

Seminararbeit

šDie Gefährdung New Yorks durch den Meeresspiegelanstieg und Hurrikane.õ

LehrerIn
Frau Pellowski

Datum
06.11.2013

Vorgelegt von

Dawid Arega, Jonas Blättermann, Natnael Tzeggai

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	3
2. Meeresspiegelanstieg.....	4
2.1 Fakten, Ursachen.....	4
2.2 Brennpunkt New York.....	5
2.3 Entwicklung des Meeresspiegelanstiegs.....	6
2.4 Auswirkungen und Folgen auf New York.....	10
3. Hurrikan Sandy.....	12
3.1 Fakten, Ursachen.....	12
3.2 Brennpunkt New York.....	14
3.3 Entwicklung von Hurrikan Sandy.....	15
3.4 Auswirkung und Folgen auf New York.....	20
4. Fazit.....	21
5. Quellenverzeichnis.....	24

1. Einleitung

Wir sind nun mehr als 7,1 Milliarden Menschen auf der Erde und der Zuwachs ist enorm. 71% der Erdoberfläche ist mit Wasser bedeckt und es gibt zahlreiche Küstenstädte, die auf Grund ihrer Lage nicht nur für den Handel eine wichtige Rolle spielen, sondern für manche die Lebensversicherung darstellen, da sie Jobs in Küstengebieten beziehen. Des Weiteren sind die Küsten dicht besiedelt und stellen wichtige Wirtschaftsräume.

Eine wichtige Rolle sind die Handelswege, die üblicherweise übers Land, durch die Luft und übers Wasser gehen; diese dienen dazu, die Bevölkerung mit wichtigen Lebensmitteln und Gütern zu versorgen. Doch diese sind nicht nur durch den Menschen in Form von Konflikten und Kriegen, sondern auch durch die Naturerscheinungen beeinflussbar und gefährdet.

Im Nachfolgenden werden wir uns näher mit den Problemen auf und in dem Wasser beschäftigen. Besonders Metropolen mit Hafen und einer niedrigen Höhe über dem Meeresspiegel, wie London, Rotterdam und New York City, sind durch den Anstieg des Meeresspiegels gefährdet.

Insbesondere haben wir uns mit der Gefährdung New Yorks durch den Meeresspiegelanstieg beschäftigt.

In den letzten Jahren wurde eine Anhäufung von Hurrikanen zu einer bestimmten Zeit nicht nur im Pazifischen Ozean, sondern auch im Atlantischen Ozean, mit welchem wir uns auseinander setzen werden, festgestellt. Diese zeitliche Spanne ist vom 1. Juni bis zum 30. November jeden Jahres und wird als Hurrikane-Saison bezeichnet.

In besonderer Erinnerung blieb uns der Hurrikan Sandy, welcher die Ostküste der Vereinigten Staaten mit New York im Herbst des Jahres 2012 überraschte. Denn anders als die anderen Wirbelstürme war Sandy überraschend und bewegte sich statt wie angenommen von der Ostküste weg genau auf die Ostküste zu. Dies stellte die Vereinigten Staaten vor Probleme, die sie innerhalb von wenigen Stunden lösen mussten.

Aus diesem Grunde beschäftigen wir uns mit der Gefährdung New Yorks durch den Meeresspiegelanstieg in Kombination mit Hurrikanen und werden die Ursachen und Auswirkung ermitteln.

2. Meeresspiegelanstieg

2.1 Fakten, Ursachen

Der von dem Menschen verursachte Treibhauseffekt, auch anthropogener Treibhauseffekt, ist der Hauptverursacher für den Meeresspiegelanstieg auf der ganzen Welt. Derzeit sind rund 2 Millionen km² Landmassen weniger als 2 Meter über der mittleren Hochwasserlinie.¹ Die mittlere Hochwasserlinie ist ein Maß für den Wasserstand bei Gezeiten, sprich Flut und Ebbe.² Besonders dieser Bereich zwischen Land und Meer ist enorm wichtig für die Landwirtschaft, da hier ein artenreiches Ökosystem besteht. Vor 19 Jahren lebten 60 Millionen Menschen auf Landflächen die weniger als 1 Meter über dem Meeresspiegel liegen und sogar 275 Millionen Menschen auf Landflächen, welche bis zu 5 Meter über dem Meeresspiegel liegen. Insbesondere die Tatsachen, dass acht der zehn größten Städte in Küstennahe und niedrigen Gebieten beheimatet sind, spricht dafür, dass diese Gebiete von enormer Bedeutung für uns alle sind. Es wird prognostiziert, dass rund 550 Millionen Menschen auf einer Meeresspiegelhöhe von bis zu 5 Metern leben werden.³

Der Hauptverursacher für den Meeresspiegelanstieg ist, wie oben genannt der anthropogene Treibhauseffekt, welcher in zwei Ursachen gegliedert ist. Zum einen besitzt das Wasser ein Volumen, welches sich bei Erwärmung ausdehnt und so einen Meeresspiegelanstieg verursacht. Der zweite und wahrscheinlich wichtigere Grund ist, dass durch den Anstieg der Lufttemperatur die Eismassen der Antarktis und auf Grönland schmelzen. Dies hat zur Folge, dass zusätzliches Wasser in die Ozeane gelangt und so der Meeresspiegel ansteigt, auch eustatischer Meeresspiegelanstieg genannt.⁴

In besonderer Gefährdung, bezogen auf den Meeresspiegelanstieg, sind Inselstaaten und Länder mit breiter Küstenfläche sowie einem tief liegenden Hinterland. Außerdem sind arme Staaten gefährdet, auf Grund von fehlenden Investitionen in meist nicht sehr kostspielige Schutzmaßnahmen. Es wurde festgestellt, dass Küstenschutzmaßnahmen in den meisten Fällen weniger teuer sind als die Kosten, die bei dem Wiederaufbau nach einer Überflutung entstehen.⁵

Lange Zeit wurde mit Hilfe von Pegelmessungen der Meeresspiegelanstieg gemessen,

1 Vgl. http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Aktueller_Meeresspiegelanstieg#Meeresspiegel.C3.A4nderungen

2 Vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Mittleres_Hochwasser

3 Vgl. http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Aktueller_Meeresspiegelanstieg#Meeresspiegel.C3.A4nderungen

4 Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Meeresspiegelanstieg>

5 Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Meeresspiegelanstieg>

diese wurden an Festlandküsten und Inseln im Ozean durchgeführt. Man kann so durchaus den relativen Meeresspiegelanstieg feststellen, aber die globale Meeresspiegeländerung kann so nur begrenzt festgestellt werden. Denn die Meeresspiegelhöhen können von Ozeanregion zu Ozeanregion unterschiedlich sein. Des Weiteren kann die Pegelmessung dahingegen verfälscht werden, dass die Meeresspiegelhöhe zum Boden gemessen wird und es Bereiche gibt, an denen tektonischer Aktivität herrscht. Deshalb wird heute mit Hilfe von Satelliten die Meeresspiegelhöhe gemessen.⁶

2.2 Brennpunkt New York

New York ist im Osten der USA gelegen. Und stellt mit New York City eine Stadt mit mehr als 8,3 Millionen Einwohnern. Zum Vergleich: Hamburg hat 1,7 Millionen Einwohner auf etwa gleicher Landfläche. Im Osten an New York grenzt der Atlantische Ozean, welcher für New York eine wichtige Wirtschaftskomponente darstellt. Der atlantische Ozean ist besonders für den Handel und Transport wichtig und stellt mit dem Hafen eine Menge Arbeitsplätze zur Verfügung.

