

# **Ausarbeitung zum Thema** **šTropische Wirbelstürmeõ**

# Inhaltsverzeichnis

<b>Kapitel</b>	<b>Seite</b>
1. Vorwort	3
2. Entstehung und Aufbau von Hurrikanen	4-6
3. Zukünftige Entwicklung von Hurrikanen	7-8
4. Fazit	9
5. Nachwort	10
6. Quellen- und Abbildungsverzeichnis	11-12

# 1. Vorwort

Tropische Wirbelstürme sind eine große Gefahr für die Menschheit. Sie sind unaufhaltsam und von zerstörerischer Gewalt. Ihre Existenz ist auf ein Zusammenspiel von vielen physikalischen Faktoren zurückzuführen und diese Faktoren sind alle verknüpft mit dem Klima unserer Erde.

Unsere Idee war es, die globale Entwicklung der tropischen Wirbelstürme zu analysieren und über deren inneren Mechanismen und den daran beteiligten Faktoren wieder auf das Klima zu schließen.

Je nach geographischer Lage tragen tropische Wirbelstürme auch die Namen Hurrikan (Atlantik), Zyklon (Pazifik) und Taifun (Indik). Da wir die notwendigen Daten nur zu Hurrikanen finden konnten, mussten wir uns auch in der Datenarbeit auf diese beschränken und unsere Ausarbeitung dementsprechend größtenteils auf Hurrikane fixieren, obwohl wir uns Mühe damit gegeben haben, auf tropische Wirbelstürme im allgemeinen zu beziehen, wenn sich die Möglichkeit dazu ergab. Der Hurrikan ist für uns also ein exemplarisches Beispiel für alle tropischen Wirbelstürme.

Nachdem wir über die Funktionsweise von Hurrikanen ausreichend Bescheid wussten, haben wir unsere Leitfrage ausformuliert:

## **šBesteht eine Zunahme der Häufigkeit und/oder Stärke von tropischen Wirbelstürmen?õ**

Unsere Daten für die Klimaperiode von 2071-2100 sind berechnete Voraussagewerte nach dem Szenario A1B, also unter Voraussetzung einer ökonomisch orientierten und globalen Herangehensweise an das Klima-Problem, wobei eine ausgewogene Kombination aus fossilen und erneuerbaren Energiequellen genutzt wird.

## 2. Entstehung und Aufbau von Hurrikanen

Am Äquator ist die Sonneneinstrahlung wesentlich intensiver als weiter in Richtung der Polarregionen. Deswegen erhitzen sich der Boden und die unteren Luftschichten in äquatorialen Gebieten und lassen so wegen der folgenden Luftausdehnung ein Tiefdruckgebiet entstehen. Diese thermisch bedingte Luftausdehnung zwingt die Luft zum Aufsteigen. Sie kann dabei viel Wasserdampf mit sich führen, da warme Luft eine hohe Wärmekapazität besitzt. Die damit beförderte latente Wärme wird frei, wenn in dieser feuchten Luft mit zunehmender Höhe und absinkender Temperaturen (Joule-Thomson-Effekt) der Taupunkt erreicht wird und das Wasser kondensiert. Die zusätzliche Wärme bietet weiteren Auftrieb. An der Tropopause wandert die Luft vom Äquator weg in Richtung der Polarregionen, verdichtet sich aufgrund der schrumpfenden Meridian-Abstände und fällt bei ca. 30° Nord bzw. Süd ab. Im Absinkbereich entsteht in der Folge ein Hochdruckgebiet am Boden.

Im folgenden Bestreben der Luft, diesen Druck auszugleichen, bewegen sich die Luftmassen größtenteils über den Ozeanen zum Äquator, wobei sie viel Feuchtigkeit aufnehmen können, treffen an diesem aufeinander, zwingen sich nach oben und nehmen dabei die warme und feuchte Luft mit und der Kreis schließt sich. Die dabei entstehenden Konvektionsströmungen der Luft heißen Passatwinde. Die wolkenreiche Zone, in der sich der nördliche und der südliche Passatwind treffen und die den gesamten Äquator umschließt, heißt innertropische Konvergenzzone.

