

Der Meeresspiegelanstieg in Bangladesch und den Niederlanden

Silvia Amin, Sabrina Amin

Wie wirkt sich der Meeresspiegelanstieg in Bangladesch im
Vergleich zu den Niederlanden aus?



Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| 1. Einleitung..... | 1 |
| 2. Meeresspiegelanstieg..... | 2 |
| 2.1 Ursachen..... | 2 |
| 2.1.1 Sterischer Meeresspiegelanstieg..... | 3 |
| 2.1.2 Eustatischer Meeresspiegelanstieg..... | 3 |
| 2.2 Meeresspiegelanstieg in Bangladesch und den Niederlanden | 5 |
| 2.3 Datenvergleich..... | 6 |
| 2.4 Vergangenheit-Zukunft..... | 7 |
| 3. Folgen des Meeresspiegelanstiegs in Bangladesch und den Niederlanden..... | 8 |
| 3.1 Überflutungen..... | 8 |
| 3.2 Überschwemmungen infolge von Sturmfluten..... | 10 |
| 3.3 Versalzung des Grundwassers..... | 11 |
| 4. Maßnahmen gegen den Meeresspiegelanstieg..... | 12 |
| 4.1 Schutzmaßnahmen in den Niederlanden..... | 13 |
| 4.2 Schutzmaßnahmen in Bangladesch..... | 14 |
| 5. Fazit..... | 15 |
| 6. Quellenverzeichnis..... | 17 |

1. Einleitung

Zu den vielen Folgen der globalen Erderwärmung gehört der Meeresspiegelanstieg. Dieser bedroht riesige Landflächen und Lebensräume entlang der Küsten. Insbesondere betroffen sind dabei Staaten, die ausgedehnte und tiefliegende Küsten besitzen. Zu diesen gehören unter anderem die hochindustrialisierten Niederlande sowie das Entwicklungsland Bangladesch. „*Das Wasser ist die Mutter unseres Landes*“, so lautet ein zuversichtliches Sprichwort der Bangladescher. Durch das von Hochwässern angespülte Schwemmland ist Bangladesch einer der fruchtbarsten Regionen der Welt (Klingholz 1991, S.26).

Tatsächlich bringt das Wasser Bangladesch, eines der ärmsten Länder der Welt, jedoch mehr Fluch als Segen. Jährlich wird die Welt durch Bilder von Flutkatastrophen in Bangladesch erschüttert. Wie Bangladesch kämpfen auch die Niederlande schon seit Jahrhunderten gegen die Gewalten des Wassers an. Da beide Länder potenziell gleich stark von dem Meeresspiegelanstieg betroffen sind und mit den gleichen Folgen zu rechnen haben, stellt sich für uns die Frage, wie sich der Meeresspiegelanstieg in beiden Ländern auswirken wird. Die regionalen Auswirkungen sind nämlich nicht nur von den geografischen Gegebenheiten, sondern auch von den wirtschaftlichen und sozialen Umständen abhängig (Butzengeiger und Horstmann 2004).

Deswegen haben wir uns dafür entschieden die Länder Bangladesch und Niederlande, die einen großen Kontrast darstellen, zu vergleichen. Unsere Intention liegt darin, Gemeinsamkeiten und Unterschiede festzustellen, um somit einen Ausblick darüber zu geben, wie sich der Meeresspiegelanstieg in Bangladesch im Vergleich zu den Niederlanden auswirken wird. Zudem wollen wir an dem Vergleich der Länder Bangladesch und Niederlande nicht nur beispielhaft verdeutlichen, welche Auswirkungen auf die Bevölkerung und die Natur beider Länder zukommt, sondern auch wie verschieden die Kapazitäten des Landes sein können, sich gegen mögliche Folgen des Meeresspiegelanstiegs zu schützen. Im weiteren Verlauf der Arbeit soll zunächst einmal geklärt werden, wie es zum Meeresspiegelanstieg kommt und warum gerade die Niederlande und Bangladesch von diesem betroffen sind. Wir werden die Vergangenheit und die Zukunft des Meeresspiegelanstiegs untersuchen und mögliche Folgen für die Regionen erläutern. Schließlich gehen wir auf die Gegenmaßnahmen beider Länder ein, um zu zeigen wie sie sich und ob sie sich überhaupt vor den möglichen Folgen des Meeresspiegelanstiegs schützen können und welche Möglichkeiten ihnen dabei zur Verfügung stehen.

Zu guter Letzt erfolgt ein abschließender Vergleich zwischen den Niederlanden und Bangladesch, um eine Aussage über die Zukunft beider

Länder zu machen und unsere Leitfrage „Wie wirkt sich der Meeresspiegelanstieg in Bangladesch im Vergleich zu den Niederlanden aus?“ zu beantworten.

2. Meeresspiegelanstieg

Der Meeresspiegelanstieg stellt eine besonders große Bedrohung für die Weltbevölkerung dar. Ca. 1 Milliarde Menschen leben in Regionen, für die, Jahrhunderthochwasser eine Bedrohung darstellen (Monget 2007, S.44). Grundsätzlich wird der Meeresspiegelanstieg als der *„seit über 100 Jahren zu beobachtende weltweite Anstieg des Meeresspiegels um durchschnittlich ein Millimeter pro Jahr, der vor allem auf der thermischen Ausdehnung des Meerwassers infolge der Temperaturerhöhung der Atmosphäre sowie auf dem Abschmelzen festländischer Eismassen beruht“* definiert (Bammel et al. 2008, S.158).

Der Meeresspiegelanstieg ist eine unumgängliche Folge der globalen Erderwärmung. Große Meeresspiegeländerungen in der Erdgeschichte bestätigen, dass die Veränderung des Meeresspiegels immer mit einer Temperaturveränderung verbunden war. So lag der Meeresspiegel auf dem Höhepunkt der Eiszeit ca. 120 m niedriger als heutzutage, während die letzte Warmperiode vor 120 000 Jahren einen Meeresspiegelanstieg von mehreren Metern mit sich brachte (vgl. Bammel et al. 2008, S.158).

Aus der globalen Erwärmung resultiert, dass der weltweite Meeresspiegel im 20. Jahrhundert rasant angestiegen ist, durchschnittlich um 12-22 cm (IPCC 2007). In den nächsten Abschnitten werden wir uns genauer mit dem Meeresspiegelanstieg beschäftigen, speziell im Hinblick auf den Meeresspiegelanstieg in den Niederlanden und Bangladesch. Zunächst werden wir die Hauptursachen des Meeresspiegelanstiegs erläutern.

2.1 Ursachen

Man unterscheidet bei den Ursachen des Meeresspiegels zwischen:

-sterischen Meeresspiegeländerungen, den Änderungen des Meeresspiegels aufgrund von Dichteänderungen

-eustatischen Meeresspiegeländerungen, „den Änderungen durch das Hinzufügen von Wasser aus nicht-ozeanischen Wasserspeichern“ (Kasang 2011, S. 2).

Vor allem die thermale Expansion des Meerwassers und die durch das Abschmelzen von Eis auf dem Land hervorgerufene Zunahme des Wasservolumens gelten als Hauptursache des Meeresspiegelanstiegs (Kasang 2011, S.2).