Die Globale Erwärmung ist allgegenwärtig, wird aber unterschätzt. Würde der Meeresspiegel durch das Schmelzen der Polkappen um bis zu 5 Metern ansteigen, würde sich das Land- und Wassermassenverhältnis kaum ändern. Doch gerade die Grob von außen beobachteten Veränderungen dürfen nicht unterschätzt werden. Denn nur zwei Prozent der Landmassen liegen weniger als zehn Meter über Meeresspiegelhöhe. Aber genau diese zwei Prozent bilden Ballungsgebiete, wie zum Beispiel die Megastädte Sydney, London, Tokio und auch New York City.⁷ Bei einer Modellierung mit drei verschiedenen Emissionsausstößen kam bei jedem der prognostizierten Szenarien für das Jahr 2100 ein schneller und hoher Meeresspiegelanstieg an der Ostküste der USA heraus.⁸ Bei einem Meeresspiegelanstieg von bis zu 5 Metern würden Landstriche verloren gehen, welche aber mit fast 630 Millionen Menschen besiedelt sind und so 10 Prozent der Weltbevölkerung ausmachen.⁹ Die Ostküste Kanadas und der USA unterliegen einem besonderem Faktor. Der Nordatlantik gilt als Pumpe der globalen Ozeanzirkulation, sprich,

6 Vgl. http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Aktueller_Meeresspiegelanstieg#Meeresspiegel.C3.A4nderungen

7 Vgl. http://www.focus.de/wissen/klima/tid-7084/meeresspiegelanstieg_aid_69408.html

8 Vgl. <http://www.scinexx.de/wissen-aktuell-9647-2009-03-17.html>

9 Vgl. http://www.focus.de/wissen/klima/tid-7084/meeresspiegelanstieg_aid_69408.html

das warme Meerwasser strömt Richtung Norden und sinkt ab und fließt als kältere Meeresströmung wieder Richtung Süden zu den Tropen. Aus diesem Grund sind der Nordatlantik und speziell die Ostküsten Kanadas und der USA leichter anfällig bei einer Klimaveränderung. So würde beim Schmelzen des Eises die Nordatlantikzirkulation aus dem Gleichgewicht gebracht werden.¹⁰ Würden wir keine Maßnahmen treffen, so wird prognostiziert, dass die Katastrophe noch in diesem Jahrhundert eintreffen kann.

2.3 Entwicklung des Meeresspiegelanstiegs

Um das komplette Geschehen des Meeresspiegelanstiegs zu verstehen blicken wir ziemlich weit zurück in die Geschichte der Erde. Der Meeresspiegel zeigt enorme Schwankungen und ist leicht durch die klimatischen Bedingungen beeinflussbar. Im Zeitintervall Eozän vor 35 Millionen Jahren war die Erde zuletzt frei von Eiskappen und der Meeresspiegel war rund 70 Meter höher als unser heutiger. Nun ein Sprung in das Zeitintervall Pliozän, also rund 3 Millionen Jahren vor heute: damals war lediglich die Nordhalbkugel eisfrei und die Temperaturen waren 2 bis 3°C wärmer als heute. Der Meeresspiegel ist nur noch 25 bis 35 Meter höher als unser heutiger, da eine Menge Wasser am Südpol gefroren ist. In der letzten Warmzeit, vor 120.000 Jahren, war es 1 bis 2°C wärmer als heute und der Meeresspiegel nur noch 4 bis 6 Metern höher als unser heutiger. Der Meeresspiegel sank durch die niedriger werdenden Temperaturen und der Bildung von Eiskappen im Norden und Süden. In der Vergangenheit stieg der Meeresspiegel recht rasch um 1,6 Meter pro Jahrhundert. Durch die Kaltzeit, welche folgte, lag der Meeresspiegel um 120 Metern tiefer als heute, gleichzeitig war aber auch die Durchschnittstemperatur 5 bis 6 °C tiefer als heute. Wir leben im Zeitintervall Holozän des Quartär in einer Warmzeit. Beim Übergang von der Kaltzeit zu unserer gegenwärtigen Warmzeit stieg der Meeresspiegel in kürzester Zeit rasch an. Der Meeresspiegelanstieg verlangsamte sich jedoch und zu Beginn der Industrialisierung stieg der Meeresspiegel um gerade einmal 0,2 Millimeter pro Jahr. Doch seit der Industrialisierung, also dem anthropogenen Treibhauseffekt, beginnt der Meeresspiegel wieder drastisch zu steigen. Zur Verdeutlichung, im 18. Jahrhundert stieg der Meeresspiegel um 2 cm, im 19. Jahrhundert um 6 cm und im 20. Jahrhundert sogar schon um 19 cm. Das ist beinahe eine Verzehnfachung vom 18. Jahrhundert aufs 20.

¹⁰ Vgl. <http://www.scinexx.de/wissen-aktuell-9647-2009-03-17.html>

Jahrhundert.^{11/12}

Es gibt den Weltklimarat, den sogenannten IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, welcher mit Hilfe von verschiedensten Szenarien Prognosen bezüglich des Klimas voraussagt. Die Szenarien konzentrieren sich hauptsächlich auf die Veränderung des globalen Klimas durch den Anstieg des anthropogenen, vom Menschen verursachten, Treibhauseffekts. Außerdem wird bei den Szenarien auf ökonomische, soziale und politische Entwicklungen geschaut. Daraus folgt, dass es eine Vielzahl von Szenarien gibt, da es unterschiedlichste Kombinationen der Emissionsentwicklungsfaktoren gibt.¹³

Es könnte für 2090-2099 ein Meeresspiegelanstieg von 0,18 bis 0,59 Metern laut IPCC stattfinden, jedoch haben seit dem im Jahre 2007 veröffentlichten Bericht diverse Studien diese Aussage widerlegt und für unterschätzt befunden. So wird stattdessen ein Anstieg von 0,5 bis 1,9 Metern prognostiziert. Klar ist auch, dass der Meeresspiegelanstieg nicht überall gleichermaßen stattfindet, so ist im Nordpazifik und an der US-Ostküste ein deutlich höherer Anstieg zu erwarten.¹⁴

Ausschlaggebend für den zukünftigen Meeresspiegelanstieg wird die Erwärmung der Oberflächentemperatur sein. Denn ausgehend von ihr wird das Schmelzen des Eises an den Polkappen sein. Das Schmelzen würde nicht nur direkt den Meeresspiegelanstieg beeinflussen, sondern auch indirekt, denn durch die Vermischung des Süßwassers mit dem Salzwasser des Atlantik wird das Gleichgewicht der sich im Atlantik befindlichen Ozeanpumpe durcheinander gebracht. Ein weiterer Faktor ist die thermische Expansion, also das sich mit zunehmender Hitze bezüglich des Volumens vergrößernde Wasser, welches durch den Salz- und Süßwassergehalt beeinflusst ist und so unterschiedlich schnell vonstatten geht.

Wir haben den Weltklimarat (IPCC), welcher die prognostizierten Szenarien veröffentlicht. Der Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) wurde 1988 vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen und der Weltorganisation begründet um Risiken der Globalen Erwärmung zu beurteilen sowie Vermeidungs- und Anpassungsstrategien zu bilden. Der IPCC prognostiziert in verschiedenen Szenarien mögliche Klimaveränderung.

11 Vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Meeresspiegelanstieg#Historischer_R.C3.BCckblick

12 Vgl. <http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Meeresspiegel%C3%A4nderungen>

13 Vgl. http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Klimaszenarien#Die_IPCC-Emissionszenarien

14 Vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Meeresspiegelanstieg#Historischer_R.C3.BCckblick

Die Klimaszenarien haben unterschiedliche Schwerpunkte. Es gibt den Schwerpunkt Ökonomie, Regional, Umwelt und Global.¹⁵

Wir haben uns auf den Zweig mit dem Ökonomischen Schwerpunkt bezogen, dieser Bereich bekommt den Großbuchstaben A. Hier wird jedoch auch nochmal differenziert, und zwar gibt es A1 und A2, welche auch noch unterschiedliche Schwerpunkte besitzen.¹⁶

Unsere Karten basieren auf dem A1B Szenario, welches die Balance zwischen den beiden Extremen ist. Bei dem A1B-Szenario wird von einem raschen Wirtschaftswachstum und mit einer in der Mitte des 21. Jahrhundert bevölkerungsreichen und danach wieder rückläufigen Bevölkerung gerechnet. Es wird die rasche Einführung von neuer und effizienter Technologien vorausgesetzt. Hinzu kommt eine ausbalancierte Nutzung der Energiequellen. Grundlegend für das A1B-Szenario sind Annäherung von Regionen, Entwicklung von Handlungskompetenz und zunehmende kulturelle und soziale Handlungen.¹⁷

Unsere selbst modellierten Karten sind eine Prognose des Meeresspiegelanstiegs für die Jahre 2071-2100. Die Angaben sind in Metern und das Maximum ist + 0,7 Meter in einigen höheren Breiten und das Minimum mit -0,1 Meter befindet sich in der Nähe der Antarktis. In den nördlichen Polarregionen ist demnach für flache Regionen die Gefahr am größten. Allerdings kann man mit den hier angegebenen Daten noch nicht aussagen, wie gefährdet die jeweilige Küstenregion ist. Denn dazu zählen Faktoren, wie die Höhe des Gebietes über dem Meeresspiegel und auch die finanzielle Situation des Landes. Sprich ein Land, welches finanziell größere Möglichkeiten besitzt, kann sich dementsprechend schneller und besser vor Gefahren schützen.