In der Passatzone über dem afrikanischen Kontinent entstehen außerdem sogenannte tropische Wellen und entfachen erste Konvektionsbewegungen, welche hochreichende Gewitterwolken zur Folge haben. Diese werden von den Passatwinden in Richtung Atlantik abgetrieben, wo sich das Entstehungsgebiet eines Hurrikans befindet. Die eigentliche Drehbewegung erhält die nun entstandene tropische Depression, wenn sie sich mindestens über 5°-8° nördlicher Breite bewegt, da andernfalls die Corioliskraft nicht wirkt. Sie lenkt die Luftmassen dann nach rechts ab und es entsteht ein sich gegen den Uhrzeigersinn drehender Wirbel. Mit den richtigen Bedingungen kann dieser sich zu einem Hurrikan entwickeln.

Bestimmte Mechanismen eines Hurrikans sind noch ungeklärt. Über die Entstehung der weitgehend windstillen Mittelpunkte, den „Augen“ dieser Stürme, ist beispielsweise noch nichts Genaues bekannt. In der dichten Wolkenmasse, die um das Auge eines tropischen Wirbelsturmes herum entsteht und die „Augenwand/Augenwall“ genannt wird, besteht ein sich selbst verstärkender Mechanismus: eine positive Rückkopplung.

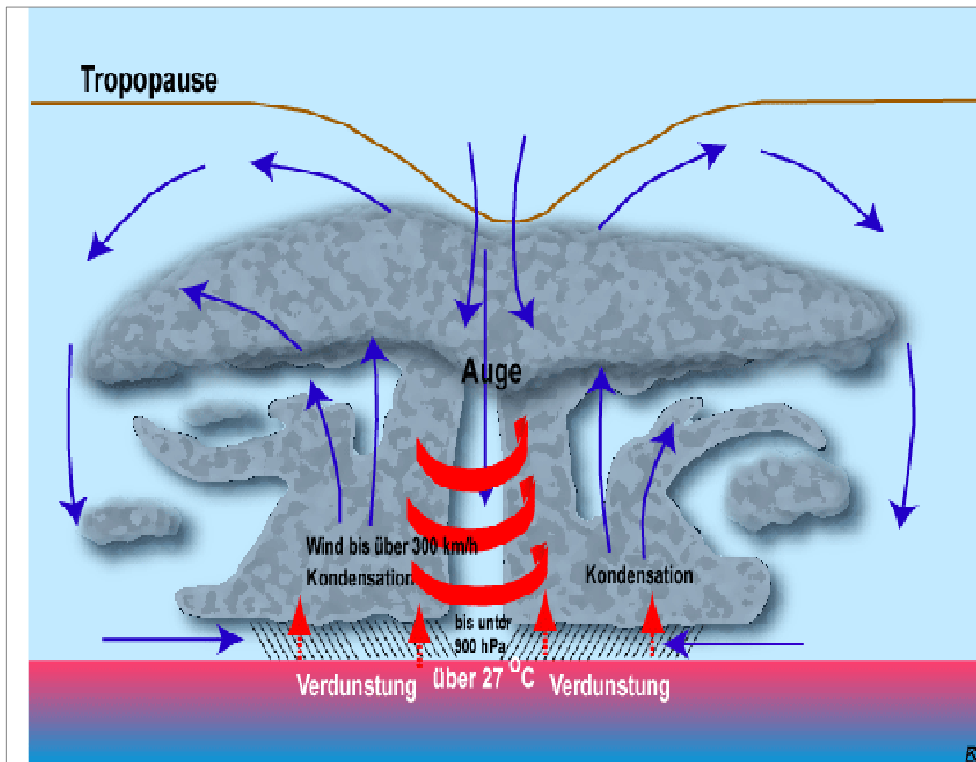


Abbildung 1: Aufbau eines Hurrikane

Dieser Mechanismus ähnelt dem der Passatwinde. Das Klimawiki gibt dazu folgende Auskunft:

šIm Wall kondensiert Wasser und heizt damit die Luft. So wird das Aufsteigen stärker. Im Auge dagegen herrscht Absinken, was eine Erwärmung der Luft zur Folge hat. Daher sinkt dort der Druck. Der verstärkte Druckunterschied zwischen innen und außen verursacht stärkere Winde, denn diese beschleunigen die Luft. Bei höheren Windgeschwindigkeiten ist aber auch die Wärmezufuhr aus dem Ozean stärker, denn die Wellen sind höher, es entsteht Gischt und die erwärmte und angefeuchtete Luft wird schneller durch neue ersetzt. Die Zirkulation wird durch die Energiezufuhr verstärkt, was den Druck im Zentrum weiter sinken lässt. Der Kreislauf ist damit geschlossen. [1,2]. Mit dem Auge und der Augenwand lässt sich der Hurrikan schematisch darstellen (Abbildung 1). Damit sich ein Hurrikan bilden kann, benötigt das Wasser außerdem eine Temperatur von 26°C oder mehr um genügend Energie zu befördern oder um überhaupt in Ausreichendem Maße zu verdunsten. Es gilt: Je wärmer das Wasser desto stärker der Sturm.

