Hurrikane und Klimawandel 3: Übertritte auf das Festland

geschrieben von Chris Frey | 6. März 2019

Auf das Festland übertretende Hurrikane

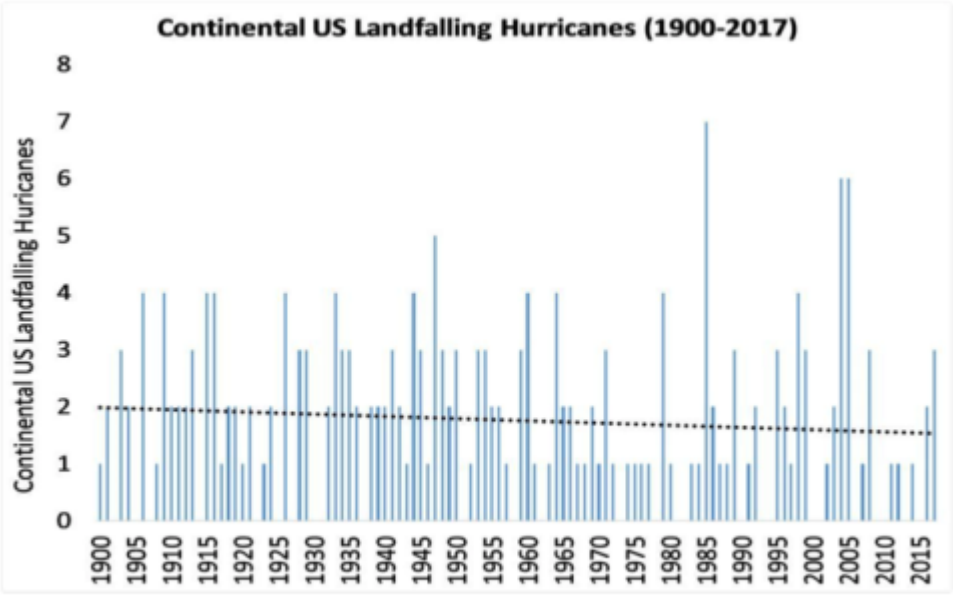
Die globale Hurrikan-Statistik weist eine einfache Relation auf zu globaler und regionaler Klima-Variabilität und -Änderung. Allerdings gilt auf das Festland übertretenden Hurrikanen wegen deren sozio-ökonomischen Auswirkungen besonderes Interesse.

Wirtschaftliche Verluste durch auf das Festland übergreifende Hurrikane haben sich während der letzten Jahrzehnte erhöht, sowohl in den USA als auch global. Will man dabei ein Signal einer anthropogenen globalen Erwärmung ausmachen, erfordert dies die Identifikation eines Trends, welcher dieser Erwärmung zugeordnet werden kann, und zwar bei jedem der Faktoren, die zu den wirtschaftlichen Schäden beitragen. Zu diesen Faktoren gehören: Häufigkeit, Intensität, horizontale Ausdehnung, Verlagerungsgeschwindigkeit vor der Küste, Tornados und Regenmenge.

Kontinentale USA

Klotzbach et al. (2018) haben eine umfassende Evaluierung der Daten bzgl. auf das Festland übertretender Hurrikane durchgeführt, und zwar seit dem Jahr 1900.

Abbildung 5.1 (oben) zeigt die Zeitreihe der auf das Festland der USA übertretenden Hurrikane im Zeitraum von 1900 bis 2017. Während die Jahre 1986, 2004 und 2005 diesbezüglich Spitzenwerte aufweisen, zeigt sich seit 1900 eine insgesamt negative Trendlinie, wenngleich diese auch nicht statistisch signifikant ist. Abbildung 5.1 (unten) zeigt die gleiche Zeitreihe, aber für starke Hurrikane der Kategorie 3 bis 5. Den Spitzenwert in dieser Hinsicht hält das Jahr 2005 mit 4 derartigen Hurrikanen. Allerdings trat im Zeitraum 2006 bis 2016 kein einziger dieser starken Hurrikane auf das US-Festland über, was den längsten derartigen Zeitraum seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahre 1900 markiert.