2.1.1 Sterischer Meeresspiegelanstieg

Der sterische Meeresspiegelanstieg hat als Hauptursache die durch die Erwärmung der Ozeane hervorgerufene thermische Ausdehnung des Meerwassers (thermosterischer Anstieg) sowie daneben die Volumenzunahme als Resultat der Verringerung des Salzgehaltes, auch halosterischer Anstieg genannt (Kasang 2011, S.4). Durch die globale Erwärmung wird eine Erwärmung der oberen Wasserschichten der Ozeane bewirkt. Physikalische Gesetze tragen dazu bei, dass die Dichte des Wassers abnimmt, das Volumen, bei gleicher Masse, hingegen zunimmt, was zu einer Erhöhung des Meeresspiegels führt. Diesen Effekt bezeichnet man als thermosterischen Meeresspiegelanstieg. Die hohe Wärmekapazität des Wassers führt dazu, dass die Wärme des Oberflächenwassers nur verlangsamt in tiefere Schichten gelangt. Daraus resultiert, dass „60% der Erwärmung des Ozeans in der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts daher in den oberen 700 m stattfand“ (Kasang 2011, S.4).

Durchschnittlich hat sich die Temperatur in den oberen 3000m des Ozeans um 0.037°C erhöht (Kasang 2011, S.4). Für den Zeitraum 1955-2003 lässt sich anhand der Ozeanerwärmung bis in 3000 m Meerestiefe ein thermosterischer

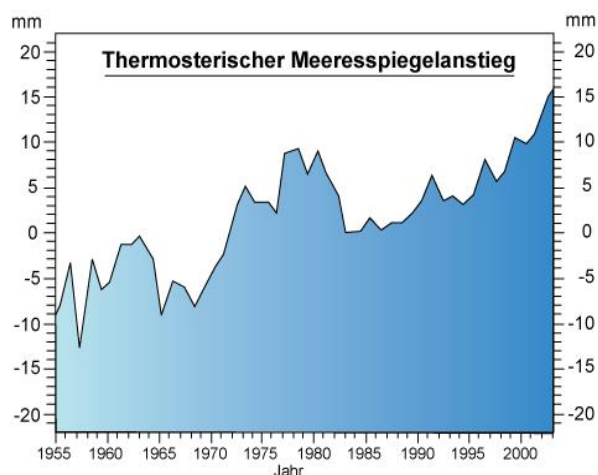


Abb.1: Der Meeresspiegelanstieg, verursacht durch die Ozeanerwärmung von 1955-2003 für die 0-700 m Schicht (Kasang nach Antonov, et al, 2005)

Anstieg des Meeresspiegels von 0,4 cm pro Jahrzehnt ableiten. Für die Zeitspanne 1993-2003 ist sogar ein Anstieg von 1,5 cm pro Jahrzehnt auf die thermische Ausdehnung des Wassers zurückzuführen. Somit hat sich der Anstieg des Meeresspiegels in diesem Zeitraum hinsichtlich der gesamten Periode verdreifacht.

Des Weiteren trägt, wenn auch nur gering, der **halosterische Effekt** zu einem Anstieg des Meeresspiegels bei, der 10% des thermosterischen Meeresspiegelanstiegs ausmacht. Unter dem halosterischen Meeresspiegelanstieg versteht man die Verringerung des Salzgehaltes, wodurch die Dichte des Meerwassers

abnimmt, das Volumen hingegen zunimmt. Auch das führt zu einem Anstieg des Meeresspiegels (Kasang 2011, S.4).

2.1.2 Eustatischer Meeresspiegelanstieg

Unter dem eustatischen Meeresspiegelanstieg versteht man die hervorgerufene Zunahme des Wasservolumens durch das Abschmelzen von Eis auf dem Land. Man unterteilt den eustatischen Anstieg in Gletscherschmelze und das Abschmelzen von Eisschilden.

Auf der Erde befinden sich derzeit zwei große kontinentale Eisschilde, in Grönland und in der Antarktis, beide mit durchschnittlichen Dicken von 3-4 km (Schubert et al. 2006, S.36). In der Antarktis reicht die Wärme im Sommer, trotz der globalen Erwärmung, nicht aus um größere Mengen des Eises schmelzen zu lassen. Im Gegenteil, die globale Erwärmung trägt vielmehr zu vermehrtem Schneefall bei, wodurch es zur vermehrten Eisbildung kommt und der Meeresspiegel sinkt. Jedoch ist seit 1995 ein Zerfall des Larsen-Schelfeises zu beobachten, denn große Teile des schwimmenden Eisschelfs sind abgebrochen. Würden diese allmählich ins Meer gleiten, müsste man mit einem Anstieg des Meeresspiegels rechnen. Dies ist auf die globale Erwärmung zurückzuführen, Messungen seit den 1940er Jahren im Bereich des Larsen Eisschelfs bestätigen, dass die Temperatur um etwa 0,5°C pro Jahrzehnt angestiegen ist.

Die Eisschilde in Grönland werden wahrscheinlich einen höheren Beitrag zum Meeresspiegelanstieg leisten als in der Antarktis. Denn dort sind die Temperaturen im Sommer hoch genug, um das Eis zum Schmelzen zu bringen (Uherek, 2007).

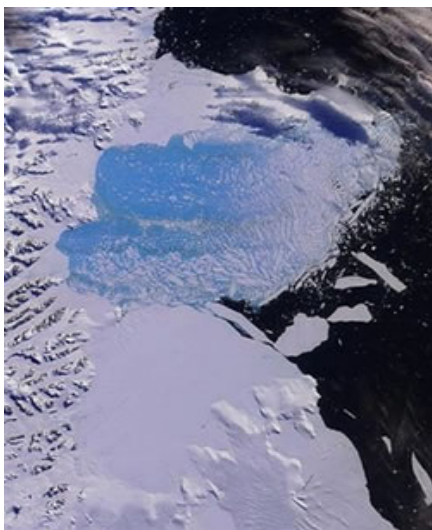


Abb.2: *Das Larsen B Eisschelf an der Spitze der antarktischen Halbinsel. Die blaue Farbe zeigt Schmelzwasser an der Eisoberfläche. Im Februar 2002 wurde ein Eisfeld von 3250 km² abgetrennt. Ca. 720 Mil. Tonnen lösten sich hierbei in Richtung Ozean. (Uherek, 2007)*

Das Schmelzen des kompletten Grönlandeises würde den Meeresspiegelanstieg um etwa 7 m ansteigen lassen, das des Antarktischen Eisschildes sogar um 60 m. Keine direkte Rolle spielt der Verlust des arktischen Meereises hingegen für den globalen Meeresspiegelanstieg. Das liegt daran, dass das im Meer schwimmende Meereis, das gleiche Volumen verdrängt wie auch im geschmolzenen Zustand. Daraus würden somit keine Änderungen des Meeresspiegels resultieren (Harmeling et al. 2008, S.36).

Ein weiterer Faktor für den Meeresspiegelanstieg ist das Schmelzwasser von Gebirgsgletschern, hervorgerufen durch die globale Erwärmung. Es lässt sich seit etwa 50 Jahren ein Rückgang der Gletscher beobachten. Dieses Schmelzwasser führt direkt zum Anstieg des Meeresspiegels, da dieses direkt in den Ozean gelangt. Etwa 0,2 Mio. km³ beträgt das Volumen der Gletscher weltweit. 0,5 m würde der Meeresspiegel bei einem vollständigen Abschmelzen der Gletscher steigen (Latif 2002, S.95).