15 Vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Intergovernmental_Panel_on_Climate_Change

16 Vgl. <http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Klimaszenarien>

17 Vgl. <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/11729.htm>

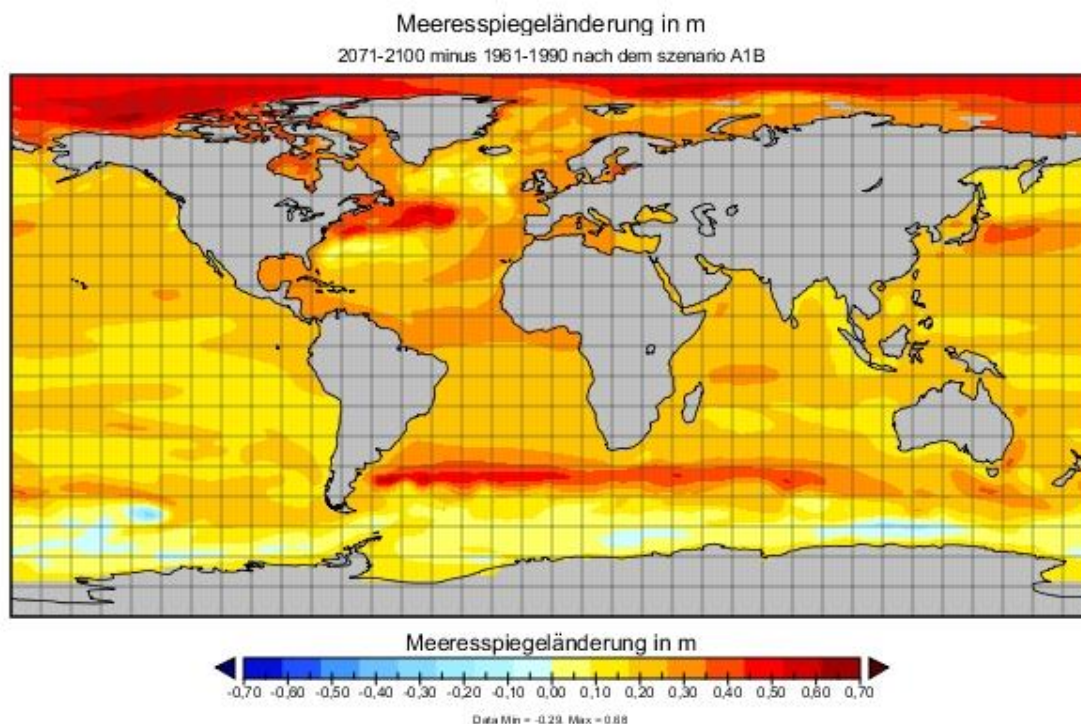


Abbildung 1: *Veränderung der Höhe des Meeres im Vergleich zu heute (in Metern) bis 2071-2100, ganze Welt.*

Jetzt spezialisieren wir uns auf die Ostküste Nordamerikas. Zunächst einmal ist es die Prognose des Meeresspiegelanstiegs in Meter für das Jahr 2071 bis 2100 nach dem A1B-Szenario. An der Küste New Yorks verändert sich die Meeresspiegelhöhe um 0,5 Meter. Natürlich ist dies nur eine Prognose und keiner kann genau vorhersagen, wie sich der Meeresspiegel in Zukunft verhält.

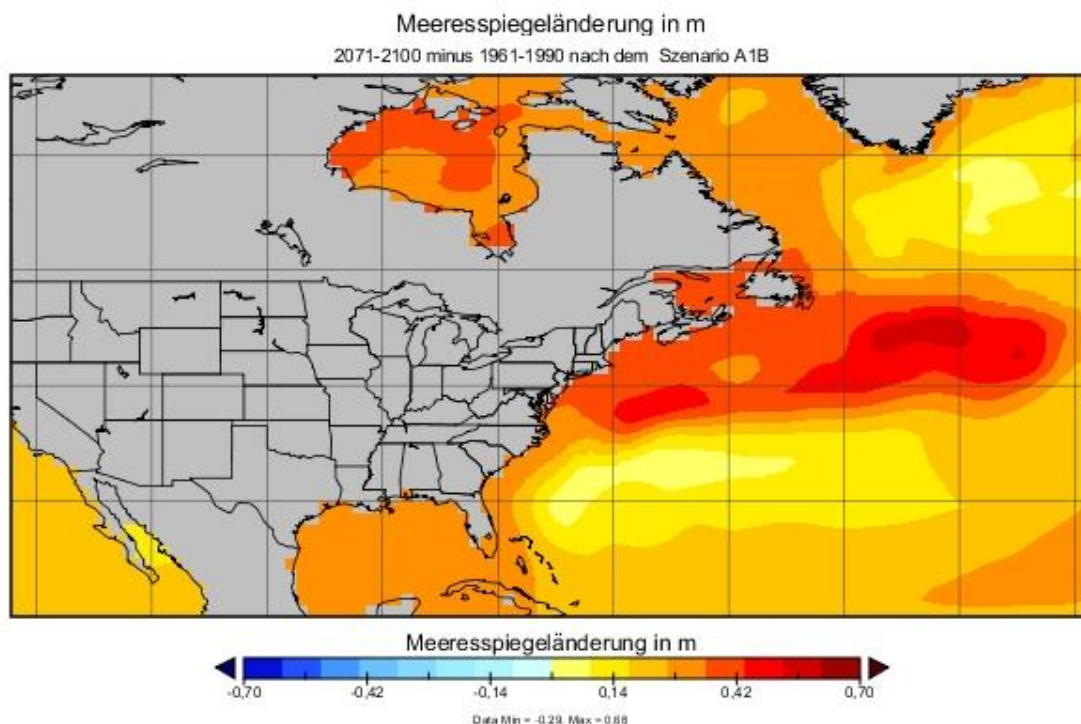


Abbildung 2: Veränderung der Höhe des Meeres in Vergleich zu heute (in Metern) bis 2071-2100, Ostküste Amerikas.

2.4 Auswirkungen und Folgen auf New York

Auswirkungen des Meeresspiegelanstieges werden weltweit spürbar sein. Als Gefahr gelten nicht nur wie vermutet die immer häufiger werdenden Überschwemmungen, sondern auch andere Folgen. Zunächst einmal haben wir das Problem, das global gesehen mehr als 2 Millionen km² Land weniger als 2 Meter unter dem Meeresspiegel liegen. Das scheint angesichts der Gesamtlandfläche der Erde von 149.430.000 km² nicht viel zu sein, jedoch muss bedacht werden, dass gerade diese küstennahen Gebiete mit einem artenreichen Ökosystem ausgestattet sind, welches so nirgends sonst bestehen könnte. Außerdem sind diese Gebiete Ballungsgebiete des Menschen, da dieser das Ökosystem und auch die optimale Handelsverbindung nutzen möchte.¹⁸

So sind neben den Überschwemmungen auch Erosionen von Stränden und Steilküsten, sprich der Verformung der Küsten und somit auch die Degradierung von Lebensräumen ein Problem. Mit dem Anstieg des Meeresspiegels kommt es wie schon erwähnt zur Häufung

¹⁸ Vgl. http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Folgen_des_Meeresspiegelanstiegs

von Überschwemmungen und den damit Verbundenen Flut- und Sturmschäden. Teils würden sogar komplette Landstriche überflutet und verloren gehen. Weitere Folge sind die Erhöhung des Grundwasserspiegels, aber auch dessen Versalzung.¹⁹

Allgemeiner könnte man hier zwischen ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Folgen differenzieren. Die eben aufgezählten Punkte sind demnach ökologische Folgen. Zu den ökonomischen Folgen zählen jegliche Kosten für das betroffene Gebiet. Unterschieden wird hier zwischen Kosten durch Schaden und den Anpassungskosten zum Schutz vor Schäden, beides sind jedoch Kosten, welche das betroffene Gebiet zahlen muss. Zu den gesellschaftlichen Folgen zählen jegliche Konsequenzen für die Bevölkerung, z.B. die Abwanderung.²⁰