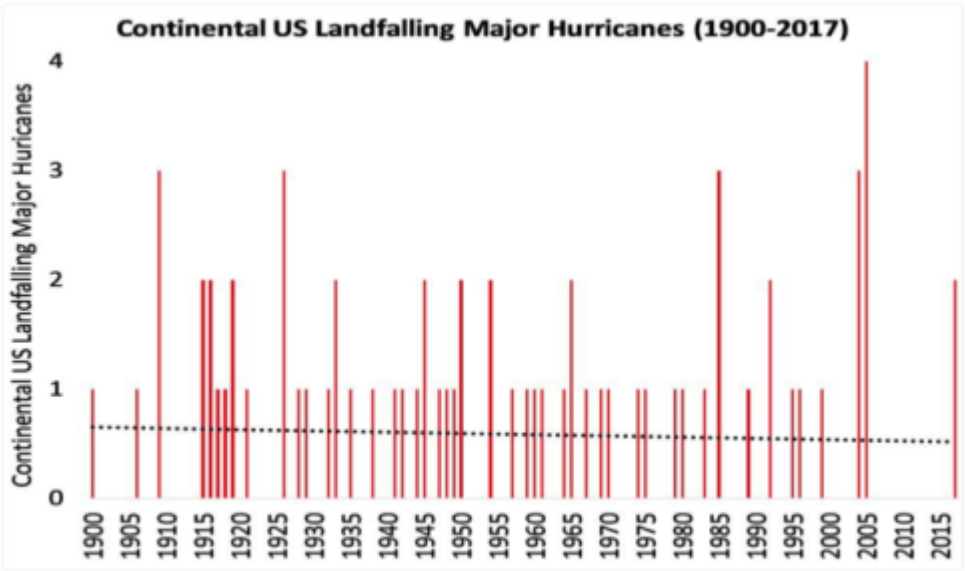


Abbildung 5.1: Zeitreihen von 1900 bis 2017 für auf das US-Festland tretende Hurrikane (oben) und starke Hurrikane (unten). Die gepunkteten Linien repräsentieren die jeweiligen Trendlinien über diesen Zeitraum, sind aber beide statistisch nicht signifikant. Nach Klotzbach et al. (2018)

Villarini et al. (2012) legen eine Auflistung der Festlands-Übertritte

bis zurück zum Jahre 1878 vor (Abbildung 5.2). Während vielleicht einige Übertritte in den ersten Jahrzehnten nicht erfasst worden sein können, weil sie in dünn besiedelten Gebieten an der Golfküste stattfanden, ist es bemerkenswert, dass das Jahr mit der höchsten Anzahl von Übertritten in der gesamten Reihe das Jahr 1886 ist.

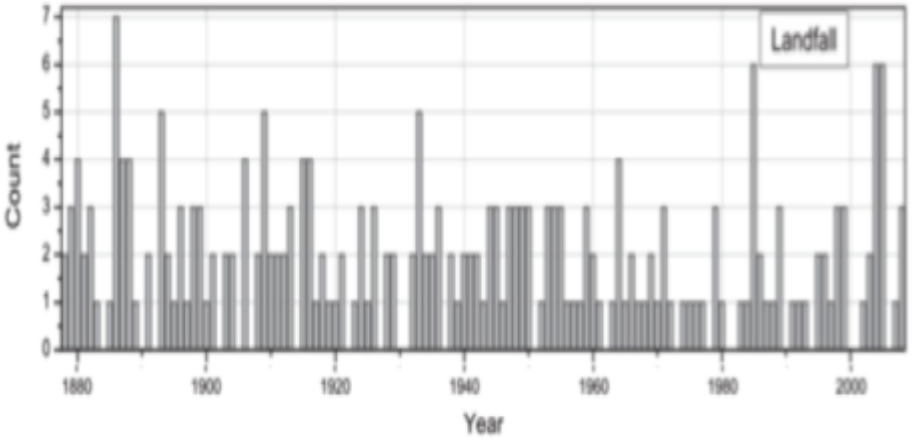


Abbildung 5.2: Zeitreihe der Anzahl auf das US-Festland übertretender Hurrikane im Zeitraum 1878 bis 2008. Nach Villarini et al. (2012).

Eine energetische Perspektive dieser Art von Hurrikanen zeigen Truchelut und Staehling (2017). Abbildung 5.3 zeigt die Zeitreihe der Akkumulierten Zyklon-Energie (ACE) dieser auf das Festland übertretenden Hurrikane, bezeichnet hier als *Integrated Storm Activity Annually Over the Continental U.S.* (ISAAC). Der Zeitraum 2006 bis 2016 ohne derartige Ereignisse hängt zusammen mit einem ACE-Wert, der unter 60% des Mittelwertes über den Zeitraum 1900 bis 2017 beträgt.

