

Hurrikane

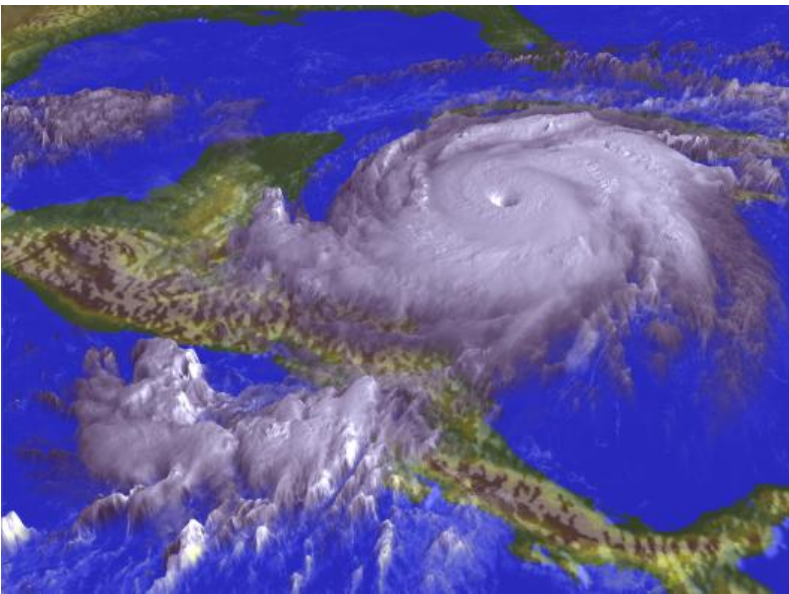


Bild 1: Hurrikan Mitch im Oktober 1998



Bild 2: Hurrikan Katrina im August 2005 an der Golfküste (mehr dazu auf Seite 4)

Thema: Hurrikane an der Ostküste der USA

Leitfrage: Beeinflusst der Klimawandel die Hurrikan-Aktivität?

- Gliederung:
- 1) Was ist ein Hurrikan?
 - 2) Klassifizierung und Auswirkungen
 - 3) Ist bereits ein Trend erkennbar?
& Zukunftsprognose
 - 4) Welche Rolle spielt der Klimawandel?
 - 5) Schlussprognose

Was ist ein Hurrikan?

Hurrikane sind tropische Wirbelstürme, die sich im Atlantik entwickeln. Es gibt sie auch im Norden des Pazifiks, wobei sie dann Taifune genannt werden. Im Indischen Ozean heißen sie Zyklone.

Ein Hurrikan wird erst dann als ein tropischer Wirbelsturm bezeichnet, wenn er eine Mindestgeschwindigkeit von 118 km/h oder mindestens die Windstärke 12 erreicht hat.

Er kann Geschwindigkeiten von höher als 250 km/h erreichen, welche auf der Saffir-Simpson-Skala zur Intensitätseinstufung die höchste Kategorie hat. Die offizielle Zeit der Hurrikan-Saison ist von Juni bis Ende November. Sie können wochenlang bestehen bleiben und zerstören meist viele Quadratkilometern auf einmal.

Hurrikane entstehen nur über dem Meer. Damit sie sich bilden können, muss im Wasser eine Mindesttemperatur von 26,5°C bis in eine Tiefe von 50m gegeben sein. Wenn das Wasser diese Temperatur erreicht hat, verdunstet es in großen Mengen und steigt schließlich als Wasserdampf auf. Es entsteht ein Unterdruck und Gewitterwolken bilden sich. Hierdurch bildet sich ein Rüssel, durch welchen die Luftmassen aufsteigen und wiederum in Rotation versetzt werden. Dies sorgt dafür, dass der Hurrikan sich selbst antreiben oder verstärken kann. Wenn er aber auf Land trifft, fehlt ihm die Wasserdampfzufuhr und er wird schwächer.

Der Abstand vom Äquator muss mindestens fünf Breitengrade oder 550km groß sein, da nur dann die Corioliskraft ausgeprägt genug ist, um den zuströmenden Luftmassen die typische Drehung zu geben.

Der entstandene Hurrikan besitzt in der Mitte ein Auge, welches einen Durchmesser von mehreren km haben kann. In diesem Zentrum gibt es weder Wolken, noch Niederschlag und es ist windstill.

Dies macht den Hurrikan für den Menschen manchmal so gefährlich. Er denkt, der Sturm sei vorüber, aber in Wirklichkeit befindet er sich im Auge des Sturms. Dann trifft die Kraft des Hurrikans erneut auf das Gebiet.

Klassifizierung und Auswirkungen eines Hurrikans

Damit ein Sturm überhaupt Hurrikan genannt werden kann, muss er auf der Beaufort-Skala, die die Windstärke misst, die Stärke 12 erreicht haben. Danach wird er auf der Saffir-Simpson-Skala nach 5 Kategorien der Stärke eingestuft. Hurrikane können Windgeschwindigkeiten von mehr als 250km/h hervorrufen. Auf der Skala entspricht das der höchsten Kategorie.

In der ersten Kategorie erreicht der Hurrikan 119 bis 153km/h Windgeschwindigkeit. Es gibt bereits kleinere Schäden an brüchigen Gebäuden und kleineren Bäumen.

Die zweite Kategorie beinhaltet Windgeschwindigkeiten von 154 bis 177km/h. Es können Bäume entwurzelt werden. Bewohnern an Küstenstreifen wird geraten, sich in Sicherheit zu bringen.

Die dritte Kategorie bedeutet, dass der Hurrikan eine Windgeschwindigkeit von 178 bis 209km/h hat. An der Küste sind kleinere Gebäude in Gefahr. Es werden Türen eingedrückt und Dächer abgedeckt. Große Bäume halten dem Wind nicht mehr stand und knicken um. Die Überflutungen werden stärker.

In der vierten Kategorie werden Windgeschwindigkeiten von 210 bis 249km/h erreicht. Es sind bereits extreme Schäden an Gebäuden zu sehen. An der Küste werden Bauwerke durch Wind und Wellen zerstört. Tief liegende Gebiete werden überflutet. Großräumige Evakuierungen sind notwendig. Menschen können zu Schaden kommen oder getötet werden.

