

Der Meeresspiegelanstieg

Einleitung

Der Meeresspiegel stieg im letzten Jahrhundert um ca. 20cm. Das ist ein drastischer Anstieg, der weitgreifende Folgen für unsere Umwelt hat. Eine ähnliche Erhöhung gab es schon einmal vor ca. 15.000 Jahren. Damals schwollen die Weltmeere innerhalb von 500 Jahren sogar um mehr als 20 Meter an.

Entwicklung des Meeresspiegels in der Vergangenheit

Seit ca. 2,6 Millionen Jahren befindet sich die Erde in einem quartären Eiszeitalter. Das heißt, dass sich Warm- und Kaltzeiten abwechseln, wobei die Warmzeiten nur 1/10 mal so lang wie die Kaltzeiten sind. Unser Globus hat schon mindestens 20 Kaltzeiten erlebt. Während dieser Eiszeiten sinkt der Meeresspiegel durch Verdunstung, Niederschlag und das Binden von Wassermassen in Eis um bis zu 140m.

Am Ende einer Eiszeit können die im Eis gespeicherten Wassermassen wieder freigesetzt und dem Ozean wieder zugeführt werden. Dies kann mitunter zu folgenschweren Überschwemmungen in den Küstenzonen führen.

Der Hauptgrund dieses Zyklusses (Abwechseln von Kalt- und Warmzeiten) ist die Sonne. Sie strahlt nämlich nicht gleichmäßig wie eine Glühbirne, sondern strahlt von verschiedenen Flecken auf ihrer Oberfläche verschieden viel Wärme ab. Außerdem ändern sich die Erdbahnparameter wie z.B. die Neigung der Erdachse zur Sonne oder die Umlaufbahn der Erde um die Sonne, wodurch in einzelnen Perioden mehr Energie auf die Erde gelangt. Während der letzten Vereisung lag das Niveau des Ozeans weltweit bis zu 120m tiefer als heute, da ein erheblicher Teil des Meerwassers (84 Mio. km³ gegenüber 32 Mio. km³ heute) in den großen Landeismassen gebunden war.

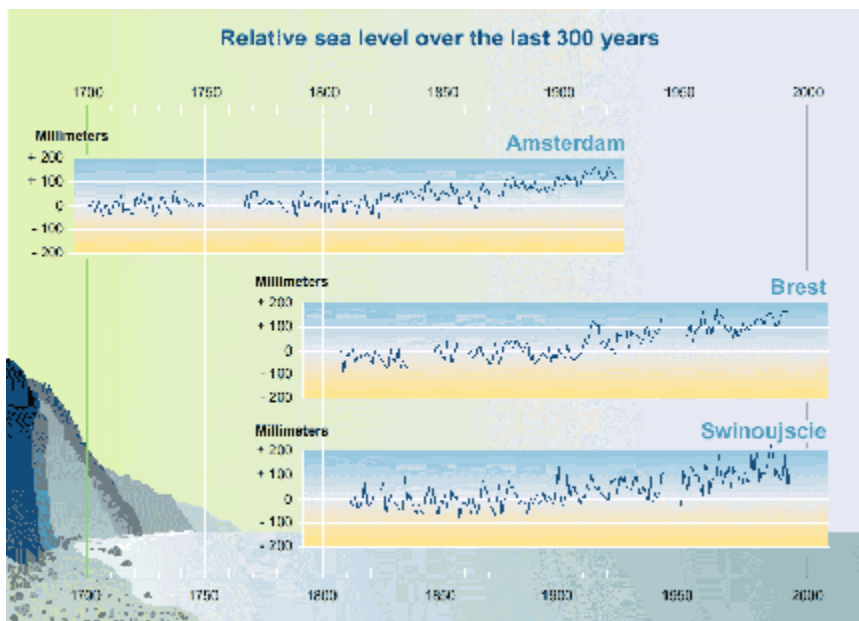


Abb.1: Veränderungen des Meeresspiegels seit dem 18. Jahrhundert an verschiedenen europäischen Pegelstellen (Niederlande, Frankreich, Polen)

(Quelle: IPCC, <http://www.ipcc.ch/present/graphics/2001syr/small/04.17.jpg>)