Nachdem wir die allgemeine Problematik des Meeresspiegelanstieges für beliebige Gebiete begutachtet haben, spezialisieren wir uns nun auf die Ostküste der USA um New York. New York City ist eine Stadt, welche aus mehreren Inseln besteht und somit zum größten Teil an Wasser gebunden ist, die Küstenlinie hat eine Länge von 1000 Kilometern. New York City hat das Problem, dass dies eine Stadt ist, welche eine hohe Bevölkerungsdichte besitzt und auch das Zentrum vieler wichtiger Organisationen ist, wie zum Beispiel der Börse an der Wall-Street und des World Financial Center. Des Weiteren ist sogar heute schon eine Problematik beständig, und zwar das Auspumpen der U-Bahn-Schächte, diese Folgen durch Überschwemmung und Überflutung würden bei einem Meeresspiegelanstieg vermehrt auftreten. Des Weiteren würden viele Brücken unpassierbar werden, Manhattan wäre nicht mehr erreichbar und auch der Hafen beziehungsweise die Häfen wären nicht mehr nutzbar. Noch sind wir jedoch ein Stück von diesem Riesenausmaß einer Katastrophe entfernt und eine Flut, welche Katastrophen in solchen Maße hervorbringen würde, wäre praktisch ein Jahrhundertereignis. Im Moment hätte New York keine großen Probleme bei der Regeneration der Infrastruktur nach solch einem Ereignis. Wenn der Klimawandel aber in der Geschwindigkeit weiter voranschreitet, könnte es schon bald sein, dass so ein Ereignis alle 3 bis 4 Jahre auftritt, und selbst New York könnte dann in schlimmere Schwierigkeiten kommen.²¹

19 Vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Meeresspiegelanstieg#Direkte_Bedrohung_und_Gegenma.C3.9Fnahmen

20 Vgl. <http://www.ikzm-d.de/inhalt.php?page=125,2615>

21 Vgl. <http://www.greenpeace-magazin.de/magazin/archiv/3-09/meeresspiegel/>

3. Hurrikan Sandy

Fakten, Ursachen

Einen Hurrikan bezeichnet man als einen tropischen Wirbelsturm im Norden des atlantischen Ozeans sowie im Nordpazifik östlich von 180° Länge und im Südpazifik östlich von 160° Ost. Man spricht erst dann von einem Hurrikan, wenn dieser mindestens Orkanstärke erreicht, sprich Windstärke 12 auf der Beaufortskala. Die Beaufortskala ist eine Skala zur Klassifikation von Winden nach ihrer Geschwindigkeit.²²

Die Hurrikans besitzen eine Windgeschwindigkeit von über 118 km/h und entstehen im Atlantik, in der Karibik und im Nord- oder Südpazifik.²³ In der Regel entstehen Hurrikans zwischen Mai und Dezember, die meisten davon zwischen Juli und September. Die offizielle Hurrikansaison hält im Atlantischen Ozean und im zentralen Nordpazifik vom 1. Juni bis zum 30. November an, im östlichen Nordpazifik beginnt sie bereits am 15. Mai.²⁴

Tropische Wirbelstürme werden im Westpazifik Taifune und im Indischen Ozean Zyklone genannt.

Das Wort Hurrikan hat seinen Ursprung aus den Taíno- und Maya-Sprachen und bedeutet so viel wie „Gott des Windes“. Hurrikane entstehen immer über dem Meer. Damit ein Hurrikan, müssen bestimmte Voraussetzungen vorhanden sein. Zunächst benötigen die tropischen Wirbelstürme als Ausgangspunkt ein Tiefdruckgebiet. Ein Tiefdruckgebiet besitzt einen niedrigeren Luftdruck gegenüber seiner Umgebung. Unter anderem muss die Wassertemperatur über 26 Grad Celsius liegen und das bis zu einer Tiefe von etwa 50 Metern. Aus dem resultierenden Verdunsten des warmen Oberflächenwassers beziehen die Wirbelstürme ihre Energie. Deshalb entstehen die meisten Hurrikane auf der nördlichen Erdhalbkugel zwischen Juli und September, wenn das Wasser aufgeheizt ist.²⁵

Das Gebiet, in dem die gleichen meteorologischen Bedingungen herrschen, muss einige 100 km² groß sein. In diesem Gebiet dürfen keine Winde am Boden und in der Höhe aus unterschiedlichen Richtungen wehen, da sie den entstandenen Sturm auseinander treiben würden. Auch spielt die geografische Lage eine große Rolle bei der Bildung von Hurrikanen. So können diese nur jenseits des fünften Grades nördlicher bzw. südlicher

22 Vgl. de.wikipedia.org/wiki/Hurrikan

23 Vgl. www.wissenschaft-im-dialog.de/aus-der-forschung/wieso/detail/...

24 Vgl. de.wikipedia.org/wiki/Hurrikan

25 Vgl. www.wissenschaft-im-dialog.de/aus-der-forschung/wieso/detail/...

Breite entstehen. Am Äquator können sie nicht entstehen, da hier die von der Erdrotation hervorgerufene Corioliskraft zu gering ist, um die aufsteigenden Luftmassen in Rotation zu versetzen. Die Corioliskraft ist die Trägheitskraft (Scheinkraft), die bei der Bewegung auf rotierende Körper wirkt. Sie entsteht durch die Drehbewegung der Erde um ihre eigene Achse. Infolge der Erdrotation, kommt es zur Ablenkung der Winde auf der Nordhalbkugel nach Osten und auf der Südhalbkugel nach Westen.²⁶

Kommen diese Faktoren zusammen, kann aus dem Tiefdruckgebiet ein Hurrikan entstehen. Bei der Entstehung eines Hurrikans steigt zunächst über der Meeresoberfläche feuchtwarme Luft auf. Diese kondensiert und bildet große Gewitterwolken. Die aufsteigende Luft erzeugt einen Unterdruck über der Wasseroberfläche. Luft strömt dadurch mit hohem Anteil an Wasserdampf aus der Umgebung nach. In dem sich entstehenden „Schacht“ strömt immer mehr Luft nach oben und wird durch die Corioliskraft in Rotation versetzt.²⁷

Nun entsteht ein trichterförmiges Gebiet in der Mitte des Hurrikans. In ihm sinkt die Luft, erwärmt sich und trocknet ab. Dieses Gebiet wird als „Auge“ des Hurrikans bezeichnet und hat in der Regel einen Durchmesser von 10 bis 30 Kilometer. Im Auge herrscht fast Windstille und der Himmel ist heiter. Verlässt man das Auge und begibt sich an seinem Rand, steigt die feuchtwarme Luft spiralförmig auf. Es herrschen hier die höchsten Windstärken von bis zu 350 km/h. Eigenschaften, die einen Hurrikan ausmachen, sind, dass dieser viele tausend Meter in die Höhe reicht und einen Durchmesser von bis zu 1000 km haben kann.²⁸

Die hohen Windgeschwindigkeiten, Wellen und schweren Niederschläge eines Hurrikans sorgen für große Gefahren. Sie sind die Auslöser für Sturmflut, Windbruch, Küstenerosion, Erdbeben, Sturzfluten und Überschwemmungen, die Menschen besonders in küstennahen Gebieten in Gefahr bringen können.²⁹

Das Ausmaß der Schäden hängt von der Windgeschwindigkeit des Hurrikans und den Gegebenheiten des Gebietes, auf welches der Hurrikan trifft, ab. Ein Hurrikan ist ein meteorologisches Großereignis, eine Naturgewalt, die der Mensch nicht verhindern kann. Dennoch beeinflusst der Mensch diese Naturgewalt durch den Klimawandel. Denn durch

26 Vgl. Buch: „Terra/ Erdkunde“ Ernst Klett Verlag S.394

27 Vgl. www.wissenschaft-im-dialog.de/aus-der-forschung/wieso/detail/...

28 Vgl. www.wissenschaft-im-dialog.de/aus-der-forschung/wieso/detail/...

29 Vgl. de.wikipedia.org/wiki/Hurrikan

die Emission von Kohlenstoffdioxid und die dadurch resultierende Erderwärmung, heizen wir die Ozeane auf, sodass die Stärke der Windgeschwindigkeit verstärkt werden kann.³⁰

Heutzutage haben die küstennahen Gebiete die Gefahr der Hurrikane erkannt und sich mit Sicherheitsmaßnahmen zur Milderung der Auswirkung der Hurrikane ausgerüstet. So wurden beispielsweise Deiche, Dämme, Barrikaden und Sperrwerke errichtet, um Wellen zu brechen und das Ausmaß der Zerstörung zu reduzieren. Allerdings haben nicht alle küstennahen Regionen die finanziellen Mittel, um für größere Schutzmaßnahmen zu sorgen. Es entstehen erhebliche Kosten beim Bau, Betrieb und der Wartung der Schutzbauten, sodass sich diese Schutzbauten meist nur auf Industrieländer beschränken.³¹

