

Schadentrends von Naturkatastrophen – Ein Ansatz zur Bewertung des Einflusses von Klimawandel und sozio-ökonomischer Faktoren am Beispiel Tropischer Wirbelstürme in den USA

Vorläufige Version

Silvio Schmidt¹

Abstract

Häufigkeit und Schäden wetterbedingter Naturkatastrophen nehmen deutlich zu. Die Ursachen dafür sind vor allem in den sozio-ökonomischen Entwicklungen zu sehen, aber auch im natürlichen wie anthropogen verursachten Klimawandel. Bislang ist jedoch nicht befriedigend quantifiziert, inwieweit sich Häufigkeiten bzw. Schäden auf die einzelnen Ursachen zurückführen lassen. Eine Quantifizierung muss jedoch von Interesse sein, wenn ursachengerecht und unter Minimierung der Kosten in Katastrophenvorsorge und Klimaschutz investiert werden soll.

Das vorliegende Papier stellt einen Ansatz vor, welcher der Frage nachgeht, inwieweit sich der bisherige Einfluss des Klimawandels statistisch nachweisen lässt. Da sich das Projekt derzeit in der Phase der Datenzusammenstellung und –aufbereitung befindet, können noch keine abschließenden Ergebnisse vorgestellt werden. Der Schwerpunkt liegt daher auf der Diskussion der in das Modell aufzunehmenden Variablen sowie der benötigten Daten und deren Aufbereitung.

1 Einführung

Wetterbedingte Naturkatastrophen haben in ihrer Anzahl deutlich zugenommen und verursachen zunehmend höhere Schäden, wie beispielsweise die jährlichen Statistiken der Münchener Rückversicherung zeigen (siehe Abbildung 1 und 2). Danach ist die Anzahl großer Ereignisse in den letzten zehn Jahre um den Faktor 2,8 höher als in den 1960ern, bei den Schäden sogar um den Faktor 7,6 (Münchener Rück, schriftlich, 30.11.2006).

Die Ursachen hierfür liegen vor allem in den sozio-ökonomischen Entwicklungen und hier insbesondere im Zuwachs von Bevölkerung und Wohlstand, sowie im natürlichen wie anthropogen verursachten Klimawandel (siehe Berz, 2004) (siehe Abbildung 3). Inwieweit sich Häufigkeiten bzw. Schäden auf die einzelnen Ursachen zurückführen lassen, ist bislang jedoch noch nicht befriedigend quantifiziert (siehe IPCC, 2001). Vor allem der Beitrag des Klimawandels ist dabei umstritten (siehe z.B. Pielke Jr. et al., 2005 sowie Mills, 2005). Den Anteil der einzelnen Ursachen an den Trends zu bestimmen, muss jedoch von Interesse sein, wenn ursachengerecht und unter optimaler Nutzung vorhandener Mittel in Katastrophenvorsorge und Klimaschutz investiert werden soll.

¹ Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin, Abteilung Energie, Verkehr, Umwelt c/o Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft AG, 80791 München, Email: sischmidt@munichre.com.

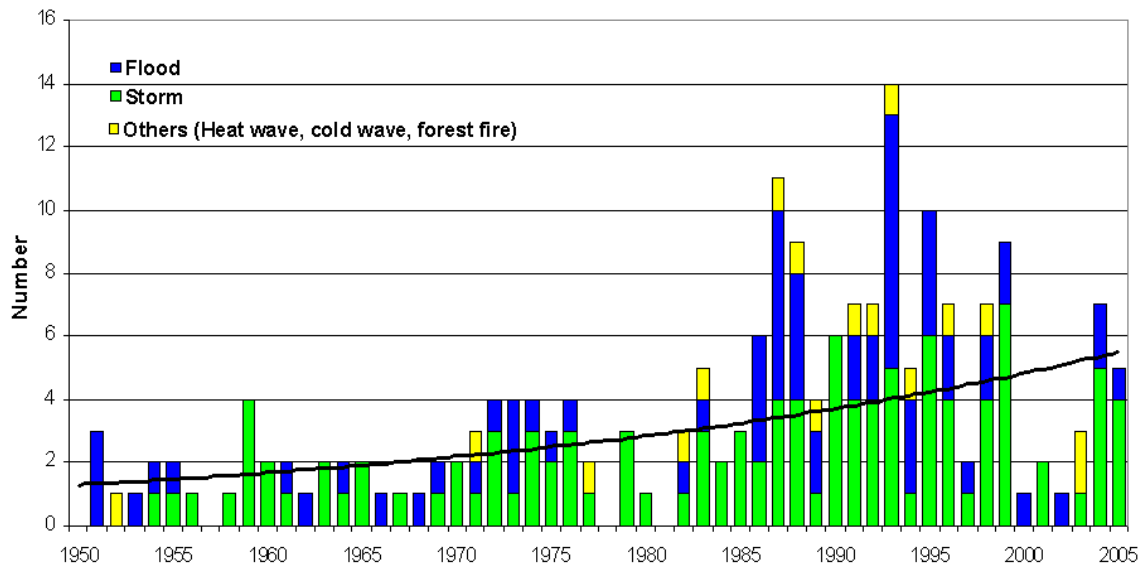


Abb. 1: Anzahl wetterbedingter Großer Naturkatastrophen nach Jahr und Typ² (Quelle: Münchener Rück, schriftlich, 10.01.2006).