Ursachen für den heutigen Meeresspiegelanstieg

Unabhängig von klimatischen Veränderungen beeinflusst auch der Mensch den Meeresspiegel. Zum einen trägt er dazu bei, dass der Meeresspiegel steigt, indem er z. B. Grundwasser zur Bewässerung und Trinkwassergewinnung entnimmt, Oberflächenwasser umleitet, Wälder abholzt, Feuchtgebiete trockenlegt und Oberflächen versiegelt, wodurch das Wasser nicht versickert, sondern abfließt. Zum anderen senkt er den Meeresspiegel beispielsweise durch Schaffung von Stauseen oder kleineren Auffangbecken, wodurch der Abfluss in den Ozean verringert wird.

Als zweite Ursache für den Meeresspiegelanstieg kommt das Abschmelzen von Eis in Frage. Das Abschmelzen von Gebirgsgletschern trug im 20. Jahrhundert möglicherweise zu einem Meeresspiegelanstieg von 2-5 cm bei. Der Beitrag des Arktischen und des Grönland-Eises ist schwer abschätzbar, da es auf Grund der schwierigen Datenlage unsicher ist, ob diese Eismassen abschmelzen oder durch mehr Niederschlag (in Form von Schnee) wachsen. Gebirgsgletscher und Eiskappen nehmen weltweit ein Gebiet von 670.000 km² ein. Das weltweit in Gletschern und kleineren Eiskappen (ohne Grönland und Antarktis) gebundene Wasser entspräche einer Anhebung des Meeresspiegels um 51 cm. Auf Klimaänderung reagieren Gletscher sehr empfindlich und verändern ihre Masse verhältnismäßig schnell. Nur bei 40 von 160.000 Gletschern weltweit konnte über einen Zeitraum von 20 Jahren eine kontinuierliche Massenbilanzmessung durchgeführt werden, bei weiteren 100 über 5 Jahre. Deshalb lassen sich nur schwer Aussagen über die globale Veränderung der letzten hundert Jahre machen. Zwischen 1961 und 1990 trug das Abschmelzen aller Gletscher zu einem Meeresspiegelanstieg von 0,25mm pro Jahr bei.

Die Eisschilde der Antarktis und Grönlands würden beim kompletten Abschmelzen den Meeresspiegel um fast 70 m steigen lassen.

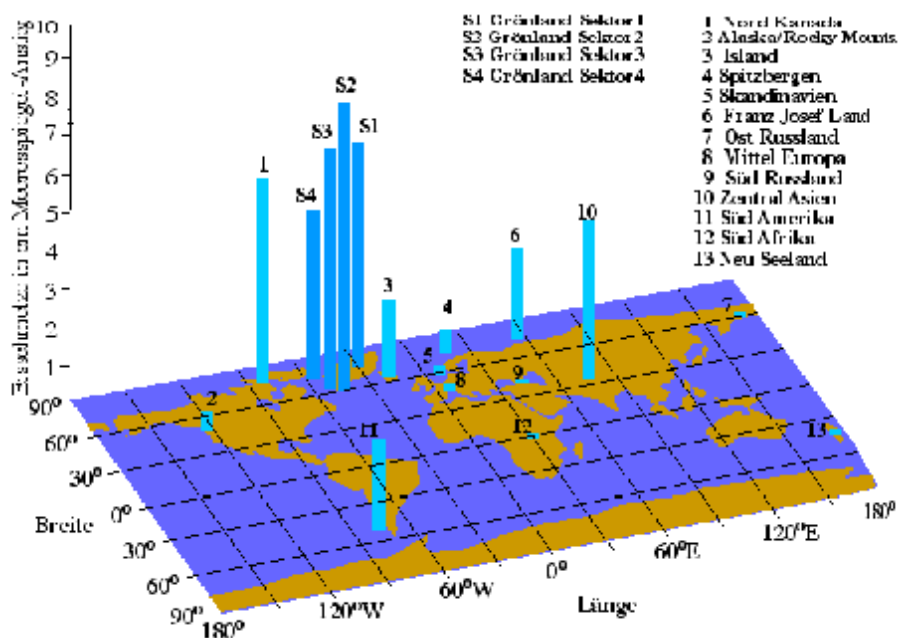


Abb.2: Der Beitrag von Gletschern und des Eisschildes auf Grönland (dunkelblaue Säulen) am Meeresspiegelanstieg 1865-1990. Die rund 100 Gletschergebiete der Erde sind hier in 13 Regionen zusammengefasst. www.hamburger-bildungsserver.de

Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Erwärmung des Meerwassers durch die globale Erwärmung. Dadurch dehnt sich das Wasser aus und nimmt somit an Volumen zu, der Meeresspiegel steigt.

