

# Klimawandel

## Wird New York aufgrund des Meeresspiegelanstiegs bald untergehen?



Abbildung 1: New York: eine vom Meeresspiegelanstieg gefährdete Stadt.  
Quelle: Rabich, D. (2012). Lizenz: CC BY-SA 4.0.

Seminararbeit im Seminarfach

Seminarleitung: Frau Gellert

Seminararbeit Zeitraum: 03. Mai 2018 bis 13. August 2018

vorgelegt von:

Annika Wintzen, Anna-Lena Blohm

1. Abgabetermin: 16.06.2018

2. Abgabetermin: 13.08.2018

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Verortung New Yorks</b>	<b>2</b>
<b>3. Meeresspiegelanstieg</b>	<b>5</b>
3.1 Ursachen	5
3.2 Entwicklung des Meeresspiegelanstiegs	7
3.3 Situation in New York	12
3.4 Auswirkungen auf New York	14
<b>4. Hurrikan Sandy</b>	<b>16</b>
4.1 Ursachen	16
4.2 Entwicklung des Hurrikan Sandy	18
4.3 Situation in New York	19
4.4 Auswirkung auf New York	22
<b>5. Fazit</b>	<b>25</b>
<b>6. Anhang</b>	<b>27</b>
6.1 Literaturverzeichnis	27
6.2 Abbildungsverzeichnis	30

## 1. Einleitung

Der Klimawandel ist ein Thema, welches uns alle betrifft.

Der Einfluss des Menschen auf die Natur führt zu vielen einschneidenden Veränderungen, wie zum Beispiel der Erderwärmung, die größtenteils durch den Ausstoß des Gases CO<sub>2</sub> hervorgerufen wird. Seit der Industrialisierung stieg die Umweltbelastung drastisch an, da viele Fabriken entstanden, die viele Abgase an die Luft abgaben. In den letzten Jahren führt der steigende Straßen- und Flugverkehr dazu, dass die Umweltschäden immer verheerender werden .

Insbesondere die Erhöhung des Meeresspiegels, bedingt unter anderem durch schmelzende Gletscher und das Abtauen des Permafrostbodens, hat weltweit verheerende Folgen. Auch in Hamburg und anderen Städten, die an großen Gewässern liegen und von diesen beeinflusst werden, kann die Erhöhung des Meeresspiegels zu Überschwemmungen führen.

In der Hansestadt Hamburg, die von ihrer Lage zur Elbe durch den Handel hauptsächlich profitiert, kommt es regelmäßig zu Überschwemmungen, beispielsweise von Teilen der Speicherstadt und dem Fischmarkt.

Auch Hurrikans zeigen uns immer wieder und öfter, wie gewaltig Naturphänomene sind und wie stark sie den ihnen hilflos ausgesetzten Menschen beeinflussen können. Oft treffen diese auf Entwicklungsländer, die sich nicht schützen können und wenig Einfluss auf den Klimawandel verübt haben.

In dieser schriftlichen Ausarbeitung stellen wir am Beispiel von New York dar, welche Auswirkungen der Klimawandel und seine einhergehenden Folgen haben.

Für dieses Thema haben wir uns entschieden, da wir die Erhöhung des Meeresspiegels für ein sehr wichtiges Thema halten, da wir die Auswirkungen in den nächsten Jahren vermehrt spüren werden.

Den Bezug auf New York hat uns Herr Kasang empfohlen, da wir uns speziell auf ein Beispiel einer Stadt oder Insel beziehen wollten. Er hat uns ebenfalls den Zusammenhang mit Wetterextremen wie Hurrikan %Sandy+nahegelegt.

Unserer Meinung nach ist das Thema New York sehr spannend, da sie eine moderne und weltweit bekannte Stadt ist und ihr Untergang global verheerende Folgen hätte.

Wir werden unsere Leitfrage sWird New York aufgrund des Meeresspiegelanstiegs bald untergehen?%b beantworten, indem wir die Situation bzw. die Lage in New York darlegen sowie uns die Entwicklung des Meeresspiegels und die Entstehung von Hurrikans ansehen.

Unsere Ausarbeitung behandelt als erstes die Verortung New Yorks, sodass ein räumliches Verständnis entsteht und der Einfluss der umgebenden Gewässer deutlich wird.

Es folgt nach der Verortung eine Erläuterung zu den Ursachen des Meeresspiegelanstiegs, danach werden die aktuelle Situation und die Auswirkungen des Meeresspiegelanstiegs erklärt.

Anschließend wird der Begriff Hurrikan sowie die Entstehung eines solchen erklärt und der Verlauf von Hurrikan „Sandy“, welcher 2012 New York traf und folgenschwere Überschwemmungen mit sich zog, erläutert.

In unserem Fazit werden wir unsere Leitfrage, ob New York aufgrund des Meeresspiegelanstiegs untergehen wird, beantworten.

Mit dieser Ausarbeitung versprechen wir uns, dass wir ein besseres Verständnis für den Klimawandel in Bezug auf den Meeresspiegelanstieg und das Wetterextrem Hurrikan bekommen.

*{geschrieben von Annika Wintzen}*

## 2. Verortung New Yorks

Die Weltstadt New York [siehe Abbildung 2] liegt im Nordosten an der Ostküste der USA. Der Bundesstaat gehört zu den Mittelatlantikstaaten.

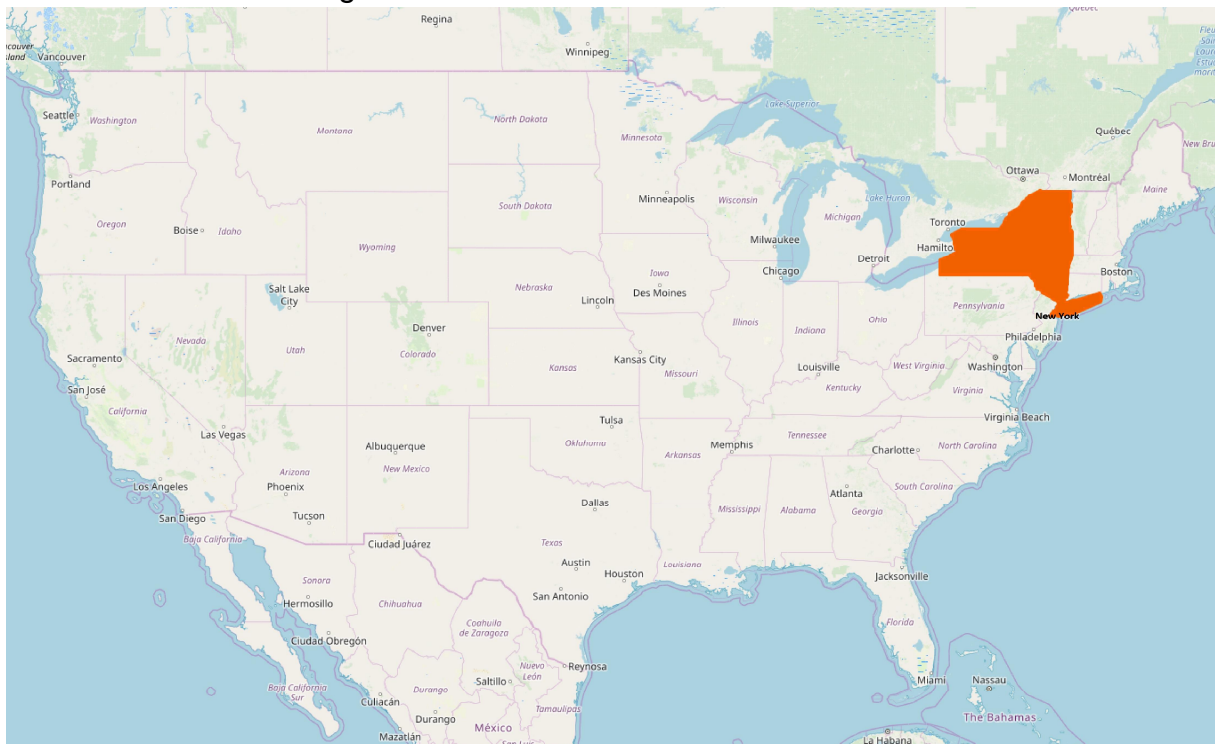


Abbildung 2: Verortung des Bundesstaates New York.

Quelle: Mit eigenen Hervorhebungen auf Basis von: Open Street Map  
<http://www.openstreetmap.org/> > - Lizenz: CC BY-SA

New York grenzt im Nordwesten an den Eriesee, den Ontariosee und an den Sankt-Lorenz-Strom, sowie im Südosten an den Atlantischen Ozean [siehe Abbildung 3]. Des Weitern umgeben die Stadt viele Flüsse, wie der East River oder der bedeutendsten Fluss, der Hudson River, welcher 493 Kilometer lang ist. Außerdem ist der Bundesstaat von vielen kleinen und mittelgroßen Seen sowie von den Niagara



Wasserfällen geprägt. Durch die vielen Gewässer um und in New York kommt es immer mal wieder zu Überschwemmungen. Der Bundesstaat New York verfügt über eine Fläche von 141.299 Quadratkilometern und liegt durchschnittlich 305 Meter über dem Meeresspiegel. Geographisch gesehen ist New York von den nördlichen Ausläufern des Faltengebirges Appalachen geprägt, die höchste Erhebung ist der Mount Marcy mit einer Höhe von 1629 Metern. Des Weiteren liegen im Nordosten die Adirondack Mountains, welches ein 25.000 Quadratkilometer großes Gebirge ist. Der niedrigste Punkt des Bundesstaates New Yorks befindet sich direkt am Atlantik, dort ist Meeresniveau vorhanden.

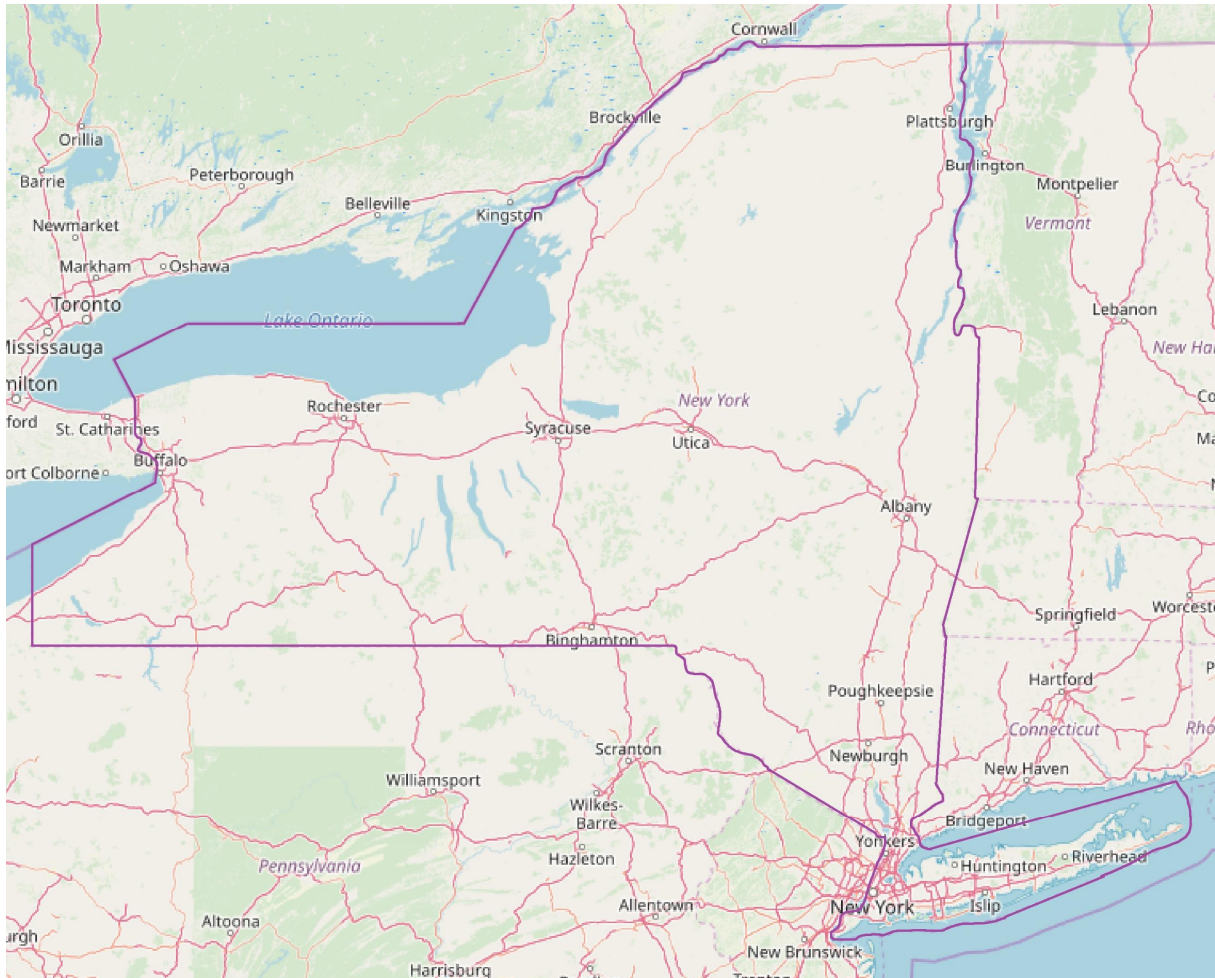


Abbildung 3: New York mit allen großen Flüssen und Seen.