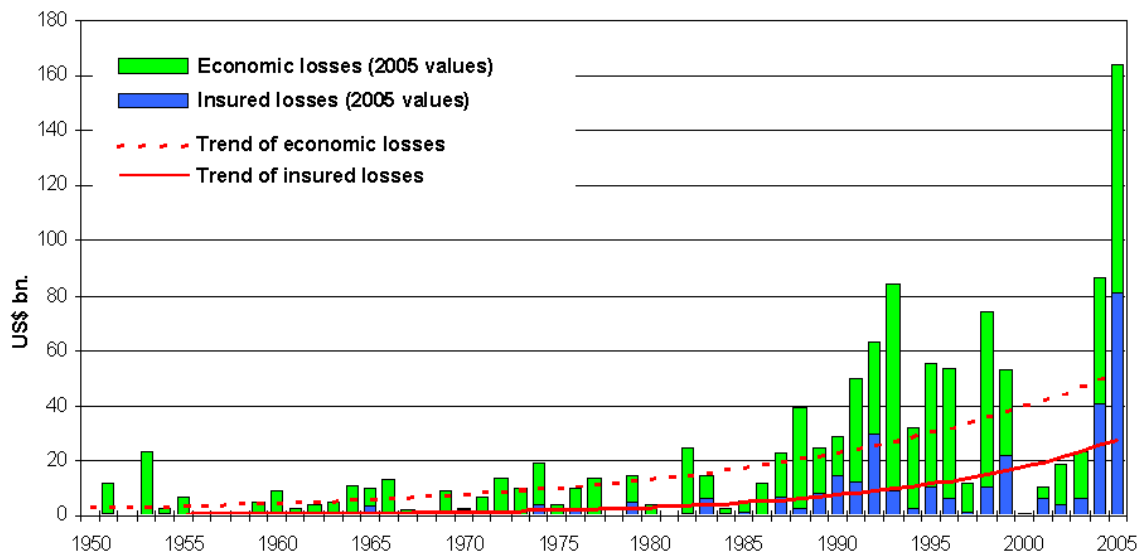


Abb. 2: Volkswirtschaftliche und versicherte Schäden wetterbedingter Großer Naturkatastrophen in Mrd. USD (Quelle: Münchener Rück, schriftlich, 10.01.2006).

² Als „Große Naturkatastrophe“ wird eine Naturkatastrophe in der Regel bezeichnet, wenn die Todesopfer mehrere Tausend, die Obdachlosen mehrere Hunderttausend oder die materiellen Schäden, entsprechend den wirtschaftlichen Verhältnissen der Volkswirtschaft, außergewöhnliche Größenordnungen erreichen (vgl. Münchener Rück, 2006, 12).

Das in der vorliegenden Arbeit vorgestellte Projekt geht der Frage nach, ob sich der Einfluss des Klimawandels auf die Schäden bislang statistisch nachweisen lässt. Konkretisiert wird die Thematik anhand von Tropischen Wirbelstürmen, welche das Festland der USA an der Golf- und Atlantikküste bedrohen.

Zunächst wird der derzeit wesentliche Ansatz zur Untersuchung von Schadensfaktoren Tropischer Wirbelstürme dargestellt. Dessen Ergebnisse gehen als Arbeitshypothese in das Modell ein, welches im daran anschließenden Kapitel vorgestellt wird. Kapitel 4 beinhaltet eine Auswahl bzw. die Aufbereitung der meiner Arbeit zugrunde liegenden Daten. Für das Modell liegen noch keine Schätzungen vor, da sich das Projekt derzeit noch in der Phase der Datenzusammenstellung und –aufbereitung befindet. Entsprechend schließt das Papier mit einem Ausblick anstelle eines Fazits.

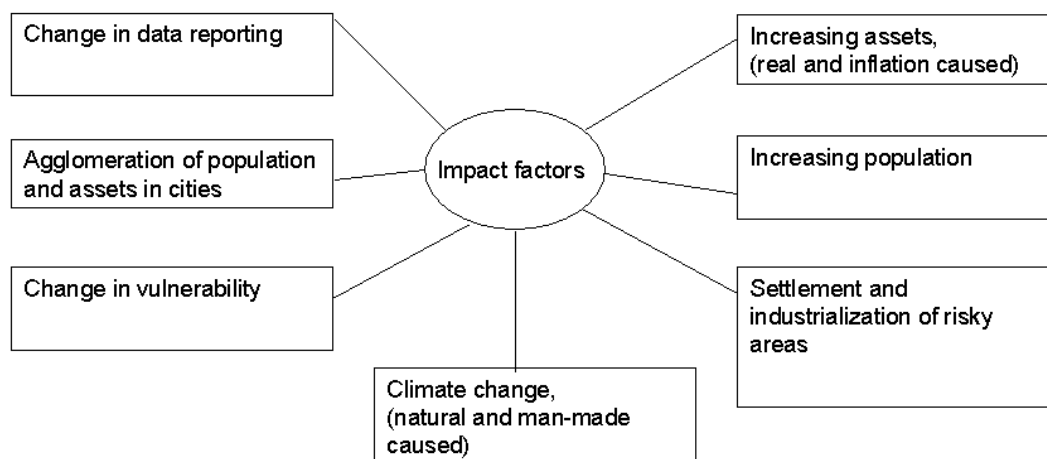


Abb. 3: Einflussfaktoren der Trends von Anzahl und Schäden (Quelle: eigene Darstellung).

