

# Teil 3: Die Bestimmung des globalen Meeresspiegels GMSL (Global Mean Sea Level)

geschrieben von Admin | 16. September 2024

Die Meeresspiegelangaben des IPCC, PIK etc. sind sowohl zeitlich als auch messtechnisch zu ungenau, um aus den beobachteten nur vage ermittelten Veränderungen (ca. 1 bis 2 mm/Jahr), deren Abhängigkeit von der Globaltemperatur hinreichend klar zu bestimmen.

von Michael Limburg

## 4.4. Die wesentlichen Komponenten für die Veränderung des Meeresspiegels

Insgesamt schätzt das IPCC wie in Tabelle 1 dargestellt den Anstieg des GMSL auf  $1,8 \pm 0,5$  mm/Jahr für die Zeit von 1961-1993 und  $3,1 \pm 0,7$  mm/Jahr von 1993-2003. Die Dauer beider Angaben ist deutlich geringer als die von Fachleuten geforderte Dauer von  $> 50$  Jahren. Die Angabe für den Zeitraum 1993-2003 zeigt eine rasante Beschleunigung, mit einer Zunahme von 70 % in nur 10 Jahren. Begründet wird diese sehr starke Beschleunigung mit der starken Erwärmung und den nunmehr verbesserten Messbedingungen durch Satelliten.

Von diesem Anstieg versucht das IPCC den Anteil abzuschätzen, der allein der Erwärmung zuzuordnen sei.

### 4.4.1. Sterische und eustatische Einflüsse: d.h. thermisch bedingte Ausdehnung sowie Eisschmelze und erhöhte Verdunstung

Das IPCC misst, gemäß seiner Aufgabe die Wirkung der anthropogen bedingten Erwärmung darzustellen, der thermischen Ausdehnung des Wassers und der Eisschmelze eine besondere Bedeutung bei. In der schon am Anfang gezeigten Tabelle 1 wird der Anstieg durch die thermische Ausdehnung allein, auf  $0,42 \pm 0,12$  mm/Jahr bis 1993 geschätzt, und von 1993-2003 gar auf  $1,6 \pm 0,5$  mm/Jahr. Das entspricht fast einer Vervierfachung und somit einer dramatischen Beschleunigung. Der Beitrag, der durch die Erwärmung ausgelöste Eisschmelze bei Gletschern und Eiskappen wird mit  $0,5 \pm 0,18$  und  $0,77 \pm 0,22$  mm/Jahr<sup>[1]</sup> angegeben, Der Beitrag des Abschmelzen des Grönlandeises mit  $0,05 \pm 0,12$  mm/Jahr und  $0,21 \pm 0,07$  mm/Jahr. Der Beitrag der Antarktis mit  $0,14 \pm 0,41$  mm/Jahr;  $0,21 \pm 0,35$  mm/Jahr.

Andere Forscher haben hingegen schon sehr früh darauf aufmerksam

gemacht, dass selbst wenn diese Erwärmung in der Größenordnung nachweisbar wäre, die Erwärmung selber nicht nur zu einer thermischen bedingten Expansion des Wassers, sondern auch zu einer höheren Verdunstungsrate führt. Diese führt über mehr Wolken zu mehr Niederschlag, auch in den Polarregionen. Und erhöht dort die Eisbildung. Der Wasserspiegel selbst aber erfährt eine Absenkung. Gleichzeitig werden auch die großen Wasserreservoirs wie z.B. das Kaspische Meer und der Victoriasee durch erhöhten Niederschlag aufgefüllt und entziehen damit dem (Spender-) Ozean Wasser. Der Verdunstungs-/Niederschlags-Effekt wurde 1938 postuliert, ist inzwischen von mehreren Studien bestätigt und heißt nach seinem Entdecker Sir George Simpson „Simpson-Effekt“. Miller et. al [Miller G. & de Vernal A., 1992] untersuchten diesen Prozess genauer und kamen zu dem Ergebnis, dass der Simpson-Effekt nicht nur die Volumenänderung ausgleichen könnte, sondern den GMSL sogar bis zu 7 mm/Jahr (!) absenken könnte. Dieses Phänomen wurde auch von S.F. Singer [Singer, 2000] in einem Vortrag in St. Raphael (Frankreich) am 18. 10.1999 bestätigt. Erhärtet wurde diese Vermutung auch durch die Ergebnisse von Mörner, der bei seinen Untersuchungen der Malediven feststellte, dass, vermutlich bedingt durch erhöhte Verdunstung im indischen Ozean, der RSL dort innerhalb weniger Jahrzehnte um ca. 20-30 cm gefallen ist. Das wären immerhin -0,66 mm/Jahr bis -1 mm/Jahr, liegt also dicht bei der Miller-Schätzung.