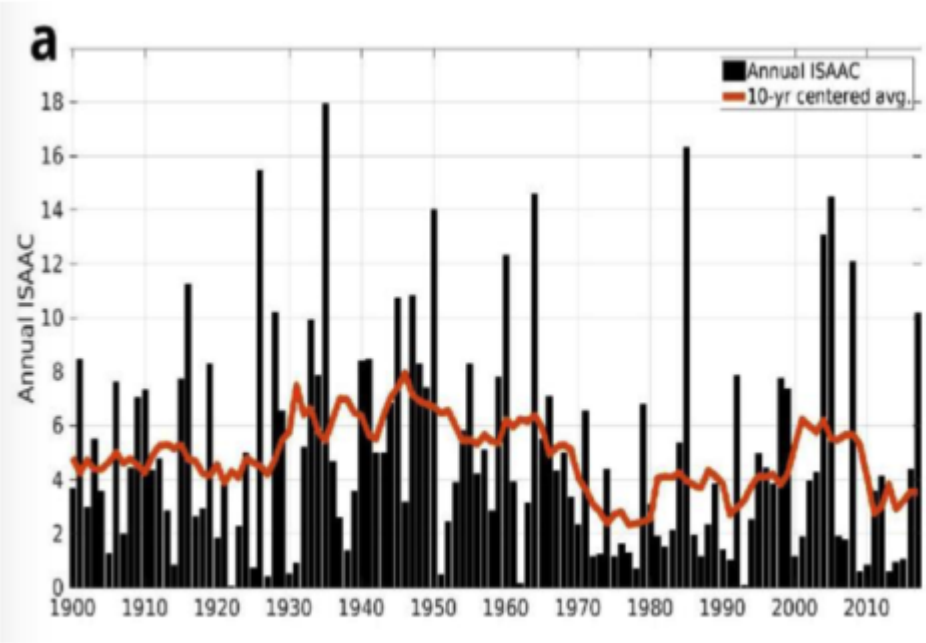


Abbildung 5.3: Zeitreihe von ISAAC 1900 bis 2017, mit einem bei zehn Jahren zentrierten mittleren Wert (rot). Nach Truchelut und Staehling (2017).

…

[Es folgen viele weitere Graphiken und Zahlen, die das oben Gesagte unterstreichen. Anm. d. Übers.]

Karibik

Klotzbach (2011) summiert auch die Hurrikane in der Karibik (Abbildung 5.8). Man erkennt keinen signifikanten langzeitlichen Trend. Der primäre Treiber der Variabilität in der Karibik ist die ENSO, wobei es bei La Nina-Bedingungen viel mehr Aktivität gibt als bei El Nino-Verhältnissen. Im multidekadischen Zeitmaßstab spielt die AMO eine signifikante Rolle bei der Hurrikan-Aktivität in der Karibik. Untersucht man ENSO und AMO kombiniert, findet sich sogar eine noch stärkere Relation. Beispiel: während der 10 stärksten La Nina-Jahre in einer positiven (warmen) AMO-Phase waren dort 29 Hurrikane aufgetreten, bei umgekehrten Verhältnissen beider Zirkulationssysteme waren es lediglich 2 Hurrikane.