Quelle: Mit eigenen Hervorhebungen auf Basis von: Open Street Map  
<http://www.openstreetmap.org> OpenStreetMap- - Lizenz: CC BY-SA.

Der Bundesstaat New York gehört mit mehr als 19 Millionen Einwohnern zu einem der bevölkerungsreichsten Staaten der USA<sup>1</sup>. Die Hauptstadt des Staates ist Albany und die größte Stadt ist New York City mit über 8 Millionen Einwohnern. Die Stadt New York City ist in fünf Bezirke [siehe Abbildung 4], auch Boroughs genannt, eingeteilt, welche Manhattan, Queens, Brooklyn, die Bronx und States Islands

<sup>1</sup> Transamerika (o.J.).

heißen. Da die meisten Boroughs, außer der Bronx, auf Inseln liegen, sind sie durch viele Brücken, Tunnel und Schiffe miteinander verbunden.



Abbildung 4: Die fünf Bezirke von New York.

Quelle: Wikipedia (2009). Lizenz: Creative Commons Attribution-Share Alike 2.5 Generic license. Lizenz: CC BY-SA.

New York, die Stadt, die niemals schläft oder auch Big Apple genannt, beheimatet nicht nur Millionen Menschen, sondern ist auch für viele ein beliebtes Reiseziel und Wirtschaftszentrum.

Kein Staat ist von Touristen, Zuwanderern und ihrer Vielfalt so geprägt worden wie New York. Durch diese große Vielfalt der vielen Touristen und Zuwanderer haben sich verschiedene Ballungszentren innerhalb des Staates gebildet. Das sieht man besonders an der Bronx und an Brooklyn, diese Viertel sind vor allem für ihre afroamerikanische und hispanische Bevölkerung bekannt, die asiatische Bevölkerung hingegen ist eher in Queens angesiedelt<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Felsch, M.; Köhler, R. (2008)

Außerdem ist die Stadt für ihre vielen Sehenswürdigkeiten wie den Central Park, das Empire State Building, die Brooklyn Bridge, die Freiheitsstatue und den weltbekannten Times Square und Broadway bekannt<sup>3</sup>.

*{geschrieben von Anna-Lena Blohm}*

### 3. Meeresspiegelanstieg

#### 3.1 Ursachen

Der weltweite Meeresspiegelanstieg ist eine der wichtigsten Folgen des anthropogenen Klimawandels, die viele Menschen betrifft<sup>4</sup>. Der anthropogene Klimawandel ist der von Menschen verursachte Treibhauseffekt, welcher dazu führt, dass mehr Sonnenstrahlen von den Treibhausgasen wieder auf die Erdoberfläche reflektiert werden. Diese Reflektion führt dazu, dass sich die Erde immer weiter erwärmt und daraus Folgen wie der Meeresspiegelanstieg resultieren<sup>5</sup>. Grundsätzlich kann sich der Meeresspiegel durch zwei Gründe ändern [Abbildung 5], welche einerseits die Ausdehnung des Meerwassers und die Verringerung des Salzgehaltes im Ozean (sterischer Anstieg) und andererseits die Zunahme des Wasservolumens, welche durch das Abschmelzen der Eismassen in der Antarktis und auf Grönland entsteht, sind (eustatischer Anstieg)<sup>6</sup>.

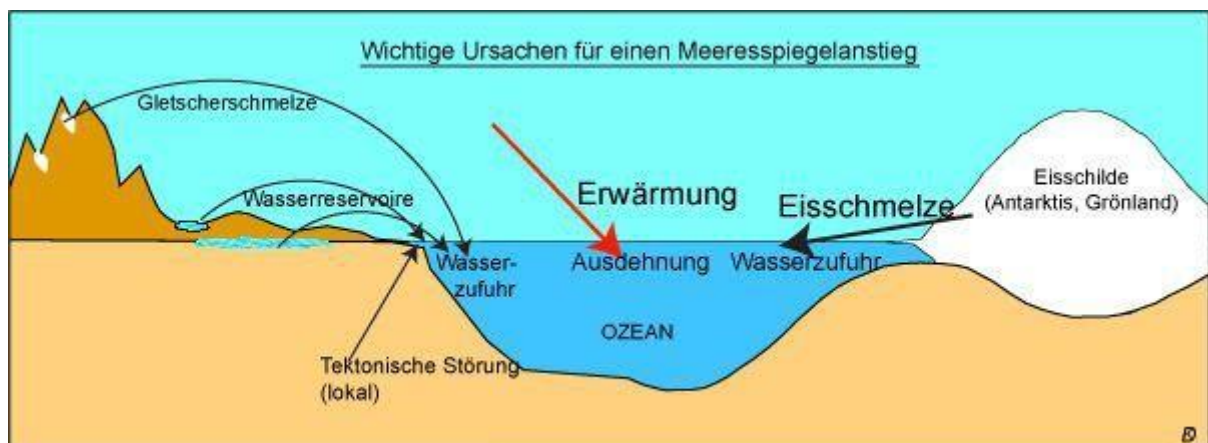


Abbildung 5: Ursachen für den Meeresspiegelanstieg.

Quelle: Kasang, D. (o.J.):

<https://bildungsserver.hamburg.de/meeresspiegelanstieg/2127658/meeresspiegel-einfuehrung/>.

Der sterische Meeresspiegelanstieg wird in thermosterisch und halosterisch unterteilt. Der thermosterische Meeresspiegelanstieg beschreibt eine Abnahme der

<sup>3</sup> NYC-Info (o.J.)

<sup>4</sup> Kasang, D. (o.J. (a))

<sup>5</sup> Latz, Wolfgang (Hrsg.) 2014: 207.

<sup>6</sup> Klimawiki (2016): Ursachen des Meeresspiegelanstiegs (einfach)

Dichte und somit Zunahme der Masse des Wassers aufgrund einer Erwärmung des Wassers<sup>7</sup>. Da der Ozean eine hohe Wärmekapazität, die definiert, welche Menge an thermischer Energie gespeichert werden kann, hat, kommt es zu einer Verzögerung der Weitergabe einer Erwärmung des Oberflächenwassers in die Tiefen des Ozeans. Diese Verzögerung bewirkt eine signifikante zeitliche Verzögerung bei der Weitergabe der Ausdehnung, was dazu führt, dass es nur zu einer Erwärmung in den oberen Wasserschichten kommt und die Wassermengen in einer großen Tiefe nur sehr wenig erwärmt werden. Dadurch, dass das Wasser durch die Erwärmung auch eine geringere Dichte bekommt, kommt es dazu, dass diese warmen Wassermassen nicht mehr so leicht absinken, weshalb der sterische Meeresspiegelanstieg auch so langwierig ist<sup>8</sup>.

Bei dem halosterischen Meeresspiegelanstieg kommt es durch die Zufuhr von Süßwasser dazu, dass sich der Salzgehalt in den Weltozeanen verringert, wodurch die Dichte des Wassers abnimmt. Diese Abnahme des Salzgehaltes kann durch eine Erhöhung von Niederschlägen, eine Verringerung von der Verdunstung über ozeanischen Gebieten, sowie die Süßwasserzufuhr, welche durch das Abtauen der Gletscher kommt, verursacht werden. Doch dieser halosterische Anstieg macht nur ungefähr 10% des gesamten sterischen Anstieges aus. Der sterische Anstieg wird vor allem durch die Zunahme von Treibhausgasen, also anthropogenen Einflüssen, verursacht, ist aber auch natürlich beeinflusst.<sup>9</sup>

Der eustatische Anstieg besagt, dass der Meeresspiegelanstieg durch die Eismassen auf Grönland und in der Antarktis beeinflusst wird, da diese beim Abschmelzen Wasser zum Meerwasser hinzufügen. Diese Form des Anstieges beeinflusst gegenwärtig den Meeresspiegel am stärksten. Doch auch dieser Meeresspiegelanstieg ist ein langwieriger Prozess, denn bis die Gletscher auf Grönland und in der Antarktis geschmolzen sind, sind voraussichtlich noch viele Jahrhunderte vergangen<sup>10</sup>.

*{geschrieben von Anna-Lena Blohm}*

### **3.2 Entwicklung des Meeresspiegelanstiegs**

Der Meeresspiegelanstieg wurde ab dem 18. Jahrhundert bis in die 1990er ausschließlich mit Pegelmessungen bestimmt, welche das folgende Probleme hatten: Zum einen waren sie unregelmäßig, also nur in Küstengebieten, verteilt, und zum anderen konnten sie zwar den örtlichen Anstieg genau messen, aber über den globalen durchschnittlichen Anstieg nur eine beschränkte Aussage treffen. Des Weiteren war ein Problem bei dieser Messung, dass der Pegel den Meeresspiegel relativ zum Boden misst, was kritisch ist, da somit auch die vertikalen Bewegungen des Bodens mit in die Messdaten einfließen und dies zu erheblichen Verzerrungen

---

<sup>7</sup> Kasang, D. (o.J. (a)): Meeresspiegelanstieg durch Ausdehnung (sterisch).

<sup>8</sup> Klimawiki (2016): Ursachen des Meeresspiegelanstiegs (einfach).

<sup>9</sup> Klimawiki (2018): Ursachen des aktuellen Meeresspiegelanstiegs.

<sup>10</sup> Klimawiki (2018) und Kasang, D. (o.J. (c)): Meeresspiegelanstieg durch Wasserzufuhr (eustatisch).



des eigentlichen Anstiegs führen kann. Seit 1991 gibt es Satellitenprojekte, die den Meeresspiegel messen, wodurch viel genauere Bestimmungen zu dem mittleren globalen Meeresspiegel getroffen werden können. Diese Satelliten bestimmen den Meeresspiegel mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen, indem sie den Abstand zwischen der Meeresoberfläche und dem Satelliten messen. Diese Weise der Überwachung des Meeresspiegelanstiegs ist viel sicherer und genauer, da es durch die Messung der Entfernung zwischen der Meeresoberfläche und dem Satelliten zu keinen Verfälschungen durch tektonische Bodenbewegungen kommt und auch die gesamte Ozeanoberfläche abgedeckt ist. Die Messungen erfolgen in etwa alle 10 Tage erneut und werden danach direkt ausgewertet. Eine der einzigen Fehlerquellen bei der Satellitenmessung ist der Wasserdampfgehalt in der Troposphäre, welcher die elektromagnetischen Strahlen beeinflusst<sup>11</sup>.

Meeresspiegelschwankungen gab es im Laufe der Erdgeschichte schon immer, vor ungefähr 50 Millionen Jahren hatte die Erde noch keine einzige Eisschicht. Damals lag der Meeresspiegel durch die eisfreie Erdoberfläche auch rund 50 Meter höher, als diese heute der Fall ist. Vor ungefähr 2,5 Millionen Jahren fiel der Meeresspiegel aufgrund des beginnenden Eiszeitalters dann ab. Während des Eiszeitalters gab es immer wieder Wechsel zwischen warmen und kalten Zeiten, was gravierende Folgen für den Meeresspiegel hatte. Durch diese Wechsel zwischen warm und kalt konnten die Eisschichten immer wieder abtauen und gefrieren, was zu häufigen Schwankungen führte. Vor ungefähr 20.000 Jahren war die Erde mit ungefähr 84 Millionen km<sup>3</sup> Landeismasse bedeckt, wohingegen es zum Vergleich heutzutage ungefähr 32 Millionen km<sup>3</sup> sind. Diese große Landeismasse kam dadurch zustande, dass zu dem Zeitpunkt die Temperaturen rund 4-7°C unter der heutigen durchschnittlichen Temperatur lagen. Dadurch, dass so viel Wasser in den Landeismassen gebunden war, kam es dazu, dass der Meeresspiegel auch rund 130 Meter niedriger war, als er heutzutage ist<sup>12</sup>. Das mittlere Pliozän, welches um die 5-3 Millionen Jahre vor heute war, war die letzte warme Periode vor dem Eiszeitalter. Diese warme Periode ist für die Klimaforscher auch heutzutage noch interessant, da zu dem Zeitpunkt die Kontinente und die Ozeane schon ungefähr an denselben Orten lagen, wie sie heute liegen, auch wenn sie möglicherweise noch nicht dieselbe Topographie hatten. Des Weiteren kann man auch einige Parallelen zwischen dem mittleren Pliozän und heute ziehen, wie zum Beispiel, dass dort eine recht ähnliche globale Mitteltemperatur wie für das 21. Jahrhundert erwartet herrschte, weswegen einige Wissenschaftler auf dieser Grundlage probieren, Vorhersagen für unsere heutige Zeit zu treffen. Zu dieser Zeit war es ungefähr 2-3,5°C wärmer und der Meeresspiegel war ungefähr 20 Meter höher als der heutige. Da Grönland und die Antarktis wahrscheinlich teilweise abgeschmolzen waren, kam es zu der eben genannten Meeresspiegelerhöhung<sup>13</sup>. Im Laufe des Eiszeitalters gab es immer wieder Meeresspiegelanstiege, wie in der letzten Zwischeneiszeit, wo der Meeresspiegel um rund 2 Meter pro Jahrtausend angestiegen ist. In den letzten 2000

---

<sup>11</sup> Klimawiki (2017): Aktueller Meeresspiegelanstieg, Abschnitt 2 Meeresspiegeländerungen.