Abhängig davon wie die Beschaffenheit eines Hurrikans ausfällt, wird er in der Saffir-Simpson-Hurrikanskala einer von 5 Kategorien zugeordnet (Tabelle 1).

*Tabelle 1: Die Saffir-Simpson-Hurrikanskala*

<b><u>Kategorie</u></b>	<b><u>Windgeschwindigkeit</u></b>	<b><u>Zentraldruck</u></b>	<b><u>Anstieg Wasserspiegel</u></b>
Tropische Depression	46-62 km/h	-	-
Tropischer Sturm	63-118 km/h	-	-
<b>Kategorie 1 (schwach)</b>	119-153 km/h	> 980 hPa	1,2 - 1,6 m
<b>Kategorie 2 (mäßig)</b>	154-177 km/h	965-979 hPa	1,7 - 2,5 m
<b>Kategorie 3 (stark)</b>	178-208 km/h	945-964 hPa	2,6 - 3,7 m
<b>Kategorie 4 (sehr stark)</b>	209-251 km/h	920-944 hPa	3,8 - 5,4 m
<b>Kategorie 5 (verwüstend)</b>	> 251 km/h	< 920 hPa	> 5,5 m

Etwa 60% aller Hurrikane und 85% aller Hurrikane mit einer Stärke von 3 oder höher sollen als Grundlage eine tropische Welle haben. Die übrigen Hurrikane formieren sich also um alternative außertropische Tiefdruckgebiete, jedoch sind die tropischen Wellen die Haupterzeuger von Hurrikanen. Glücklicherweise wird nicht aus jeder tropischen Depression auch ein tropischer Wirbelsturm, denn die Entstehung eines tropischen Wirbelsturmes kann auch durch Einwirken besonderer Faktoren verhindert werden.

Eine zu große Bewegung kann den tropischen Wirbelsturm entweder zu dicht an den Äquator bringen, sodass die Corioliskraft ausfällt, oder sie bringt den tropischen Wirbelsturm zu weit weg vom Äquator, wo das Wasser nicht länger eine ausreichende Temperatur hat, um ihn mit Energie zu versorgen. Trifft ein tropischer Wirbelsturm zu früh auf Land, versiegt der Nachschub an Wasser dabei sofort und wieder fehlt dem tropischen Wirbelsturm die notwendige Energie, um sich selbst zu erhalten. Starke Luftbewegungen, sogenannte Scherwinde, können sich in den tropischen Wirbelsturm einmischen und abhängig von ihrer Richtung den Hurrikan entweder nicht weiter stören, oder ihn völlig zerstreuen.

### 3. Zukünftige Entwicklung von Hurrikanen

Aus den Daten zur Meeresoberflächentemperatur und Verdunstung im Atlantik für die Klimaperioden 1961-1990 und 2071-2100 haben wir Grafiken erstellt und diese dann ausgewertet. Das Entstehungsgebiet haben wir im Kapitel Entstehung und Aufbau von Hurrikanen definiert. Es befindet sich zwischen 5 und 30° Nord im Bereich der Passatwinde über dem Atlantik. Da sie dort aber nicht immer bleiben und für uns Menschen größtenteils nur dann relevant sind, wenn sie auf Land treffen, haben wir die typische Hurrikan-Route, nämlich die zur Ostküste der USA hin, auch gleich untersucht, denn diese beeinflusst die Stärke der Hurrikane in ihrem weiteren Verlauf maßgeblich.