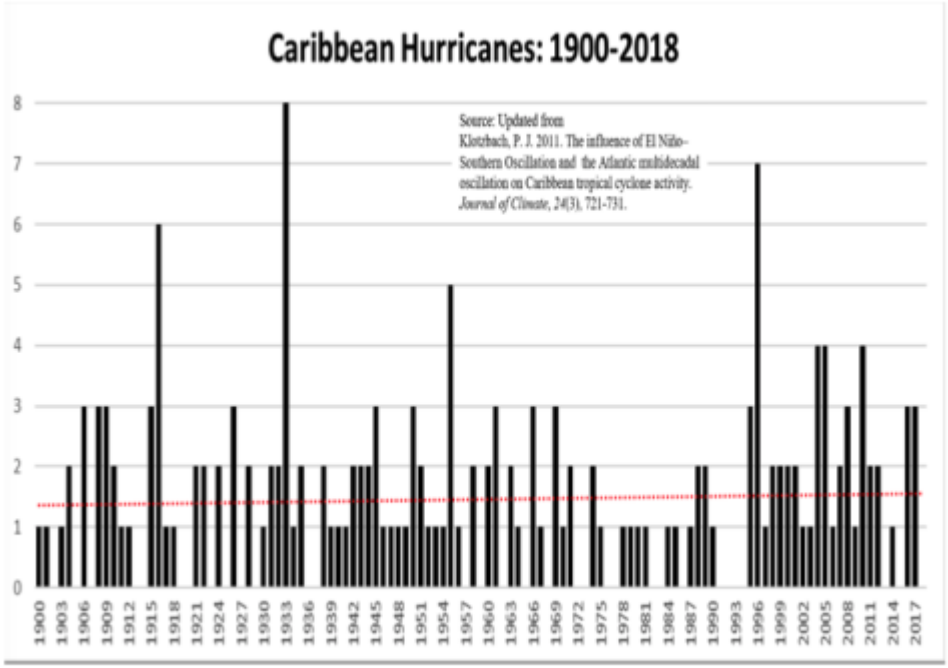


Abbildung 5.8: Hurrikane in der Karibik im Zeitraum 1900 bis 2018. Aktualisiert nach Klotzbach (2011).

Chenoweth und Divine (2008) zeigen eine längerfristige Perspektive von Hurrikanen in der Karibik, indem sie auf der Grundlage eines historischen Dokumentes eine 318 Jahre lange Zeitreihe unter Einschluss der Kleinen Antillen im Zeitraum 1690 bis 2007 untersuchten. Zeitungsmeldungen, Logbuch-Eintragungen von Schiffen, meteorologische Journale und andere Quellen mit Dokumenten wurden herangezogen, um diesen Datensatz zu erstellen. … Die Anzahl tropischer Zyklone zeigt keine signifikanten Trends (Abbildung 5.9). Die meisten Hurrikane waren zu Beginn des 19. Jahrhunderts aufgetreten. Der Zeitraum 1968 bis 1977 war möglicherweise der inaktivste Zeitraum seit der Besiedlung der Inseln in den zwanziger und dreißiger Jahren des 17. Jahrhunderts.

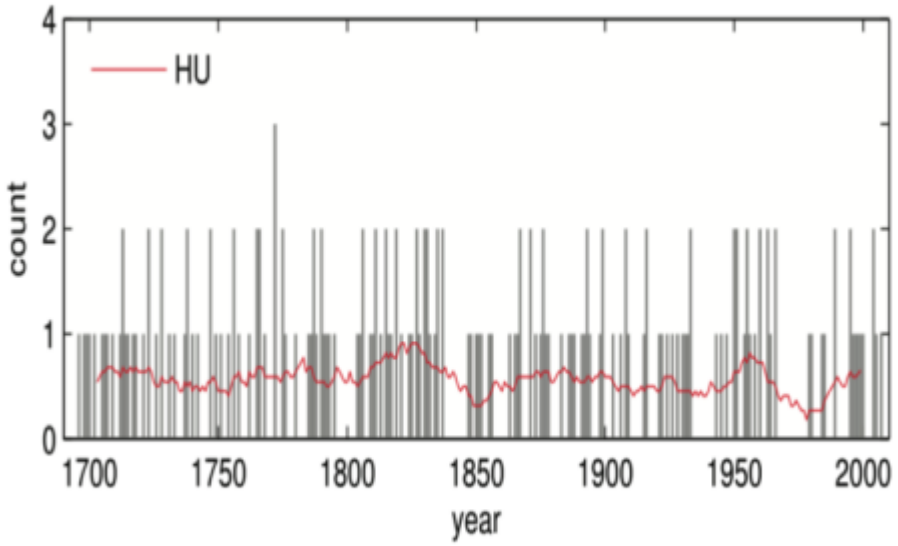


Abbildung 5.9: Anzahl von Hurrikanen (oben), *Tropical Storms* (Mitte) und sowohl Hurrikane als auch *Tropical Storms* (unten) von 1690 bis 2007. Die rote Linie markiert ein gleitendes Mittel über 21 Jahre.