<sup>12</sup> Kasang, D. (o.J. (a)): Meeresspiegeländerungen in der Vergangenheit.

<sup>13</sup> Klimawiki (2018): Warmes Klima im Pliozän.

Jahren schwankte der Meeresspiegel nur noch um ungefähr 25 cm, über mehrere Jahrhunderte verteilt<sup>14</sup>.

Laut verschiedener Pegelmessdaten lag ab dem 20. Jahrhundert die Meeresspiegelanstiegsrate bei 1,7 mm/Jahr, was auf das Jahrhundert gesehen 17 cm sind. Die Satellitenmessungen ab den 1990er Jahren zeigten zum einen, dass der Meeresspiegel deutlich höher ist, als zuvor durch die Pegelmessdaten ermittelt, und zum anderen, dass sich der Meeresspiegel räumlich verschieden ändert. Die Daten der Satellitenmessungen zeigen, dass einige Regionen einen deutlich höheren Anstieg erleben, als andere Regionen. Ein Beispiel dafür ist der Pazifik, denn während es im Westen einen Meeresspiegelanstieg von 12 mm/Jahr gab, fiel der Meeresspiegel im östlichen Nordpazifik sogar. Des Weiteren zeigen die Messdaten, dass die mittlere Anstiegsrate zwischen 1993 und 2012 [siehe Abbildung 6] 3,2 mm/Jahr betrug, welche aber nicht konstant war, sondern Schwankungen hatte<sup>15</sup>. Es gab zwischen 1996 und 2004 eine sehr starke Anstiegsphase des Meeresspiegels, die sich zwischen 2005 und 2010 wieder ~~erholte~~, in der Zeit stieg der Meeresspiegel sehr langsam an. Ab 2010 gab es wieder einen starken Anstieg, welcher aber auch besonders starke Schwankungen aufwies. Zwischen 2010 und 2011 und am Anfang von 2013 sank der Meeresspiegel um 1-5 mm/Jahr, woraufhin es einen noch stärkeren Anstieg im Anschluss gab. Die Meeresspiegelanstiegsrate lag mit 4,49 mm/Jahr deutlich über der normalen Rate von Daten, die von Satelliten gemessen worden sind. Über diesen starken Anstieg wird auch heutzutage noch unter den Forschern diskutiert<sup>16</sup>.

---

<sup>14</sup> Kasang, D. (o.J. (a)): Meeresspiegeländerungen der Vergangenheit.

<sup>15</sup> Klimawiki (2017): Aktueller Meeresspiegelanstieg, Abschnitt 2 Meeresspiegeländerungen.

<sup>16</sup> Klimawiki 2017 und Klimawiki 2018

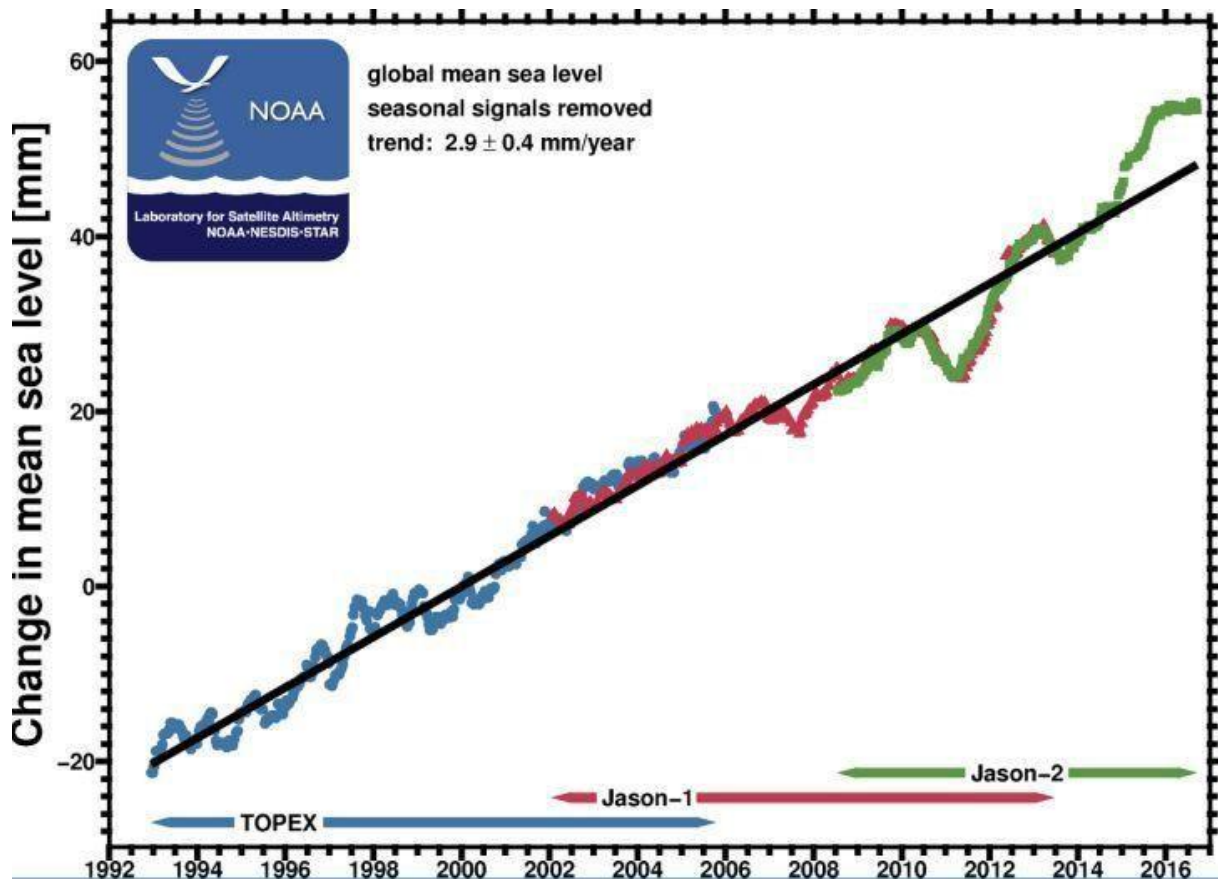


Abbildung 6: Die Messdaten des weltweiten Meeresspiegels von 1993 bis 2016.  
Quelle: NOAA, public domain.

Die Meeresspiegelanstiegsprognosen für die Zukunft bis ins Jahr 2100 sind alle sehr unsicher und können nicht genau sagen, was passieren wird. Bei Prognosen simuliert man mit zwei Arten von Modellen, zum einen mit dem prozessbasierten und zum anderen mit einem semi-empirischen Modell. Das prozessbasierte Modell leitet den Meeresspiegelanstieg vor allem aus der Erwärmung des Meerwassers und aus dem Abschmelzen von Gletschern ab. Das semi-empirische Modell hingegen stellt eine Beziehung zwischen der globalen Änderung der Temperatur und des Meeresspiegels der Vergangenheit her, um dies auf die Zukunft zu übertragen<sup>17</sup>.

Von frei arbeitenden Wissenschaftlern wurden auf einer Basis von Ergebnissen der wissenschaftlichen Literatur Szenarien entwickelt, welche die sogenannten `Repräsentative Konzentrationspfade` (Representative Concentration Pathways - RCPs) sind. Es gibt vier Szenarien und zwar das RCP2.6, RCP4.5, RCP6 und das RCP 8.5 Szenario, welche repräsentativ für eine größere Anzahl von in der Wissenschaft veröffentlichte Szenarien stehen. Diese Pfade beschreiben die Treibhausgaskonzentration und den Strahlungsantrieb, die den Ausgangspunkt dieser Szenarien darstellen. Dabei werden bestimmte Treibhausgaskonzentrationen festgelegt, woraus Klimamodelle berechnen, was zum einen die Klimaänderung und zum anderen die Emissionen sein müssen, um die jeweilige Konzentration

<sup>17</sup> Klimawiki (2017 (b)): Meeresspiegel der Zukunft.

hervorzurufen<sup>18</sup>. Für die folgende Darstellung wird das Szenario RCP4.5 verwendet, welches bedeutet, dass es bis 2100 zu einem Strahlungsantrieb von 4,5 W/m<sup>2</sup> kommen wird, was den Zuwachs des Strahlungsantriebes gegenüber des vorindustriellen Zeitalters beschreibt<sup>19</sup>.

Die folgenden Szenarien zeigen Prognosen des weltweiten Meeresspiegelanstiegs für die Jahre 2031 bis 2060 und 2070 bis 2099, welche mithilfe Visualisierungsprogramms Panoply erstellt wurden.

Bei diesen Szenarien wird der Meeresspiegelanstieg in Metern angegeben und farblich gekennzeichnet.

Die Prognosen für die Jahre 2031 bis 2060 [Abbildung 7] weisen trotz der relativ geringen Erhöhung von 4,5 W/m<sup>2</sup> Strahlungsantrieb Werte zwischen +2,8 Metern Erhöhung und -0,5 Metern Absinken des Meeresspiegels auf. Die Werte zwischen +1 Meter bis +2,8 Meter findet man vorwiegend zwischen den beiden Wendekreisen (23,5° n. Br. und 23,5° s. Br.), wobei sich der Meeresspiegel am stärksten östlich von S-Afrika und O-Asien, also im Indischen Ozean und Pazifischen Ozean, erhöht. Der Meeresspiegel hat vor allem im Gebiet rund um die Antarktis abgenommen. Das Maximum mit +2,8 Metern befindet sich östlich von Asien, also im Pazifischen Ozean, und das Minimum mit -0,5 Metern befindet sich entlang der Antarktis.

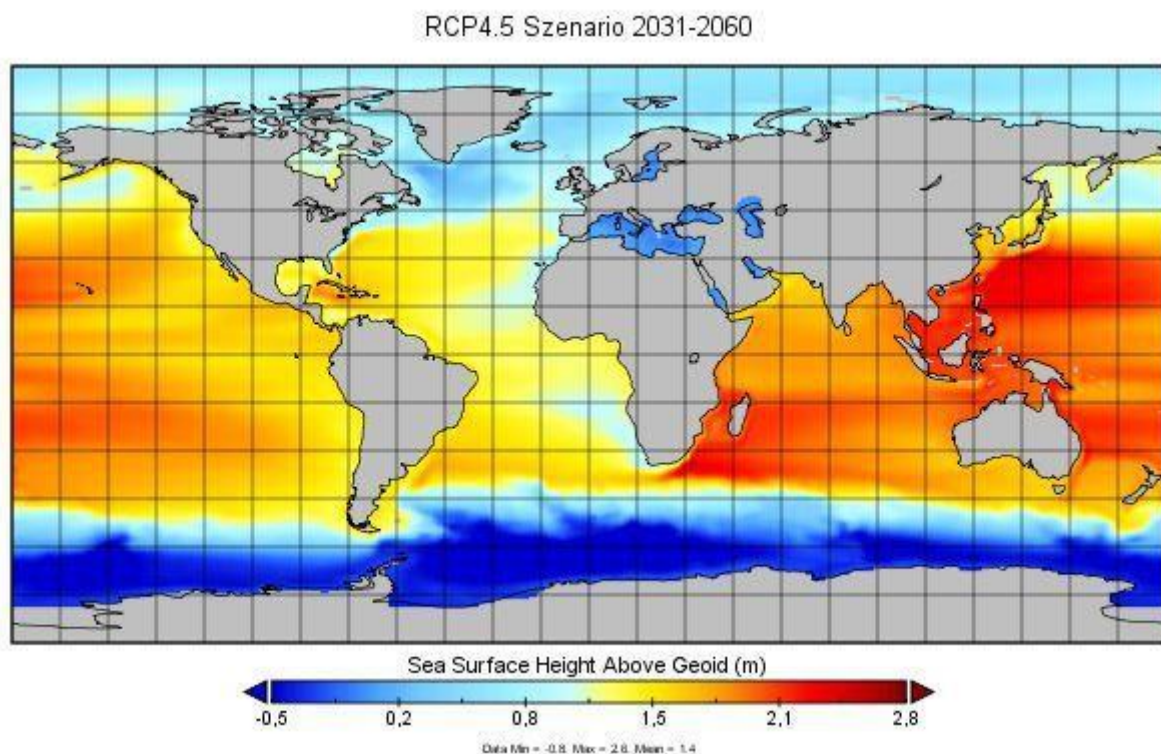


Abbildung 7: RCP4.5 Szenario 2031-2060 (globale Ansicht).

Quelle: Abbildung mit Daten vom DKRZ mi Hilfe von Panoply selbst erstellt.

Die Prognosen für die Jahre 2070 bis 2099 [Abbildung 8] zeigen einen noch stärker gestiegenen Meeresspiegel zwischen dem Maximum von +2,8 Metern und dem

<sup>18</sup> Klimawiki (2017 (c)): RCP-Szenarien.

<sup>19</sup> DKRZ (o.J.): Die Szenarien.