In die letzte und stärkste Kategorie (5) werden Hurrikane mit Windgeschwindigkeiten ab 250km/h eingestuft. Bei diesen Geschwindigkeiten sind die Zerstörungen katastrophal. Es gibt schwere Überschwemmungen, Häuser werden total zerstört oder fortgeblasen. Beinahe jedes Hausdach wird abgedeckt, Türen und Fenster zertrümmert. Wer sich nicht in Sicherheit bringt, kann verletzt oder getötet werden.

Hurrikane sind meist sehr zerstörend. Die Auswirkungen lassen sich am besten durch Sach- und Personenschäden bestimmen und messen. Einer der verheerendsten Hurrikane in der Vergangenheit der USA ist der Hurrikan „Katrina“ (Kategorie 5), der im August 2005 in den südöstlichen Teilen der USA auftrat. Die Golfküste (also die Staaten Florida, Louisiana, Mississippi, Alabama und Georgia) erlitt immense Schäden. Insgesamt gab es Sachschäden in Höhe von 81 Milliarden US-Dollar und 1.800 Menschen kamen durch diesen tropischen Wirbelsturm ums Leben. In New Orleans gab es 2 Deichbrüche, die dazu führten, dass 80 % der Stadt ungefähr 7 Meter tief unter Wasser standen.

Ist bereits ein Trend erkennbar?

Bei der Bestimmung von Trends gibt es ein großes Problem, welches bei den Unterlagen der Aufzeichnung von Hurrikans liegt. Die Hurrikanbeobachtungen gehen zurück bis ins Jahr 1878. Die Aufzeichnungsbedingungen waren zu der Zeit allerdings stets schlechter und ungenauer als heute. Hurrikane wurden gezählt, wenn ein Schiff sie bemerkte oder weil Menschen davon berichteten. Hurrikane weit draußen auf dem Meer wurden oft nicht bemerkt. Seit dem Beginn der Hurrikanaufzeichnungen kann man also durchaus Steigerungen wahrnehmen. Allerdings gilt es zu berücksichtigen, dass auch beide Weltkriege die Beobachtungen stark einschränkten. Außerdem ist erst nach 1965 das Sattelitennetz nutzbar geworden. Dadurch wurden Stürme erfasst, die vorher zwar auch durchaus existierten, aber bis dahin nicht in den Statistiken auftauchten.

Das Bild 3 zeigt die Hurrikan-Anzahl im Nordatlantik pro Jahr über 5 Jahre. Sie zeigt deutliche Schwankungen von Jahr zu Jahr. Die blaue Linie ist die, der gemessenen Wirbelstürme. Die Orange zeigt die Wirbelsturmanzahl, zusammen mit den vermutlich entgangenen Stürmen, die der Statistik nachträglich hinzugefügt wurden (grüne Linie).

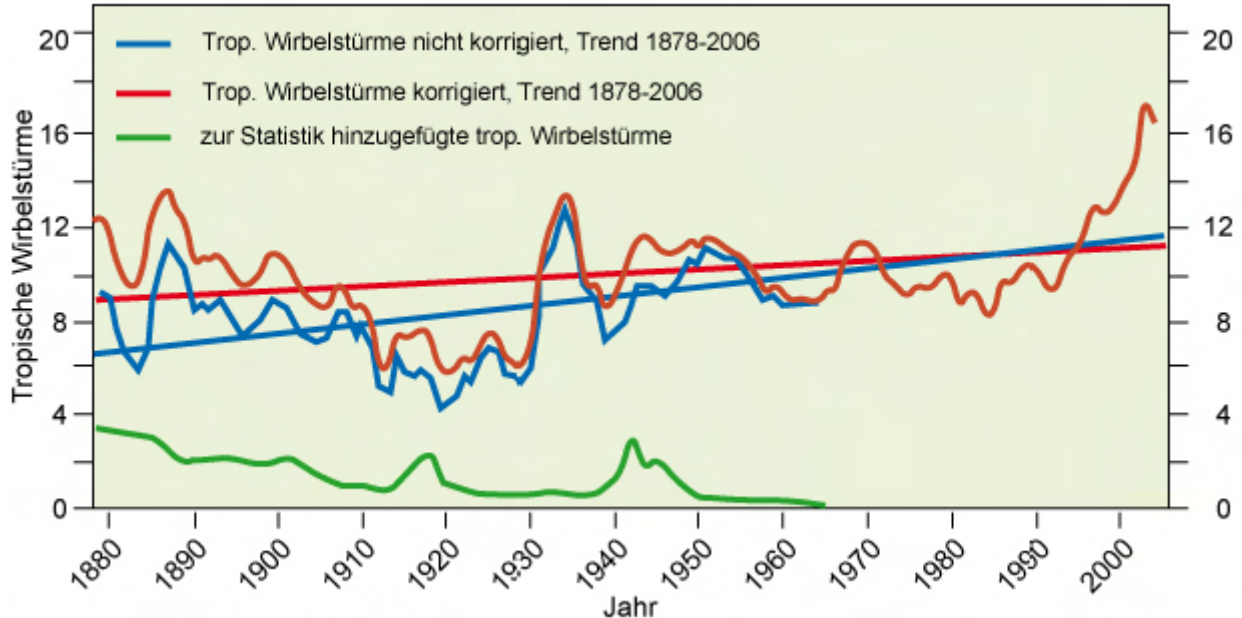


Bild 3: Häufigkeit tropischer Wirbelstürme im Nordatlantik im gleitenden Fünfjahresmittel

Trotz dieser Graphik, kann man nicht von einem eindeutigen Trend sprechen, da es in diesem Zeitraum (1880-1980) einen Trend von nur +1,6 Stürmen pro 100 Jahre gibt, welches durchaus mit den Aufzeichnungsmethoden zusammenhängen kann.

ZUKUNFTSPROGNOSE

Die 2 folgenden Bilder zeigen die durchschnittliche Wassertemperatur im August und September in den Jahren 1961-1990. Die weißen Flächen stellen das Land dar und die bunte Fläche den Mittelatlantik.