Global

Weinkle et al. (2012) fassen die Schwierigkeiten zusammen bei der Konstruktion eines homogenen Datensatzes bzgl. auf das Festland übertretender Hurrikane. Die Unsicherheit bei der Ortung und der Intensität ist eine Funktion des sich entwickelnden Beobachtungs-Netzwerkes über das gesamte vorige Jahrhundert. Das reicht von Schiffsbeobachtungen über Flugzeugmessungen bis hin zur Fernerkundung mittels Satelliten. Weinkle et al. (2012) erfassten alle Festlands-Übertritte im Nordatlantik, Nordost- und West-Pazifik, dem nördlichen Indischen Ozean und der Südhemisphäre. Sie nutzten dabei das *International Best Track Archive for Climate Stewardship* (IBTrACS).

Die globale Häufigkeit auf das Festland übertretender Hurrikane zeigt global eine beachtliche Variabilität von Jahr zu Jahr, aber keinen signifikanten linearen Trend (Abbildung 5.10). Außerdem gibt es bei Betrachtung jedes Ozeanbeckens individuell keinen signifikanten Trend außer auf der Südhemisphäre. Dies kommt nicht unerwartet angesichts der bekannten multidekadischen Signale der Aktivität tropischer Zyklone, was durch die kurze historische Reihe nicht adäquat aufgelöst werden kann.

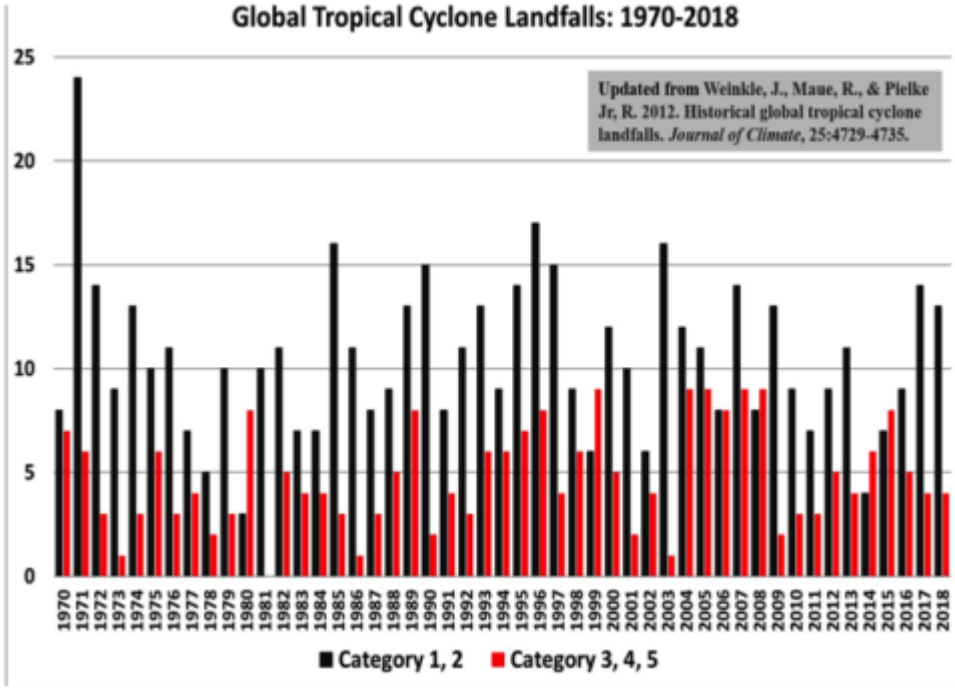


Abbildung 5.10: Häufigkeit globaler Hurrikane im Zeitraum 1970 bis 2018. Aktualisiert von Weinkle et al. (2012)

…

Wasser – Regenmenge und Sturmfluten

Historisch waren die verhängnisvollsten Auswirkungen von Hurrikanen immer verursacht durch Sturmfluten und Überschwemmungen landeinwärts (Blake et al. 2011). In diesem Abschnitt wird beschrieben, ob es in dieser Hinsicht eine Zunahme gegeben hat.

Regenmenge

Es wurde geschätzt, dass im Mittel tropische Zyklone von mindestens der Stärke einer *Tropical Depression* etwa ein Viertel zur jährlichen Regenmenge im Südosten der USA beitragen. Soule et al. (2012) zeigten, dass tropische Zyklone in den südöstlichen USA häufig Dürren beendeten. In der Mehrzahl der Landkreise in Florida, Georgia, South Carolina und North Carolina sind mindestens 20% der dortigen Dürren durch einen tropischen Zyklon beendet worden, und zwar im Zeitraum 1950 bis 2008.