Minimum von -0,5 Metern. Der Meeresspiegel hat sich nun fast überall auf der Welt um einen Meter erhöht, außer entlang der Antarktis und der Arktis sowie bei Grönland hat sich der Meeresspiegel nur rund 0,5 Meter erhöht. Außerdem ist der Meeresspiegel um Europa, also in zum Beispiel dem Mittelmeer, Schwarzen Meer und der Ostsee der Meeresspiegel auch um ungefähr -0,3 Meter gesunken. Dafür ist der Meeresspiegel im gesamten Pazifischen Ozean, sowie dem Indischen Ozean um ungefähr +2 bis +2,8 Meter gestiegen, was im Vergleich zum Atlantischen Ozean viel ist, denn dort ist der Meeresspiegel nur um rund 1,7 Meter gestiegen.

RCP4.5 Szenario 2070-2099

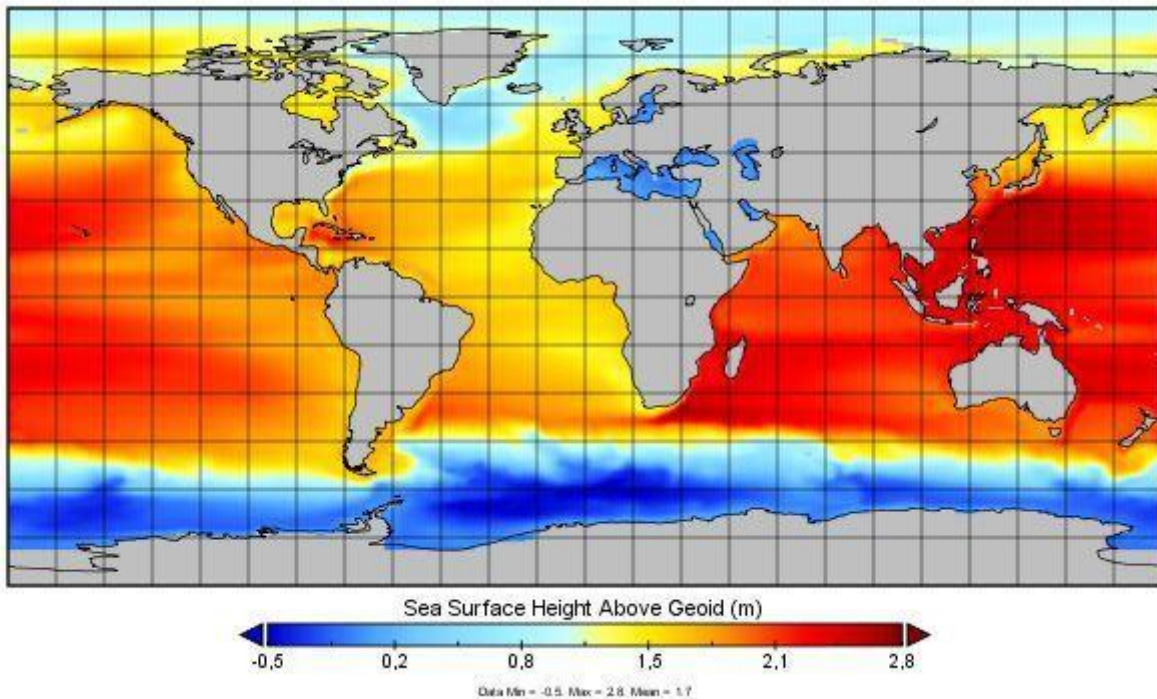


Abbildung 8: RCP4.5 Szenario 2070-2099 (globale Ansicht).

Quelle: Abbildung mit Daten vom DKRZ mit Hilfe von Panoply selbst erstellt.

Anhand dieser Prognosen sieht man deutlich, wie unterschiedlich sich der Meeresspiegelanstieg in den verschiedenen Regionen auswirkt, was globale Auswirkungen haben wird.

*{geschrieben von Anna-Lena Blohm}*

### 3.3 Situation in New York

New York, welches an der Ostküste liegt, ist mit 19 Millionen Einwohnern der bevölkerungsreichste Bundesstaat der USA und grenzt an den Atlantischen Ozean, sowie viele weitere Gewässer<sup>20</sup>. Die größte und bevölkerungsreichste Stadt und das Ballungszentrum New Yorks ist New York City mit über 8 Millionen Einwohnern auf einer Fläche von 786 km<sup>2</sup> <sup>21</sup>. Zur Veranschaulichung, wie viele Menschen dies auf einer verhältnismäßig kleinen Fläche sind, nehme ich Hamburg [Abbildung 9] zum Vergleich. Hamburg [Abbildung 10] hat eine Fläche von 755,1 km<sup>2</sup> und eine Bevölkerungszahl von über 1,8 Millionen<sup>22, 23</sup>.



Abbildung 9: Lage von Hamburg in Deutschland.

Quelle: TUBS (2009). Lizenz: CC- GNU-Lizenz.

[https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Locator\\_map\\_Hamburg\\_in\\_Germany.svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Locator_map_Hamburg_in_Germany.svg).

---

<sup>20</sup> Transamerika (o.J.).

<sup>21</sup> Felsch, M. Köhler, R. (2008): New York, Bevölkerungsdichte.

<sup>22</sup> Hamburg.de (o.J.): Hamburg in Zahlen.

<sup>23</sup> Wikipedia (2018): Liste der größten Städte der europäischen Union.



Abbildung 10: Hamburg und seine Bezirke.

Quelle: Wikimedia Commons, TUBS (2012). Lizenz: CC- GNU-Lizenz.

Das heißt in New York City leben rund 10500 Einwohner auf einer Fläche von einem Quadratkilometer, wohingegen in Hamburg nur 2389 Einwohner auf der Fläche von einem Quadratkilometer leben, was also rund  $\frac{1}{4}$  Einwohner weniger auf derselben Fläche sind.

New York City ist von fast allen Seiten vom Wasser umgeben, was es quasi zu einer Insel macht und weshalb es auch besonders vom Meeresspiegelanstieg bedroht ist. Diese Stadt steht auf einer Liste von 13 Städten, die vom Meer bedroht werden, da sie zwangsläufig nach und nach Uferbereiche der Ostküste an das Meer abgeben müssen, wenn der Meeresspiegel weiter steigt<sup>24</sup>. Das Verheerende daran ist, dass entlang dieser Küste die bevölkerungsreichsten Staaten der USA, wie New York, liegen und sich dort auch die Zentren der Wirtschaft, Politik, Kultur und Bildung befinden, sowie sich in der Grenzzone zwischen Land und Meer auch besonders artenreiche Ökosysteme angesiedelt haben. Die Küstenregion wird es zum einen aufgrund ihrer Entfernung zu den Polen sehr stark treffen, da die Anziehungskraft von großen Eismassen auf das Meerwasser dazu führt, dass es rund um den Ort der Schmelze in einem Radius von 2000 km zu keinem drastischen Anstieg kommen wird und erst danach weiter ansteigt und zum anderen sind die lokalen Einflüsse, wie eine höhere Temperatur und die Veränderung von Strömungsverhältnissen wie zum Beispiel von der Nordatlantikzirkulation, für rund ein Drittel des vorhergesagten Pegelanstiegs verantwortlich<sup>25</sup>.

<sup>24</sup> Bengsch, D. (2011): New York City muss Untergang im Meer fürchten.

<sup>25</sup> Florida State University (2009): Meeresspiegelanstieg bedroht New York.

Wenn wir Menschen keine weiteren Maßnahmen gegen den Meeresspiegelanstieg und die immer weiter ansteigende Temperatur machen, wird New York noch in diesem Jahrhundert ein Stück vom Meer zurückerobert.

*{geschrieben von Anna-Lena Blohm}*

### **3.4 Auswirkungen auf New York**

Der Meeresspiegelanstieg wird für Küstengebiete, wie für den Bundesstaat New York, erhebliche Folgen haben, global liegen ungefähr zwei Millionen Quadratkilometer Land weniger als zwei Meter über der mittleren Hochwasserlinie<sup>26</sup>. In New York befinden sich einige Gebiete nur rund 40 Zentimeter über dem Meeresspiegel, weshalb schon ein Anstieg von 45 Zentimetern beträchtliche Folgen hätte. Es würden dann nur ein starker Wind und ein paar hohe Wellen genügen, um das Innere der Stadt zu überfluten<sup>27</sup>.

Das Schlimme daran ist, dass sich an diesen Küsten riesige Ballungsgebiete gebildet haben, die alleine schon eine doppelt so hohe Wachstumsrate der Bevölkerung haben wie der globale Durchschnitt. Auch die Zentren der Wirtschaft, Politik, Kultur und Bildung haben sich dort angesiedelt, welche durch eine Erhöhung des Meeresspiegels zwangsläufig verdrängt werden würden<sup>28</sup>. Außerdem hat sich auch in der Grenzzone zwischen dem Land und dem Meer ein besonders artenreiches Ökosystem gebildet, welches durch den Meeresspiegelanstieg zerstört werden könnte.

Es gibt drei zentrale Folgen des Anstiegs, welche die Erosionen der Küsten, die höhere Gefahr von auflaufenden Sturmfluten, sowie die Versalzung des Grundwassers sind. Bei den Erosionen von Küstengebieten handelt es sich entweder um eine Unterspülung von Steilküsten, was dazu führt, dass diese einbrechen, oder um das Abtragen von Sandstränden durch den Wellengang oder den Wind. Dabei das Schlimme daran ist, dass ein Anstieg von einem Meter schon bewirkt, dass ungefähr 50 bis 100 Meter Küstenstreifen verloren gehen, da ein Strandgebiet fast immer in einem sehr flachen Winkel ansteigt. Des Weiteren wird es zu einem häufigeren Auflaufen von Sturmfluten kommen, denn wenn sich der Meeresspiegel bei New York um einen Meter erhöht, kommt es dazu, dass sich die Häufigkeit von schweren Überflutungen von einem Mal pro Jahrhundert auf alle drei Jahre steigert. Als Letztes kommt es zur Versalzung des Grundwassers, was durch das Eindringen von Meerwasser verursacht wird.

---

<sup>26</sup> Kasang, D. (o.J. (d)): Gefährdete Küsten.

<sup>27</sup> Kasang, D. (o.J. (d)): Gefährdete Küsten.

<sup>28</sup> Florida State University (2009): Meeresspiegelanstieg bedroht New York.



Für New York hat der Meeresspiegelanstieg also nicht nur ökologische Folgen, zum Beispiel die Erosionen von Küstengebieten, sondern auch ökonomische und soziale Folgen. Die ökonomischen Folgen sind zum Beispiel, dass Museen und Sehenswürdigkeiten überschwemmt und somit zerstört werden und dass auch wichtige Gebäude wie die Börse nicht mehr betretbar und somit nutzlos werden. Außerdem werden wahrscheinlich die Brücken und Tunnel nicht mehr nutzbar sein, um zum Beispiel nach Manhattan zu kommen, was New York ökonomisch sehr einschränken wird. Auch für die Menschen in New York und auch global hat der Meeresspiegelanstieg schwere Folgen, da sie umgesiedelt werden müssen, was bei einem so großen Ballungsgebiet nicht so leicht zu schaffen sein wird.

Dass der Meeresspiegelanstieg New York stark treffen wird, kann man an dem RCP 4.5 Szenario (in Punkt 3.2 erklärt) sehen, da die Prognosen für die Jahre 2031 bis 2060 und 2070 bis 2099 deutlich zeigen, dass einige Teile von New York zurückerobert werden. Die Prognose für die Jahre 2031 bis 2060 [Abbildung 11] zeigt, dass der Meeresspiegel dort um +0,8 Meter steigen soll, was bedeutet, dass einige Teile New Yorks überschwemmt werden und auch große Teile der Küsten verloren gehen.

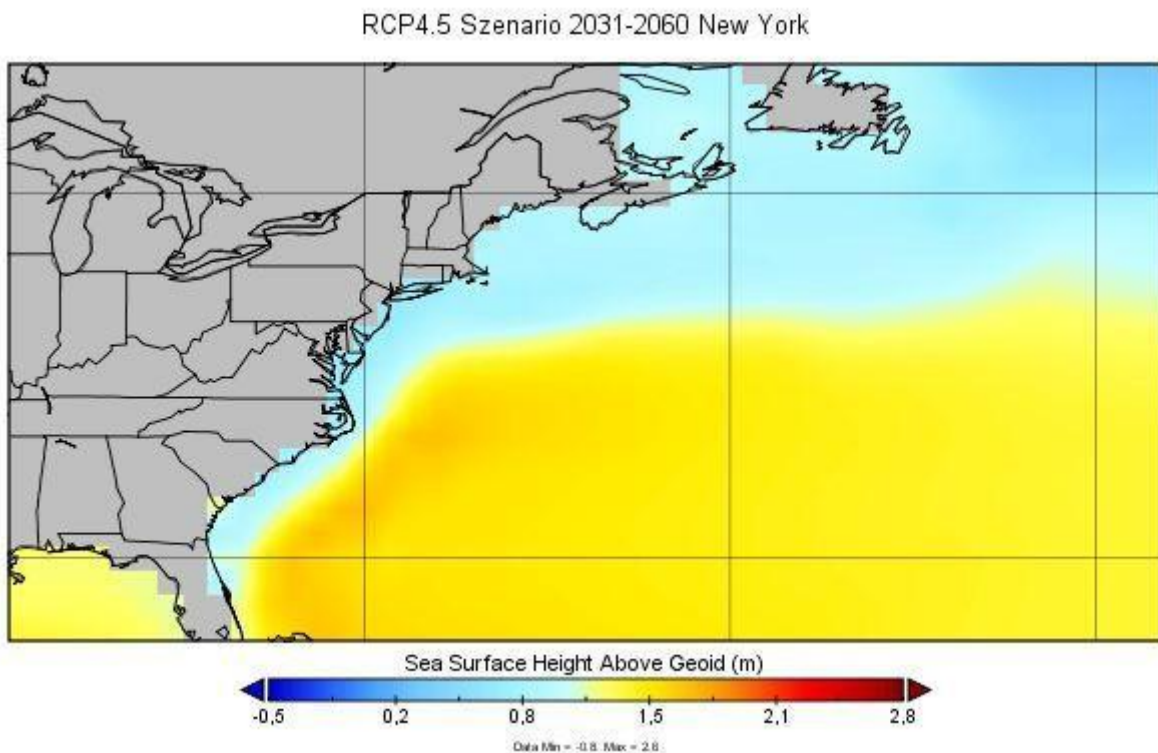


Abbildung 11: RCP 4.5 Szenario 2031-2060, Ausschnitt New York.