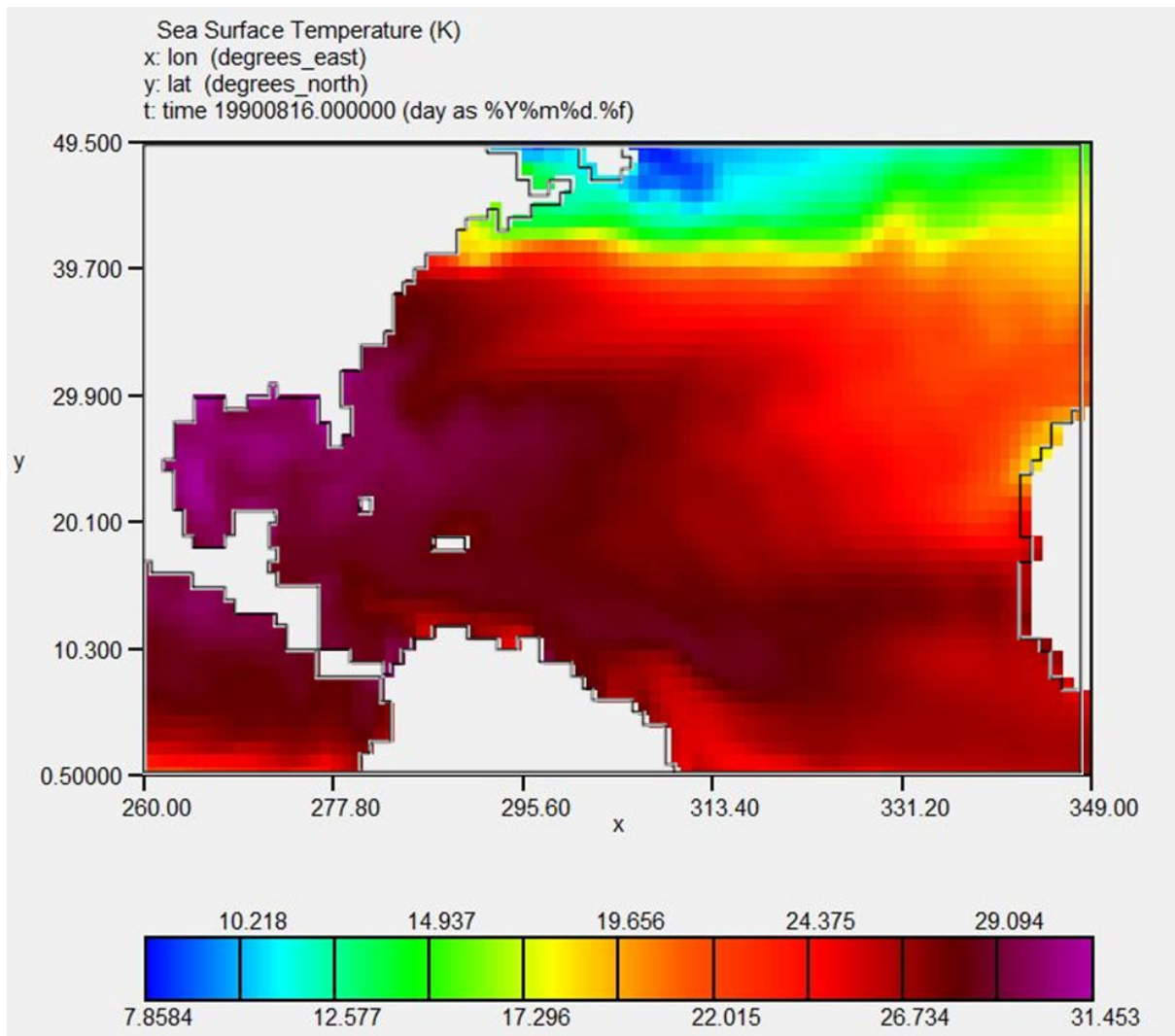


Bild 4: Meeresoberflächentemperaturen August 1961-1990

Wie auf diesem Bild erkennbar ist, war der Bereich der Wassertemperatur über 26,5°C relativ klein. Er umfasste den westlichen Teil des Mittelatlantiks. Im Golf von Mexiko erreichte die Temperatur knapp 31,5°C.