Auswirkungen

Extremereignisse wie Sturmfluten und Überschwemmungen werden bei einem erhöhten Meeresspiegel häufiger auftreten als heute, ohne dass sich andere Faktoren wie etwa die Windgeschwindigkeit ändern müssen. Auf Grund der dichten Besiedlung und der Konzentration empfindlicher Infrastruktur an den Küsten sind die kleinen Inselstaaten hiervon besonders betroffen. Der für sie lebenswichtige Tourismus wird durch den Verlust von Teilen der Strände stark eingeschränkt. So gingen an den Pegeln der Küsten Trinidad und Tobagos in den letzten 15 Jahren bei einem Meeresspiegelanstieg von 8-10mm 2-4m Strand pro Jahr verloren. Auch auf den Fidschi-Inseln wurde in den letzten 70 Jahren ein Rückzug der Küstenlinie von 30 m festgestellt. Auch Riffe sind gefährdet, da sie aus sehr weichem Gestein bestehen und somit leicht zu zerstören sind. Die Stranderosion hat auch noch andere Ursachen, wie z. B. das Einwirken der Menschen beispielsweise durch Sandentnahme oder die Zerstörung schützender Küstenvegetation.

Deltas

Deltas gehören zu den am dichtesten besiedelten und wegen ihrer tiefen Lage zu den am meist gefährdetsten Küstengebieten der Welt. Wegen ihrer geringen Erhebung sind die Folgen von Ebbe und Flut noch weit ins Landesinnere spürbar, in Extremfällen sogar über 100 km. Abgesehen von der Gefahr durch Überschwemmungen ist die Landwirtschaft auch durch die Versalzung des Grundwassers stark gefährdet. Dennoch verlassen sich viele Länder auf die Deltas, wie z. B. Vietnam, der 50% seines Reises aus dem Mekongdelta im Süden und 20% aus dem Delta des roten Flusses im Norden nimmt. Eine Reihe von menschlichen Aktivitäten wie die Grundwasserentnahme, Dammbauten und die Kanalisation von Flussläufen haben Deltas gegenüber einem Meeresspiegelanstieg höchst sensibel gemacht. Hinzu kommt, dass Deltaküsten wegen ihrer langen Küstenlinien schwieriger zu schützen sind als andere Küstenformen. Die Kosten für effektive Schutzmaßnahmen werden auf das 2-4-fache geschätzt.

Küstennahe Feuchtgebiete

Die küstennahen Feuchtgebiete sind nur indirekt betroffen, da sie bei einem Meeresspiegelanstieg einfach ins Landesinnere wandern könnten. Dies können sie aber nicht, da die Menschen sich dort angesiedelt haben und Staudämme gebaut bzw. den Boden zubetoniert haben. Die Vernichtung von Feuchtgebieten hätte weitreichende Folgen, z. B. für die Versorgung mit Nahrungsmitteln, da wertvolle Laichgebiete für Fische verloren gingen. Sie ist auch entscheidend für den Küstenschutz, da Sturmfluten weiter ins Land vordringen und die Lebensräume von wildlebenden Tieren zerstört würden.

Globaler Verlust küstennaher Feuchtgebiete

Jahr	Meeresspiegelanstieg um 38 cm bis 2080	
	hoher Wert	niedriger Wert
2020er	2,3 %	0,0 %
2050er	10,5 %	1,9 %
2080er	22,2 %	5,7 %

Tab. 1: Globaler Verlust küstennaher Feuchtgebiete (in %) in einzelnen Jahrzehnten (Quelle: www.hamburger-bildungsserver.de)

Korallenriffe

Korallenriffe gelten heute neben dem tropischen Regenwald als artenreichster Lebensraum der Erde, der vermutlich über 400.000 Arten beherbergt. Die Zerstörung der Korallenriffe hätte weitreichenden Folgen, da diese eine Quelle zur Ernährung vieler Küstengemeinden darstellt, Baustoffe liefert, den Tourismus anzieht, als Wellenbrecher dient und die tropische Küste vor Erosion schützt. Diese Riffe sind abgesehen von der Gefährdung durch den Menschen vor Allem durch die zunehmende Temperatur der Ozeane und der UV-Strahlung gefährdet.