*Tabelle 2: Durchschnittliche Meeresoberflächentemperatur in °C in den Entstehungsgebieten*

<u>Monat</u>	<u>1961-1990</u>	<u>2071-2100</u>	<u>Differenz</u>
Juli	26,5	29,5	3
August	26,5	29	2,5
September	28	30,5	2,5
Oktober	28,5	31	2,5
November	30	33	3

*Tabelle 3: Durchschnittliche Meeresoberflächentemperatur in °C entlang der typischen "Hurrikan-Route" (vom Entstehungsgebiet bis zur Ostküste der USA)*

<u>Monat</u>	<u>1961-1990</u>	<u>2071-2100</u>	<u>Differenz</u>
Juli	28,5	31	2,5
August	28,5	31	2,5
September	29,	31,5	2,5
Oktober	29,5	32	2,5
November	29,5	32	2

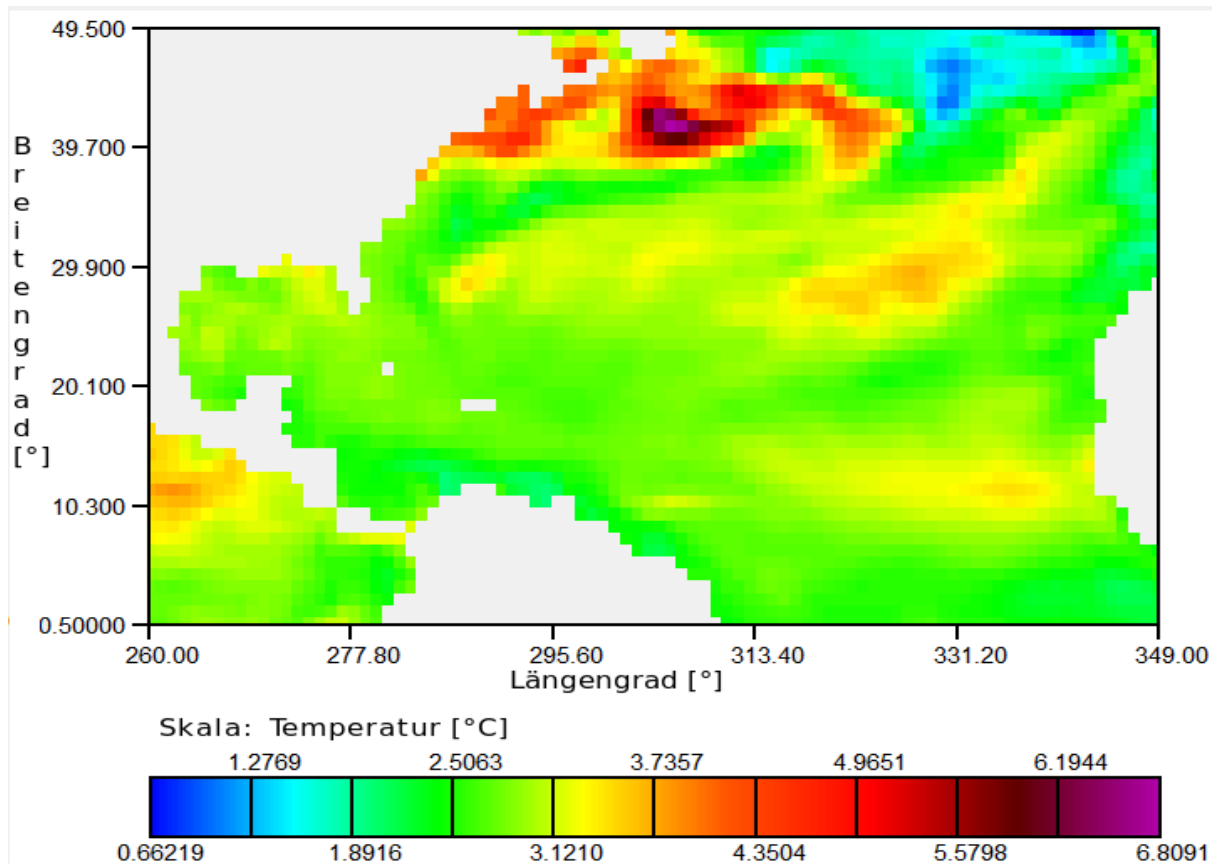


Abbildung 2: Differenz der zeitlich gemittelten Meeresoberflächentemperatur in [°C] der Zukunft (2071-2100) minus der der Vergangenheit (1961-1990) für September

Tabelle 4: Durchschnittliche Verdunstung in mm/Monat im Entstehungsgebiet

<u>Monat</u>	<u>1961-1990</u>	<u>2071-2100</u>	<u>Differenz</u>
Juli	115	130	15
August	120	135	15
September	110	130	20
Oktober	125	140	15
November	140	160	20

Tabelle 5: Durchschnittliche Verdunstung in mm/Monat entlang der typischen "Hurrikan-Route" (vom Entstehungsgebiet bis zur Ostküste der USA)