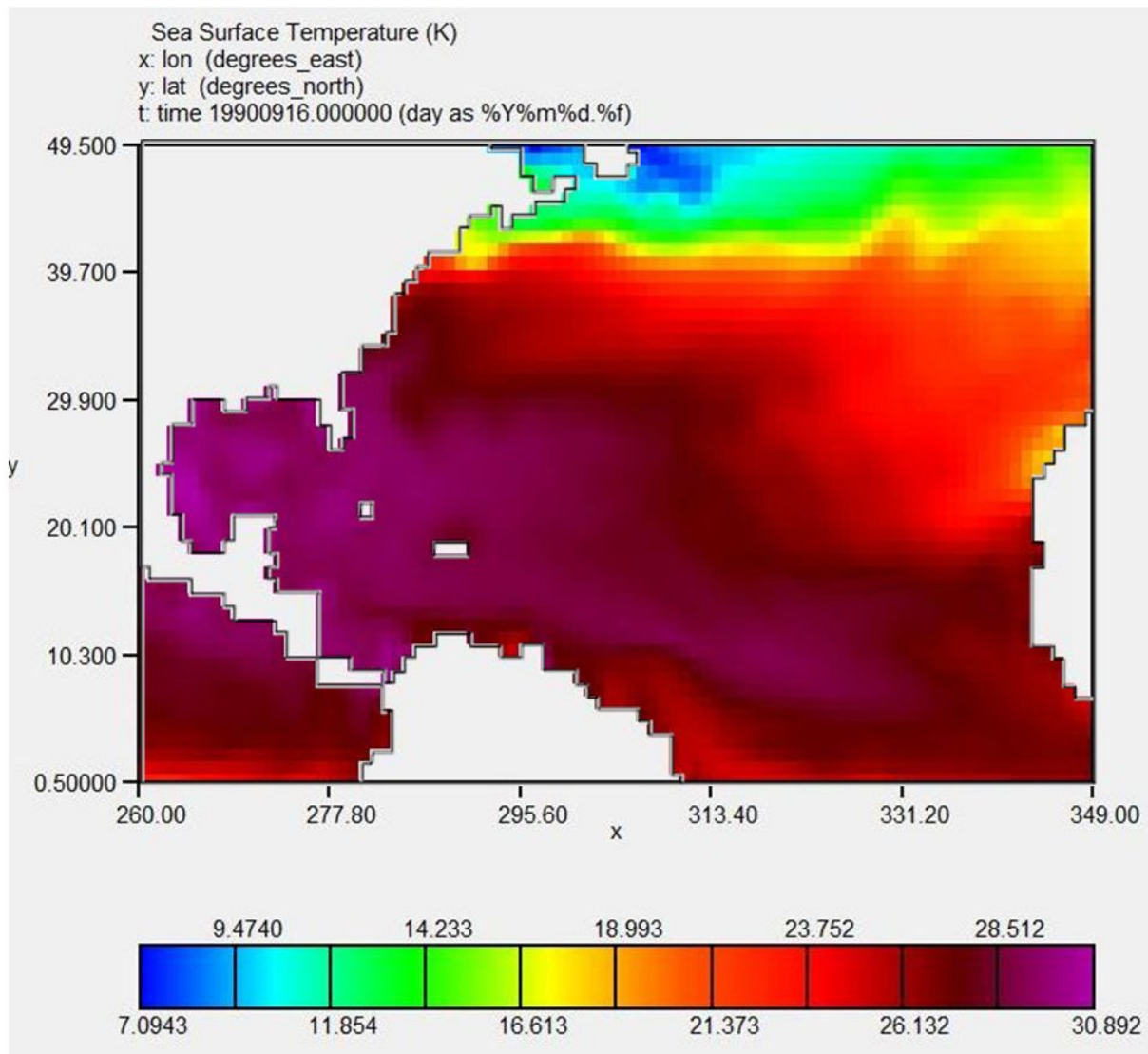


Bild 5: Meeresoberflächentemperaturen September 1961-1990

Im Gegensatz zu den Werten des Augusts ist hier erkennbar, dass das Gebiet des über 26,5°C warmen Wassers etwas größer ist.

Das ist zu einem auch darauf zurückführbar, dass Wassermassen länger zum Auf- und Abwärmen benötigen. Demnach muss die Wassermasse im Mittelatlantik im September wärmer sein als im August.

Die 2 folgenden Bilder zeigen die vorrausichtliche durchschnittliche Wassertemperatur im August und September in den Jahren 2071-2100.

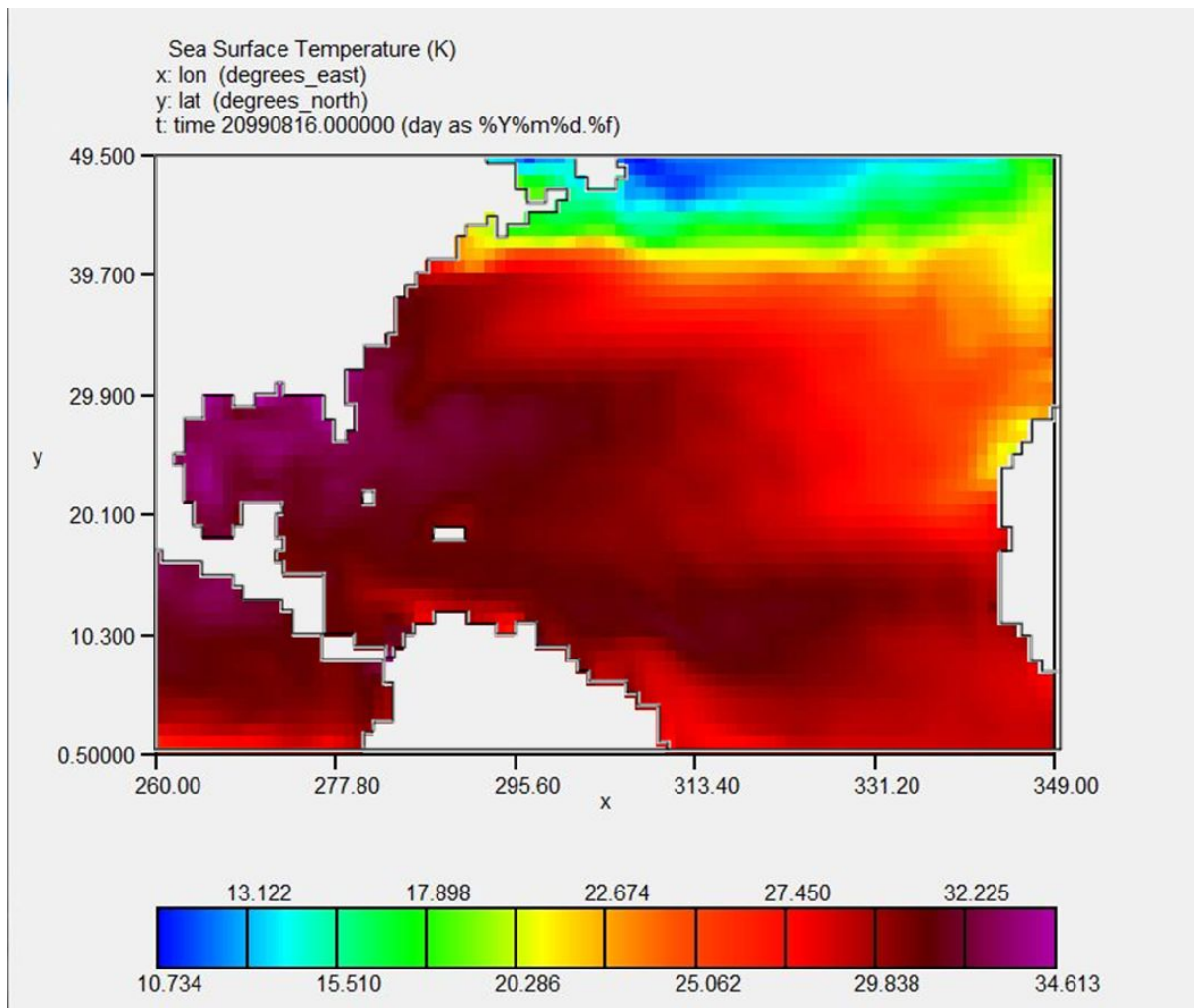


Bild 6: Meeresoberflächentemperaturen August 2071-2100

Auf diesem Bild kann man erkennen, dass die Wassertemperatur im Golf von Mexiko bis etwa 35°C ansteigen wird. Da ein Hurrikan „bloß“ 26,5°C Wassertemperatur zum Entstehen benötigt, wird hier die Wahrscheinlichkeit einer Entstehung eines Hurrikans sehr hoch. In den Jahren 1961-1990 lag diese Temperatur, wie eben gesehen, „noch“ bei etwa 31°C. Damit ändern sich die Werte zur Vergangenheit so, dass das Wasser überall um ca. 2 - 3,5 °C wärmer wird.

Außerdem kann man erkennen, dass im gesamten Mittelatlantik die Wassertemperatur über 26°C liegen wird. Das Gebiet des „warmen“ Wassers wird sich somit ausweiten, was die Wahrscheinlichkeit eines möglichen Hurrikans ungemein steigert.