Inseln (am Beispiel Tuvalu, Fidschi- und Tonga-Inseln)

Viele Inseln im Pazifischen und Indischen Ozean liegen kaum mehr als 3-4 m über den Meeresspiegel. So liegt die Insel Tuvalu nur 1,5m über den Meeresspiegel. Bei einem Anstieg von einem Meter des Meeresspiegels würden 2/3 der Insel überflutet und der Rest einer verstärkten Wellenaktivität ausgesetzt werden. Auch bei höher liegenden Inseln wie den Tonga- und den Fidschi-Inseln ist die Bevölkerung betroffen, da sie sich hauptsächlich an der Küste angesiedelt hat.

Beispiel Bangladesch

Bangladesch ist nicht nur eines der ärmsten, sondern auch das durch den Klimawandel vielleicht am stärksten gefährdete Land der Welt. Außer im Nordosten und Südosten hat das Land eine sehr niedrige und flache Erdoberfläche. Etwa 10% des Gebietes liegt nur einen Meter über dem mittleren Meeresspiegel. In Bangladesch sind Sturmfluten von bis zu 10 m Höhe keine Seltenheit. Ein Meeresspiegelaufstieg würde bisherige Landgebiete in Teile des Ozeans verwandeln und hier die Wellenhöhen während einer Sturmflut noch höher werden lassen. Bei einem Anstieg von 30 bzw. 75 cm würden nach Modellberechnungen 5,8 bzw. 11,2 km² Land verloren gehen, wovon 95% ackerbaulich genutzt sind. Ein weiteres Problem ist, dass der Meeresspiegelanstieg den Abfluss der großen Ströme behindert, und sich dadurch das Wasser aufstaut und zu weiteren Überflutungen im Landesinneren führt.

Landverlust und obdachlose Bevölkerung in Süd- und Südostasien bei unterschiedlichen Meeresspiegelanstiegs-Szenarien					
Land	Meeresspiegelanstieg	Landverlust		obdachlose Bevölkerung	
		km ²	%	Mill.	%
	cm				
Bangladesch	45	15668	10,9	5,5	5,0
Bangladesch	100	29846	20,7	14,8	13,5
Indien	100	5763	0,4	7,1	0,8
Indonesien	60	34000	1,9	2,0	1,1
Malaysia	100	7000	2,1	>0,05	>0,3
Pakistan	200	1700	0,2	?	?
Vietnam	100	40000	12,1	17,1	23,1

Tab. 2: Landverlust und obdachlose Bevölkerung in Süd- und Südostasien bei unterschiedlichen Meeresspiegelanstiegs-Szenarien (Quelle: <http://lbs.hh.schule.de/welcome.phtml?untent=/klima/klimafolgen/meeresspiegel/meeresspiegel-11.html>)

Zukunftsprognosen

Zukunftsprognosen sind im Allgemeinen schwer zu machen, da es zu viele einzelne, nicht vorherzusehende Faktoren gibt, wie z. B. den zukünftigen Co2-Verbrauch.

Nach Berechnungen steigt der Meeresspiegel bis 2080 gegenüber 1990 um 38 cm an. Schon allein ohne diesen Anstieg wären 575 Millionen Menschen der Gefahr einer Jahrtausendflut ausgesetzt. Durch diesen Anstieg erhöht sich die Zahl auf 630-640 Millionen.

Auch die Zahl der jährlich von einer Überschwemmung betroffenen Menschen wird drastisch zunehmen (siehe Abb.3).