<u>Monat</u>	<u>1961-1990</u>	<u>2071-2100</u>	<u>Differenz</u>
Juli	115 - 185	130 - 190	5 - 15
August	120 - 190	135 - 200	10 - 15
September	110 - 180	130 - 200	20
Oktober	125 - 190	140 - 210	15 - 20
November	140 - 210	160 - 220	10 - 20



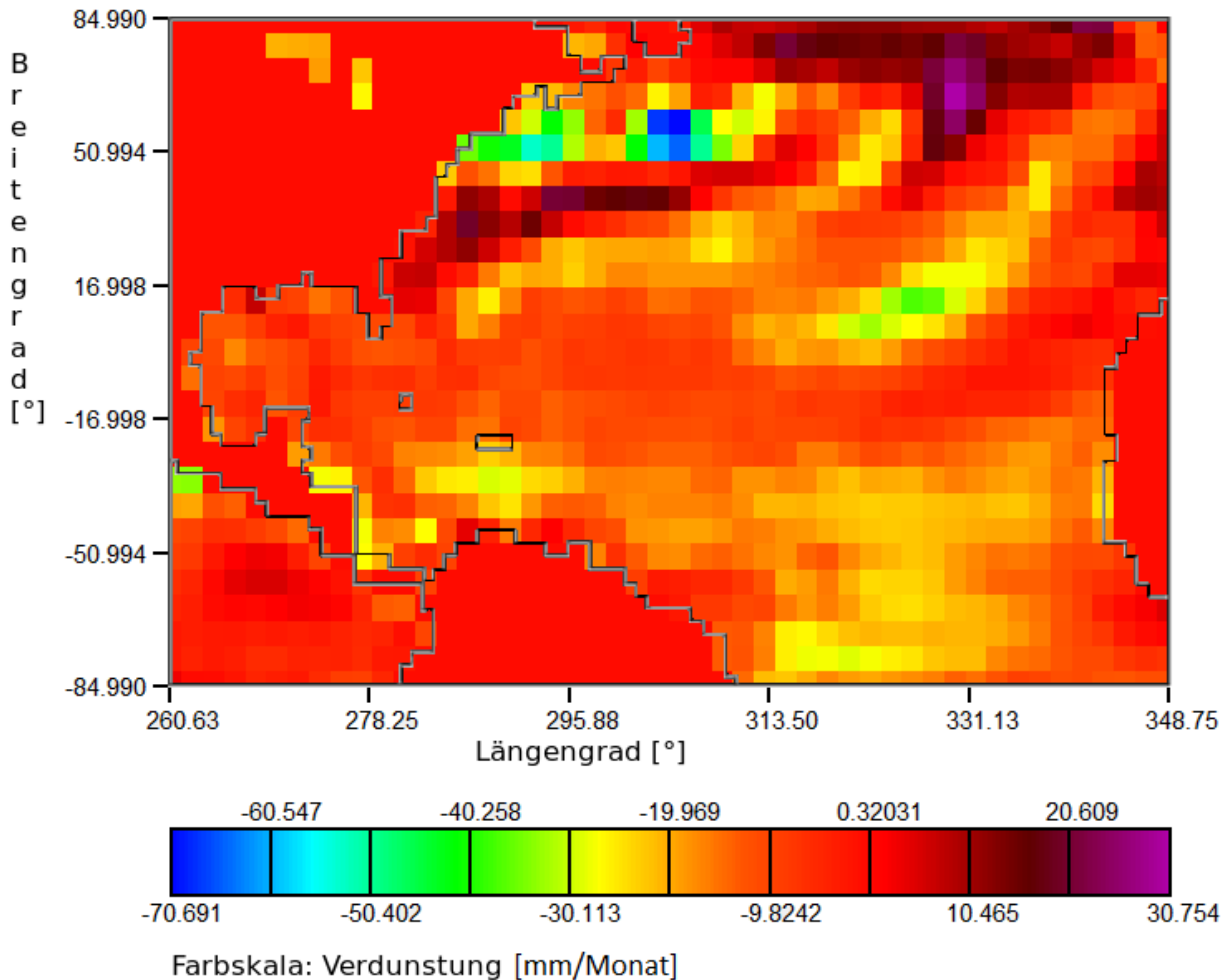


Abbildung 3: Differenz der zeitlich gemittelten Verdunstung in [mm/Monat] der Zukunft (2071-2100) minus der der Vergangenheit (1961-1990) für September