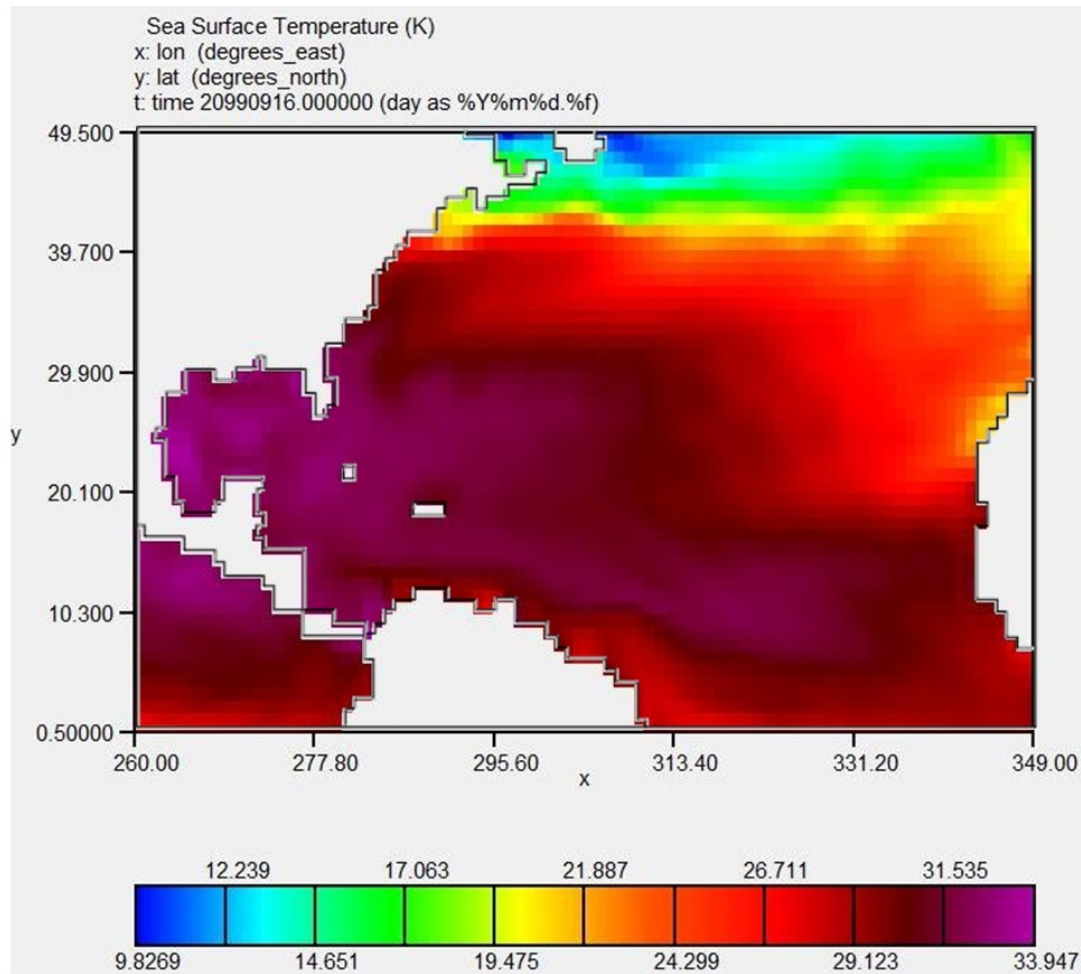


Bild 7: Meeresoberflächentemperaturen September 2071-2100

Auf diesem Bild kann man erkennen, dass die Temperaturen insgesamt dem August gegenüber leicht sinken, d.h. die Wahrscheinlichkeit, dass ein Hurrikan entsteht, sinkt ebenso. Dennoch liegt die Temperatur im gesamten Mittelatlantik über der Mindesttemperatur für das Entstehen eines Hurrikans. Damit erhöht sich die Wassertemperatur im September durchschnittlich um 2 – 3 °C.

Auf jedem dieser Bilder ist uns eine typische Ausdehnungsform des warmen Wassers aufgefallen. Die höchsten Temperaturen wurden und werden zwischen Südamerika und Afrika bis hin zum Golf von Mexiko gemessen.

Unsere Vermutung ist, dass das an der Meeresströmung im Nordatlantik (oft auch Golfstrom genannt) liegt. Um diese Strömung mit den Auffälligkeiten der oberen Bilder vergleichen zu können, haben wir eine Karte, die diese Strömungen zeigt, herausgesucht.