2 Existierende Ansätze in der Literatur

Der Großteil der Studien zur Klimapolitik beschäftigt sich mit den Kosten von Vermeidungsmaßnahmen. Dem steht gegenüber eine vergleichsweise geringe Zahl von Arbeiten zu den Kosten eines sich wandelnden Klimas, sprich dem Nutzen von Vermeidungsmaßnahmen (vgl. Kemfert, Schumacher, 2005, 4). Unter diesen Studien wiederum finden sich nur wenige, die sich den durch Wetterextreme bislang verursachten Kosten widmen. Eine der beachtetesten unter diesen stellt die Arbeit von Pielke Jr. und Landsea (1998) dar, die sich mit Tropischen Wirbelstürmen beschäftigt. Unter der Bezeichnung „Normalisierung“ rechnen die beiden Autoren die in den USA entstandenen Schäden aus Wirbelsturmereignissen früherer Jahre über den zwischenzeitlichen Bevölkerungs- sowie realen und inflatorischen Wertanstieg auf ein Vergleichsjahr hoch. Die Zeitreihe dieser „normalisierten“ Schäden zeigt keinen Trend mehr, wie er bei der üblichen, lediglich inflationsbereinigten Betrachtung festzustellen ist. Daraus schlussfolgern Landsea und Pielke, dass die bisher beobachtete Zunahme der Schäden nahezu vollständig über die geänderten sozio-ökonomischen Bedingungen in den von Stürmen betroffenen Gebieten erklärt werden kann und der Klimawandel somit einen zu vernachlässigenden Einfluss hat (siehe Pielke Jr., Landsea, 1998 sowie für Berechnung anhand neuerer Daten Pielke Jr. et al., 2006). Dieses Ergebnis bestätigt auch Katz (2002), der Trendschätzungen auf Basis der „normalisierten“ Schadendaten von Landsea und Pielke durchführt. Muir-Wood, Miller und Boissonade (2006) wenden den Ansatz von Landsea und Pielke global und

über eine Vielzahl wetterbedingter Naturgefahren an (Tropische und Außertropische Stürme, Hagel, Flut sowie Waldbrand). In ihren „normalisierten“ Schadendaten findet sich für die Jahre 1970-2005 ein ansteigender Trend, der statistisch signifikant ist. Allerdings weisen die Autoren auf die sehr unterschiedliche Datenqualität je Region hin. Zudem zeige sich der Trend bei einer Vernachlässigung der beiden Extremjahre 2004 und 2005 nicht mehr.

Als weiterer Ansatz sei die Arbeit von Dorland, Tol und Palutikof (1999) erwähnt. Die Autoren untersuchen die Anfälligkeit der Niederlande gegenüber Außertropischen Stürmen mithilfe eines ökonometrischen Modells und kommen zu dem Ergebnis, dass die Sturmschäden wesentlich sensibler auf eine Änderung der klimatischen Komponente (hier die Windgeschwindigkeit) reagieren, als auf sozio-ökonomische Änderungen (siehe Dorland, Tol, Palutikof, 1999).³

Abschließend ist festzuhalten, dass die Zuordnung von Schäden wetterbedingter Naturkatastrophen auf den menschenverursachten Klimawandel als schwierig anzusehen ist. Der Grund hierfür liegt in der Qualität der verfügbaren Daten und der Länge der Zeitreihen, der stochastischen Natur der Wetterextreme sowie in dem gleichzeitigen Einfluss der sozio-ökonomischen und klimabedingten Faktoren auf die Schadendaten (vgl. Höpfe, Pielke Jr., 2006 sowie IPCC, 2001). Damit gilt für alle Ansätze, einschließlich des vorliegenden Projektes, dass sie lediglich eine Indikation über den Einfluss der einzelnen Faktoren, insbesondere des Klimawandels liefern können.

3 Modell

Der von Dorland, Tol und Palutikof (1999) verwendete Ansatz eines ökonometrischen Modells wird hier aufgegriffen, da er entgegen dem Ansatz von Landsea und Pielke die Möglichkeit bietet, den Faktor Klimavariabilität direkt einzubeziehen und zu schätzen. Dieses Kapitel beschreibt das Modell und die aufzunehmenden Variablen.

Aus dem allgemeinen Wirkungszusammenhang (Abbildung 3), also dem Einfluss der verschiedenen sozio-ökonomischen und klimabedingten Faktoren auf die Trends von Schäden lässt sich folgendes grundlegende Modell aufstellen: Die abhängige Variable *Schäden aus Naturkatastrophen* ist eine Funktion der unabhängigen Variablen *Werte in den von Naturgefahren betroffenen Gebieten*, deren *Anfälligkeit gegenüber Naturgefahren* sowie der *Klimavariabilität*.

3.1 Variable für sozio-ökonomische Faktoren

Die Variable *Werte in den von Naturgefahren betroffenen Gebieten* fasst den inflatorischen und realen Wertzuwachs, die Konzentration von Werten in Ballungsräumen sowie die Industrialisierung naturgefahrenexponierter Gebiete zusammen. Diese Faktoren führen zu einem höheren Kapitalstock in den von Naturgefahren betroffenen Gebieten. Tragen die genannten Faktoren tatsächlich maßgeblich zu den beobachteten Trends bei, wie dies die Ergebnisse von Landsea und Pielke nahe legen (siehe Pielke Jr., Landsea, 1998 sowie Pielke Jr. et al., 2006), so müsste eine höhere Werteansammlung in der von einem Sturmereignis betroffenen Region auch deutlich mit höheren Schäden in dieser Region einhergehen.

³ Die Ergebnisse dieser Arbeit sind jedoch nur begrenzt mit denen der Arbeiten um Pielke/Landsea zu vergleichen. Die Modellschätzungen basieren auf den Daten zu fünf Stürmen zwischen 1987 und 1992. Für zweistellige Postleitzahlen-Gebiete werden Schäden anhand betroffener Versicherungspolizen, dem durchschnittlichen Schaden sowie den Selbsthalten der Versicherten ermittelt und der jeweiligen Anzahl von Häusern, der Größe des Gebietes sowie der Windintensität gegenübergestellt.