Um besser vergleichen zu können, haben wir Durchschnittswerte für die Hurrikan-Saison von Juli bis November der vergangenen Klimaperiode von 1961-1990 ermittelt. Die durchschnittliche Meeresoberflächentemperatur liegt direkt im Entstehungsgebiet der Hurrikane im Sommer bei knapp über 26°C und gegen Herbst dann bei 28-30°C (Tabelle 2). Die durchschnittliche Verdunstung liegt dabei im Sommer bei etwa 120mm/Monat und gegen Herbst bei 110-140mm/Monat (Tabelle 3). Die durchschnittliche Meeresoberflächentemperatur liegt auf der typischen Hurrikan-Route immer etwa bei 29°C (Tabelle 4). Die durchschnittliche Verdunstung liegt dabei mit zunehmender Küstennähe im Sommer zwischen 115 und 190mm/Monat und im Winter zwischen 125 und 210mm/Monat (Tabelle 5).

Die Daten nach dem Klimaszenario A1B lassen für die Klimaperiode 2071-2100 folgende Entwicklung erwarten. Die durchschnittliche Meeresoberflächentemperatur liegt direkt im Entstehungsgebiet der Hurrikane im Sommer etwas über 29°C und gegen Herbst dann bei fast 32°C. Die durchschnittliche Verdunstung liegt dabei im Sommer bei etwa 130mm/Monat und steigt gegen Herbst aus bis zu 160mm/Monat. Die durchschnittliche Meeresoberflächentemperatur liegt auf der typischen Hurrikan-Route immer um 31,5°C. Die durchschnittliche Verdunstung liegt dabei mit zunehmender Küstennähe im Sommer zwischen 130 und 200mm/Monat und im Winter zwischen 140 und 220mm/Monat.

## 4. Fazit

Unsere Datenarbeit hat ergeben, dass nach dem Szenario A1B die Meeresoberflächentemperatur um ca. 2,5°C bis 3°C (Bsp. Abbildung 2) und die Verdunstung um ca. 10mm/Monat bis 20mm/Monat (Abbildung 3) steigen sollen. Dies sind beides essentielle Faktoren bei der Bildung von Hurrikanen. Während heutzutage die Mindestmeeresoberflächentemperatur für die Bildung von Hurrikanen von 26°C im Sommer gerade überschritten wird, soll sie zukünftig mit 29°C deutlich darüber liegen. Dies hätte zur Folge, dass im Sommer die Wahrscheinlichkeit auf Hurrikane ebenso deutlich ansteigt.

Da natürlich auch alle angrenzenden Gewässer von der Erwärmung betroffen sind, erweitert sich der Bereich für die potentielle Bildung von Hurrikanen in Richtung der Pole auf die bisher zu kalten Gewässer. Ein dort entstehender Hurrikan würde einer weitaus größeren Corioliskraft ausgesetzt sein, was ihn viel schneller und energiereicher werden lassen würde. Es könnten auch größere Hurrikane entstehen, die sich zusätzlich zu der bisherigen dann auch über diese neue Flächen ausbreiten würden. Die zusätzliche Verdunstung im typischen Entstehungsgebiet würde ihrerseits die Energie der Hurrikane zusätzlich verstärken. Eine Zunahme der starken Hurrikane (Kategorie 4-5) am Gesamtanteil aller Hurrikane von 20% auf 35% soll von 1970-2004 sogar schon stattgefunden haben.

Als entgegengesetzter Faktor würden sich durch eine Klimaerwärmung ebenfalls die Scherwinde verstärken. Da eine Verstärkung von Scherwinden erwartet wird, liegt die Vermutung nahe, dass diese die Anzahl der Hurrikane wohl auf das heutige Normalmaß reduzieren würde, denn unabhängig von den Entstehungsgebieten der tropischen Wirbelstürme sind Scherwinde überall anzutreffen und ein größerer Hurrikan würde eine größere Angriffsfläche für die Scherwinde bieten. Die Scherwinde könnten jedoch wiederum abgeschwächt werden, denn einige Klimamodelle prognostizieren dies als Folge einer Verschiebung der innertropischen Konvergenzzone.

Ein zusätzliches Argument für eine auf lange Sicht konstante Hurrikan-Aktivität ist, dass die Anzahl der tropischen Wirbelstürme in jüngster Erdvergangenheit (100-120 Jahre) und genauso wie in all den Jahren davor immer wieder Dekadenschwankungen unterlag und Perioden mit großer und geringer Hurrikan-Aktivität vorkamen, obwohl die Meeresoberflächentemperatur seit der letzten Eiszeit beständig angestiegen ist. Der jetzigen starken Aktivität geht ebenfalls eine schwache Periode voraus.