3.2 Brennpunkt New York

New York City ist eine Weltstadt an der Ostküste der Vereinigten Staaten. New York City ist mit mehr als acht Millionen Einwohnern die bevölkerungsreichste Stadt der USA. New York grenzt an den Atlantischen Ozean und hat somit eine Angriffsfläche für Hurrikane.³²

Die Hurrikansaison auf dem Atlantik begann im Jahre 2012 offiziell am 1. Juni und endete am 30. November. Während dieser Periode bilden sich üblicherweise die meisten Hurrikane, auf Grund der herrschenden geeigneten Bedingungen, wie etwa einem warmen Ozean, feuchte Luft und wenige Windscherungen, um die Bildung von tropischen Wirbelstürmen zu ermöglichen.³³

Die durchschnittliche Anzahl von Stürmen pro Saison im Großbereich des Atlantischen Ozeans wurde auf 9,6 tropische Stürme, 5,9 Hurrikane und 2,3 schwere Hurrikane definiert.³⁴ Im Herbst ist im Südosten der USA Hurrikan-Saison, die , dass ein solcher Sturm New York City erreicht, ist eher gering, dennoch möglich, wie der Wirbelsturm „Sandy“ gezeigt hat. Windrichtungen, Jet Stream, also dynamisch verlagernde Starkwindbänder, und niedrige Wassertemperaturen in der Umgebung von New York reduzieren das Risiko für einen Hurrikane in New York. Dennoch hat New York erkannt, dass die Gefahr der Hurrikane vorhanden ist. Mehr Schutzmaßnahmen wurden eingeführt,

30 Vgl. www.wissenschaft-im-dialog.de/aus-der-forschung/wieso/detail/...

31 Vgl. <http://www.ikzm-d.de/inhalt.php?page=45%2C2798>

32 Vgl. de.wikipedia.org/wiki/New_York_City

33 Vgl. de.wikipedia.org/wiki/Atlantische_Hurrikansaison_2012

34 Vgl. de.wikipedia.org/wiki/Atlantische_Hurrikansaison_2012

um die Sicherheit der Bevölkerung zu gewährleisten und Schäden zu vermindern. So wurde bereits vor dem Eintreffen von Hurrikan Sandy in mehreren US-Bundesstaaten, wie unter anderem in New York, der Notstand ausgerufen.³⁵ New Yorks Bürgermeister Michael Bloomberg ordnete die Evakuierung von 375.000 Bewohnern niedrig gelegener Gebiete in Manhattan und Brooklyn an. Sie mussten in Sicherheit gebracht werden. New Yorks Behörden haben zudem entschieden, dass vorerst keine U-Bahnen, Busse und Regionalzüge mehr fahren dürfen.³⁶ Außerdem wurde der New Yorker Hafen wie auch die Flughäfen geschlossen.

3.3 Entwicklung von Hurrikan Sandy

Hurrikan Sandy war der 18. tropische Wirbelsturm und der 10. Hurrikan der Atlantischen Hurrikansaison 2012. Der Sturm entstand am 22. Oktober 2012 im Karibischen Meer, zog dann nordwärts über Jamaika, Kuba und die Bahamas und gelangte schließlich in New Jersey über das Festland der Vereinigten Staaten, wo es dann am 29. Oktober zur Auflösung des Sturms kam.³⁷ Hurrikan Sandy war einer der ungewöhnlichsten Hurrikans, die seit Beginn der Beobachtung von Wirbelstürmen in den USA auf Land getroffen sind. Vor allem seine Zugbahn war außerordentlich überraschend. Es wurde darüber diskutiert, ob diese möglicherweise die Folge einer durch den Klimawandel bedingten Veränderung der atmosphärischen Zirkulation sei.³⁸ Das Sturmgebiet besaß einen Durchmesser von fast 1800 km und ist somit das ausgedehnteste jemals gemessene im Atlantik. Der Hurrikan sorgte für enorme Schäden und tötete Dutzende von Personen.³⁹ Der Hurrikan Sandy bewegte sich vom 24. bis zum 30. Oktober auf einer ungewöhnlichen Bahn von der Karibik nach Norden bis zu der Ostküste der USA. Am 19. Oktober beobachtete das National Hurricane Center ein Gebiet mit niedrigem Luftdruck im östlichen Karibischen Meer nördlich der Küste von Südamerika. Dieses entwickelte sich sehr schnell, sodass es eine hohe Chance zur Entstehung eines tropischen Zyklons gab. In den darauf folgenden Tagen konnte sich das System langsam organisieren, sodass es am Abend des 21. Oktober

35 Vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Hurrikan_Sandy

36 Vgl. <http://www.zeit.de/gesellschaft/zeitgeschehen/2012-10/hurrik...>

37 Vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Hurrikan_Sandy

38 Vgl. http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Hurrikan_Sandy

39 Vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Hurrikan_Sandy

eine starke Konvektion aufbaute und es zur Bildung einer geschlossenen Zirkulation kam. Am 22. Oktober hatte sich diese so verstärkt, dass es etwa 515 km südlich von Kingston und Jamaika als tropisches Tiefdruckgebiet Achtzehn klassifiziert wurde. Bereits am selben Abend wurde bei einem Erkundungsflug festgestellt, dass die andauernden Winde an der Oberfläche Sturmstärke erreicht hatten. Das National Hurricane Center erklärte daraufhin das System zu einem tropischen Sturm namens Sandy.⁴⁰ Der Sturm verstärkte sich und driftete dabei nordwärts in Richtung Jamaika ab. Im Verlauf des 24. Oktober, etwa 105 km südlich von Kingston, bildete sich ein Sturmauge. Nach der Saffir-Simpson-Skala, die zur Klassifizierung von tropischen Stürmen dient, war Sandy beim Überqueren von Jamaika ein Hurrikan der Kategorie 1. Beim Erreichen der Südküste Jamaicas kam es zu andauernden Windgeschwindigkeiten von 130 km/h. Nach der Überquerung Jamaicas zog Hurrikan Sandy weiter nordwärts und steigerte sich vor dem Erreichen der kubanischen Ostküste zu einem Hurrikan der Kategorie 2 mit Windgeschwindigkeiten von 154 bis 177 km/h.⁴¹ Auf dem weiteren Weg nach Norden, über den Inseln Cabo Lucrecia, Municipio Banes und den Bahamas, wurde der Sturm nicht schwächer. Erst am Morgen des 26. Oktober schwächte sich Hurrikan Sandy ab und wurde nordöstlich der Bahamas in einen Hurrikan der Kategorie 1 abgestuft. Grund war das nur noch schlecht sichtbare Auge gewesen. Auf den Satellitenbildern erschien der Hurrikan sehr unorganisiert und wurde am 27. Oktober zu einem starken tropischen Sturm abgestuft, jedoch kam es nach einigen Stunden wieder zu einem Hurrikan. Am 29. Oktober kam es zur Veränderung der Zugbahn in nordwestliche Richtung und der Hurrikan wurde wieder stärker mit mittleren Windgeschwindigkeiten von 148 km/h. Hurrikan Sandy traf auf die Ostküste der Vereinigten Staaten und überquerte die Küste des amerikanischen Festlandes bei Atlantic City in New Jersey. Der Luftdruck im Zentrum des Sturms fiel kurz vor dem Auftreffen auf die Küste auf außergewöhnliche 940 hPa.⁴² Der mittlere Luftdruck der Atmosphäre, Atmosphärischer Druck, auf Meereshöhe beträgt normalerweise 1013,25 hPa.⁴³ Bei der Annäherung auf die Ostküste der USA hatte Hurrikan Sandy ein weit gedehntes Sturmsystem oder auch Windfeld genannt, dieses erreichte zu diesem Zeitpunkt eine Ausdehnung von etwa 1700 km. Betroffene Städte die im Radius der Winde in

40 Vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Hurrikan_Sandy

41 Vgl. http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Hurrikan_Sandy

42 Vgl. http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Hurrikan_Sandy

43 Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Luftdruck>

Hurrikanstärke gewesen sind, waren New York City und der Großraum Washington, D.C./ Baltimore. Die weniger gefährlichen tropischen Winde erstreckten sich entlang der Ostküste nordwärts bis nach Boston und südwestwärts bis nach North Carolina.