Abb.3 : Meeresspiegelanstieg durch das Schmelzen von Gletschern und Eiskappen 1961-2003 (Kasang 2011, S.5)

In dem Zeitraum 1961-2003 lag der Anteil von Gletschern und Eiskappen am Anstieg des Meeresspiegelanstiegs bei 0,5 cm pro Jahrzehnt. Im Jahrzehnt 1994-2003 ist es mit 0,93 cm nahezu zu einer Verdopplung gekommen. In den folgenden Jahren ist es nochmals zu einem Anstieg auf 1,1 mm/Jahr gekommen (Kasang 2011, S. 5).

Weitere Beiträge zum globalen Meeresspiegelanstieg stellen vor allem die Veränderungen von

Meeresströmungen und von geologischen Prozessen dar, die den Meeresspiegel jedoch nur regional verändern. So können Änderungen des Fassungsvermögens der Ozeanbecken durch Hebungen und Senkungen zu einer Veränderung des Meeresspiegels führen. So zeigen Pegelmessungen einen fallenden Meeresspiegel im Indischen Ozean um die Malediven, trotz des globalen Meeresspiegelanstiegs. Diese regionalen Effekte können jedoch übertroffen werden und weltweit zu einem Anstieg führen, wenn sich der globale Meeresspiegel beschleunigt (Schubert et al. 2006, S.36).

2.2 Meeresspiegelanstieg in den Niederlanden und Bangladesch

Die Niederlande und Bangladesch sind beide potenziell sehr stark durch den Meeresspiegelanstieg gefährdet, vor allem ihre geographische Lage trägt zu einer besonderen Bedrohung bei.

Die Niederlande sind, wie ihr Name schon verrät, ein Tiefland und bedingt durch ihre tiefe und küstennahe Lage besonders gefährdet. Etwa 38% des Landes liegen unterhalb des Meeresspiegels und ca. die Hälfte des Landes liegt weniger als einen Meter über dem Meeresspiegel (Hell et al. 2003, S.70). Ca. 20 cm in 100 Jahren ist der Meeresspiegel in den Niederlanden schon angestiegen, zum Teil durch eine Absenkung des Deltas, dem Rhein-Maas-Schelde-Delta. Studien sehen einen Meeresspiegelanstieg von 20-110 cm, durchschnittlich 60 cm, bis 2100 voraus (Butzengeiger und Horstmann, 2004).

Noch gefährlicher wird die Situation in Bangladesch eingestuft. Weite Teile des tief und flach liegenden Landes liegen nur wenige Meter über dem Meeresspiegel. Vergleichbar mit den Niederlanden, liegt auch Bangladesch im Mündungsbereich dreier großer Flüsse, dem Brahmaputra, Ganges und Meghna, die ein Flussdelta bilden (Butzengeiger und Horstmann, 2004). 28 % der Bevölkerung Bangladeschs, etwa 35 Mio. Bangladescher, leben in der Küstenzone Bangladeschs, was ein Drittel der Bevölkerung ausmacht. 62 %

dieser Küstenzone liegen weniger als 3 m über dem Meeresspiegel (Kasang, 2011). Hinzu kommt, dass das Land durch tektonische Bewegungen leicht absinkt, sodass der Meeresspiegelanstieg jährlich um 4-8 mm ansteigt. Rechnerisch ergibt sich daraus in 20 Jahren, ein Anstieg von 8-16 cm. Im Vergleich zu den Niederlanden steigt der relative Meeresspiegelanstieg in Bangladesch doppelt bis viermal so stark an (Butzengeiger und Horstmann, 2004).

Im nächsten Punkt „Datenvergleich“ werden die genannten Aspekte der Niederlande und Bangladeschs tabellarisch gegenübergestellt.

2.3 Datenvergleich

Die vorliegende Tabelle fasst die wesentlichen Unterschiede zwischen Bangladesch und den Niederlanden, bezogen auf ihre geographische Lage, die Bevölkerung, ihre Wirtschaft und vor allem den Meeresspiegel, prägnant zusammen.

| | Niederlande | Bangladesch |
|--|--------------------------|--------------------------|
| Fläche | 41.528 km ² | 147.569 km ² |
| Einwohnerzahl | 16.680.000 | 142.319.000 |
| Bruttoinlandsprodukt pro Kopf | 40.764 \$ | 547 \$ |
| Küstenlinie | 451 km | 580 km |
| Bisheriger Meeresspiegelanstieg | 20 cm/ 100 Jahre | 20 cm/ 100 Jahre |
| Erwarteter Meeresspiegelanstieg | 60 cm (durchschnittlich) | 180cm (durchschnittlich) |
| Gefährdete Bevölkerung (bei 1m Anstieg) | 5.139.000 | 15.000.000 |
| Gefährdete Landesfläche (bei 1m Anstieg) | 20.277 km ² | 30.000 km ² |
| Co ₂ Emissionen pro Kopf | 11,2 Tonnen | 0,3 Tonnen |

Bangladesch ist mit seiner Landesfläche 3-4 Mal größer als die Niederlande, und auch die Einwohnerzahl Bangladeschs ist deutlich höher als die der Niederlande, denn Bangladesch stellt das am dichtesten besiedelte Land der Welt dar. Demnach ist mehr Landesfläche sowie mehr Bevölkerung in Bangladesch als in den Niederlanden durch den Meeresspiegelanstieg bedroht und gefährdet. Desweiteren steigt, wie bereits erwähnt, im Vergleich zu den Niederlanden der relative Meeresspiegelanstieg bis 2100 in Bangladesch doppelt bis viermal so stark an.

Erwähnenswert ist außerdem, dass die Niederlande pro Kopf durchschnittlich 11,2 Tonnen

Abb.4: Tabellarischer Vergleich zwischen Bangladesch und den Niederlanden (Eigene Darstellung nach Gehring et al., 2008; Schubert et al., 2008; Kasang, 2011)

CO₂ emittiert, im Vergleich Bangladesch nur 0,3 Tonnen, genauer gesagt ist Bangladesch nur verantwortlich für 0.06 % der weltweiten Emission von Treibhausgasen, trotzdem ist es eines der am meisten durch die globale Erwärmung gefährdeten Länder (Kasang, 2011). Ebenfalls sind die Niederlande Bangladesch in finanzieller Hinsicht weit voraus, denn Bangladesch ist eines der ärmsten Länder der Welt.

2.4 Meeresspiegel: Vergangenheit-Zukunft

Die Klimakarte zeigt den projizierten Meeresspiegelanstieg in dem Zeitraum 2071-2100, für das A1B-Szenario. Dieses Szenario „beschreibt eine zukünftige Welt mit sehr raschem Wirtschaftswachstum, einer Mitte des 21. Jahrhunderts

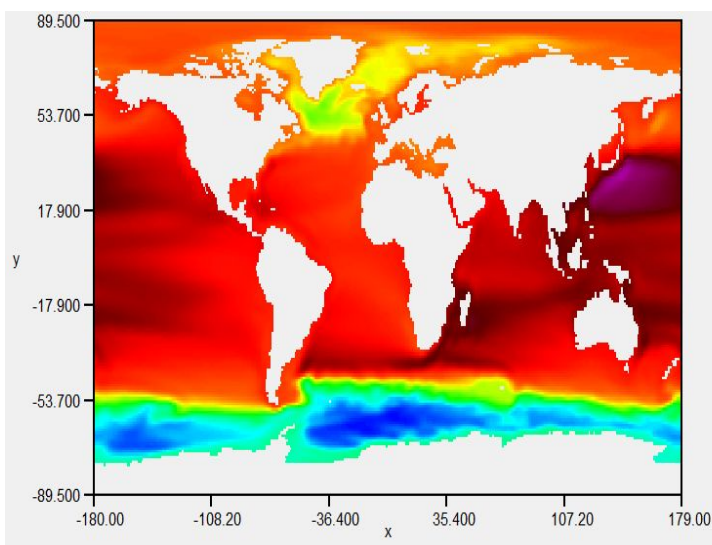


Abb. 5 : Meeresspiegelanstieg bis 2071-2100 (in m); Daten nach Roeckner ;Lautenschlager; Schneider,2006

kulminierenden und danach rückläufigen Weltbevölkerung, und rascher Einführung neuer und effizienterer Technologien“ (Kasang, 2011). Desweiteren geht dieses Szenario von einer ausgewogenen Nutzung aller Energiequellen aus, das heißt aus fossilen und auch aus erneuerbaren Energien.