Statistiken aus eben dieser jüngsten Erdvergangenheit haben eine Zunahme der Hurrikan-Aktivität festgestellt, berücksichtigen dabei jedoch nicht, dass wir erst seit der Weltraumtechnik ab 1965 auch alle auftretenden Hurrikane in diesen Statistiken erfassen.

Unter Berücksichtigung aller unserer gesammelten Informationen, unserer Datenarbeit und dieser Überlegungen lautet unser Fazit:

**„Ja, es besteht eine Zunahme der Häufigkeit und Stärke tropischer Wirbelstürme, für die Zukunft ist jedoch nur eine Zunahme der Stärke zu erwarten.“**

## 5. Nachwort

Während unserer Arbeit waren wir auch vor einige Probleme gestellt. Besonders ärgerlich war, dass wir schon kurz nach der Festlegung unserer Vorgehensweise feststellen mussten, dass der Landesbildungsserver Hamburg nur Daten zu den Hurrikanen angeboten hatte. Ein weiteres großes Problem war, dass es zu jedem Unterthema viele Quellen gibt, die oft unterschiedliche Angaben machen.

Die Mindestmeeresoberflächentemperatur für die Entstehung von tropischen Wirbelstürmen z.B. wurde im Bereich von 25°C bis 27°C genannt, wobei wir uns dann für die Angabe der seriösesten Quelle die wir kannten, dem Klimazentrum Hamburg, und dessen Angabe von 26°C entschieden haben. Die Saffir-Simpson-Hurrikanskala haben wir nach den Angaben des Deutschen Wetterdienstes übernommen. Es handelt sich dabei um die neue Version die 2012 eingeführt wurde.

In der Beantwortung unserer Leitfrage aber konnten wir uns nicht auf eine der widersprüchlichen Aussagen der Quellen verlassen, sondern haben aus unseren Überlegungen ein eigenes Fazit ausformuliert, dass vielleicht nicht die Lehrmeinung auf unsere Leitfrage wäre, aber das widerspiegelt, was unsere Nachforschungen und Überlegungen ergeben haben.

Unsere Meinung ist, dass das Wetter ó und dazu gehören auch tropische Wirbelstürme ó ein schwieriges Thema ist. Bei der Behandlung unserer Leitfrage haben wir uns schon mit zahllosen Unterthemen auseinandergesetzt, aber mussten immer wieder feststellen, nie von der Spitze dieses Eisberges aus tiefer gekommen zu sein. Zu viele Faktoren spielen eine Rolle, zu viele Wechselwirkungen herrschen zwischen diesen Faktoren, zu viele der Faktoren sind noch unerforscht und zu viele Theorien sind zu jeder Lücke auffindbar. Abschließend können wir also sagen:

Der Mensch wird im Laufe der Zeit noch viele Mechanismen erforschen und Geheimnisse lüften, aber die Natur in all ihren Facetten wird er wohl nie ganz erfassen können.

## 6. Quellenverzeichnis

### Internetquellen

- [1] Klimawiki: Tropische Wirbelstürme,  
[http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Tropische\\_Wirbelst%C3%BCrme](http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Tropische_Wirbelst%C3%BCrme) , letzter Aufruf: 8.5.2013
- [2] Klimawiki: Tropische Wirbelstürme und globale Erwärmung,  
[http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Tropische\\_Wirbelst%C3%BCrme\\_und\\_globale\\_Erw%C3%A4rmung](http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Tropische_Wirbelst%C3%BCrme_und_globale_Erw%C3%A4rmung) , letzter Aufruf: 8.5.2013
- [3] Klimawiki: Konvektion,  
<http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Konvektion> , letzter Aufruf: 8.5.2013
- [4] Klimawiki: Natürliche Klimaschwankungen,  
[http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Nat%C3%BCrliche\\_Klimaschwankungen](http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Nat%C3%BCrliche_Klimaschwankungen) , letzter Aufruf: 8.5.2013
- [5] Klimawiki: Wind,  
<http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Wind> , letzter Aufruf: 8.5.2013
- [6] Wikipedia: Tropischer Wirbelsturm,  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Tropischer\\_Wirbelsturm](http://de.wikipedia.org/wiki/Tropischer_Wirbelsturm) , letzter Aufruf: 8.5.2013
- [7] Wikipedia: Scherwind,  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Scherwind> , letzter Aufruf: 8.5.2013
- [8] Wikipedia: Innertropische Konvergenzzone,  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Innertropische\\_Konvergenzzone](http://de.wikipedia.org/wiki/Innertropische_Konvergenzzone) , letzter Aufruf: 8.5.2013
- [9] Wikipedia: Hurrikan,  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Hurrikan> , letzter Aufruf: 8.5.2013
- [10] Wikipedia: Joule-Thomson-Effekt,  
<http://de.wikipedia.org/wiki/Joule-Thomson-Effekt> , letzter Aufruf: 8.5.2013
- [11] Wikipedia: Passat (Windsystem),  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Passat\\_%28Windsystem%29](http://de.wikipedia.org/wiki/Passat_%28Windsystem%29) , letzter Aufruf: 8.5.2013
- [12] Wikipedia: Tropische Welle,  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Tropische\\_Welle](http://de.wikipedia.org/wiki/Tropische_Welle) , letzter Aufruf: 8.5.2013
- [13] Andy Schulze: Konvektion (*Video*),  
<http://www.youtube.com/watch?v=8NUnF0sOwMg> , letzter Aufruf: 8.5.2013
- [14] NTV: Hurrikane, Stürme der Zerstörung (*Video*),  
<http://www.youtube.com/watch?v=INAVNsc5Dok> , letzter Aufruf: 8.5.2013