Munk [Munk, 2003] kommt in seiner umfassenden Analyse der Bilanzen von Zuflüssen von Süßwasser durch Eisschmelze und anderer Effekte zu dem Schluss *„surveys of glaciers, ice sheets, and other continental water storage can place only very broad limits of -1 to +1 mm/year on sea level rise from freshwater export,“*. Und weiter schreibt er: *„polar melting would result in movement of water mass toward the equator, causing a decrease in the rate of Earth’s rotation,“* aber so meint er weiter *„observations show a (nontidal) increase in Earth’s rotation (attributed to a movement of mass toward the poles in response to the unloading of ice mass since the last glacial maximum),“* und, bezogen auf sein Hauptproblem der Bilanz der wärmebedingten Zuflüsse, schreibt er dass *„the large discrepancy between the sea ice thinning estimates from the sonar method and the wave method leaves the interpretation of freshening in limbo.“* Auch diese Aussagen definieren die Frage nach dem Netto-Einfluss der globalen Erwärmung auf den Meeresspiegel als derzeit unbeantwortbar.

Von Storch et. al [Storch, 2008] haben der Vermutung des IPCC und mancher seiner Leitautoren, dass erhöhte Lufttemperatur zwangsläufig zu einer Erhöhung des Meeresspiegels führen müsse, nicht bestätigt. Zumindest im untersuchten Zeitraum der letzten 1000 Jahre, fanden sie keinen stabilen, statistisch signifikanten Gleichlauf zwischen beiden Variablen. Im Gegenteil, mal stieg die Temperatur und der Meeresspiegel stieg, mal fiel die Temperatur und der Meeresspiegel stieg trotzdem, und mal war es umgekehrt. Zusammenfassend konstatieren die Autoren: *It is found that, in this simulation, a simple linear relationship between mean temperature and the rate of change of sea level does not exist.*

Evtl. sind auch die Beobachtungen über zunehmende Eisschilddicke in der Antarktis, der Mitte Grönlands und die kräftige Verringerung der Ausdehnung der Sahara ebenfalls Hinweise für diesen Effekt. Es ist daher nicht sehr wahrscheinlich, dass die IPCC Schätzung des Beitrages der Erwärmungs- und Eisschmelzenkomponente sich in der Realität finden lässt. Unabhängig davon konstatiert auch die IPCC Übersicht, dass zwischen erwärmungsbedingter berechneter Erhöhung und „beobachteter“ Erhöhung durch Erwärmung eine Differenz von  $0,7 \pm 0,7$  (1961-1993);  $0,3 \pm 1,0$  mm/Jahr (1993-2003) besteht. Die folgenden Wirkeinflüsse können daher Hinweise auf weitere Veränderungen des GMSL geben

#### **4.4.2. Dichte des Wassers bedingt durch Temperatur und Salinität**

In der Arbeit von Joseph et. al [Joseph and VijayKumar, 2002] „*Overestimation of sea level measurements arising from water density anomalies within tide-wells – A case study at Zuari Estuary, Goa*“ zeigten die Autoren Befunde aus einer 3 jährigen Studie über den Einfluss der Dichteschwankungen der Wassersäule in den Pegelmessern. Die Dichte dieser Wassersäule war durchgängig niedriger als die, des umgebenden Wassers, mit Ausnahme des Hochsommers und des Sommer Monsoons. Die Konsequenz daraus war, dass eine zu hohe Wassersäule innerhalb des Messrohres min. von + 2 mm und max. +22 mm nach dem Monsoon, gemessen wurde. Auf diesem max. Wert verblieb der Fehler während der folgenden 3 Monate und ging dann auf +4 mm zurück. Auch die mittlere jährliche Abweichung daraus wurde mit +11,3 mm ermittelt. Da dies ein systematischer Fehler ist, addiert er sich zu den „wahren“ Werten auf. Die Autoren schlagen deshalb eine Korrektur historischer Daten auf Grund Ihrer Befunde vor, die aber, nach bestem Wissen des Autors, bisher nirgends durchgeführt wurde.