Hurrikan Sandy war vor allem von starken Regenfällen begleitet. So führten 200 bis 250 mm Gesamtniederschlag in der Dominikanischen Republik zu gewaltigen Überschwemmungen.⁴⁴ In den Küstenstaaten der USA fielen während der Überquerung von Hurrikan Sandy Niederschlagsmengen zwischen 100 bis 200 mm. Normalerweise wird die mittlere Ostküste nicht von Hurrikans heimgesucht. In New Jersey liegt die Wahrscheinlichkeit sogar nur bei 1 %, dass ein Hurrikan während der Hurrikansaison, auf Land trifft. Florida hat im Vergleich eine Wahrscheinlichkeit von 51 %, da die Wassertemperatur im Umkreis wärmer ist als die des nördlich gelegenen New Jersey. Hurrikan Sandy war seit Beginn der Beobachtungen erst der dritte Hurrikan, dem es gelungen ist, die Küstenlinie zu überschreiten.⁴⁵ Das Ungewöhnlichste an Hurrikan Sandy war die westwärts gerichtete Zugbahn. Ende Oktober 2012 war der Jetstream ungewöhnlich weit äquatorwärts verschoben, verstärkt durch einen negativen NAO-Index, Nordatlantischer Oszillations Index. Bei einem negativen NAO-Index sind die Aktionszentren nur schwach ausgeprägt, sodass bei einer negativen NAO-Phase ein geringerer Luftdruckgegensatz die West- und Passatwinde abschwächt. Es treten positive Abweichungen im südlichen nordamerikanischen Becken, verbunden mit erhöhter Hurrikanaktivität, auf.⁴⁶

Als Sandy auf Land traf, herrschten im Osten der USA östliche Winde, die den Sturm Richtung Küste steuerten. Über diesen Regionen herrschen normalerweise Westwinde, die tropische Stürme von der Küste weg nach Nordosten lenken. Jedoch hinderte Hurrikan Sandy eine kräftige blockierende Hochdrucklage über Grönland und dem Nordwestatlantik daran, wie andere Hurrikane im Oktober nach Nordosten auf das Meer hinaus abzdrehen. Aus diesem Grund drehte Hurrikan Sandy nach Westen direkt auf die Küste zu. Solch eine Zugbahn wurde seit den Beobachtungen von Hurrikans ab 1851 noch nie gesehen. Bei der Annäherung auf die Küste traf Hurrikan Sandy auf einen frühen winterlichen

44 Vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Hurrikan_Sandy

45 Vgl. http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Hurrikan_Sandy

46 Vgl. http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/NAO_Folgen#Folgen_einer_negativen_NAO-Phase

Nordoststurm. Die Vereinigung beider Stürme sorgte dafür, dass aus dem tropischen Hurrikan Sandy ein außertropischer Monstersturm mit einer Ausdehnung von 1,4 Mio km² wurde. Ein entscheidender Faktor ist auch, dass der Gegensatz zwischen dem extremen Tiefdruck des Sturms und dem ungewöhnlich starken Hochdruckgebiet im Norden ein großes Gebiet mit kräftigen Ostwinden entwickelte, die das Wasser an die Küsten drückten. Zunächst schwächte der Sturm auf dem Weg von der Karibik in den Atlantik ab, doch der Sturm verstärkte sich wieder. Grund waren die vor der nordamerikanischen Ostküste ungewöhnlich Wassertemperaturen, die um 2 bis 4 °C über dem langjährigen Mittel lagen. Auch gab es keine Windscherungen, die normalerweise den Hurrikan bei seiner Entwicklung einschränken.⁴⁷

Die Lufttemperatur spielt eine bedeutende Rolle bei der Entstehung der Hurrikans. Sie beeinflusst indirekt die Wassertemperatur und erhöht somit die Wahrscheinlichkeit der Entstehung von Hurrikans. Des Weiteren verändert sich auch der Verlauf von Hurrikans, so wird es ihm ermöglicht auch in nördliche Regionen des Atlantiks zu gelangen, sprich der Ostküste um New York. Bei einer Erhöhung der Lufttemperatur würden die Polkappen beginnen zu schmelzen. Das Schmelzwasser vermischt sich nun mit dem Meerwasser und die Salzkonzentration nimmt ab, dies hat zur Folge, dass sich das Wasser schneller erhitzen kann. Die Hurrikans benötigen zur Entstehung und zum Erhalt eine optimale Temperatur von über 26°C. Dies wird bei einer Erhöhung der Wassertemperatur im Nordatlantik begünstigt und würde dafür sorgen, dass Hurrikane auch regelmäßiger die Ostküste um New York erreichen. Eventuell sogar die Ostküste Kanadas.

Für den im Jahre 2013/14 veröffentlichten Sachstandbericht von der IPCC werden neue Szenarien verwendet, die Repräsentativen Konzentrationspfade RCP. Die neuen Szenarien sollen von Wissenschaftlern mit wissenschaftlicher Literatur erarbeitet werden. Es gibt vier RCP-Szenarien statt den drei SRES-Szenarien. Diese vier neuen Szenarien unterscheiden sich hinsichtlich der Treibhausgaskonzentrierung und dem Strahlungsantrieb. Eingestuft werden sie in sehr hoch, hoch, mittel und sehr niedrig. Prognostiziert wird jeweils bis zum Jahr 2100.

47 Vgl. http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/NAO_Folgen#Folgen_einer_negativen_NAO-Phase

Sie legen die prognostizierte Treibhauskonzentration fest und leiten sie nicht aus der Entwicklung der Bevölkerung, der Energienutzung und der Landwirtschaft ab. Die sozio-ökonomischen Szenarien, welche durch den Strahlungsantrieb berechnet sind, berücksichtigen die Bevölkerungszunahme, das Bruttoinlandsprodukt, den Energieverbrauch und andere Faktoren.⁴⁸

Wir haben unsere Karte nach dem RCP-Szenario modelliert, genauer gesagt haben wir nach dem RCP 4.5 modelliert. Dieser RCP 4.5 ähnelt dem B1-Szenario von den SRES-Szenarien, welche als Vorgänger der RCP-Szenarien gelten. Die Treibhauskonzentration für das Jahr 2100 würde nach dem RCP 4.5-Szenario 650ppm CO₂-äq betragen. Der Strahlungsantrieb würde in den Jahren von 1850 bis 2100 4,5 W/m² betragen. Eingestuft wird das RCP 4.5-Szenario in Mittel und bildet so die Balance zwischen den extremen angenommenen Szenarien.

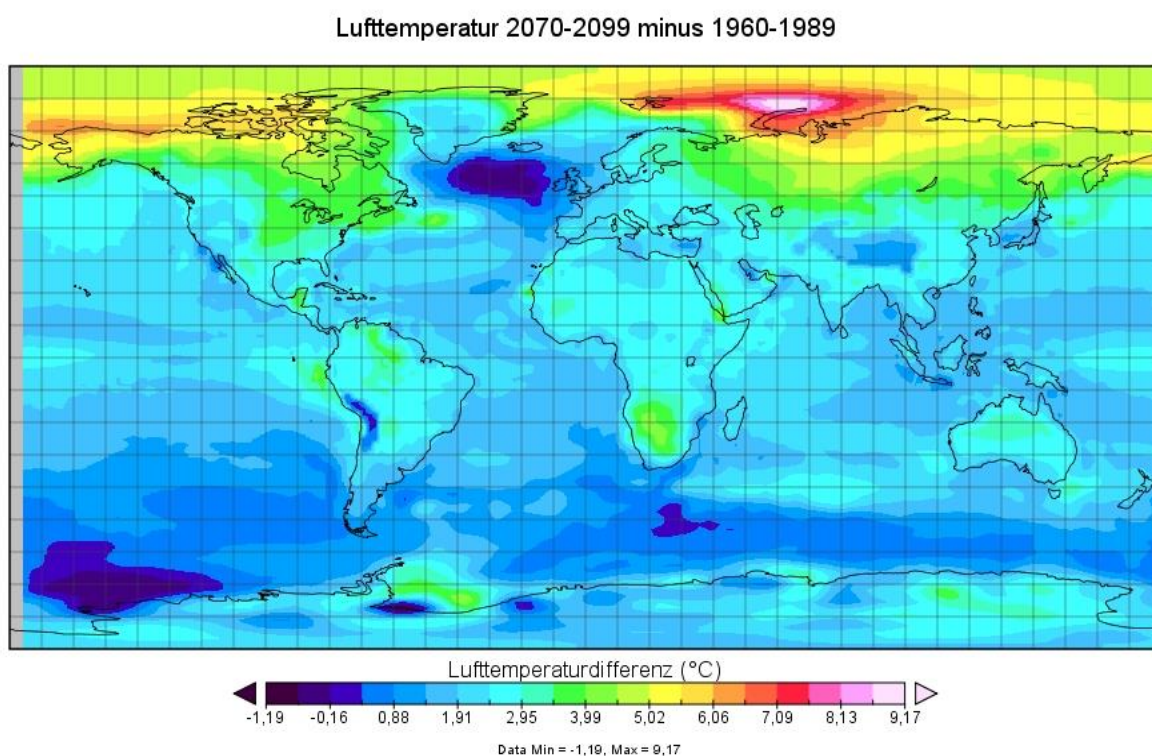


Abbildung 3: Die Lufttemperaturdifferenz zwischen 1960-1989 und 2070-2099 auf der ganzen Welt

