020 mehr Wirbelstürme zu erwarten sind.

Ein verstärktes Auftreten gefährlicher Hurrikane auf Grund der Erderwärmung lässt sich anhand der bisherigen relativ kurzen Statistik nicht beobachten. Hurrikane, wie Katrina, können wir aber als ein Warnsignal für die Zeit in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts verstehen, wenn sich nach der nächsten Kaltphase der Klimawandel deutlich stärker auswirken wird.

© ACCENT 2006 | www.accent-network.org