Entsprechend dem in Abbildung 3 dargestellten allgemeinen Wirkungszusammenhang müssten auch die Zunahme der Bevölkerung aufgrund der demographischen Entwicklung, die verstärkte Besiedelung naturgefahrenexponierter Gebiete und die Konzentration von Menschen in Städten in das Modell eingehen. Sie führen zu mehr potenziell bedrohten Menschen in den von Stürmen betroffenen Gebieten. Die Bevölkerung geht jedoch nicht in das Modell ein, da die verfügbaren Schadendaten im Wesentlichen nur direkte materielle Schäden, also z.B. Gebäudeschäden oder Schäden an der Infrastruktur umfassen. Kosten wie für den Verlust von Leben oder den Ausfall von Arbeitseinkommen enthalten sie hingegen nicht.

3.2 Variable für Vulnerabilität

Eine höhere bzw. niedrigere Anfälligkeit gegenüber Naturgefahren sollte ebenfalls mit höheren bzw. niedrigeren Schäden einhergehen. Eine höhere Vulnerabilität kann beispielsweise aufgrund gestiegenen Technisierungsgrads, komplexerer Infrastrukturen und höherer wirtschaftlicher Abhängigkeiten eintreten. Umgekehrt verringert sich das Schadenausmaß aufgrund von Katastrophenvorsorgemaßnahmen, wie z.B. auf die Naturgefahren angepasste Bauvorschriften.

In den Schadendaten sind im Wesentlichen keine Folgekosten, also indirekte Schäden von Naturkatastrophen enthalten, wie z.B. Preissteigerungen infolge einer unterbrochenen Ölförderung oder Produktionsausfälle außerhalb des Katastrophengebietes infolge ausgefallener Lieferanten.⁴ Aus diesem Grund dürften in das Modell auch nur die Komponenten eingehen, die einen Einfluss auf die direkten Schäden ausüben. Am greifbarsten lässt sich dies über die Bauvorschriften abbilden. Diese wirken jedoch auf den Bestand an Gebäuden stark zeitverzögert. Dies bedeutet, dass ein Sturm stets auf eine Ansammlung höchst unterschiedlich gebauter Gebäude trifft. Diese sehr heterogene Bausubstanz zum Zeitpunkt des Sturmes erschwert es, eine allgemeine Anfälligkeit der Häuser zu bestimmen. Abhilfe könnte hier ein zu entwickelnder Vulnerabilitätsindex schaffen. Aufgrund des noch offenen Forschungsbedarfs zum Wirken des Faktors Vulnerabilität und dessen Komplexität bleibt dieser im vorliegenden Modell aber zunächst unberücksichtigt.

3.3 Variable für Klimavariabilität

Die Klimavariabilität nimmt Einfluss auf die Wetterextreme selbst und damit auf deren Intensität, Häufigkeit und räumliches Auftreten.

Als Messgröße für den Klimawandel werden üblicherweise die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre oder globale bzw. regionale Temperaturmittelwerte verwendet. Der Zusammenhang zwischen Treibhausgaskonzentration bzw. Temperaturmittelwerten und Trends bei Wetterextremen ist jedoch sehr komplex und vor allem zeitverzögert. Aus diesem Grund eignen sich die CO₂-Konzentration oder auch die Temperaturwerte in unserem Fall nicht direkt als Messgröße für die Variable *Klimavariabilität*.

⁴ Es sei daraufhin gewiesen, dass die erfassten direkten Schäden auch von indirekten Folgen der Naturkatastrophen beeinflusst sein können. Dies wird unter dem Begriff „demand surge“ gefasst. Insbesondere bei großen Katastrophen kommt es infolge von Arbeitskräfte- und Baumaterialmangel sowie nur beschränkt nutzbarer Infrastruktur zu entsprechenden Preissteigerungen und zeitlichen Verzögerungen, welche die Wiederherstellungskosten ansteigen lassen. Dies führt zu höheren versicherten Schäden, welche wiederum die Grundlage bilden für die Schätzungen der direkten volkswirtschaftlichen Schäden. Der Einfluss von „demand surge“ ist vor allem seit den schweren Hurrikanschäden der Jahre 2004 und 2005 ins Blickfeld geraten (siehe hierzu u.a. Münchener Rück, 2006, 22, Pielke Jr. et al., 2006 sowie Pröbstl, Rauch, 2006).

Dagegen kann die Intensität des Sturmes, gemessen in Form der Windgeschwindigkeit, als Hilfskonstrukt dienen. Hierbei wird folgende Kausalkette als Annahme unterstellt: Höhere CO₂-Werte in der Atmosphäre verursachen höhere Erd- bzw. Meeresoberflächentemperaturen. Eine höhere Temperatur des Ozeans wiederum hat Einfluss auf Häufigkeit und Intensität von Tropischen Wirbelstürmen. Diese Kausalkette ist sehr vereinfacht und wird zudem in den Naturwissenschaften noch intensiv diskutiert. Allerdings gibt es Anzeichen, die diesen Zusammenhang glaubhaft erscheinen lassen (siehe dazu Emanuel, 2005, Webster et al., 2005, Hoyos et al., 2006, Mann, Emanuel, 2006, Barnett et al., 2005, kritisch äußern sich u.a. Klotzbach, 2006, Landsea, 2005 sowie Chan, 2006). Faust (2006) stellt, die Diskussion zusammenfassend, fest, dass es bereits neben einer Verschiebung hin zu schwereren Wirbelstürmen auch zu einer Veränderung der Gesamthäufigkeit kommt, zumindest in einigen Regionen. Insbesondere für den Nordatlantik ergibt sich, dass dort die Wirbelsturmaktivität sowohl von der natürlichen Klimaschwankung als auch von einem überlagerten linearen Erwärmungstrend bestimmt ist. Dieser sei ohne den anthropogenen Klimawandel nicht zu erklären.