In der Abbildung 3 kann man erkennen, wie sich die Lufttemperatur nach dem RCP 4.5-

48 Vgl. <http://wiki.bildungserver.de/klimawandel/index.php/RCP-Szenarien>

Szenario für die Jahre 2070-2099 verändert. Die Lufttemperaturdifferenz wird in Grad Celsius angegeben. Das angegebene Minimum befindet sich bei einer Veränderung von rund $-1,19^{\circ}\text{C}$ und das Maximum bei einer Veränderung von $+9,17^{\circ}\text{C}$. Man erkennt klar, dass die Lufttemperatur in den polaren Regionen deutlich zunehmen würde, dies hat zu Folge, dass die Albedo abnehmen wird und so die Erwärmung der Luft verstärkt.

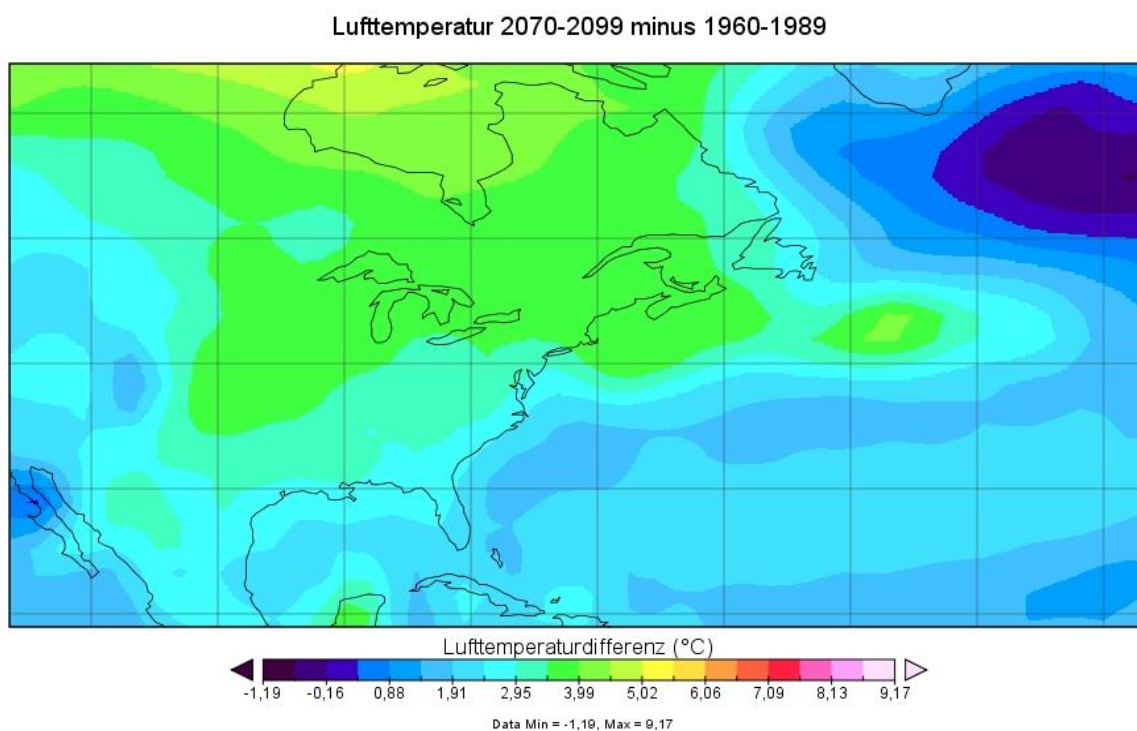


Abbildung 4: Die Lufttemperaturdifferenz zwischen 1960-1989 und 2070-2099 an der Ostküste der USA

In der Abbildung 4 haben wir uns auf die Ostküste der USA fokussiert. Die Lufttemperaturdifferenz beträgt unmittelbar an der Ostküste $+2,95^{\circ}\text{C}$ bis $+3,99^{\circ}\text{C}$. Weiter auf dem Atlantik und entfernt von der Küste sind die Temperaturdifferenzen um bis zu 2°C niedriger.

3.4 Auswirkung und Folgen auf New York

Bei sämtlichen Hurrikans sind Katastrophen die Folge. Dabei kann es sich nicht nur um die Sachschäden durch die Stürme handeln, die ganze Dörfer und Existenzen der Menschen in dieser Regionen zerstören, sondern es können dabei auch viele Menschen sterben. Häufig

durch die Kraft des Sturmes selbst, aber auch durch die Nachwirkungen oder wenn sie unter den Trümmern ihres Hauses begraben wurden. Zudem können vor allem tropische Wirbelstürme riesige Flutwellen verursachen. Wenn ein solcher Sturm an Land trifft, bringt er fast immer riesige Wellen mit sich und die Wassermassen laufen in einer sogenannten Sturmflut extrem hoch auf. Deiche brechen, Häfen und Boote werden zerstört. Daraufhin fluten die Wassermassen oft bis weit ins Hinterland.⁴⁹

Das jüngste Beispiel ist Hurrikan Sandy. Der Hurrikan forderte auf seinem Weg entlang des Atlantischen Ozeans insgesamt 285 Todesopfer⁵⁰ und davon 38 aus New York.⁵¹ Insgesamt waren mehr als acht Millionen Haushalte und Betriebe ohne Strom. Deshalb konnten bis zu 250.00 Haushalte nicht heizen, da in diesen Haushalten Strom zum Heizen benötigt wird. Die Haushalte die mit Öl heizen, konnten dies auch nicht tun, da auf Grund fehlenden Stroms in den Öl-Terminals nicht gearbeitet werden konnte. Die Stadt New York bekam große Probleme, etliche Haushalte waren unterkühlt.⁵² Sämtliche Flüge wurden gestrichen, die Schule fiel aus und sogar die zwei größten Börsen der Welt, die seit 1985 in Betrieb waren, wurden erstmals wegen eines Unwetters geschlossen.⁵³ Der Schaden beläuft sich in New York und New Jersey auf ca. 10-20 Milliarden USD, damit ist Sandy einer der teuersten Naturkatastrophen in der Geschichte der USA, genauer gesagt der zweit teuerste Sturm nach Hurrikan Katrina. Insgesamt verursachte Hurrikan Sandy in den USA Schäden in Höhe von 78-97 Milliarden USD.⁵⁴

4. Fazit

Die Häufigkeit eines auftretenden Hurrikan und der Meeresspiegelanstieg stehen in direkter Verbindung. Sie werden durch gleiche Faktoren begünstigt und verstärkt.

Der fortlaufende Klimawandel verstärkt die beiden Naturereignisse insofern, dass durch das Abschmelzen der Eisschilde an den Polen die Wassermenge zunimmt und der

49 Vgl. <http://www.wirbelstuerme-online.de/folgen.html>

50 Vgl. http://de.wikipedia.org/wiki/Hurrikan_Sandy

51 Vgl. <http://www.spiegel.de/panorama/hurrikan-sandy-zahl-der-toten-steigt-auf-mehr-als-70-a-864839.html>

52 Vgl. <http://www.spiegel.de/panorama/wirbelsturm-sandy-ausmasse-der-zerstoerungen-in-new-york-a-864307.html>

53 Vgl. <http://www.spiegel.de/panorama/wirbelsturm-sandy-ausmasse-der-zerstoerungen-in-new-york-a-864307.html>

54 Vgl. http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Hurrikan_Sandy

Salzgehalt abnimmt. Des Weiteren wird das Wasser erhitzt, welches bedeutet, dass vermehrt Hurrikane im Nordatlantik entstehen. Gleichzeitig findet eine thermische Expansion des Wassers, welches durch den niedrigen Salzgehalt begünstigt wird, statt. Dadurch, dass beide so eng miteinander verknüpft sind, würde beides nur miteinander fungieren. Das würde extreme Katastrophen hervorrufen, sprich durch den erhöhten Meeresspiegel ist es leichter, die Küstenregionen bei dem Fall eines auftretenden Hurrikans zu überfluten. Außerdem erhöht sich die Häufigkeit der Hurrikane, welches eine unsichere Bevölkerung und Schäden in immensem Ausmaß hervorruft.