Quelle: Abbildung mit Daten vom DKRZ mit Hilfe von Panoply selbst erstellt.

Das Ausmaß der Prognose für die Jahre 2070 bis 2099 [Abbildung 12] zeigt, dass der Meeresspiegelanstieg immer weiter in die Richtung New York wandert und der Meeresspiegel dann um ungefähr einen Meter gestiegen wäre und im kommenden Jahrhundert auch noch weiter steigen wird.

RCP4.5 Szenario 2070-2099 New York

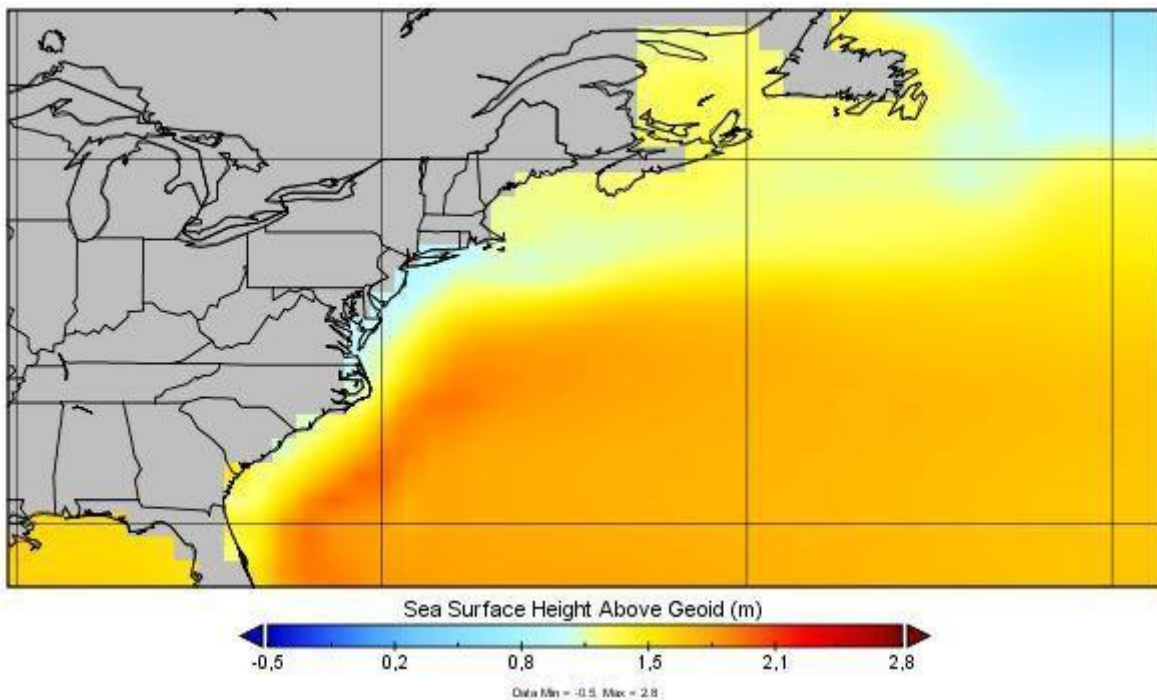


Abbildung 12: RCP 4.5 Szenario 2070-2099, Ausschnitt New York.

Quelle: Abbildung mit Daten vom DKRZ mit Hilfe von Panoply selbst erstellt.

Auf New York werden in den nächsten Jahren viele Fragen warten, die geklärt werden müssen, damit New York nicht ganz und gar im Meer untergeht.

*{geschrieben von Anna-Lena Blohm}*

## 4. Hurrikan Sandy

### 4.1 Ursachen

Ein Hurrikan ist ein tropischer Wirbelsturm der im Atlantik entsteht.

Der Name Hurrikan kommt aus der Sprache der amerikanischen Ureinwohner, der Indianer und bedeutet „Gott des Windes“.

Diese Winde haben eine Geschwindigkeit von mindestens 118 km/h und sie treten hauptsächlich in dem Zeitraum vom 1. Juni bis 30. November auf.

Ein Hurrikan muss außerdem einen Abstand von mindestens fünf Breitengraden zum Äquator haben<sup>29</sup>.

Aufgrund von hohen Niederschlägen, hohen Wellen und starkem Wind stellt dieser eine große Gefahr für Menschen dar. Durch diese Faktoren kommt es dazu, dass Hurrikane enorme Verwüstungen auf dem Meer und dem Land hinterlassen.

<sup>29</sup> Naturkatastrophen.die-erde.com (2013): Naturkatastrophe Hurrikan.

Ein solcher Wirbelsturm entsteht auf einer sehr großen Wasserfläche, wie dem Atlantik, bei einer Wassertemperatur von mindestens 26° Celsius<sup>30</sup>. Durch die Wärme steigt viel Wasserdampf an der Wasseroberfläche auf, so dass die Luft hinterhergesaugt wird. Die nachströmende Luft an den Seiten eines Hurrikans beginnt sich aufgrund der Corioliskraft zu drehen, wodurch ein trichterförmiger Wirbel entsteht. Die Corioliskraft beeinflusst weltweit die Winde<sup>31</sup>.

In der Mitte von einem Hurrikan entsteht das sogenannte „Auge“, welches einen Durchmesser von 20 bis 70 Kilometern hat.

Um das Auge herum entwickeln sich sehr starken Stürme, welche mit Geschwindigkeiten von bis zu 300 Kilometern in der Stunde wehen. [Bild 13]

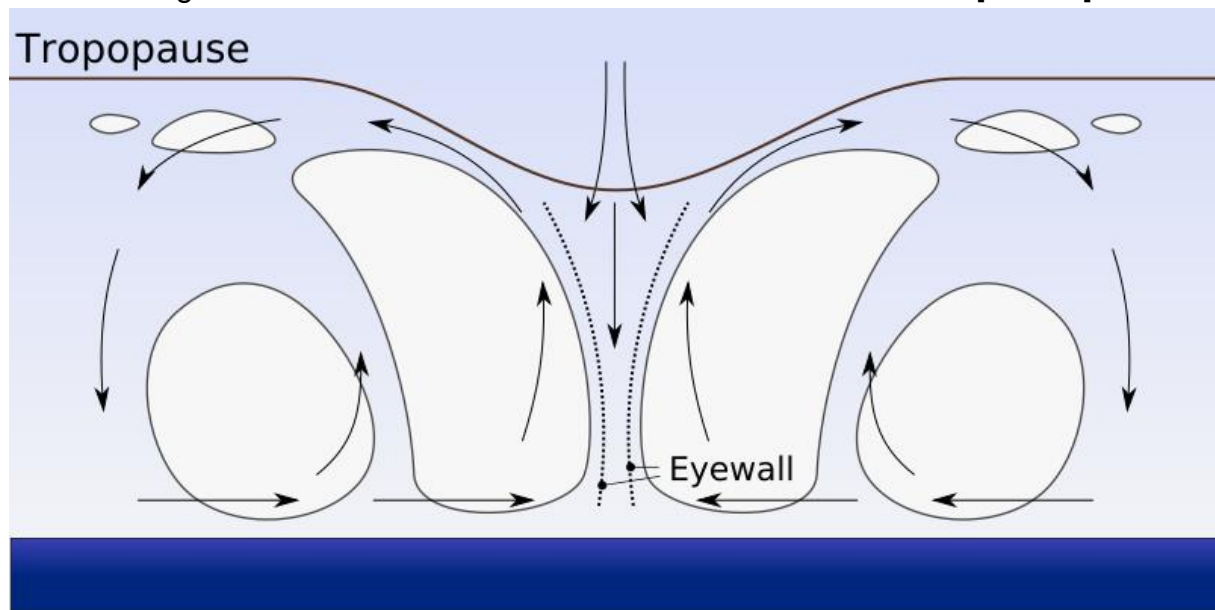


Abbildung 13: Querschnitt durch einen tropischen Wirbelsturm.

Quelle: NASA. Lizenz: Public Domain.

Hurrikans werden je nach Geschwindigkeit anders zugeordnet, es gibt fünf verschiedene Kategorien.

Die Vorstufe von Hurrikans sind die tropischen Wirbelstürme, die eine Windgeschwindigkeit von 56 km/h haben. Wie bereits erwähnt spricht man von einem Hurrikan der ersten Kategorie ab einer Windgeschwindigkeit von 118 km/h. Ab einer Windgeschwindigkeit von 154 km/h spricht man von der zweiten Kategorie, der dritten ab 178 km/h, ab 211 km/h handelt es sich um einen Hurrikan der vierten Kategorie und die letzte Stufe ist ab einer Geschwindigkeit von über 249 km/h. Diese Stufe bezeichnet einen Hurrikan der fünften Kategorie<sup>32</sup>.

Hurrikans können ebenfalls Tsunami entstehen lassen, da sie auch unter Wasser mit ihrer enormen Kraft den Meeresboden beeinflussen<sup>33</sup>.

<sup>30</sup> Wasistwas.de (o.J.): Wie entsteht ein Hurrikan?

<sup>31</sup> Planet-schule.de (o.J.): Was ist die Corioliskraft?

<sup>32</sup> Kasang, D. (o.J. (e)): Tropische Wirbelstürme: Aufbau, Entstehung, Verbreitung, Klassifizierung.

<sup>33</sup> ded, spiegel online (2006): Zerstörerisches Duo: Hurrikan könnte Tsunami verursachen.

Aufgrund der Klimaerwärmung wird davon ausgegangen, dass sich die Häufigkeit der Entstehung von Hurrikans erhöht, was durch Faktoren wie wärmere Ozeane begründet wird.

*{geschrieben von Annika Wintzen}*

## 4.2 Entwicklung des Hurrikan Sandy

Hurrikan %Sandy+ entstand am 22. Oktober 2012 im karibischen Meer. Er verlief in Richtung Norden über Kuba, ab wann er bereits der zweiten Kategorie zugeordnet wurde. Sandy schwächte jedoch an der südlichen Ostküste der Vereinigten Staaten zunächst ab, und nahm dann auf der Strecke bis nach New Jersey wieder Geschwindigkeiten von bis zu 148 km/h auf, bis er sich am 29. Oktober 2012 auflöste. [Abbildung 14]



Abbildung 14: Hurrikan Sandy

Quelle: NASA. Lizenz: Public Domain.

%Sandy+ umfasste ungefähr die Größe Indiens, die Höhe lag bei bis zu 20 Kilometern.

Da der Atlantik 2012 besonders warm war und Energie aus dem Golfstrom bezog, entwickelte sich der Hurrikan stetig und wuchs zu einer enormen Größe heran.



Der Hurrikan zog starke Regenfälle mit 200-250 mm Niederschlag in der Dominikanischen Republik mit sich, die zu Überschwemmungen in dem Inselstaat führten, auch andere Küsten wurden stark überschwemmt.

An der US-Amerikanischen Ostküste, welche normalerweise nur im Süden wie beispielsweise in Florida zum Ziel eines Hurrikans wird, gab es diesmal bis in den Norden Niederschläge von bis zu 200 mm.

Ein weiterer Faktor, weshalb %Sandy+ so stark wurde, ist, dass dieser Hurrikan Unterstützung durch den subtropischen Jetstream, welcher sich in mehreren Kilometern Höhe befindet, bekam.

Außerdem war zu diesem Zeitpunkt Vollmond, was den Meeresspiegel erhöhte, sodass die Überschwemmungen in New York stärker ausfielen [siehe Abbildung 15]. New York wurde am 29. Oktober 2012 von einer vier Meter hohen Welle getroffen, dies führte zu Überschwemmungen, Stromausfällen und anderen Folgen (diese werden im nächsten Abschnitt noch genauer beschrieben).

Eine solche Welle kann durch einen Hurrikan entstehen, da dieser nicht nur in der Luft wirbelt sondern auch unter Wasser Auswirkungen hat<sup>34</sup>.