3.4 Variable für Schäden aus Wirbelsturmereignissen

Letztlich verbleibt noch die abhängige Variable *Schäden aus Naturkatastrophen*. Diese Schäden ergeben sich, wenn natürliche Wetterextreme, hier Wirbelstürme, mit Menschen und ihren Gütern zusammentreffen und diese schädigen. Deshalb sollen sie hier als Funktion der klimatischen und sozio-ökonomischen Faktoren verstanden werden. Wie diese Schäden ermittelt werden, soll das folgende Kapitel erläutern.

4 Daten und Datenquellen

Im folgenden wird beschrieben, welche Daten für die Werte in der betroffenen Region, die Intensität sowie den Schaden des Sturmereignisses verwendet bzw. wie diese ermittelt werden und welche Datenquellen genutzt werden.

4.1 Schadendaten

Für die Wirbelsturmschäden werden die Daten der Naturkatastrophen-Datenbank NatCatSERVICE® der Münchener Rückversicherung verwendet.

Der NatCatSERVICE® gilt, neben den Sigma-Berichten der Schweizer Rückversicherung und der Datenbank EM-DAT des Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) (Leuven University) als die weltweit führende Datenbank zu Schäden aus Naturkatastrophen. Der NatCatSERVICE® verzeichnet jede Naturkatastrophe seit 1970 (ca. 19.000 Ereignisse) sowie jede sogenannte „Große Naturkatastrophe“ seit 1950. In den Jahren zuvor ist die Erfassung nicht lückenlos. Zu jeder Katastrophe sind die verursachten direkten materiellen Schäden sowie die davon versicherten Schäden erfasst. Die Schadensschätzungen erfolgen, je nach Vorhandensein, auf Grundlage gut dokumentierter Schätzungen offizieller Stellen, über Meldungen von Versicherungsunternehmen zu tatsächlich ausgezahlten Schäden oder anhand vergleichbarer Katastrophenereignisse und weiterer Parameter. Für diese Daten wird auf über 200 verschiedenen Quellen zugegriffen. Die Angaben in diesen Quellen werden über einen längeren Zeitraum beobachtet, dokumentiert und miteinander verglichen sowie Plausibilitätsprüfungen unterzogen. Auf Basis dieser zusammengetragenen Daten zu einzelnen Schäden bzw. Schadensschätzungen für das gesamte Ereignis sowie anhand langjähriger Erfahrung und teilweise Vor-Ort-Besichtigungen wird eine nachvollziehbare und begründete Höhe des Schadens ermittelt, die letztlich Eingang in

den NatCatSERVICE® findet (Wirtz, mündlich, 11.07.2005, zum NatCatSERVICE® und dem Zustandekommen der Schadendaten siehe auch Faust, Höpfe, Wirtz, Schmidt, 2006 sowie Münchener Rück, 2001, 16-17 und Münchener Rück, 2006, 14-17).

Eine weitere Ursache für die Trends kann, wie der allgemeine Wirkungszusammenhang in Abbildung 3 zeigt, in den Schadendaten selber begründet sein, über ein geändertes Berichten über Schäden (zur generellen Problematik der Schadensschätzung von Naturkatastrophen siehe Downton, Pielke Jr., 2005). Der Einflussfaktor Data Reporting ist jedoch nicht direkt in das Modell integrierbar. Hierzu wurde in einem Teilprojekt vorab untersucht, für welche Weltregionen im NatCatSERVICE® belastbare langfristige Schadendaten vorliegen. Danach sollten Daten zu Schäden in den USA erst ab 1950 verwendet werden (vgl. Faust, Höpfe, Wirtz, Schmidt, 2006).⁵

4.2 Daten zu Werten in der betroffenen Region

Für die Ermittlung der vorhandenen, und potenziell gefährdeten Werte in der betroffenen Region ist zunächst zu klären, welche Region als von einem historischen Sturmereignis betroffen gelten soll: Durch welches Gebiet ist also der Sturm gezogen und konnte dabei Schäden verursachen.

Hierfür wird auf meteorologische Daten zurückgegriffen. Aus einzelnen Messungen während eines Sturmes, beispielsweise der Windgeschwindigkeiten, kann ein räumliches Abbild des Sturmes („Windfeld“) erzeugt werden. Als betroffene Region soll hier das Gebiet definiert sein, in welcher der Sturm eine Windgeschwindigkeit von Sturmstärke „Tropischer Sturm“ oder größer erreicht hat.⁶ Die Entscheidung für die Abgrenzung anhand der Sturmklasse „Tropischer Sturm“ ist damit begründet, dass ab dieser Stärke merkliche Schäden auftreten. So wurde beispielsweise für den Hurrikan „Katrina 2005“ festgestellt, dass 97% aller Schäden in Gebieten verursacht wurden, in denen „Katrina“ als „Tropischer Sturm“ oder noch höher klassifiziert wurde (Miesen, mündlich, 23.08.2006). Eine Abgrenzung anhand einer noch höheren Sturmstärke, z.B. „Hurrikan der Klasse 1“, ist nicht sinnvoll. Zahlreiche, in der Schadendatenbank verzeichnete Stürme erreichten das Festland der USA „nur“ als „Tropischer Sturm“ und würden damit aus der Untersuchung hinausfallen. Sie haben aber nicht unerhebliche Schäden verursacht.