Die Klimakarte zeigt erhebliche regionale Unterschiede des Meeresspiegelanstiegs auf, so beträgt der Anstieg in den Niederlanden ca. 0,3 m und in Bangladesch ca. 0,7 m.

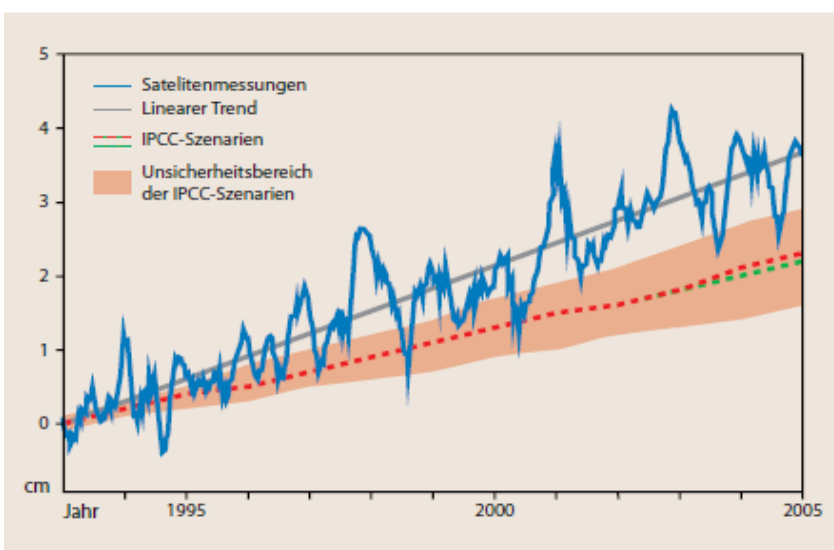


Abb.6: Der Anstieg des globalen Meeresspiegels aus Satellitenmessungen (obere Linie mit ihrem linearen Trend) sowie die Projektionen des IPCC mit ihrem Unsicherheitsbereich (Schubert et al. 2006, S.37)

Der Meeresspiegel ist seit dem 19. Jahrhundert dramatisch angestiegen, und vor allem im 20. Jahrhundert beschleunigt sich der Meeresspiegelanstieg enorm, demnach stieg der mittlere globale Meeresspiegel von 1961-2003 mit einer Geschwindigkeit von ca. 1.8 mm pro Jahr, während die Anstiegs-

geschwindigkeit zwischen 1993-2003 bei durchschnittlich 3,1 mm pro Jahr lag (Cramer et al. 2007, S.155).

Pegelmessungen zufolge beträgt der globale Meeresspiegelanstieg seit 1870, 20 cm, wohingegen, Anfang des 19. Jahrhunderts noch überhaupt kein Anstieg des Meeresspiegels zu verzeichnen war. Aus dem beobachteten Zeitraum von 1993-2005 lässt sich ein Anstieg von 3 cm ablesen (Schubert et al. 2006, S.36).

3. Folgen des Meeresspiegelanstiegs in Bangladesch und den Niederlanden

Ein Anstieg des durchschnittlichen Meeresspiegels von bis zu 1 Meter, wie er von Klimamodellen bis 2100 ermittelt wurde, wird für viele Küstengebiete drastische Folgen haben. Als eine große Bedrohung gilt nicht nur der bloße Meeresspiegelanstieg. Auch die Folgen, die aus dem Meeresspiegelanstieg resultieren, sind zu beachten. Zu diesen Folgen zählen unter anderem das höhere Auflaufen von Sturmfluten, die Erosion von Küstengebieten und die Versalzung von Grundwasser auf Grund des Eindringens von Salzwasser in küstennahes Grundwasser (Kasang, 2011).

Im Folgenden sollen die verschiedenen Folgen des Meeresspiegelanstiegs, die in Bangladesch sowie in den Niederlanden zu erwarten sind, erläutert werden.

3.1 Überflutungen

In Folge des Meeresspiegelanstiegs wird es in vielen Gebieten, wie in Bangladesch und den Niederlanden, zur Überflutung von Küstengebieten kommen. Als Überflutung wird hierbei die „dauerhafte Wasserbedeckung von Landflächen“ bezeichnet. (Als eine Überschwemmung hingegen gilt die „vorübergehende“, eher „episodenhafte“ Wasserbedeckung von Landflächen) (Schubert et al. 2006, S.41).

Verantwortlich für die Überflutungen ist der Rückgang der Küstenlinien. Mit jedem Zentimeter, mit dem der Meeresspiegel steigt, rückt die Küstenlinie etwa 1 Meter landeinwärts (Köhler 2009, S.10). Die unmittelbaren Folgen davon wären der Verlust von Land und die damit verbundene Flucht und Migration von Teilen der Bevölkerung. Diese Folgen würden sich besonders stark auf Bangladesch auswirken (Jakobeit und Methmann, 2007). Dazu kommt, bedingt durch die geographische Lage, dass die Überflutungen in Bangladesch noch weiter verstärkt werden. Ein Meeresspiegelanstieg würde das Wasser der großen Ströme, die in den Golf von Bengalen münden, aufstauen, dadurch würde sich die Fluthöhe zusätzlich erhöhen und es würde zu weiteren Überflutungen im Inneren des Landes kommen (Kasang, 2011).

| Jahr | 2020 | 2050 | 2100 |
|----------------------|---------------------------------------|---|--|
| Meeresspiegelanstieg | 10 cm | 25 cm | 1 m |
| Land überflutet | 2% des Landes = 2 500 km ² | 4% des Landes = 6 300 km ² | 17,5% des Landes = 25 000 km ² |
| Sturmfluten | | 10% mehr Intensität, Sturmfluthöhen bis 8,6 m | Sturmfluthöhen bis 9,1 m |
| Überschwemmungen | 20% Zunahme | Zunehmende Überschwemmung der Ganges- und Megna-Flussebenen | Starke Ausdehnung der Überschwemmungsgebiete |
| Landwirtschaft | 1% Ernteverlust | 2% Ernteverlust | Starke Ernteverluste durch Überschwemmungen |
| Ökosysteme | 15% der Sundarbans überflutet | 40% der Sundarbans überflutet | Verlust der Sundarbans; dadurch Verlust von Laichplätzen |
| Versalzung | Zunahme | Zunahme | Zunahme |

Abb.7: Verschiedene Folgen des Meeresspiegelanstiegs für Bangladesh bei 10, 25 und 100 cm Anstieg (Kasang, 2011)

Ein Meeresspiegelanstieg würde weite Teile der Landgebiete Bangladeschs in Teile des Ozeans verwandeln. Geht man von einem Anstieg von 1,50 Metern aus, der noch in diesem Jahrhundert für möglich gehalten wird, wenn der Treibhausgasaußstoß nicht deutlich reduziert wird, würde das bedeuten, dass etwa 22.000 km² überflutet werden würden. Das entspräche 15% der gesamten Landesfläche Bangladeschs. Dieser Verlust von 22.000 km² Landfläche bedeutet nicht nur die Zerstörung von Siedlungsgebieten und fruchtbaren Ackerflächen, sondern auch, dass geschätzt 21 Millionen Menschen heimatlos und zu Umweltflüchtlingen im eigenen Land werden würden (Harmelig et al. 2008, S.58). Die einzige Möglichkeit die ihnen bliebe, wäre es ins Landesinnere zu ziehen, was sich aufgrund der jetzt schon hohen Bevölkerungsdichte als problematisch erweisen würde. Desweiteren würde dies zu „sozialen Problemen führen und ein erhebliches Entwicklungshindernis darstellen“ (Jakobeit und Methmann, 2007).