*{geschrieben von Annika Wintzen}*

#### **4.3 Situation in New York**

Hurrikan %Sandy+ war eine der schlimmsten Umweltkatastrophen, die die Vereinigten Staaten von Amerika trafen. Dieser Hurrikan hatte so enorme Auswirkungen, wie nur wenige Sturmfluten zuvor.

Der Sturm hinterließ nicht nur Verwüstung, sondern auch die Frage, ob diese Katastrophe eine Folge des Klimawandels war.

Die Wahrscheinlichkeit, dass New York und New Jersey von einem solchen Ereignis betroffen sind, ist sehr gering. Nach Berechnungen mancher Forscher liegt die Wiederkehrperiode bei 714 Jahren.

Trotz Warnungen vor %Sandy+ war die Stadt New York City nicht auf eine Katastrophe dieses Ausmaßes vorbereitet.

Der Hurrikan fordert über 200 Tote, ca. 20 Millionen Menschen waren betroffen<sup>35</sup>, mit Schäden von insgesamt bis zu 71 Milliarden US Dollar wurde er zum zweit-teuersten Hurrikan, der die USA je traf<sup>36</sup>.

Der Stromausfall, welcher mehrere Stadtteile New York Citys betraf, [Abbildung 15] zeigte die %Stadt die niemals schläft+in einem neuen Licht: Die Hochhäuser, die rund um die Uhr beleuchtet sind, ragten dunkel in den Himmel.

---

<sup>34</sup> CNN (2018): Hurricane Sandy Fast Facts.

<sup>35</sup> Spiegel-online (2012): Hurrikan „Sandy“ „Zerstörungen unvorstellbaren Ausmaßes“.

<sup>36</sup> Scinexx (2016): Land Unter für New York. Risiko für Hochwasser wie nach Hurrikan „Sandy“ ist schon jetzt verdreifacht.



Abbildung 15: Stromausfälle in vielen Teilen New Yorks.  
Quelle: Hybirdd (2012), Wikimedia. Lizenz: CC Attribution 2.0.

Eine Folge dieses Stromausfalles war es außerdem, dass in diesen Stadtteilen das Arbeiten nicht möglich war, da in Manhattan überall Büros stehen, waren tausende Berufstätige davon betroffen.

Abgesehen davon waren acht Millionen Privathaushalten betroffen, davon allein 230.000 in Manhattan.

In dem nördlich gelegenen Queens sind bei einem entstandenen Feuer bis zu 100 Häuser zerstört worden.

Die Umwelt wurde ebenfalls betroffen, „Sandy“ beschädigte ein Öllager zwischen New York und dem nahegelegenen New Jersey, sodass Öl in den Hudson River freigesetzt wurde<sup>37</sup>.

Politisch hat Hurrikan „Sandy“ die Vereinigten Staaten von Amerika anderen von starken Hurrikans betroffenen Ländern näher gebracht.

Wenn jedoch der derzeitige US Präsident Donald Trump aus dem Pariser Abkommen austritt, engagiert sich nicht nur eines der größten Länder nicht mehr, sondern auch eines, das enormen negativen Einfluss auf das Klima hat und gleichzeitig selbst ein Opfer des Klimawandels ist.

„Make no mistake about it: This was a devastating storm, maybe the worst we've ever experienced,“ erklärte der damalige Mayor Michael Bloomberg<sup>38</sup>.

---

<sup>37</sup> Piper, N. (2012): Der Schock nach dem Schock.

Dieses Zitat vom New Yorker Bürgermeister Michael Bloomberg verdeutlicht, dass die Politik, ebenso wie die Bürger, den Einfluss dieses mächtigen Sturms gespürt hat. Hurrikan „Sandy“ hinterlässt besonders in Manhattan, einem der fünf Stadtteile New York Citys, enormen Schäden. Die Einwohner der Stadt sowie hunderttausende Besucher nahmen die Auswirkungen, wie zum Beispiel die Stromausfälle, welche teilweise über zwei Wochen anhielten, wahr. Auch der Ausfall der lokalen U-Bahnen, die benötigt wird, um die Millionen Menschen in die Stadt, aus der Stadt und über die umliegenden Gewässer zu befördern, bremste den Verkehr.

Da die Straßen ebenfalls überflutet waren [Abbildung 16] und die Fähren nicht mehr fuhren, kam es zu einem Verkehrschaos bzw. -stop.

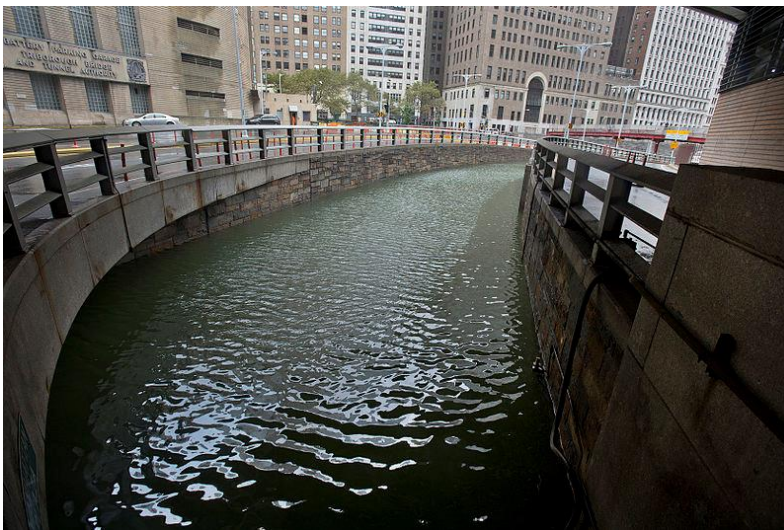


Abbildung 16: Viele Straßen und Tunnel wurden überflutet.

Quelle: Patrick Cashin (2012), Wikimedia. Lizenz: CC Attribution 2.0.

In der über hundertjährigen Geschichte der New Yorker Verkehrsbehörde war es nie zu einer solch schweren Zerstörung gekommen, insgesamt waren sieben U-Bahn Röhren überschwemmt. Auch der Flugverkehr blieb aus.

Die Schließung umliegender Schulen, Firmen und der Börse, welche seit 1985 erstmals geschlossen blieb (abgesehen von einer Schließung an den Tagen nach den Terroranschlägen 11. September 2001 auf das nahe gelegene Welthandelszentrum), zeigt wie ungewöhnlich sowie weltweit spürbar eine Katastrophe in dieser Weltmetropole ist<sup>39, 40</sup>. Der Bau des One World Trade Centers oder auch des „freedom Tower“ wurde aufgrund des Hurrikan „Sandy“ unterbrochen.

*{geschrieben von Annika Wintzen}*

---

<sup>38</sup> Daily News. LINK NICHT MEHR ERREIHBAR!

<sup>39</sup> Spiegel-online (2012): Hurrikan „Sandy“ „Zerstörungen unvorstellbaren Ausmaßes“.

<sup>40</sup> Piper, N. (2012): Der Schock nach dem Schock.

#### 4.4 Künftige Auswirkung auf New York

Die Auswirkung von weiteren Hurrikans sind je nach Stärke unterschiedlich. Ein Hurrikan einer kleinen Stufe würde keine großen Auswirkungen haben. Wenn sich die Temperatur jedoch stark weiter erhöht, entsteht die Gefahr, dass solch ein Wirbelsturm öfter entstehen wird.

Die Meerestemperatur wird nach einer Prognose in den nächsten Jahrzehnten stark ansteigen. In den Jahren von 2030 bis 2059 würde die Temperatur der Ozeane steigen, sodass das Risiko einer Hurrikan-Bildung [Abbildung 17] ansteigt.

Meeresoberflächentemperatur 2030-2059

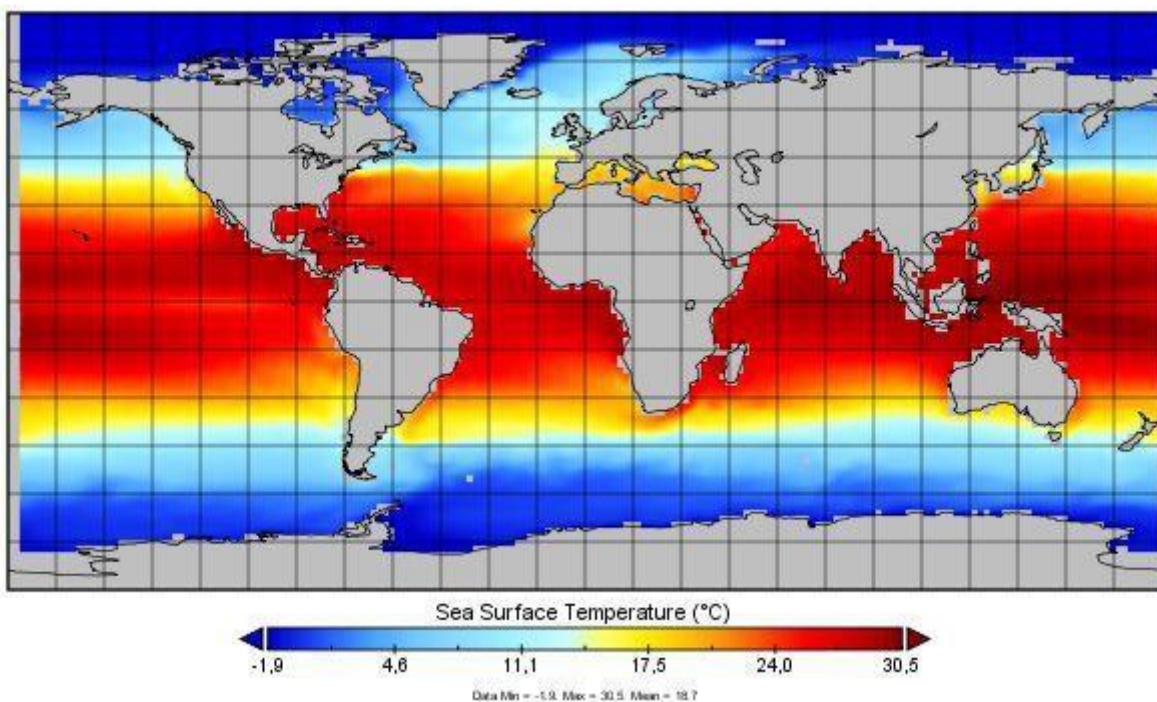


Abbildung 17: Meeresoberflächentemperatur 2030-2059.

Quelle: Abbildung mit Daten vom DKRZ mit Hilfe von Panoply selbst erstellt.

In den Jahren von 2070 bis 2099 steigt die Temperatur weiter an [Abbildung 18].



### Meeresoberflächentemperatur 2070-2099

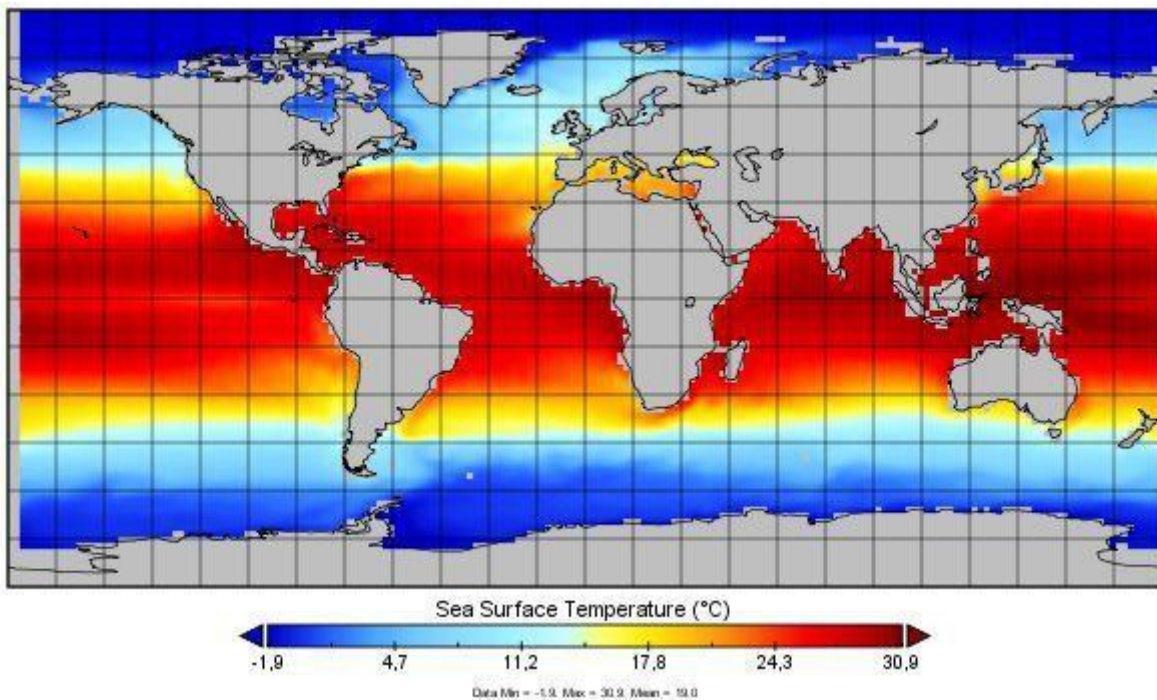


Abbildung 18: Meeresoberflächentemperatur 2070-2099.