Hurrikane sind auch ursächlich für etwa 20% der gemessenen monatlichen Regenmenge von Juni bis November im Getreide-Gürtel der östlichen USA [U.S. Corn Belt]. Dieser umfasst die US-Bundesstaaten Wisconsin, Michigan, Illinois, Indiana, Ohio und Kentucky (Kellner et al. 2016).

Während Überschwemmungen landeinwärts typischerweise in einem auf das Festland übertretenden Hurrikan auftreten, führen verschiedene Faktoren zu exzessiven Regenmengen. Geringe Verlagerungsgeschwindigkeit der

Hurrikane kann lokal zu sehr hohen Regenmengen führen. Berge/Gebirge in Küstennähe können durch erzwungene Hebung den Regen noch verstärken. Tröge der Höhenströmung und Kaltfronten können ebenfalls zu exzessiven Regenmengen führen. Größere tropische Zyklone haben auch einen größeren Regen-Fußabdruck. Hoher Feuchtigkeitsgehalt in der Luft trägt ebenfalls zu exzessiven Regenmengen bei. Verlagert sich ein Hurrikan weiter landeinwärts und wird dabei vom Nachschub von Wärme und Feuchtigkeit (aus dem Ozean) abgeschnitten, verringert sich die Regenmenge rasch, es sei denn, es kommt noch erzwungene Hebung im Luv von Gebirgen dazu.

Roth (2017) legt eine Liste mit Hurrikanen vor, welche die höchsten Regenmengen in jedem Land/jeder Insel im Nordatlantik mit sich brachten (Tabelle 5.2). In der Tabelle nicht enthalten ist die Regenmenge des Hurrikans Harvey mit 1539 mm Regen. Er war erst nach Erstellen der Tabelle aufgetreten. Man erkennt, dass die Hurrikane Mitch (1998), Wilma (2005), Flora (1963) und diejenigen im November 2009 jeweils Regenmengen lieferten, die über diejenige von Harvey hinausgingen.

Tabelle 5.2: Liste mit Hurrikanen, welche die größten Regenmengen im Nordatlantik mit sich brachten. Quelle: Roth (2017):

Biggest Rain Producers by Country/Island

Anguilla	490.0 mm	19.29"	Lenny (1999)
Belize	829.8 mm	32.67"	Keith (2000)
Bermuda	186.7 mm	7.35"	October 1939 Hurricane
Canada	302.0 mm	11.89"	Harvey (1999)
Cayman Islands	764.8 mm	31.29"	Sanibel Island Hurricane (1944)
Cuba	**2550 mm**	**100.39"**	**Flora (1963)**
Dominica	422.3 mm	16.63"	Jeanne (2004)
Dominican Rep.	1001.5 mm	39.43"	Flora (1963)
Guadeloupe	508 mm	20.00"	Marilyn (1995)
Haiti	1447.8 mm	57.00"	Flora (1963)
Honduras	912 mm	35.89"	Mitch (1998)
Jamaica	2451 mm	96.50"	November 1909 Hurricane
Martinique	680.7 mm	26.80"	Dorothy (1970)
Mexico	1576 mm	62.05"	Wilma (2005)
Nicaragua	1597 mm	62.87"	Mitch (1998)
Panama	695 mm	27.36"	Mitch (1998)
Puerto Rico	1058.7 mm	41.68"	T.D. #19 (1970)
St. Martin/Maarten	866.6 mm	34.12"	Lenny (1999)
Swan Islands	362.7 mm	14.28"	Alma (1966)
United States	1219 mm	48.00"	Amelia (1978)
Venezuela	339 mm	13.35"	Bret (1993)

…

Sturmfluten

Die Magnitude einer Sturmflut ist abhängig von der Intensität, der Verlagerung, der Größe (= des Radius‘ maximaler Winde), dem Auftreff-Winkel an der Küste, dem Kerndruck, dem Zeitpunkt der jeweiligen Gezeiten und den Formen und Charakteristika küstennaher Landstriche.