- [15] DWD: Wetterlexikon: Saffir-Simpson-Hurrikanskala, <http://www.deutscher-wetterdienst.de/lexikon/index.htm?ID=S&DAT=Saffir-Simpson-Hurrikanskala> , letzter Aufruf: 8.5.2013
- [16] Wetteronline: Wetterlexikon: Saffir-Simpson-Hurrikanskala, [http://www.wetteronline.de/?pcid=pc\\_wotexte\\_knowledge&gid=DL&topic=saffir-simpson-skala&expanded=true](http://www.wetteronline.de/?pcid=pc_wotexte_knowledge&gid=DL&topic=saffir-simpson-skala&expanded=true) , letzter Aufruf: 8.5.2013
- [17] Alexander Lowag: Glossar zu tropischen Wirbelstürmen, <http://www.tropische-wirbelstuerme.de/glossar.html> , letzter Aufruf: 8.5.2013
- [18] Theodolinden-Gymnasium München: Die ITC, [http://www.geolinde.musin.de/afrika/html/t\\_afritc.htm](http://www.geolinde.musin.de/afrika/html/t_afritc.htm) , letzter Aufruf: 8.5.2013
- [19] Scienexx: Bestätigt: Klimawandel verstärkt Hurrikans, <http://www.scinexx.de/wissen-aktuell-4448-2006-03-17.html> , letzter Aufruf: 8.5.2013
- [19] Focus: Globale Erwärmung. Hurrikan-Gefahr wächst, [http://www.focus.de/politik/ausland/globale-erwaermung\\_aid\\_100684.html](http://www.focus.de/politik/ausland/globale-erwaermung_aid_100684.html) , letzter Aufruf: 27.5.2013
- [20] Thomas Sävert: Hurrikan-FAQ, A11) Was ist das "Auge"? Wie entsteht es und wie erhält es sich? Was ist die "eyewall"? Was sind "Spiralbänder"?, <http://www.naturgewalten.de/hurrikan/a11.html> , letzter Aufruf: 27.5.2013

## Datenquelle

Bildungsserver: Daten zu Klimafolgen: Hurrikane, <http://bildungsserver.hamburg.de/01-klimafolgen-daten/2729622/hurrikane.html>, letzter Aufruf: 27.5.2013

## Abbildungsverzeichnis

**Abbildung 1:** Klimawiki: Entstehung und Aufbau eines Hurrikans, [http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Datei:Hurrikan\\_aufbau.gif](http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Datei:Hurrikan_aufbau.gif) , letzter Aufruf: 27.5.2013

**Abbildung 2:** Differenz der zeitlich gemittelten Meeresoberflächentemperatur in [°C] der Zukunft (2071-2100) minus der der Vergangenheit (1961-1990) für September, selbsterstellt nach den Daten vom Bildungsserver (s.h. **Datenquelle**)

**Abbildung 3:** Differenz der zeitlich gemittelten Verdunstung in [mm/Monat] der Zukunft (2071-2100) minus der der Vergangenheit (1961-1990) für September, selbsterstellt nach den Daten vom Bildungsserver (s.h. **Datenquelle**)