Quelle: Abbildung mit Daten vom DKRZ mit Hilfe von Panoply selbst erstellt.

Anhand von genaueren Abbildungen [Abbildung 19 und 20] erkennt man speziell das Gebiet, in dem ein Hurrikan entstehen kann und wie warm die Temperatur in diesem Bereich ist.

### Meeresoberflächentemperatur 2030-2059 New York

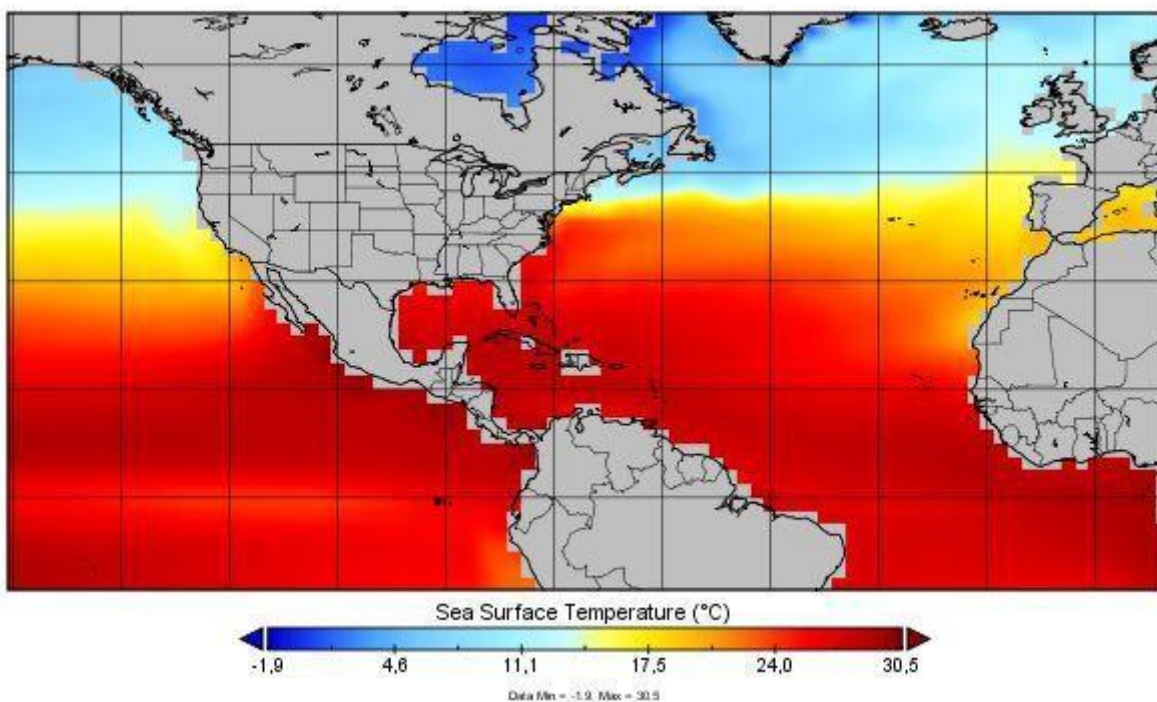


Abbildung 19: Meeresoberflächentemperaturen 2030-2059 im Entstehungsgebiet von Hurrikanen, die New York treffen könnten.

Quelle: Abbildung mit Daten vom DKRZ mit Hilfe von Panoply selbst erstellt.

Meeresoberflächentemperatur 2070-2099 New York

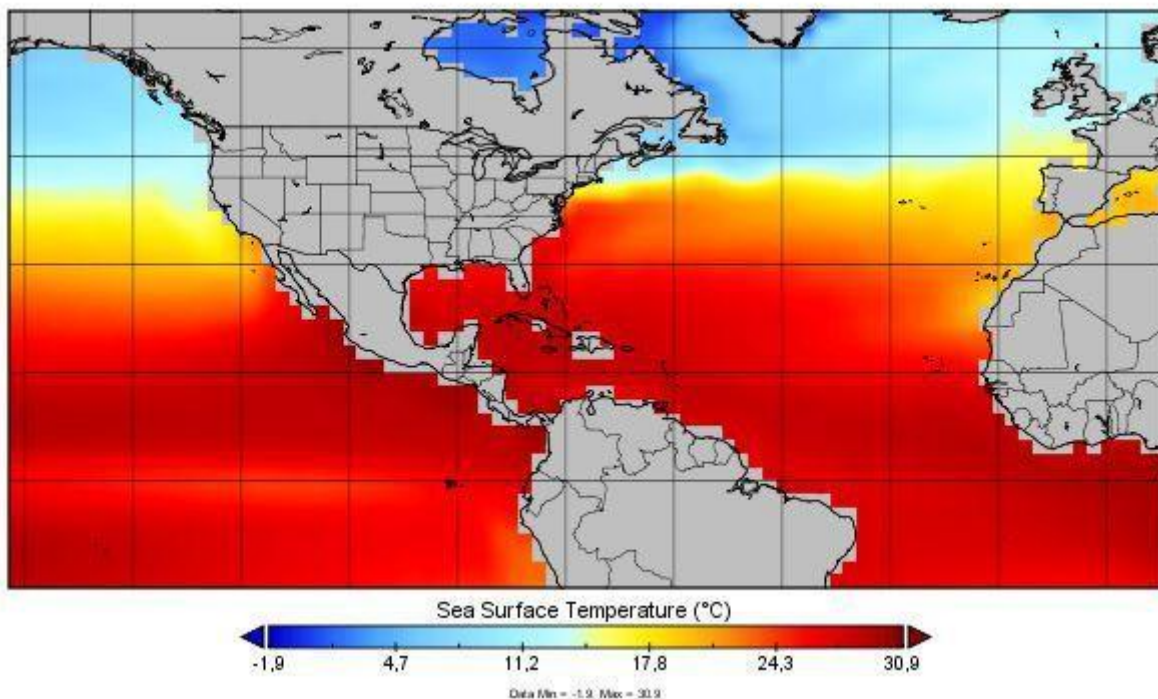


Abbildung 20: Meeresoberflächentemperaturen 2070-2099 im Entstehungsgebiet von Hurrikannen, die New York treffen könnten.

Quelle: Abbildung mit Daten vom DKRZ mit Hilfe von Panoply selbst erstellt.

Der Meeresspiegelanstieg würde die Folgen eines Hurrikans verstärken und die Stadt deshalb schneller in Unruhe versetzen als heute. Ein Hurrikan der Stärke fünf wie Hurrikan *Sandy* würde die Stadt erneut in ein Chaos stürzen und bei einem höheren Meeresspiegel weitere Stadtteile verwüsten.

Da der öffentliche Verkehr der Bahn gerade im Zentrum der Stadt (Manhattan) ausschließlich unterirdisch besteht, würde bei einem erneuten Hurrikan dieser Stufe das Verkehrsnetz erneut unterbrochen.

Da die Bahntunnel nicht wasserdicht sind und es auch bei normalen Regenfällen zu Wasser in der U Bahnstation kommt, welches jedoch bei geringen Mengen keine Auswirkungen hat, setzt den Hurrikan, welcher große Wassermengen mit sich zieht, dieses außer Betrieb.

Es ist nicht möglich die Bahn oberirdisch zu verlegen, da die Stadt zu eng bebaut ist und deshalb kein Platz besteht.

Generell ist New York City von der Lage am Wasser sehr geprägt und profitiert von dieser Lage, doch im Fall eines starken Extremereignisses kann sich die Stadt schlecht schützen.

Es ist wahrscheinlich, dass das Ansteigen der umliegenden Gewässer wie des Hudson Rivers zu schweren Schäden eines Hurrikans der gleichen Art wie 2012 führen könnte.

Das in den folgenden Jahren steigende Risiko einer Sturmflut erhöht das Ausmaß eines Hurrikans ebenfalls<sup>41</sup>.

*{geschrieben von Annika Wintzen}*

## **5. Fazit**

In unserer Ausarbeitung haben wir uns mit der Frage, ob New York aufgrund des Meeresspiegelanstiegs untergehen wird, beschäftigt. Um diese Frage beantworten zu können, haben wir uns einen räumlichen Überblick verschafft und uns mit den Ursachen des Meeresspiegelanstiegs und der Entstehung eines Hurrikans beschäftigt. Außerdem haben wir die lokale Situation analysiert und uns die Auswirkungen von Hurrikans sowie vom Meeresspiegelanstieg auf New York City angeguckt.

Der Bundesstaat New York liegt an der Ostküste der Vereinigten Staaten von Amerika und ist stark vom Wasser geprägt. Die Weltstadt New York ist eine der größten Metropolen weltweit, in der sich Millionen von Menschen angesiedelt haben.

Der Meeresspiegel, welcher in den letzten Jahren durch die fortlaufende Klimaerwärmung drastisch angestiegen ist, hat global verheerende Folgen. Gerade Städte, die von Gewässern umgeben sind, wie New York City, werden in den nächsten Jahren und Jahrhunderten die Auswirkungen stark zu spüren bekommen. Ein Beispiel dafür sind Sturmfluten, die in der gesamten Küstenregion zu starken Verwüstungen führen.

Hurrikans, die ebenfalls durch den Klimawandel verstärkt werden, da sie zur Entstehung warme Wassertemperaturen von mindestens 26°C benötigen, werden in den nächsten Jahren vermehrt auftreten. Schon im Jahr 2012 wurde New York City von dem Hurrikan Sandy getroffen, der zu starken Verwüstungen, Chaos sowie Überflutungen führte. Diese Naturkatastrophe hat wochenlang spürbare Folgen hinterlassen und New York Milliarden Dollar gekostet.

Zwischen dem Meeresspiegelanstieg und einem Hurrikan gibt es einen Zusammenhang durch den Klimawandel, denn beide werden von der steigenden Wärme beeinflusst. Dadurch, dass Gletscher durch die hohen Temperaturen schneller schmelzen, steigt der Meeresspiegel auch stärker an, was die Flutwellen,

---

<sup>41</sup> Piper, N. (2012): Der Schock nach dem Schock.

die von einem Hurrikan mitgezogen werden, stärker macht und somit auch in Städten größeren Schaden anrichten kann.

Die Auswirkungen des Klimawandels werden in New York und anderen Küstenregionen zukünftig verstärkt zu spüren sein. Man kann davon ausgehen, dass New York ein Opfer des Klimawandels und dem daraus folgenden Meeresspiegelanstieg wird. Die Stadt muss vermehrt mit Überschwemmungen zum Beispiel des Hudson River rechnen, der Manhattan und riesige Landstriche des Küstengebietes überfluten kann.

Die Folgen von solchen Überschwemmungen sind, dass es zu Ausfällen jeglicher Art, wie zum Beispiel von Strom und Verkehr, kommt. Von diesen Folgen ist meist noch wochenlang etwas zu spüren, da die Stadt wenig Möglichkeiten hat, sich vor Naturkatastrophen wie einem Hurrikan zu schützen und es sie deswegen umso stärker trifft.

Des Weiteren werden auch der Handel und die Erwerbstätigkeit eingeschränkt, da man zum einen den Hafen nicht mehr richtig erreichen kann und zum anderen die Händler durch Stromausfälle nicht mehr richtig arbeiten können. Auch werden durch Überflutungen Menschen und Tiere aus ihren Lebensräumen vertrieben, was zu einer großen Umsiedlung von Millionen von Menschen führen könnte.

Unserer Meinung nach wird New York in näherer Zukunft nicht komplett untergehen, da der Meeresspiegelanstieg ein langjähriger fortlaufender Prozess ist, welcher aber nicht zu einer Überflutung der gesamten Fläche führen wird. Es werden wahrscheinlich einige Teile von New York an das Meer verloren gehen, wodurch sich New York lediglich neu organisieren muss, aber ein Teil wird immer bestehen bleiben. Die New Yorker müssen sich nur Gedanken über den Schutz vor weiteren Fluten machen, da die Stadt aufgrund ihrer Lage sehr verletzlich ist. Schwere Verwüstungen und Überflutungen werden nun öfter die Folge von Naturkatastrophen werden, was New York City aber nicht zum Untergang bringen wird.

*{geschrieben von Annika Wintzen und Anna-Lena Blohm}*

## 6.1 Literaturverzeichnis

Bensch, D. (2011): New York City muss Untergang im Meer fürchten.

URL: <https://www.welt.de/wissenschaft/umwelt/article13202099/New-York-City-muss-Untergang-im-Meer-fuerchten.html>.

CNN (2018): Hurricane Sandy Fast Facts.

URL: <https://edition.cnn.com/2013/07/13/world/americas/hurricane-sandy-fast-facts/index.html>.

ded, spiegel online (2006): Zerstörerisches Duo: Hurrikan könnte Tsunami verursachen.

URL: <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/zerstoererisches-duo-hurrikan-koennte-tsunami-verursachen-a-412359.html>.

DKRZ (o.J.): Die Szenarien.

URL: <https://www.dkrz.de/media/klimasimulationen/ipcc-ar5/die-szenarien>.

Felsch, M. Köhler, R. (2008): New York, Bevölkerungsdichte.