Der Meeresspiegel beeinflusst ebenfalls die Höhe von Sturmfluten. Seit dem Jahr 1900 ist der Meeresspiegel global um 18 bis 20 cm gestiegen. Abhängig von der lokalen Topographie kann eine geringe Änderung der Höhe des Meeresspiegels zu einer signifikanten Zunahme der Ausbreitung von Sturmfluten landeinwärts führen.

Die höchste dokumentierte Sturmflut in den USA war im Zuge des Hurrikans Katrina aufgetreten, als an dem Messpunkt Pass Christian eine solche mit einer Höhe von ca. 8,5 m gemessen worden ist.

Tabelle 5.3: Hurrikan-Sturmfluten seit dem Jahr 1900 (Quelle):

Hurricane	Year	Location	Category	Surge
Ike	2008	Galveston, TX	2	15-20 ft
Katrina	2005	New Orleans, LA	3	28 ft
Dennis	2005	Camden, AL	3	7-9 ft
Isabel	2003	Chesapeake Bay	2	8 ft
Opal	1995	Pensacola Beach, FL	3	24 ft
Hugo	1989	Charleston, SC	4	24 ft
Camille	1969	Mississippi	5	24 ft
Audrey	1957	Louisiana	4	12 ft
New England	1938	Long Island, NY	3	10-12 ft
Galveston	1900	Galveston, TX	4	8-15 ft
Sandy	2012	New York City	(1)	14 ft
Michael	2018	FL panhandle	4	9-14 ft

Durch Hurrikane ausgelöste Tornados

Wie von Belanger et al. (2009) zusammengestellt, lösen die meisten Hurrikane auch Tornados aus. Hurrikane, die vom Golf von Mexiko aus auf das US-Festland übertreten, bringen mehr Tornadoereignisse mit sich als solche, die vom Atlantik her aufziehen. Die meisten dieser Tornados sind schwach, aber einige wenige verursachten auch schwere Schäden.

Schäden und Verluste

Von der MunichRe (2018) zusammengestellte Daten zeigen, dass die wirtschaftlichen Schäden weltweit durch auf das Festland übertretende tropische Zyklone während der letzten Jahrzehnte zugenommen haben. Historisch waren die größten Schäden durch Wind und Sturmflut aufgetreten. Jüngst gab es jedoch eine Reihe von Stürmen, bei denen die größten Schäden durch starken Regen verursacht worden waren, besonders bei sich nur wenig verlagernden Stürmen (z. B. Hurrikan Harvey 2017 und Hurrikan Florence 2018).

Während es aus Beobachtungen keinerlei Hinweise auf eine zunehmende Intensität derartiger Hurrikane gibt, weder im Atlantik noch global, gibt es klare Hinweise auf gestiegene Schäden durch diese Hurrikane. Ist diese Zunahme allein zunehmender Bevölkerung und Wohlstand in anfälligen Küstengebieten geschuldet, oder gibt es irgendein Element bzgl. Klimawandel, welches zu der Zunahme der Schäden beiträgt?

Um diese Frage zu beantworten, bedarf es einer korrekten Erkennung der relevanten Variablen, welche die Schäden treiben. Zusätzlich zu Häufigkeit und Intensität von auf das Festland übertretenden Hurrikanen tragen noch folgende Variablen zu den Schäden bei: horizontale Ausdehnung der Hurrikane, Verlagerungsgeschwindigkeit nahe der Küste, Sturmflut und Regenmenge.

Klotzbach et al. (2018) sowie Weinkle et al. (2018) haben sich der Frage gewidmet, ob die Schäden auf dem US-Festland inflationsbereinigt seit 1900 signifikant zugenommen haben. Beide Studien zeigen, dass seit dem Jahr 1900 weder die Häufigkeit noch die Intensität dieser Hurrikane signifikante Trends zeigen, einschließlich der verheerenden Saison 2017. Wachstum der Bevölkerung in küstennahen Gebieten und regionaler Wohlstand sind die überwältigend stärksten Faktoren bei der Zunahme von Schäden durch Hurrikane. Dieser Trend führte zu einer immer stärkeren Verwundbarkeit küstennahen Eigentums an der Ost- und der Golfküste.

…

Link: https://judithcurry.com/2019/02/27/hurricanes-climate-change-landfalls/#more-24758

Part II: https://judithcurry.com/2019/02/20/24737/#more-24737

Part I: https://judithcurry.com/2019/02/17/hurricanes-climate-change-detection/#more-24723

Übersetzt von Chris Frey EIKE