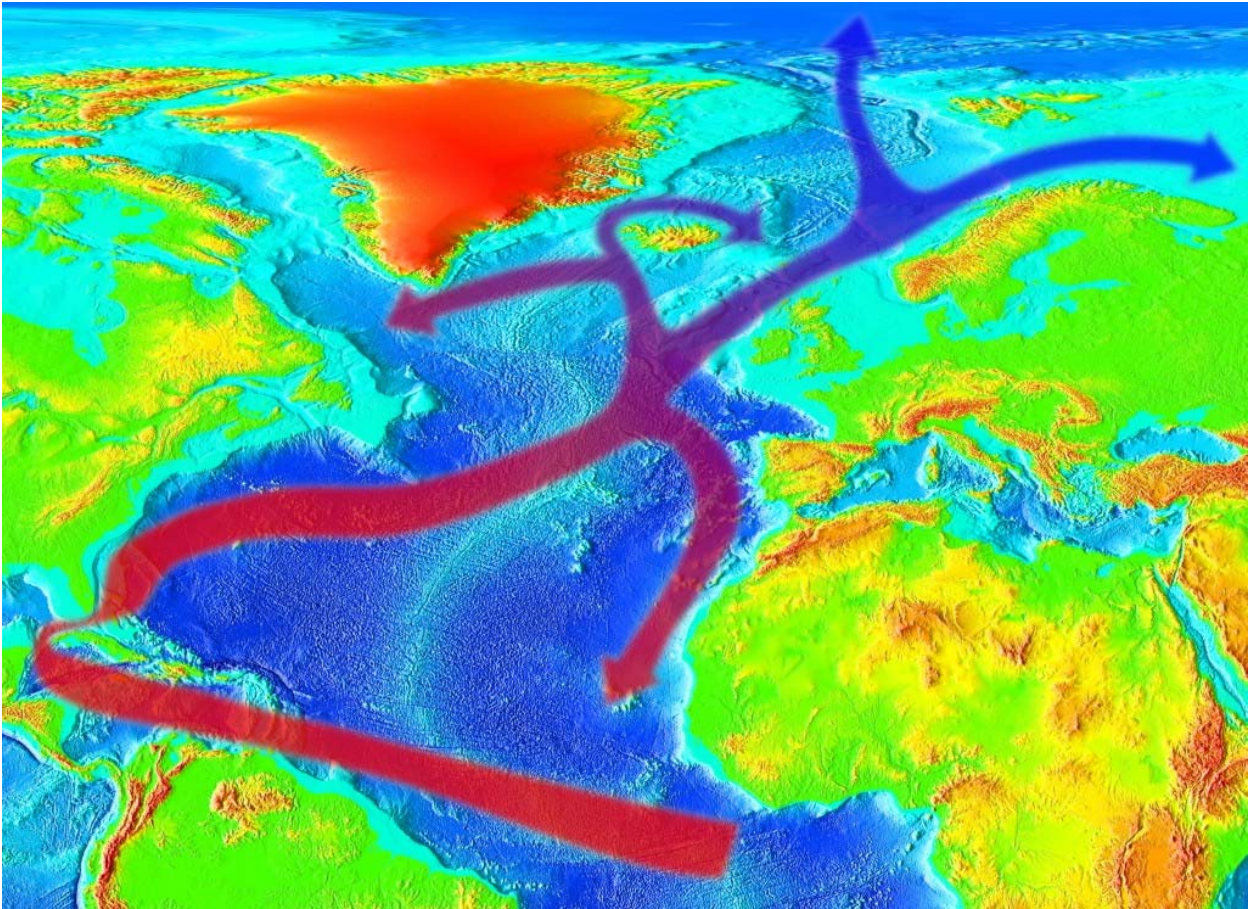


Bild 8: Meeresströmung im Nordatlantik (oft auch: Golfstrom)

Zu erkennen ist, dass das warme Wasser vom Süden kommt und dann durch den Golf von Mexiko fließt, um dann an der Ostküste Amerikas vorbei nach Europa zu kommen. Während diesem „Prozess“ sinkt die Wassertemperatur. Unsere Vermutung hat sich bewahrheitet.

Aufgrund dieses Bildes lässt sich feststellen, dass ein Temperaturanstieg des Wassers möglich ist. Das Wasser wird wärmer.

Ein anderer wichtiger Faktor ist die Verdunstung.

Hierzu schauen wir uns den Unterschied zwischen der durchschnittlichen Verdunstung im August zwischen 1961 und 1990 und den vorrausichtlichen Werten im August zwischen 2071 und 2100 an.

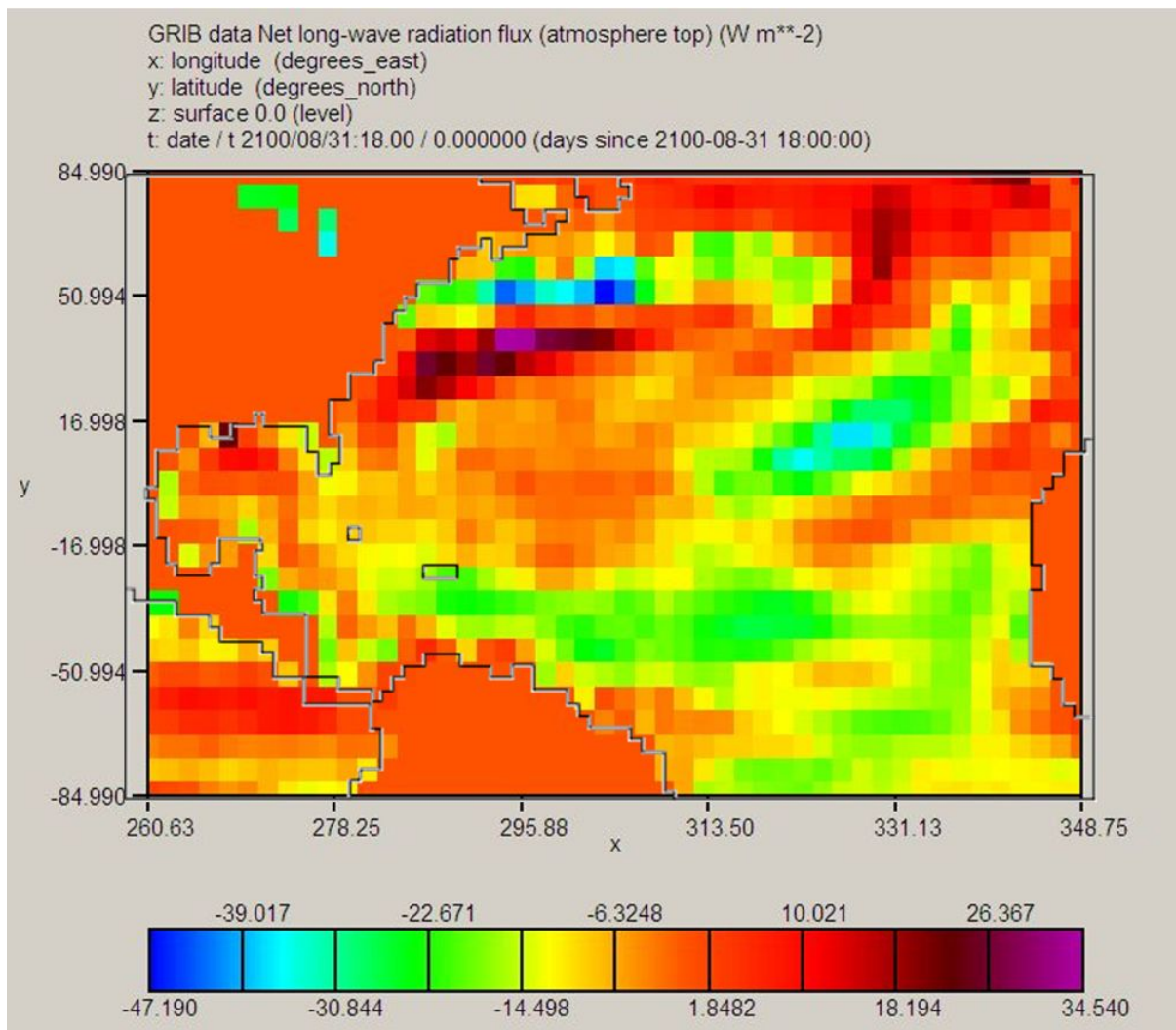


Bild 9: Verdunstung August Differenz: 2071-2100 minus 1961-1990

Diese Karte wirkt auf erstem Blick sehr unübersichtlich.