Eine weitere Folge die aus den Überflutungen resultieren würde, ist die Zerstörung der Mangrovenwälder der Sundarbans im Südwesten der Küstenzone, die die größten Mangrovenwälder der Erde sind. Bereits bei einem Anstieg von 25 cm im Jahr 2050 wären 40 % der Sundarbans überflutet. Ein bedeutender Grund, weshalb die Mangrovenwälder so wichtig sind, ist, dass sie eine Schutzwand bieten, die die immer öfter auftretenden Sturmfluten und Orkanwinde abbremsst und abschwächt und auf diese Weise das Hinterland schützt (Falk 2010, S.35). Bei einem Anstieg von mehr als einem Meter kann man davon ausgehen, dass die Lebensgrundlage von 10 Millionen Menschen, die dort vor allem Fischfang betreiben, verloren gehen würde (Kasang, 2011).

In Europa wären die Überflutungen in Folge des Meeresspiegelanstiegs in den Niederlanden, dem am tiefsten liegenden Land, am höchsten.

| Land | 1 m Anstieg | % der Staats-Fläche | Gefährdete Bevölkerung | 5 m Anstieg | % der Staats-Fläche | Gefährdete Bevölkerung |
|----------------|-----------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|
| Niederlande | 20277 km ² | 48,4 % | 5 139 000 | 26611 km ² | 63,6 % | 7 717 000 |
| Deutschland | 13910 km ² | 4,0 % | 1 565 000 | 22211 km ² | 6,2 % | 2 866 000 |
| Polen | 3781 km ² | 1,2 % | 345 000 | 5410 km ² | 1,7 % | 556 000 |
| Dänemark | 3177 km ² | 7,4 % | 155 000 | 8437 km ² | 19,6 % | 501 000 |
| Großbritannien | 2540 km ² | 1,0 % | 372 000 | 8230 km ² | 3,4 % | 1 562 000 |
| Belgien | 1148 km ² | 3,8 % | 262 000 | 3209 km ² | 10,6 % | 1 071 000 |

Abb.8: Die Folgen des Meeresspiegelanstiegs von 1 bzw. 5 Metern in den Niederlanden im Vergleich zu anderen europäischen Staaten (Kasang, 2008)

Geht man an der Küste der Niederlande von einem Meeresspiegelanstieg von 1 Meter aus, wäre auch hier mit fatalen Folgen zu rechnen, falls sich die Niederlande nicht ausreichend schützen. Bei einem Anstieg von 1 Meter wären 20.277 km² Land überflutet. Das entspräche 48,4% der gesamten Landesfläche. Unter diesen Bedingungen wären 5.139.000 Menschen ernsthaft gefährdet (siehe Abbildung 10). Bei einem Anstieg von 5 Metern wären sogar 63,6% Landfläche überflutet und 7.717.000 Menschen bedroht (siehe Abbildung 8).

Grundsätzlich sind die Niederlande sehr gut gerüstet, um mit verschiedenen Aspekten des Klimawandels fertig zu werden, insbesondere auf Überflutungen sind die Niederlande vorbereitet. Dies ist zurückzuführen auf ihr komplexes System von Pumpen, Deichen und anderen Maßnahmen, welches im Laufe der Jahrhunderte von ihnen errichtet wurde.

3.2 Überschwemmungen infolge von Sturmfluten

Zu den schweren Folgen des Meeresspiegelanstiegs gehört nicht nur das langsame Ansteigen des mittleren Wasserstands. In den meisten Fällen wiegt das vermehrte Auftreten von Sturmfluten infolge des Meeresspiegelanstiegs noch stärker. Die Sturmfluten entstehen häufig durch das Zusammenwirken von Sturmsystemen und Gezeiten. Sie treten auf, wenn bei Flut Stürme das Wasser auf die Küste drücken, dabei kann es zu Überschwemmungen weiter Landflächen kommen. Diese könnten einerseits durch das Übertreten von überirdischen Gewässern über das Ufer, aber auch durch das vermehrte Auftreten von Starkniederschlägen verursacht werden. Als eine Überschwemmung gilt hierbei „eine zeitlich begrenzte, teilweise oder vollständige Wasserbedeckung normalerweise trockener Gebiete“ (Schubert et al. 2006, S.43).

Als Folge des Meeresspiegelanstiegs steigen die Wahrscheinlichkeit und die Stärke der Sturmfluten und Sturmwellen und damit auch das Risiko von Überschwemmungen. Zudem erhöht sich als direkte Folge des Meeresspiegelanstiegs das Zerstörungspotenzial dieser genannten Extremwetterereignisse. Das liegt daran, dass „*höhere Wellen leichter die ursprüngliche Küstenlinie erreichen und auch weiter landeinwärts vordringen werden*“ (Schubert et al. 2006, S.43 f.). Insbesondere Länder mit sehr flachen Küstenregionen oder ausgeprägten Deltabereichen, wie die Niederlande oder Bangladesch, stehen infolgedessen noch mehr Überschwemmungen infolge von Sturmfluten bevor als heute (Lohmann et al., 2002).

Sturmfluten sind bereits die Hauptursache von Überschwemmungen in den Niederlanden (Botzen und van den Bergh, 2008). Seit Jahrhunderten haben die Gebiete rund um die Nordsee mit Sturmfluten zu kämpfen. Die Niederlande wurden 1953 von einer großen Sturmflut heimgesucht, der 1800 Menschen zum Opfer fielen (Butzengeiger und Horstmann, 2004). Nachdem bei dieser Sturmflut an über 60 Stellen die Deiche brachen, reagierten die Niederlande mit einem verbesserten Küstenschutz wie beispielsweise die Erhöhung der Deiche (Röhrl, 2010).

Die Umsetzung von Deichprojekten wurde vorangetrieben und die Deiche sollten so verbessert werden, dass sie „*einer in zehntausend Jahren maximal auftretenden Flut standhalten*“ könnten (Butzengeiger und Horstmann, 2004). Vermutlich wird der Meeresspiegelanstieg schon bald dafür sorgen, dass immer mehr starke Sturmfluten und infolgedessen auch Überschwemmungen die Küstenregion der Niederlande erschüttern werden. So prognostizieren Klimaforscher des GKSS-Forschungszentrums in Geesthacht anhand von Simulationen, dass Stürme über der Nordsee bis zum Ende des Jahrhunderts noch stärker werden. Zudem sollen beispielsweise an der deutschen Nordseeküste die Sturmfluten bis zum 21. Jahrhundert rund 60 bis 80 cm höher ausfallen als heute (Lohmann et al., 2008).