URL: <https://diercke.westermann.de/content/new-york-bev%C3%B6lkerungsdichte-978-3-14-100700-8-203-3-0>.

Florida State University (2009): Meeresspiegelanstieg bedroht New York.

URL: <https://www.scinexx.de/news/geowissen/meeresspiegelanstieg-bedroht-new-york-city/>.

Hamburg.de (o.J.): Hamburg in Zahlen.

URL: <https://www.hamburg.de/info/3277402/hamburg-in-zahlen/>.

Kasang, D. (o.J. (a)): Meeresspiegeländerungen der Vergangenheit.

URL: <https://bildungsserver.hamburg.de/meeresspiegelanstieg/4511074/meeresspiegeländerungen-vergangenheit/>.

Kasang, D. (o.J. (b)): Meeresspiegelanstieg durch Ausdehnung (sterisch).

URL: <https://bildungsserver.hamburg.de/meeresspiegelanstieg/2129384/meeresspiegelsterisch/>.

Kasang, D. (o.J. (c)): Meeresspiegelanstieg durch Wasserzufuhr (eustatisch).

URL: <https://bildungsserver.hamburg.de/meeresspiegelanstieg/2129494/meeresspiegel-eustatisch/>.

Kasang, D. (o.J. (d)): Gefährdete Küsten.

URL: <https://bildungsserver.hamburg.de/meeresspiegelanstieg/2129530/kuesten/>.

Kasang, D. (o.J. (e)): Tropische Wirbelstürme: Aufbau, Entstehung, Verbreitung, Klassifizierung.

URL: <https://bildungsserver.hamburg.de/wetterextreme-klimawandel/3062880/tropische-wirbelstuerme/>.



Klimawiki (2016): Ursachen des Meeresspiegelanstiegs (einfach).

URL: [http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Ursachen\\_des\\_Meeresspiegelanstiegs\\_\(einfach\)](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Ursachen_des_Meeresspiegelanstiegs_(einfach)).

Klimawiki (2018 (a)): Ursachen des aktuellen Meeresspiegelanstiegs.

URL: [http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Ursachen\\_des\\_aktuellen\\_Meeresspiegelanstiegs](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Ursachen_des_aktuellen_Meeresspiegelanstiegs).

Klimawiki (2018 (b)): Warmes Klima im Pliozän

URL: [http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Warmes\\_Klima\\_im\\_Plioz%C3%A4n](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Warmes_Klima_im_Plioz%C3%A4n).

Klimawiki (2017 (a)): Aktueller Meeresspiegelanstieg, Abschnitt 2 Meeresspiegeländerungen.

URL: [http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Aktueller\\_Meeresspiegelanstieg#Meeresspiegel.C3.A4nderungen](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Aktueller_Meeresspiegelanstieg#Meeresspiegel.C3.A4nderungen).

Klimawiki (2017 (b)): Meeresspiegel der Zukunft.

URL: [http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Meeresspiegel\\_der\\_Zukunft](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Meeresspiegel_der_Zukunft).

Klimawiki (2017 (c)): RCP-Szenarien.

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

Latz, Wolfgang (Hrsg.) (2014): Diercke Praxis, Arbeits- und Lernbuch Einführungsphase. Braunschweig.

Naturkatastrophen.die-erde.com (2013): Naturkatastrophen Hurrikan.

URL: <http://naturkatastrophen.die-erde.com/hurrikan.php>.

NYC-Info (o.J.): Top 10 Sehenswürdigkeiten in New York.

URL: <https://www.nyc-info.de/sehenswert/sehenswuerdigkeiten/>.

Piper, N. (2012): Der Schock nach dem Schock. In: Süddeutsche Zeitung.

URL: <https://www.sueddeutsche.de/panorama/usa-nach-hurrikan-sandy-der-schock-nach-dem-schock-1.1512172>.

Planet-schule.de (o.J.): Was ist die Corioliskraft?

URL: [https://www.planet-schule.de/mm/die-erde/Barrierefrei/pages/Was\\_ist\\_die\\_Corioliskraft.html#Was\\_ist\\_die\\_Corioliskraft](https://www.planet-schule.de/mm/die-erde/Barrierefrei/pages/Was_ist_die_Corioliskraft.html#Was_ist_die_Corioliskraft).

Scinexx (2016): Land Unter für New York. Risiko für Hochwasser wie nach Hurrikan „Sandy“ ist schon jetzt verdreifacht.

URL: <https://www.scinexx.de/news/geowissen/land-unter-fuer-new-york/>.

Spiegel-online (2012): Hurrikan „Sandy“ zerstört unvorstellbaren Ausmaßes

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

Transamerika (o.J.): New York: Geographie und Landkarte.

URL: <http://www.transamerika.org/pages/usa/new-york/geographie-und-landkarte.php>.

Wasistwas.de (o.J.): Wie entsteht ein Hurrikan?

URL: <https://www.wasistwas.de/archiv-wissenschaft-details/wie-entsteht-ein-hurrikan.html>.

Wikipedia (2018): Liste der größten Städte der europäischen Union.

URL: [https://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_der\\_gr%C3%B6%C3%9Ften\\_St%C3%A4dte\\_der\\_Europ%C3%A4ischen\\_Union](https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_gr%C3%B6%C3%9Ften_St%C3%A4dte_der_Europ%C3%A4ischen_Union).

## 6.2 Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: New York: eine vom Meeresspiegelanstieg gefährdete Stadt.

Quelle: Rabich, Dietmar. (2012). Lizenz: CC BY-SA 4.0.

URL:[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:New\\_York\\_City\\_\(New\\_York,\\_USA\),\\_Empire\\_State\\_Building\\_-\\_2012\\_-\\_6448\\_\(bw\).jpg?uselang=de](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:New_York_City_(New_York,_USA),_Empire_State_Building_-_2012_-_6448_(bw).jpg?uselang=de).

Abbildung 2: Verortung des Bundesstaat New York.

Quelle: Mit eigenen Hervorhebungen auf Basis von: Open Street Map

<http://www.openstreetmap.org/>OpenStreetMap

URL: Veröffentlicht unter <http://opendatacommons.org/licenses/odbl/>ODbL.

Abbildung 3: New York mit allen großen Flüssen und Seen.

Quelle: Mit eigenen Hervorhebungen auf Basis von: Open Street Map

<http://www.openstreetmap.org/>OpenStreetMap

URL: Veröffentlicht unter <http://opendatacommons.org/licenses/odbl/>ODbL.

Abbildung 4: Die fünf Bezirke von New York.

Quelle: Wikipedia (2009). Lizenz: Creative Commons Attribution-Share Alike 2.5 Generic license. Lizenz: CC BY-SA.

URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:New\\_York\\_City\\_District\\_Map.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:New_York_City_District_Map.png).

Abbildung 5: Ursachen für den Meeresspiegelanstieg.

Quelle: Kasang, D. (o.J.):

URL:<https://bildungsserver.hamburg.de/meeresspiegelanstieg/2127658/meeresspiegel-einfuehrung/>.

Abbildung 6: Die Messdaten von dem weltweiten Meeresspiegel von 1993 bis 2016.

Quelle: NOAA, public domain.

URL:[http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:Sealevelrise\\_NOAA.jpg](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:Sealevelrise_NOAA.jpg).

Abbildung 7: RCP4.5 Szenario 2031-2060 (globale Ansicht).

Quelle: Abbildung mit Daten vom DKRZ mit Hilfe von Panoply selbst erstellt.

URL:<http://bildungsserver.hamburg.de/00-globale-daten/8665408/globaler-meeresspiegelanstieg/>. Datenquelle: Zur Verfügung gestellt werden die Daten über das [World Climate Research Programm CMIP5](#), ESGF. Modell: HadGEM2-ES des [Met Office Hadley Centre](#).

Abbildung 8: RCP4.5 Szenario 2070-2099 (globale Ansicht).

Quelle: Abbildung mit Daten vom DKRZ mit Hilfe von Panoply selbst erstellt.

URL: <http://bildungsserver.hamburg.de/00-globale-daten/8665408/globaler-meeresspiegelanstieg/>. Datenquelle: Zur Verfügung gestellt werden die Daten über das [World Climate Research Programm CMIP5](#), ESGF. Modell: HadGEM2-ES des [Met Office Hadley Centre](#).

Abbildung 9: Lage von Hamburg in Deutschland.

Quelle: TUBS (2009). Lizenz: CC- GNU-Lizenz.

URL: [https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Locator\\_map\\_Hamburg\\_in\\_Germany.svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Locator_map_Hamburg_in_Germany.svg).

Abbildung 10: Hamburg und seine Bezirke.

Quelle: Wikimedia Commons, TUBS (2012). Lizenz: CC- GNU-Lizenz.

URL:[https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Hamburg,\\_administrative\\_divisions\\_\(%2Bdistricts\\_%2Bboroughs\\_%2Bpop\)\\_-de\\_-\\_colored\\_\(less\\_colors\).svg](https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Hamburg,_administrative_divisions_(%2Bdistricts_%2Bboroughs_%2Bpop)_-de_-_colored_(less_colors).svg).

Abbildung 11: RCP 4.5 Szenario 2031-2060, Ausschnitt New York.

Quelle: Abbildung mit Daten vom DKRZ mit Hilfe von Panoply selbst erstellt.

URL: <http://bildungsserver.hamburg.de/00-globale-daten/8665408/globaler-meeresspiegelanstieg/>. Datenquelle: Zur Verfügung gestellt werden die Daten über das [World Climate Research Programm CMIP5](#), ESGF. Modell: HadGEM2-ES des [Met Office Hadley Centre](#).

Abbildung 12: RCP 4.5 Szenario 2070-2099, Ausschnitt New York.

Quelle: Abbildung mit Daten vom DKRZ mit Hilfe von Panoply selbst erstellt.

URL: <http://bildungsserver.hamburg.de/00-globale-daten/8665408/globaler-meeresspiegelanstieg/>. Datenquelle: Zur Verfügung gestellt werden die Daten über das [World Climate Research Programm CMIP5](#), ESGF. Modell: HadGEM2-ES des [Met Office Hadley Centre](#).

Abbildung 13: Querschnitt durch einen tropischen Wirbelsturm.

Quelle: NASA. Lizenz: Public Domain.

URL : [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hurricane\\_profile\\_graphic.gif](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hurricane_profile_graphic.gif).

Abbildung 14: Hurrikan Sandy

Quelle: NASA. Lizenz: Public Domain.

URL: [https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Hurrikan\\_Sandy](https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Hurrikan_Sandy).

Abbildung 15: Stromausfälle in vielen Teilen New Yorks.

Quelle: Hybirdd (2012), Wikimedia. Lizenz: CC Attribution 2.0.

URL: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sandy\\_Poweroutage\\_1.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sandy_Poweroutage_1.jpg).

Abbildung 16: Viele Straßen und Tunnel wurden überflutet.

Quelle: Patrick Cashin (2012), Wikimedia. Lizenz: CC Attribution 2.0.

URL:[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hugh\\_L.\\_Carey\\_Tunnel\\_during\\_Hurricane\\_Sandy\\_vc.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hugh_L._Carey_Tunnel_during_Hurricane_Sandy_vc.jpg).

Abbildung 17: Meeresoberflächentemperatur 2030-2059.

Quelle: Abbildung mit Daten vom DKRZ mit Hilfe von Panoply selbst erstellt.

URL: <http://bildungsserver.hamburg.de/00-globale-daten/8665408/globaler-meeresspiegelanstieg/>. Datenquelle: Zur Verfügung gestellt werden die Daten über das [World Climate Research Programm CMIP5](#), ESGF. Modell: HadGEM2-ES des [Met Office Hadley Centre](#).

Abbildung 18: Meeresoberflächentemperatur 2070-2099.

Quelle: Abbildung mit Daten vom DKRZ mit Hilfe von Panoply selbst erstellt.

URL: <http://bildungsserver.hamburg.de/00-globale-daten/8665408/globaler-meeresspiegelanstieg/>. Datenquelle: Zur Verfügung gestellt werden die Daten über das [World Climate Research Programm CMIP5](#), ESGF. Modell: HadGEM2-ES des [Met Office Hadley Centre](#).

Abbildung 19: Meeresoberflächentemperaturen 2030-2059 im Entstehungsgebiet von Hurrikanen, die New York treffen könnten.

Quelle: Abbildung mit Daten vom DKRZ mit Hilfe von Panoply selbst erstellt.

URL: <http://bildungsserver.hamburg.de/00-globale-daten/8665408/globaler-meeresspiegel-anstieg/>. Datenquelle: Zur Verfügung gestellt werden die Daten über das [World Climate Research Programm CMIP5](#), ESGF. Modell: HadGEM2-ES des [Met Office Hadley Centre](#).

Abbildung 20: Meeresoberflächentemperaturen 2070-2099 im Entstehungsgebiet von Hurrikanen, die New York treffen könnten.

Quelle: Abbildung mit Daten vom DKRZ mit Hilfe von Panoply selbst erstellt.

URL: <http://bildungsserver.hamburg.de/00-globale-daten/8665408/globaler-meeresspiegel-anstieg/>. Datenquelle: Zur Verfügung gestellt werden die Daten über das [World Climate Research Programm CMIP5](#), ESGF. Modell: HadGEM2-ES des [Met Office Hadley Centre](#).