Der Einfluss der Salinität des Meerwassers, die dessen Dichte direkt beeinflusst, wurde ebenfalls von einigen Autoren untersucht. Mehr Salz im Wasser erhöht die Dichte, weniger Salz verringert sie. Entsprechend umgekehrt ergibt sich ein Einfluss auf das Volumen des Wassers. Stellvertretend für die wenigen anderen, sei hier Antonov et. al [Antonov, 2002] genannt. In ihrer Untersuchung, die nach Angabe der Autoren noch stärker unter der geringen Datenanzahl leidet, als die Meeresspiegeluntersuchungen im Allgemeinen, artikulieren sie die Schätzung, dass der Anteil der Salinitätsänderung, durch Frischwasserzufuhr, bedingt durch Schmelzen von Eis, eine Größenordnung geringer sei, als die thermisch bedingte Ausdehnung. Hinzu kommt, dass ihr Einfluss oft gegenläufig zur thermischen Ausdehnung stattfindet. Dies zumindest seien die Ergebnisse von Beobachtungen. Allerdings zeigten die verwendeten Korrektur-Modelle einen um eine Größenordnung höheren Einfluss, der aber nicht beobachtet werden konnte. Man kann also bis auf weiteres davon ausgehen, dass dieser Einfluss (noch) zu vernachlässigen

ist. Genaues weiß man jedoch nicht.

#### **4.4.3. Isostatische Einflüsse: Der Nacheiszeitliche Isostatische Ausgleich oder Glacial Isostatic Adjustments (GIA) auch Post Glacial Rebound (PGR)**

In Kapitel 4.2.4 wurden beispielhaft einige Pegelverläufe gezeigt. Schaut man sich das Umfeld der dort genannten Orte genauer an, dann ist festzustellen, dass sie gemeinsame, bestimmte geologische Besonderheiten aufweisen.

Alle Messorte liegen im ehemaligen Gebiet der Gletscher der jüngsten Eiszeit oder an deren Grenzen. Beim Abschmelzen der mehrere Kilometer mächtigen Eisschicht floss nicht nur viel Wasser in die Ozeane und ließ deren Pegel innerhalb weniger 1000 Jahre um ca. 120 m ansteigen, gleichzeitig hob sich das Land unter der jetzt abgeschmolzenen Eismasse, an anderen Stellen hingegen senkte es sich ab. Diese Bewegung, die bis heute anhält, wird wie weiter vorn erwähnt „Nacheiszeitlicher isostatischer Ausgleich“ oder „Glacial Isostatic Adjustment“ GIA; bzw. „Post Glacial Rebound“ **PGR** oder genannt. Er ist ein planetarisches Phänomen wie z.B. Tushingham et. al. [Tushingham, 1991] ausführlich dargelegt haben. Es umfasst neben anderen Teilen der Welt, ganz Europa, weite Teile Nordamerikas und Nordasiens. Generell gilt: Während an den Rändern und innerhalb der ehemaligen Eisflächen die Landmasse ansteigt, d.i. im Nahbereich der abgeschmolzenen Eisdecken und Gletscher, sinkt sie im weiteren Verlauf, d.i. im Fernbereich, als Ausgleichbewegung ab. Die nächste Abbildung zeigt die ungefähren Grenzen dieser Bewegungen an. Der negative Stockholmer RSL Trend wird hauptsächlich dieser langsamen, aber anhaltenden Hebung der Erdkruste zugeschrieben.