Die orangenen Flächen zeigen das Land; in diesem Fall Nordamerika, den nördlichen Teil Südamerikas und ein Stück von Afrika. In der Mitte ist demnach der Mittelatlantik abgebildet.

Dass die Werte größtenteils im Minus liegen, bedeutet, dass an diesen Stellen mehr Wasser verdunstet als an Niederschlag fällt.

Also lässt sich erkennen, dass in der Zukunft mehr Wasser verdunsten wird, als es in der Vergangenheit geschehen ist.

Wichtig für die Entstehung von Hurrikans ist, dass durch verdunstendes Wasser mehr Wasserdampf in die Atmosphäre gelangt, der dort

kondensieren kann, und damit Energie freigegeben wird, die die Hurrikandynamik weiter antreibt. Da hier offensichtlich mehr Wasser verdunstet wird, wird die Wahrscheinlichkeit für die Entstehung und die Stärke der Hurrikane größer. Im Entstehungsgebiet steigt die Verdunstung um ca. 6-22mm.

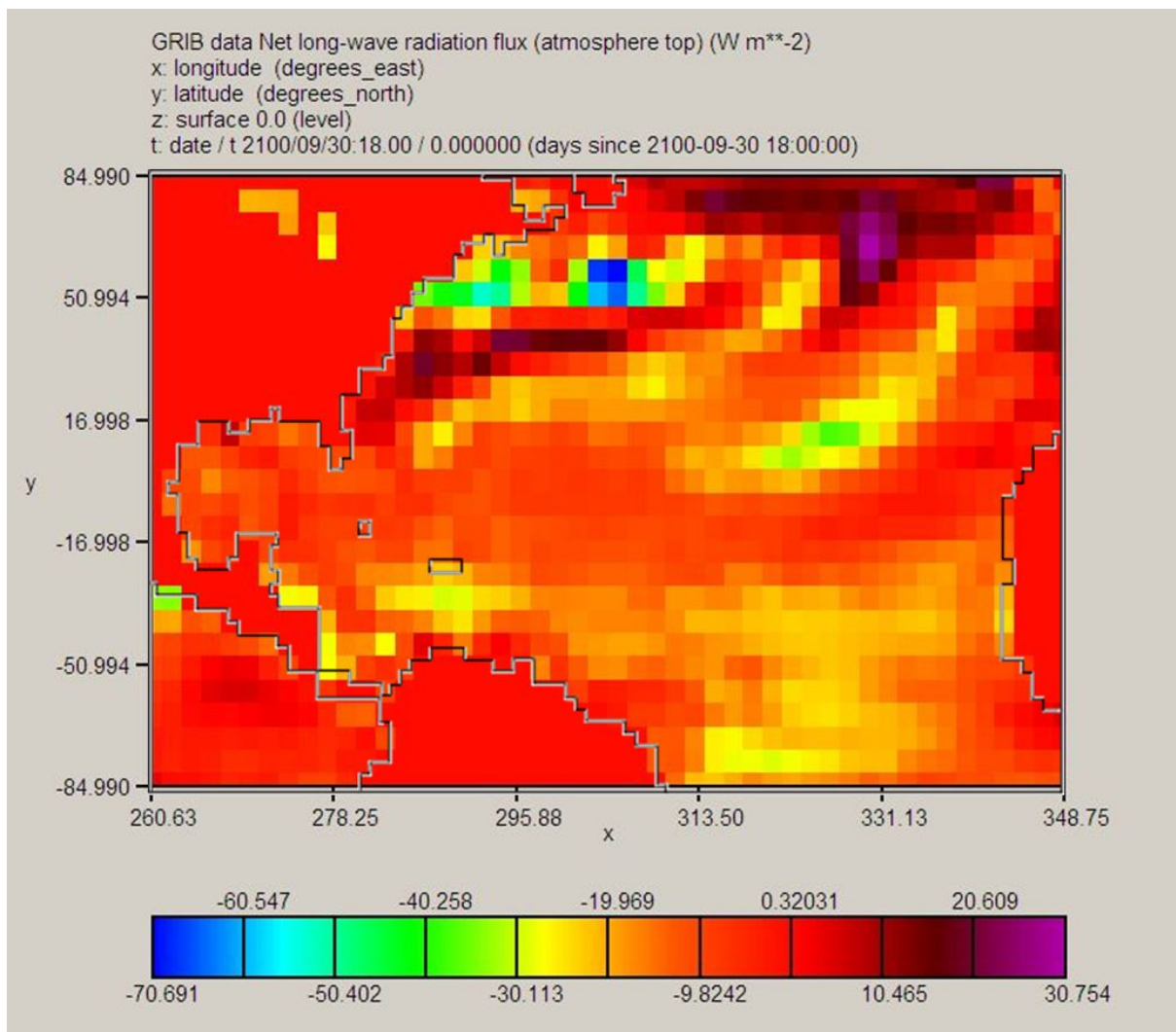


Bild 10: Verdunstung September Differenz: 2071-2100 minus 1961-1990

Auf diesem Bild ist es ähnlich. Die roten Flächen an den Seiten stellen die jeweiligen Landflächen dar und in der Mitte ist der Mittelatlantik erkennbar.

Auch im September wird mehr Wasser verdunstet als in der Vergangenheit. Außer am oberen Rand des Bildes, wo zu sehen ist, dass weniger Wasser verdunstet wird. Das hängt mit dem Abschmelzen der Polkappen zusammen. Es kommt mehr Polwasser hinzu, als verdunstet kann.

Da aber bei Grönland und in der Nähe des Nordpols die Wassertemperatur nicht hoch genug ist für eine Hurrikan-Entstehung, spielt diese Veränderung keine bedeutende Rolle.

Alles in allem ist zu sagen, dass ein Trend der in diesem Text untersuchten Aspekte erkennbar ist. Die Meeresoberflächentemperaturen steigen in der Hochsaison der Hurrikane deutlich an und die Verdunstung steigt in den beiden Monaten auch. Das müsste bedeuten, dass die Anzahl der Hurrikane ansteigen wird bzw. angestiegen ist.