Das so definierte Windfeld wird mit einer Karte administrativer Einheiten, hier der US-Counties, kombiniert. Damit ist die betroffene Region bestimmt. Abbildung 4 zeigt dies für das Beispiel des Sturmes „Frederic 1979“.

Im Gegensatz zu Landsea und Pielke wird die betroffene Region damit wesentlich weiter gefasst. Landsea, Pielke ziehen für ihre „normalisierten“ Schäden die Bevölkerungs- und Werteentwicklung lediglich in den Counties an der Küste heran (siehe Pielke Jr., Landsea, 1998 sowie Pielke Jr., Pielke Sr., 1997, 49-59). Damit wird die Entwicklung aber überbewertet, da in den USA eine Wanderung der Bevölkerung hinzu den Küstengebieten zu beobachten ist (vor allem an die Küsten Floridas).

Im nächsten Schritt können nun die in der betroffenen Region vorhandenen materiellen Werte bestimmt werden.

Leider existieren keine Daten, die es erlauben, den dort vorhandenen Kapitalstock direkt zu ermitteln. Informationen zu bestehenden materiellen Werten sind für die USA nur als Abschätzung auf nationaler Ebene verfügbar.

⁵ Zum selben Ergebnis hinsichtlich der Datenqualität von Überschwemmungs- und Wirbelsturmschäden kommen Muir-Wood, Miller und Boissonade (2006).

⁶ Dies entspricht einer Windgeschwindigkeit von ≥ 39 mph.

Diese werden vom Bureau of Economic Analysis (BEA) als Investitions- und langlebige Konsumgüter (Fixed Assets and Consumer Durable Goods) veröffentlicht (BEA, 2006). Diese Zahl wird nicht für Bundesstaaten oder Counties ermittelt (BEA, schriftlich, 23.08.2006).

Gegenüber den Daten zum Kapitalstock liegt aber Material für die Bevölkerungsverteilung auf der Ebene der US-Counties vor (U.S. Census Bureau, 2006). Als Hilfskonstrukt wird hier angenommen, dass sich der US-amerikanische Kapitalstock wie die Bevölkerung verteilt. Über den nationalen Pro-Kopf-Kapitalstock und die Bevölkerungsverteilung im jeweiligen Jahr des Sturmereignisses kann damit näherungsweise die Wertesammlung in der betroffenen Region ermittelt werden.⁷