3.3 Versalzung von Grundwasser



Abb. 9 Versalzung in Bangladesch im Jahr 1997 und 1967 (Kasang, 2008)

Eine weitere Folge des Meeresspiegelanstiegs wäre die Versalzung von küstennahem Grundwasser durch das Eindringen von Meerwasser, da der erhöhte Meeresspiegel die Meerwasserintrusion in Küstenaquifere fördert (Schubert et al. 2006, S.44).

Für die Bevölkerung Bangladeschs stellt die Versalzung schon seit Jahrzehnten ein großes Problem dar (siehe Abbildung 6). Durch den Meeresspiegelanstieg würde die Versalzung noch weiter ins Inland vordringen. Nach Berechnung von

Hydrologen könnten sogar 50% des Grundwassers versalzen. Dies würde in Bangladesch sowie in den Niederlanden zu weitreichenden Folgen führen, die die Landwirtschaft, die Trinkwasserversorgung und die Gesundheit der Bevölkerung betreffen (Lohmann et al., 2007).

Durch den Salzgehalt ist Meerwasser schwerer als Süßwasser. Infolge des Meeresspiegelanstiegs dringt das Meerwasser horizontal in den Boden und verdrängt das leichtere Süßwasser, wodurch Brackwasser entsteht. Bei Überflutungen und Sturmfluten, mögliche Folgen des Meeresspiegelanstiegs, wird die Versalzung von Grundwasser und Böden noch weiter verstärkt (Kasang, 2011).

In Bangladesch gab es bereits vor 15 Jahren Brackwasser, das 15 Kilometer weit ins Landesinnere reichte. Inzwischen ist das Salz schon 40 bis 45 Kilometer in die Flüsse vorgerückt. Als Folge des Meeresspiegelanstiegs würde es aufgrund der Versalzung zu Nahrungsmittelknappheit kommen. Dies ist dadurch bedingt, dass die Versalzung schwerwiegende Auswirkungen auf den Nahrungsanbau hat. In Bangladesch wird vor allem Reis und Jute angebaut, durch die Versalzung scheitert die Ernte (Die Zeit, 2009). Eine weitere Folge wäre die Ausbreitung von Cholera und anderen Krankheiten, die aufgrund der Versalzung vermehrt auftreten können, da Gebiete mit feuchtem und warmem Klima einschließlich des hohen Salzgehalts den Erregern dieser Krankheiten entgegenkommen und so die Ausbreitung der Krankheiten fördern können (Kasang, 2011).

Doch nicht nur in Bangladesch, auch in den Niederlanden steigt durch den Meeresspiegelanstieg und die Versalzung die Gefahr von Verunreinigungen des Grundwassers. Dies kann sich wiederum auch hier schädlich auf die Trinkwasserversorgung und die Landwirtschaft auswirken (Butzengeiger und Horstmann, 2004).

Letztlich lässt sich sagen, dass die Meerwasserintrusion und die folgende Versalzung lang anhaltende Folgen mit sich bringen werden. Die Anpassung eines auf den neuen, steigenden Meeresspiegel abgestimmten Gleichgewichts kann bei einigen Küstenaquiferen Jahrhunderte bis Jahrtausende andauern (Schubert et al. 2006, S.45).

4. Maßnahmen gegen den Meeresspiegelanstieg

Bei den Maßnahmen gegen den Meeresspiegelanstieg geht es darum, die Küsten und Landflächen durch strukturelle Vorkehrungen vor den Folgen des Meeresspiegelanstiegs zu schützen. Für die vom Klimawandel betroffenen Länder ist es wichtig, die Risiken frühzeitig zu identifizieren, um entsprechende Lösungen und geeignete Anpassungsstrategien zu entwickeln und rechtzeitig umzusetzen. Denn die Wahl der richtigen Anpassungsstrategie wird darüber entscheiden, wie groß die Konsequenzen für die Menschen sein werden

(vgl. Schubert et al. 2006, S.54-56). Nachdem in den vorherigen Themen die Folgen des Meeresspiegelanstiegs in Bangladesch und den Niederlanden erläutert wurden, sollen nun die Schutzmaßnahmen, die den Ländern zur Verfügung stehen, dargelegt werden.

4.1 Schutzmaßnahmen in den Niederlanden

„Kanäle ziehen, Sand aufschütten und Wasser aufpumpen“ (Rahmsdorf, 2010). Seit Jahrhunderten kämpfen die Niederländer gegen die Gewalten des Meeres. Aufgrund ihrer langjährigen Erfahrung sind sie wegweisend in Sachen Schutzmaßnahmen gegen die Folgen des Meeresspiegelanstiegs. Mit Deichen, Dünen und Schleusen mit mindestens einer Höhe von 15 Meter über Normalnull (NN) haben sie ihre durch das Wasser bedrohte Landesfläche von 60% auf 1% reduziert (Graßl 2007, S.65).

Nach der verheerenden Sturmflut 1953 wurde von der Regierung ein umfangreiches Küstenprogramm verwirklicht. Es wurden 2800 km lange Deiche und gewaltige Speerwerke gebaut. Zudem wurde von der Regierung ein Expertengremium, die „Delta-Kommission“, beauftragt um Maßnahmen für die Verbesserung des Küstenschutzes einzuleiten (Bammel et al. 2008, S.477).

Mit dem Ziel das Niveau der Deiche so zu erhöhen, dass sie einer Jahrtausend-Flut standhalten können, wurde der „Delta-Plan“ entwickelt. In diese Maßnahme, nur ein Teil des Schutzsystems „Deltawerke“, wurden fast 5 Milliarden Euro investiert. Der Hauptgedanke besteht darin, die Meeresarme zu verschließen, somit verkürzt sich die Küstenlinie und es gibt weniger Angriffsfläche für Sturmfluten. Zudem wurde an der Oosterschelde eine High-Tech-Brücke erbaut, die bei einer Sturmwarnung in einen Deich umfunktioniert werden kann. Dabei werden dann Schutzschilde ins Wasser gelassen, die eine Überschwemmung abwehren können. Für die nötige Vorwarnzeit, in der mögliche Gegenmaßnahmen wie zum Beispiel Evakuierungen eingeleitet werden müssen, sorgt die Überwachung des Wetters durch moderne Satellitentechnologien (Butzengeiger und Horstmann 2004).

Da Überschwemmungen infolge des Meeresspiegelanstieges auch durch Flüsse, die häufiger über die Ufer treten, verursacht werden können, wird der Deichbau auch im Landesinneren ausgebaut. Zudem werden Schutzwälle zurück verschoben, um dem Wasser bei einer Überschwemmung Auslaufflächen zu verschaffen (Bammel et al. 2008, S.477).

Insgesamt wird davon ausgegangen, dass jährlich 2,4 bis 2,8 Milliarden investiert werden müssen, um die Niederlande vor dem Meeresspiegelanstieg und dessen Folgen zu schützen (Gebink, 2010). Für den Hochwasserschutz wurden in den vergangenen Jahren bereits über 6 Milliarden Euro ausgegeben. Wenn die erhöhten Dämme und die anderen Maßnahmen

dem steigenden Meeresspiegel jedoch nicht standhalten sollten, entwerfen Architekten „Schwimmende Häuser“, um die Bevölkerung an der Küste so zu schützen. So wurden zum Beispiel Amphibienhäuser, hochwasserverträgliche Gebäude, entwickelt, die bei Überschwemmung an zwei Führungspfählen befestigt, mehrere Meter auftreiben können (Welt Online, 2007).