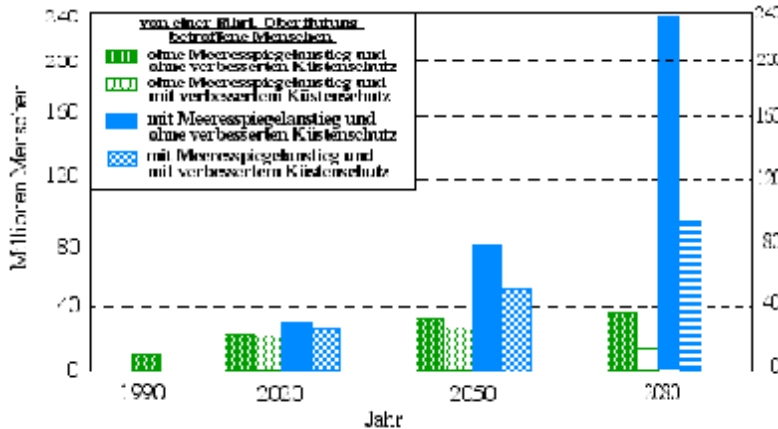


Abb.3: Die jährlich von einer Überschwemmung betroffene Bevölkerungszahl bei verschiedenen Szenarien (Quelle: Hamburger Bildungsserver, <http://lbs.hh.schule.de/welcome.phtml?unten=/klima/klimafolgen/meeresspiegel/>)

Abbildung 3 zeigt den Anteil am Meeresspiegelanstieg, der durch das Abschmelzen der Gletscher und des Grönlandeises verursacht wird. Die einzelnen Kurven beruhen auf Berechnungen, die unter verschiedenen Annahmen (IPCC-Szenarien) durchgeführt wurden. Die thermale Expansion des Meerwassers ist nicht berücksichtigt worden. Diese würde vermutlich zu einem weiteren Anstieg von 20-37 cm bis zum Jahr 2100 führen. Auch eine eventuelle Massenzunahme des antarktischen Eisschildes und damit einer möglichen Senke des Meeresspiegelanstieges (ca. -8 cm) ist nicht mit eingegangen.

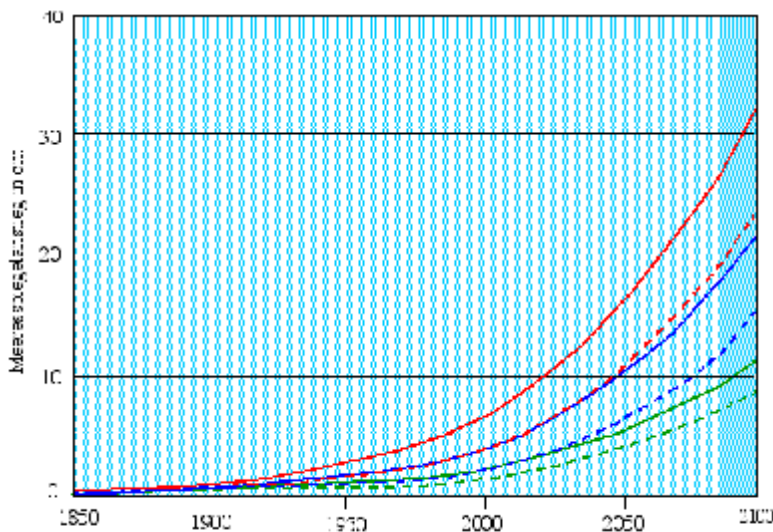


Abb.4.: Der Meeresspiegelanstieg bis 2100 durch das Abschmelzen von Gletschern (blau), Grönlandeis (grün) und beiden Vorgängen zusammen (rot), jeweils nur unter Berücksichtigung der Zunahme der Treibhausgase nach dem IPCC-Szenarium IS92a (durchgezogen) und unter zusätzlicher Berücksichtigung der Sulfataerosole (gestrichelt). Nicht berücksichtigt: Beitrag der thermalen Expansion des Meerwassers (20-37 cm) und Massenzunahme des antarkt. Eisschildes (ca. -8 cm) (Quelle: www.hamburger-bildungsserver.de)

Quellen:

www.hamburger-bildungsserver.de

www.ifm.uni-kiel.de

rsw.beck.de

www.spiegel.de

www.wissenschaft.de

www.iac.ethz.ch

www.atmosphere.mpg.de

www.monde-diplomatique.de

www.awi-bremerhaven.de

www.eea.eu.int

europa.eu.int

www.umwelt.orc

www.climate-change.ch

www.ikzm-d.de

www.symlink.ch