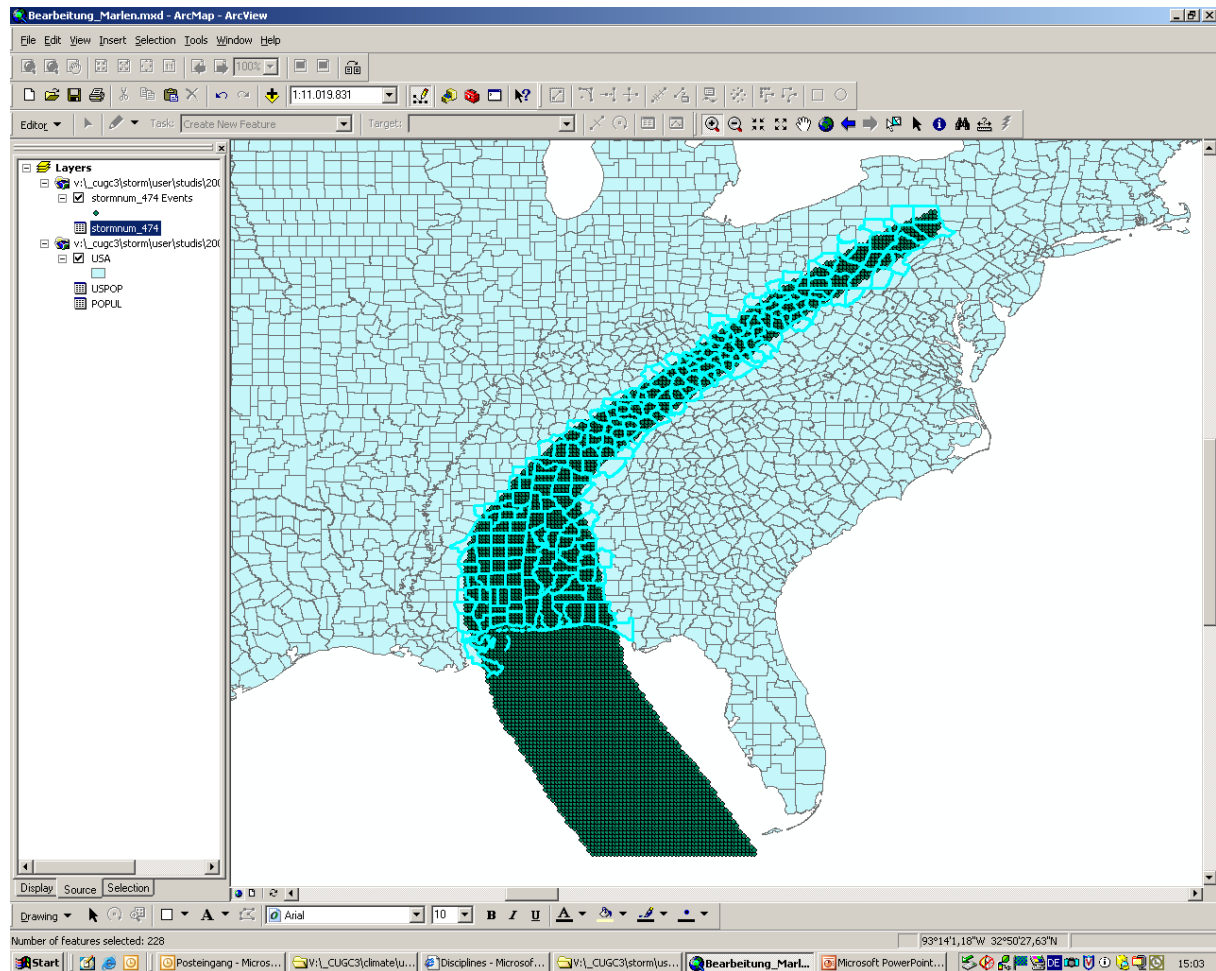


Abb. 4: Von Sturm „Frederic 1979“ betroffene Region (Sturmstärke \geq „Tropischer Sturm“) (Quelle: Daten Windfeld: NOAA (2006): „Best Track“-Dataset, <http://maps.csc.noaa.gov/hurricanes/download.html>; eigene Darstellung).

⁷ Diese Methode ist durchaus kritisch zu sehen. Zwar korrelieren Bevölkerung und Kapitalstock, aber nicht vollständig. Zudem besteht ein deutliches Wohlstandsgefälle zwischen den Bundesstaaten der USA. Weiter werden große Wertekonzentrationen (beispielsweise Raffinerien) nicht genügend abgebildet.

4.3 Daten zur Intensität des Sturmereignisses

Die Intensität wird hier über die Windgeschwindigkeit zum Zeitpunkt des Übergangs des Sturmes vom Wasser auf das Land bestimmt. Dieser Punkt wird als „landfall“ bezeichnet. Er bietet sich an, da ein Tropischer Wirbelsturm hier grundsätzlich seine höchste Intensität über Land aufweist. Da der Sturm seine Energie aus der Wärme der oberen Meeresschichten bezieht, kann er grundsätzlich nur über Wasser an Stärke zunehmen. Nach seinem Landgang ist er von seiner Energiezufuhr abgeschnitten und schwächt sich ab, womit die höchste Intensität über Land stets an der Küste auftritt. Für die Bestimmung der Windgeschwindigkeit am Punkt des „landfall“ wird auf die Zugbahn des Sturmes zurückgegriffen. Die Zugbahn gibt den zurückgelegten Weg des Sturmzentrums, des sogenannten „Auges“ wieder.⁸

Daten zu Zugbahnen und den gemessenen Windgeschwindigkeiten bietet für die USA das Coastal Services Center der National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) an (NOAA, 2006).⁹

5 Ausblick

Da sich das Projekt derzeit noch in der Phase der Datenzusammenstellung und –aufbereitung befindet, wurden noch keine Schätzungen des Modells vorgenommen. Entsprechend den Ergebnissen der Arbeiten um Pielke Jr. ist jedoch zu erwarten, dass der Anstieg der Werte der dominierende Treiber hinter den zu beobachtenden Schadentrends ist. Dass die sozio-ökonomischen Bedingungen nicht den alleinigen, sondern den dominierenden Faktor darstellen, ist unstrittig. Es ist aber unklar, inwieweit die anderen Faktoren, insbesondere die Klimavariabilität, eine nennenswerte Rolle spielen. Die Ergebnisse von Dorland, Tol, Palutikof (1999) zu Sturmschäden in den Niederlanden und Nordwesteuropa legen immerhin nahe, dass die Schadenhöhe sensibel auf die Intensität des Sturmes, und damit auf eine von der Klimavariabilität beeinflusste Größe, reagieren.¹⁰ Sollte die Intensität auch für Schäden Tropischer Wirbelstürme eine wesentliche sowie statistisch signifikante Größe darstellen und die naturwissenschaftliche Forschung weiter bestätigen, dass es infolge auch der anthropogen verursachten Klimaerwärmung zu mehr und intensiveren Wirbelstürmen kommt, kann damit ein Rückschluss auf den Beitrag des Klimawandels zu den steigenden Schäden aus Tropischen Wirbelstürmen gezogen werden.

⁸ Eventuell bietet es sich an, neben der Windgeschwindigkeit auch die Dauer des Sturmes einzubeziehen. Allerdings fanden Dorland, Tol, Palutikof (1999) für Auertropische Stürme, dass die Sturmdauer keine geeignete Variable ist (vgl. Dorland, Tol, Palutikof, 1999, 518).

⁹ Zieht ein Sturm nach dem Landgang wieder über das offene Meer und macht daraufhin erneut einen „landfall“, wird er in separate Ereignisse je „landfall“ aufgeteilt. Entsprechend werden die zum jeweiligen „landfall“ gehörenden Schadendaten und Intensitäten ermittelt. Siehe zu diesem Vorgehen auch Pielke Jr., Landsea (1998).

¹⁰ Dorland, Tol, Palutikof (1999) relativieren die Aussagekraft ihrer Ergebnisse in Bezug auf den Klimawandel mit dem Hinweis auf die Unsicherheiten hinsichtlich des Einflusses des Klimawandels auf die Windgeschwindigkeiten (vgl. Dorland, Tol, Palutikof, 1999, 532). Die neueren Erkenntnisse der naturwissenschaftlichen Forschung sprechen jedoch dafür, dass zumindest bei Tropischen Wirbelstürmen dieser Zusammenhang erkennbar ist (siehe Abschnitt 3.3).