Da aber ein Entstehen von Hurrikanen auch von anderen Faktoren beeinflusst wird, muss sich das nicht unbedingt auf eine zukünftige Hurrikanstatistik auswirken.

WELCHE ROLLE SPIELT DER KLIMAWANDEL?

Die Meeresoberflächentemperatur hat sich in den letzten Jahrzehnten bereits um mehrere zehntel Grad erhöht. Besonders das Entstehungsgebiet der nordatlantischen Hurrikane ist davon betroffen.

Da Hurrikane eine Mindestwassertemperatur von 26,5 °C benötigen, kann eine erhöhte Wassertemperatur zur Folge haben, dass sich Hurrikane schneller bilden und es somit mehr Hurrikane gibt.

Nun stellen sich folgende Fragen:

Können die Hurrikane an Orten auftreten, wo sie vorher nicht waren?
Treten Hurrikane häufiger auf oder werden sie womöglich stärker?

Wir denken, dass die Hurrikane infolge einer Klimaerwärmung auch in Gebieten entstehen könnten, wo sie bis heute noch nicht aufgetreten sind. Dies hängt damit zusammen, dass dort, wo normalerweise Wassertemperaturen von ca. 20-25°C herrschen, sich das Wasser aufgrund des Klimawandels auf ca. 26-29°C erwärmen könnte.

Wenn es zu Entstehungen von Hurrikanen an neuen Orten kommen sollte, wäre die südamerikanische Ostküste ein gefährdetes Gebiet für das Auftreten von Hurrikanen, da es dort schon „warmes“ Wasser gibt.

Umso stärker die Klimaerwärmung zunimmt, desto mehr Gebiete kann man den Hurrikanen zusprechen. In sehr ferner Zukunft könnte vielleicht sogar Europa betroffen sein, aber bis dahin würde noch sehr viel Zeit vergehen.

Damit Hurrikane stärker werden, müsste eine höhere Verdunstung entstehen. Da auch dies mit der Erwärmung der Erde einhergeht, ist es wahrscheinlich, dass die Hurrikane in ihrer Intensität zunehmen. Diese Wandlung kann man schon jetzt vermerken, wie man den Unterlagen und Fotos entnehmen konnte.

Eventuell könnte es in der Zukunft sogar einen Zusammenschluss von mehreren Hurrikanen geben, was die Stärke deutlich erhöhen würde. Dieses Szenario hat der Film „The Day After Tomorrow“ schon klar dargestellt und veranschaulicht. Ob das in der Realität so aussehen wird, ist nicht konkret zu sagen.

SCHLUSSPROGNOSE

Als zusammenfassende Schlussprognose lässt sich also sagen, dass es durchaus möglich wäre, dass es in Zukunft immer mehr und immer stärkere Hurrikane geben wird.

Allerdings bleibt auch zu berücksichtigen, dass auch die Schutzmaßnahmen der Menschen besser werden. Durch neue Technologien ist es möglich, rechtzeitig zu erkennen, ob und wann ein Hurrikan auf Land trifft. Das verringert die möglichen Schäden enorm. Zumindest rettet dies viele Menschenleben.

Hurrikane werden immer eine Gefahr darstellen, die auch durch Vorhersagen und Schutzmaßnahmen nicht zu unterschätzen ist. Die betroffenen Gebiete werden sich wahrscheinlich vergrößern und die Maßnahmen zum Schutz werden teurer werden.

Was den Klimawandel anbetrifft, so lässt sich auf jedenfalls sagen, dass er nicht unbemerkt an den Hurrikanen „vorbeiläuft“.

Er wird Auswirkungen auf die Anzahl, Intensität und Verbreitung von Hurrikanen haben. Je mehr der Mensch die Atmosphäre durch Treibhausgase belastet und je weniger die Politik etwas dagegen tut, desto stärkere Ausmaße wird der Klimawandel auf die Erde haben, was sich auch auf die Entwicklung der Hurrikane auswirkt.

LITERATURQUELLEN:

N24, 31.08.2008: Was bedeuten die fünf Kategorien?

Online unter: http://www.n24.de/news/newsitem_3741038.html

Wikipedia, Artikel Hurrikan Katrina

Online unter: http://de.wikipedia.org/wiki/Hurrikan_Katrina#Folgen

Kronenzeitung (Österreich), keine Datumsangabe

Online unter:

http://www.krone.at/Wissen/Klimawandel_beguenstigt_Staerke_von_Hurrikans-Erderwaermung-Story-34797

Sven Titz, 2006: Hurrikane - die Wärmekraftmaschinen der Tropen

Online unter: <http://www.weltderphysik.de/de/4040.php>

Thomas Sävert, keine Datumsangabe: Warum beginnt Hurrikanstärke bei 64 Knoten?

Online unter: <http://www.naturgewalten.de/hurrikan/d10.html>

Hurrikane und Tornados, keine Autor- und Datumsangabe

Online unter: http://www.americanet.de/hurrikane_und_tornados.html

ABBILDUNGSQUELLEN:

- 1) Aus Wikipedia-Bilddatenbank Wikimedia: Hurrikan Mitch Satellitenbild (NASA),
online unter: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/27/Mitch3_md.jpg
 - 2) Aus Wikipedia-Bilddatenbank Wikimedia: Hurrikan Katrina Satellitenbild (NASA),
online unter:
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a4/Hurricane_Katrina_August_28_2005_NASA.jpg
 - 3) aus: Klimawandel-Wiki, Artikel Tropische Wirbelstürme, eigene Darstellung von D. Kasang nach Vecchi, G. A. & Knutson, T. R. (2008): On estimates of historical North Atlantic tropical cyclone activity. Journal of Climate 21, 3580–3600
online unter:
http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:Hurr_Atl_1878-2006.jpg
- 4 – 7) eigene Darstellung der Daten von Roeckner, Erich; Lautenschlager, Michael; Schneider, Heiko 2006; IPCC-AR4
MPI-ECHAM5_T63L31; MPImet/MaD Germany. World Data Center for Climate.
- 8) Aus Wikipedia-Bilddatenbank Wikimedia: Verlauf des Golfstroms, online unter:
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e2/Golfstream.jpg>
 - 9) – 10) eigene Darstellung der Daten von Roeckner, Erich; Lautenschlager, Michael; Schneider, Heiko 2006; IPCC-AR4
MPI-ECHAM5_T63L31; MPImet/MaD Germany. World Data Center for Climate.