4.2 Schutzmaßnahmen in Bangladesch

Die Maßnahmen gegen die Folgen des Meeresspiegelanstiegs sind in Bangladesch begrenzt. Was in den wohlhabenden Ländern wie in den Niederlanden finanziell, technisch und organisatorisch möglich ist, können sich Entwicklungsländer wie Bangladesch nicht leisten. Aufgrund des Mangels an finanziellen und technischen Kapazitäten für einen sinnvollen Küstenschutz bliebe im Prinzip nur der Rückzug aus den gefährdeten Küstenregionen in höher gelegene Landstriche (Lohmann et al., 2002).

Dies stellt sich jedoch aufgrund der hohen Besiedlungsdichte als unmöglich heraus. Auch die Errichtung von umfangreichen und modernen Deichen für einen gesicherten Küstenschutz sind problembehaftet (Butzengeiger und Horstmann 2004). Die Anlage von Deichen und Dämmen stellt Bangladesch vor eine große Aufgabe, da die Gewässer ständig ihre Verläufe ändern. Zudem ist die 580 km lange Küste von Hunderten von Flussmündungen unterbrochen. Unter diesen Bedingungen ist eine vollständige Eindeichung wie in den Niederlanden unmöglich (Falk 2010, S.37).

So erklärt der Direktor einer der größten einheimischen Entwicklungshilfe-Organisationen: „ [Die] Leute haben immer Holland vor Augen, doch Holland ist reich und muss sich nur vor der Nordsee schützen. In Bangladesch haben wir den indischen Ozean mit seinen Wirbelstürmen vor uns, den Himalaya mit seinen Strömen im Rücken [...], die noch kein Holländer gesehen hat“ (Klingholz 1992, S.30).

Somit ist eine Eindeichung nicht nur aufgrund der finanziellen, sondern auch wegen der geomorphologischen Bedingungen unausführbar. Selbst wenn es aus finanzieller Sicht möglich wäre Deiche zu bauen, würde dies zu Problemen führen, da bei einem Anstieg des Meeresspiegels mit Flutwellen von bis zu 9 Metern zu rechnen ist. Demzufolge müssten Deiche mit einer immensen Höhe gebaut werden, um einen angemessenen Schutz zu gewährleisten. Ein weiteres Problem bei dem Deichbau ist, dass für die Bevölkerung lebenswichtige Landstriche verloren gehen würden. Die Bevölkerung ist auf das sowieso schon knappe Land angewiesen, um Landwirtschaft zu betreiben.

Zwei Maßnahmen der Bangladescher, die heute schon umgesetzt werden, sind, dass Häuser auf Erdwallen gebaut und Erddeiche errichtet werden, um einen Mindestschutz zu erzielen. Jedoch sind Erdwälle und Erddeiche oft

erosionsgefährdet und unbeständig, wodurch sie keinen dauerhaften Schutz gewährleisten. Jedoch soll auch auf die Erfolge hinsichtlich der Gegenmaßnahmen, die Bangladesch zu verzeichnen hat, hingewiesen werden. So ist es mithilfe von internationaler Zusammenarbeit gelungen auf 5 Meter hohen Betonpfählen Schutzhütten zu bauen. Außerdem wurden Frühwarnsysteme entwickelt, wodurch zwar bei Überflutungen die Opferzahl minimiert werden kann, der Verlust von Ernten, Häusern und weiterer Infrastruktur ist jedoch auch dann unvermeidbar. Somit zeigt sich, dass auch die Schutzmaßnahmen, die zwar begrenzt da sind, nicht ausreichen, um die Bevölkerung Bangladeschs zu sichern und die Folgen des Meeresspiegelanstiegs abzumildern, geschweige denn abzuwenden (Butzengeiger und Horstmann 2004).

5. Fazit

Zusammenfassend kommen wir nochmal auf unsere eigentliche Fragestellung zurück, *„Wie wirkt sich der Meeresspiegelanstieg in Bangladesch im Vergleich zu den Niederlanden aus?“*

Man kann heute schon mit großer Sicherheit sagen, dass der Meeresspiegel, wenn möglicherweise auch nur gering, steigen wird, sodass die Niederlande und Bangladesch bedingt durch ihre tiefe und küstennahe Lage mit den Folgen des Meeresspiegels rechnen müssen. Mögliche Folgen sind Überflutungen, Überschwemmungen, Erosionen, Trinkwasserversalzung, Sturmfluten und Klimaflüchtlinge. Jedoch werden die Folge in beiden Ländern nicht im gleichen Ausmaß ausfallen.

Die Niederlande einerseits sind zwar wie auch Bangladesch potentiell stark vom Meeresspiegelanstieg bedroht, doch können sie auf ihre Infrastruktur bauen, die ihnen schon heute ein hohes Schutzniveau bietet. Außerdem haben sie die finanziellen und technischen Möglichkeiten, die der Bevölkerung einen sicheren Schutz gewährleisten, denn schon jetzt sind Millionen in den Ausbau von Schutzmaßnahmen geflossen.

In Bangladesch, auf der anderen Seite, leben 80 % der Menschen unter der Armutsgrenze dazu kommt das die Situation noch bedrohlicher als in den Niederlanden ist, denn dort wird der Meeresspiegelanstieg Prognosen zufolge im Vergleich doppelt bis viermal so stark ansteigen. Ein starker Meeresspiegelanstieg bedeutet für viele Menschen in Bangladesch eine existenzielle Bedrohung, da die Folgen des Anstiegs ihre Lebensgrundlage in mehrfacher Hinsicht zerstören wird, so die Landwirtschaft und Infrastruktur. Desweiteren sind die Schutzmaßnahmen in Bangladesch begrenzt, im Gegensatz zu den Niederlanden fehlen die finanziellen und technischen Kapazitäten.

Aus diesen genannten Aspekten lässt sich sagen, dass die Folgen des Meeresspiegelanstiegs Bangladesch schwerer treffen werden und das Land mit diesen schwerer zu kämpfen haben wird als die Niederlande. Nun stellt sich die Frage, wie mit dieser Erkenntnis der Ungleichheit von Chancen, sich gegen den Meeresspiegelanstieg zu schützen, vorgegangen werden muss. Unserer Meinung nach müssen die Industrieländer Verantwortung übernehmen und die Entwicklungsländer wie Bangladesch finanziell unterstützen, damit diese den verheerenden Folgen des Meeresspiegelanstiegs nicht schutzlos ausgesetzt sind.

Das Ausarbeiten des Themas unserer Semesterarbeit, der Meeresspiegelanstieg an den Raumbeispielen Bangladesch und den Niederlanden, hat uns zum Einen auf erschreckende Weise aufgezeigt wie zerstörerisch die Folgen des Meeresspiegelanstiegs sind, die teilweise ganze Länder durch Überschwemmungen verschwinden lassen können. Zum Anderen hat es uns die Unberechenbarkeit des Klimawandels aufgezeigt, dass bestimmte Industrieländer trotz weltweit geltenden Abkommen ihre Emissionen nicht verringern, wodurch kleine Länder wie Bangladesch, die beispielsweise nur 0,01 % an der weltweiten Emission von Treibhausgasen beteiligt sind, unverschuldet eines der am meisten durch die globale Erwärmung gefährdetsten Länder darstellt. Die Länder Bangladesch und die Niederlande sind beispielhaft um den Gegensatz zwischen Entwicklungs- und Industrieländern darzustellen. Beide Länder sind gleichermaßen von der globalen Erwärmung betroffen, jedoch müssen sie mit verschiedenen Konsequenzen rechnen.