Quellen

- Barnett, T. P., Pierce, D.W., AchutaRao, K.M., Gleckler, P.J., Santer, B.D., Gregory, J.M., Washington, W.M. (2005): Penetration of Human-Induced Warming into the Worlds Oceans, *Science*, 309, 284-287.
- Berz, G. (2004): Klimawandel: Kleine Erwärmung – dramatische Folgen, in: *Wetterkatastrophen und Klimawandel. Sind wir noch zu retten?*, hrsg. von Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft, München, 98–105.
- Bureau of Economic Analysis (BEA) (2006): Fixed Assets and Consumer Durable Goods, <http://www.bea.gov>, (download 01.07.2006).
- Chan, J. C. L. (2006): Comment on “Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment”, *Science*, 311, 1713.
- Dorland, C., Tol, R.S.J., Palutikof, J.P. (1999): Vulnerability of the Netherlands and Northwest Europe to Storm Damage under Climate Change, *Climatic Change*, 43, 3, 513-535.
- Downton, M. W., Pielke Jr., R. A. (2005): How Accurate are Disaster Loss Data? The Case of U.S. Flood Damage, *Natural Hazards*, 35, 211-228.
- Emanuel, K. (2005): Increasing Destructiveness of Tropical Cyclones over the past 30 Years, *Nature*, 436, *August*, 686-688.
- Faust, E. (2006): Verändertes Hurrikanrisiko, <http://www.munichre.com>, (download 02.02.2006).
- Faust, E., Höppe, P., Wirtz, A., Schmidt, S. (2006): Trends in Natural Catastrophes – Potential Role of Climate Change, in: *Workshop on Climate Change and Disaster Losses. Understanding and Attributing Trends and Projections*, Eds.: P. Höppe and R.A. Pielke Jr., 89-102.
- Höppe, P., Pielke Jr., R.A. (eds.) (2006): *Workshop on Climate Change and Disaster Losses. Understanding and Attributing Trends and Projections*, http://sciencepolicy.colorado.edu/sparc/research/projects/extreme_events/munich_workshop/index.html, (download 11.01.2007).
- Hoyos, C.D., Agudelo, P.A., Webster, P. J., Curry, J.A. (2006): Deconvolution of the Factors Contributing to the Increase in Global Hurricane Intensity, *Science*, 312, 94-97.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2001): *Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge and New York.
- Katz, R. W. (2002): Stochastic Modelling of Hurricane Damage, *Journal of Applied Meteorology*, 41, 754-762.
- Kempf, C., Schumacher, K. (2005): *Cost of Inaction and Costs of Action in Climate Protection. Assessment of Costs of Inaction or Delayed Action of Climate Protection and Climate Change*, DIW Berlin: Politikberatung kompakt, 13.
- Klotzbach, P. J. (2006): Trends in Global Tropical Cyclone Activity over the past Twenty Years (1986-2005), *Geophysical Research Letters*, 33, L10805.

- Landsea, C.W. (2005): Hurricanes and Global Warming, *Nature*, 438, E11-13.
- Mann, M. E., Emanuel, K. A. (2006): Atlantic Hurricane Trends Linked to Climate Change, *EOS*, 87, 24, 233-244.
- Mills, E. (2005): Insurance in a Climate of Change, *Science*, 309, 1040–1044.
- Muir-Wood, R., Miller, S., Boissonade, A. (2006): The Search for Trends in a Global Catalogue of Normalized Weather-Related Catastrophe Losses, in: Workshop on Climate Change and Disaster Losses. Understanding and Attributing Trends and Projections, Eds.: P. Höpfe and R.A. Pielke Jr., 188-194.
- Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft (1999): topics 2000 - Naturkatastrophen. Stand der Dinge, München.
- Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft (2001): topics – Jahresrückblick Naturkatastrophen 2000, München.
- Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft (2006): Topics Geo – Jahresrückblick Naturkatastrophen 2005, München.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2006): Historical Hurricane Tracks, <http://hurricane.csc.noaa.gov/hurricanes/>.
- Pielke Jr., R.A., Gratz, J., Landsea, C.W., Collins, D., Saunders, M., Musulin, R. (2006): Normalized Hurricane Damages in the United States: 1900-2005, *forthcoming*.
- Pielke Jr., R.A., Landsea, C. W. (1998): Normalized Hurricane Damages in the United States 1925-95, *Weather and Forecasting*, 13, 09, 621-631.
- Pielke Jr., R.A., Landsea, C.W., Emanuel, K., Mayfiel, M., Laver, J., Pasch, R. (2005): Hurricanes and Global Warming, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 86, 11, 1571-1575.
- Pielke Jr., R.A., Pielke Sr., R.A. (1997): *Hurricanes. Their Nature and Impacts on Society*, Chichester.
- Pröbstl, A., Rauch, E. (2006): Was haben Hurrikane in den USA mit Orkanen in Europa gemeinsam – und was bedeutet das für die Assekuranz? Management von Größtschadenpotenzialen aus Naturkatastrophen bei sich ändernden Risikobedingungen, *Zeitschrift für das Versicherungswesen*, *noch nicht erschienen*.
- U.S. Census Bureau (2006a): County Population Census Counts 1900-1990, www.census.gov/population/www/censusdata/cencounts.html, (download 07.09.2006).
- U.S. Census Bureau (2006b): Population Estimates – Counties, www.census.gov/popest/counties, (download 07.09.2006).
- Webster, P.J, Holland, G.J., Curry, J.A., Chang, H-R. (2005): Changes in Tropical Cyclone Number, Duration, and Intensity in a Warming Environment, *Science*, 309, 1844-1846.