Die Gefahr des Klimawandels und seine Folgen sind allgegenwärtig. Schon heute sind die Auswirkungen eines zu hohen Emissionsausstoßes zu spüren. Vor allem die Entwicklungsländer leiden, trotz ihres geringen Anteils am Emissionsausstoß, unter den Folgen der Erderwärmung. Dieses spiegelt sich in zahlreichen Formen von Ereignissen wieder, sprich Dürreperioden, Flutungen und Katastrophen, welche durch den anthropogenen Treibhauseffekt beeinflusst sind. Sollte sich der Emissionsausstoß nicht verringern, so würden sich die Katastrophen, welche durch den Klimawandel beeinflussbar sind, vermehren und verstärken. Besonders die Hurrikanaktivitäten und der Meeresspiegelanstieg sind große Gefahren durch den Klimawandel, schon eine geringe Erwärmung der Lufttemperatur würde schlimme Folgen nach sich ziehen. Die Faktoren, welche enorme Folgen verursachen, bestehen aus dem Abschmelzen der Eisschilde, der Störung der Ozeanzirkulation bis hin zur Erwärmung von Wasser- und Lufttemperatur.

Schon heute werden Ansätze zur Lösung von Überflutungen versucht umzusetzen. Die Stadt London, welche an der Themse liegt und durch Überflutungen und den Meeresspiegelanstieg gefährdet ist, baute von 1974 bis 1984 die Thames Barrier. Diese Schutzmaßnahme kostete 534 Millionen Pfund und war damit sehr kostspielig.

Die Barriere besteht aus einzelnen Stationen auf der Themse, welche von Schiffe passierbar sind, aber bei der Annäherung von Fluten oder ähnlichem hochgefahren werden. Sie kam bis zum Februar 2012 119 Mal zum Einsatz um die Stadt vor Hochwasser zu schützen.

Dieses innovative Gebilde, welches in London Anklang findet, könnte auf ähnliche Städte und Gebiete transferiert werden. Jedoch gibt es Regionen, welche diese Kosten scheuen

und lieber das Risiko in Kauf nehmen in naher Zukunft von Katastrophen heimgesucht zu werden. Es gibt aber auch Gebiete, welche es sich nicht leisten können. Es ist aber günstiger in Schutzmaßnahmen zu investieren, als die Schäden, welche durch Flutungen entstehen, zu beheben. Eine Alternative wäre, dass sich betroffene Regionen zusammenschließen und Lösungen entwickeln. Es ist essenziell für die Küstenregionen zu handeln, da sie abhängig vom Handel über die Ozeane sind und dies meist eine der wichtigsten Wirtschaftskomponenten darstellt.

Aus diesem Grunde sollten wir nicht tatenlos zu sehen, wie der zunehmende Emissionsausstoß uns Probleme bereitet. Mit einem geringeren Emissionsausstoß müsste nicht in kostspielige Schutzmaßnahmen investiert werden.

Unser Ziel war es die Problematik des Klimawandels bezüglich des Meeresspiegel und den Hurrikanen an der Ostküste der USA zu verdeutlichen. Die Katastrophen sind näher, als man zu denken wagt.

Quellenverzeichnis

1. Anstieg des Meeresspiegels, Bedroht: Megastädte wie New York oder London

http://www.focus.de/wissen/klima/tid-7084/meeresspiegelanstieg_aid_69408.html

Letzter Zugriff: 19.02.2014

2. Atlantische Hurrikansaison 2012

http://de.wikipedia.org/wiki/Atlantische_Hurrikansaison_2012

Letzter Zugriff: 19.02.2014

3. Begriffserklärung Luftdruck

<http://de.wikipedia.org/wiki/Luftdruck>

Letzter Zugriff: 19.02.2014

4. Begriffserklärung Mittleres Hochwasser

http://de.wikipedia.org/wiki/Mittleres_Hochwasser

Letzter Zugriff: 19.02.2014

5. Die Corioliskraft

Buch: 3Terra/ Erdkunde 3 Ernst Klett Verlag S.394

Letzter Zugriff: 19.02.2014

6. Folgen des Meeresspiegelanstieg

http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Folgen_des_Meeresspiegelanstiegs

Letzter Zugriff: 19.02.2014

7. Folgen des Meeresspiegelanstieg

<http://www.ikzm-d.de/inhalt.php?page=125,2615>

Letzter Zugriff: 19.02.2014

8. Folgen einer negativen NAO-Phase

http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/NAO_Folgen#Folgen_einer_negativen_NAO-Phase

Letzter Zugriff: 19.02.2014

9. Folgen Hurrikan Sandy

<http://www.spiegel.de/panorama/hurrikan-sandy-zahl-der-toten-steigt-auf-mehr-als-70-a-864839.html>

Letzter Zugriff: 19.02.2014

10. Folgen Hurrikan Sandy

<http://www.spiegel.de/panorama/wirbelsturm-sandy-ausmasse-der-zerstoerungen-in-new-york-a-864307.html>

Letzter Zugriff: 19.02.2014

11. Flucht vor dem Hurrikan Sandy

<http://www.zeit.de/gesellschaft/zeitgeschehen/2012-10/hurrikan-sandy-wahlkampf>

Letzter Zugriff: 19.02.2014

12. Hurrikan Sandy

http://de.wikipedia.org/wiki/Hurrikan_Sandy

Letzter Zugriff: 19.02.2014

13. Hurrikan Sandy

http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Hurrikan_Sandy

Letzter Zugriff: 19.02.2014

14. Informationen zu Hurrikanen

<http://de.wikipedia.org/wiki/Hurrikan>

Letzter Zugriff: 19.02.2014

15. Informationen zu Hurrikanen

www.wissenschaft-im-dialog.de/aus-der-forschung/wieso/detail/...

Letzter Zugriff: 19.02.2014

16. Informationen zum aktuellen Meeresspiegelanstieg

http://klimawiki.org/klimawandel/index.php/Aktueller_Meeresspiegelanstieg#Meeresspiegel.C3.A4nderungen

Letzter Zugriff: 19.02.2014

17. Informationen zum Meeresspiegelanstieg

<http://de.wikipedia.org/wiki/Meeresspiegelanstieg>

Letzter Zugriff: 19.02.2014

18. Informationen zum Meeresspiegelanstieg: Historischer Rückblick

http://de.wikipedia.org/wiki/Meeresspiegelanstieg#Historischer_R.C3.BCckblick

Letzter Zugriff: 19.02.2014

19. Informationen zu Wirbelstürmen

<http://www.wirbelstuerme-online.de/folgen.html>

Letzter Zugriff: 19.02.2014

20. Intergovernmental Panel on Climate Change

http://de.wikipedia.org/wiki/Intergovernmental_Panel_on_Climate_Change

Letzter Zugriff: 19.02.2014

21. Klimaszenarien

http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Klimaszenarien#Die_IPCC-Emissionszenarien

Letzter Zugriff: 19.02.2014

22. Klimaszenarien

<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/11729.htm>

Letzter Zugriff: 19.02.2014

23. Meeresspiegelanstieg bedroht New York City

<http://www.scinexx.de/wissen-aktuell-9647-2009-03-17.html>

Letzter Zugriff: 19.02.2014

24. Meeresspiegelanstieg-der Pegel steigt

<http://www.greenpeace-magazin.de/magazin/archiv/3-09/meeresspiegel/>

Letzter Zugriff: 19.02.2014

25. Meeresspiegelanstieg direkte Bedrohung und Gegenmaßnahmen

http://de.wikipedia.org/wiki/Meeresspiegelanstieg#Direkte_Bedrohung_und_Gegenma.C3.9Fnahmen

Letzter Zugriff: 19.02.2014

26. New York City

http://de.wikipedia.org/wiki/New_York_City

Letzter Zugriff: 19.02.2014

27. Probleme des Meeresspiegelanstiegs

<http://www.ikzm-d.de/inhalt.php?page=45%2C2798>

Letzter Zugriff: 19.02.2014

28. RCP-Szenarien

<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/RCP-Szenarien>

Letzter Zugriff: 19.02.2014