Quellenverzeichnis

Bücher

- Bammel et al. (2008): GEO Themenlexikon, Gruner +Jahr AG & Co KG, Mannheim.
- Cramer et al. (2007): Der UN- Weltklimareport -Bericht über eine aufhaltsame Katastrophe, 1. Auflage, Verlag Kiepenbauer & Witsch, Köln.
- Gehring et al. (2008): Diercke Weltatlas, 1. Auflage, Westermann Schroedel Diesterweg Schöningh Winklers GmbH, Braunschweig.
- Graßl, H. (2007): Was stimmt? –Klimawandel –Die wichtigsten Antworten, 1. Auflage, Verlag Herder, Freiburg.
- Harmeling et al. (2008): Globaler Klimawandel, Diercke Spezial, Westermann Schroedel Diesterweg Schöningh Winklers GmbH, Braunschweig.
- Hell et al. (2003): Neues grosses Lexikon in Farbe, Buch und Zeit Verlagsgesellschaft mbH, Köln.
- Latif et al. (2002): Die große Flut, 1. Auflage, Rowohlt Verlag GmbH, Hamburg.
- Monget, Y. (2007): Die Erde, morgen, 1. Auflage, Gerstenberg Verlag, Hildesheim.
- Schubert et al. (2006): Die Zukunft der Meere –zu warm, zu hoch, zu sauer, WBGU, Berlin.

Zeitschriften

- Falk, G.C. (03/2010): Bangladeschs Küsten - Lebens- und Wirtschaftsraum unter Druck, Praxis Geographie, Westermann Schroedel Diesterweg Schöningh Winklers GmbH, Braunschweig, S. 34-38.
- Klingholz, R. (06/1991): Bangladesch- Die Sintflut hat schon begonnen, GEO, Gruner +Jahr AG & Co KG, Mannheim, S. 10-34.

Internetdokumente

- Hamburger Bildungsserver, Dieter Kasang (2007): Der globale Meeresspiegelanstieg Online unter: <http://bildungsserver.hamburg.de/meeresspiegelanstieg-nav/>
- Butzengeiger und Horstmann (2004): Meeresspiegelanstieg in Bangladesch und den Niederlanden, Ein Phänomen, verschiedene Konsequenzen, Germanwatch Online unter: <http://www.germanwatch.org/download/klak/fb-ms-d.pdf>
- Jakobeit, C. Methmann, C.(2007): Klimaflüchtlinge- die verleugnete Katastrophe Online unter:

http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/klima/klimafluuchtlinge_endv.PDF

- Köhler, Julia (2009): Rezenten und zukünftiger Meeresspiegelanstieg und die Folgen für die internationale Sicherheit
Online unter: <http://www.znf.uni-hamburg.de/rezenter-meeresspiegelanstieg-julia-koehler.pdf>

Internetquellen

- Die Zeit (2009): Klimawandel – Am schlimmsten ist die Versalzung,
<http://www.zeit.de/politik/ausland/2009-12/klimawandel-prodipan>
(21.12.11).
- Kasang, Dieter (2011) : Meeresspiegelanstieg Bangladesch (einfach),
[http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Meeresspiegelanstieg_Bangladesch_\(einfach\)](http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Meeresspiegelanstieg_Bangladesch_(einfach)) (21.12.11).
- Kasang, Dieter (2011): Folgen des Meeresspiegelanstiegs,
http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Folgen_des_Meeresspiegelanstieg
- Kasang, Dieter (2011): Meeresspiegelanstieg in Asien,
http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Meeresspiegelanstieg_in_Asien (21.12.11).
- Kasang, Dieter (2011): Meeresspiegelanstieg in Europa,
http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Meeresspiegelanstieg_in_Europa
- Kasang, Dieter(2011): Klimaszenarien,
<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Klimaszenarien>
(21.12.11).
- Lohman et al. (2002): Scinexx- das Wissensmagazin, Wer arm ist, stirbt früher - Bangladesch und sein Kampf gegen Überschwemmungen, <http://www.g-o.de/dossier-detail-33-18.html> (21.12.2011).
- Lohman et al. (2007): Scinexx- das Wissensmagazin, Steigende Meeresspiegel versalzen Grundwasser -Salzwasser dringt unterirdisch bis zu 50 Prozent weiter vor als angenommen,
<http://www.g-o.de/wissen-aktuell-7350-2007-11-07.html> (21.12.11).
- Lohman et al. (2008): Scinexx- das Wissensmagazin, Nordsee: Klimawandel lässt Sturmfluten höher ansteigen, <http://www.g-o.de/wissen-aktuell-8112-2008-04-18.html> (21.12.11).
- Uherek, E. (2007): Anstieg des Meeresspiegels,
<http://www.atmosphere.mpg.de/enid/2rv.html> (21.12.11).

- Welt online (2007): Amphibienhäuser schwimmen auf dem Hochwasser, http://www.welt.de/wams_print/article722206/Amphibienhaeuser_schwimmen_auf_dem_Hochwasser.html (21.12.11).

Abbildungsquellen

Abb.1.: Kasang, D. (2005): *Der Meeresspiegelanstieg, verursacht durch die Ozeanerwärmung von 1955-2003 für die 0-700 m Schicht,*

<http://bildungsserver.hamburg.de/meeresspiegelanstieg-nav/2129384/meeresspiegel-sterisch.htm> (21.12.2011).

Abb.2: Uherek, E. (2007): *Das Larsen B Eisschelf an der Spitze der antarktischen Halbinsel,* <http://www.atmosphere.mpg.de/enid/2rv.html> (21.12.2011) – ursprünglich: NASA.

Abb.3: Kasang, D. (2010): *Meeresspiegelanstieg durch das Schmelzen von Gletschern und Eiskappen 1961-2003,*

<http://bildungsserver.hamburg.de/meeresspiegelanstieg-nav/2129494/meeresspiegel-eustatisch.html> (21.12.2011).

Abb.5: Roeckner ;Lautenschlager; Schneider (2006): *Meeresspiegelanstieg bis 2071-2100 (in Metern)*

Abb.6: Schubert et al.(2006),S.37: *Der Anstieg des globalen Meeresspiegels aus Satellitenmessungen (obere Linie mit ihrem linearen Trend) sowie die Projektionen des IPCC mit ihrem Unsicherheitsbereich*

Abb.7: Kasang, D.(2011): *Verschiedene Folgen des Meeresspiegelanstiegs bei 10, 25 und 100 cm,* <http://bildungsserver.hamburg.de/meeresspiegelanstieg-nav/2130912/asien.html> (21.12.2011).

Abb.8: Kasang, D. (2008): *Die Folgen des Meeresspiegelanstiegs von 1 bzw. 5 Metern in den Niederlanden im Vergleich zu anderen europäischen Staaten,* <http://bildungsserver.hamburg.de/meeresspiegelanstieg-nav/2130890/europa.html> (21.12.2011).

Abb.9: Kasang, D. (2008): *Versalzung im Jahr 1997 und 1967,* <http://bildungsserver.hamburg.de/meeresspiegelanstieg-nav/2130912/asien.html> (21.12.2011).