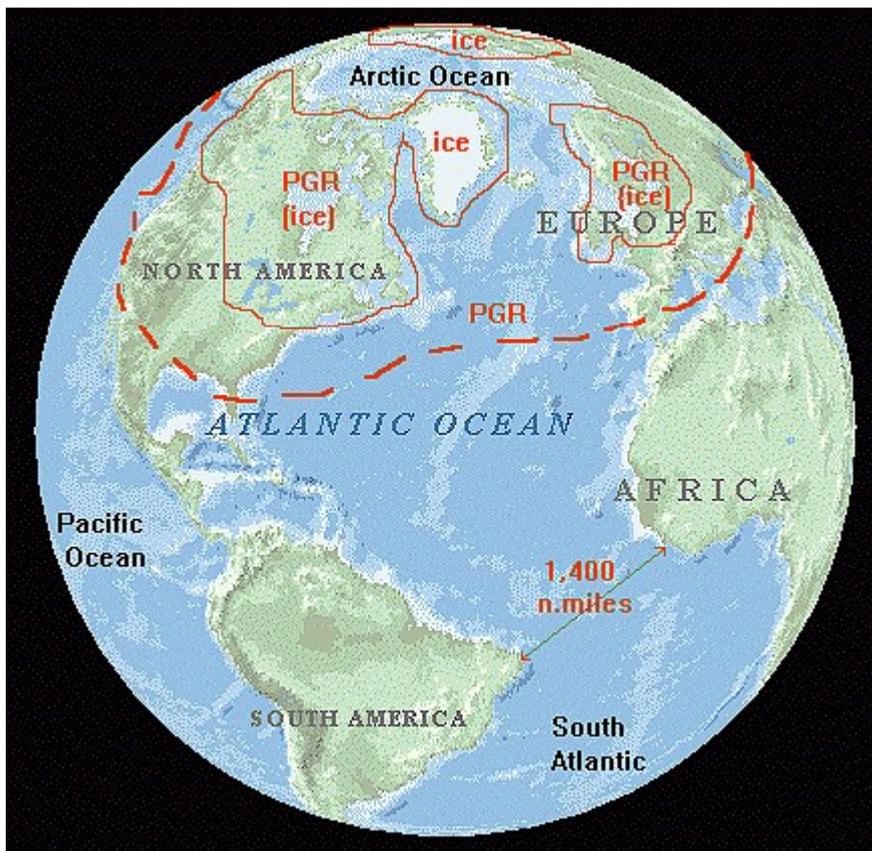


Abbildung 56: ungefähre Grenzen der PGR mit Anhebung der Landmasse (rote durchgehende Linie) und Absenkung (rote gestrichelte Linie). Es wird damit deutlich, dass die überwiegende Zahl von langjährigen Messreihen aus Gebieten des PGR kommt. Mithin als sichere Quelle zur Beurteilung von Meeresspiegelzunahmen auf Grund thermischer Ausdehnung und Schmelzwasserzulauf eher ausfallen. (Quelle Microsoft Encarta, Daly: Testing the Water S. 6)

Wie aus Abbildung 56 zu entnehmen ist, wirken über die gesamte Landfläche Nordamerikas, Europas, und weiter Teile Asiens tektonische Ausgleichskräfte, die den RSL und damit den GMSL ebenfalls beeinflussen. Während die durchgehende rote Linie die Zonen umgrenzt, wo das Land von der Eismasse befreit ansteigt, umgrenzt die gestrichelte rote Linie die Zonen, die zum Ausgleich absinken.

Allgemein ist auch von erheblichem Einfluss auf alle Messungen in diesem Gebiet, dass das gesamte atlantische Becken von 2 großen Landmassen eng begrenzt wird. Mit Nord- und Südamerika samt Grönland auf der einen Seite und Europa und Afrika auf der anderen Seite. Der Atlantik ist nur über eine „Engstelle“, von 1400 nautischen Meilen Breite mit den anderen Groß-Ozeanen verbunden. Bedauerlicherweise liegen nun die allermeisten Pegelstationen, besonders die verwendbaren mit langjährigen Messreihen, in diesem Gebiet. Dies mag eine simple Erklärung dafür liefern, warum die Pegelmessungen in diesem Gebiet von denen in anderen Weltgegenden so deutlich abweichen. Die Wasserverteilung des Atlantiks unterliegt dadurch anderen Bedingungen, als die anderen, wesentlich weiteren, Ozeane.

#### **4.4.4. Andere topologische wirksame Veränderungen wie tektonisch aktive Zonen, Krustenverschiebungen, etc.**

Wie unter Kapitel 4.2 erwähnt, ist die Erdoberfläche seit jeher in andauernder plattentektonischer Bewegung. Monroe et. al [Monroe 2005] geben für die einzelnen Platten Geschwindigkeiten von bis zu > 15 cm/Jahr an.

Über deren vertikale Komponente ist sehr wenig bekannt. Jedoch dürften ihre Auswirkungen auf den jeweiligen RSL erheblich, wenn nicht dominant sein, da sich damit die Tiefe des Beckens entsprechend verändert. Diese Veränderungen liegen zeitlich im interessanten Bereich und müssen daher berücksichtigt werden. Zudem befinden sich viele Stationen entlang der pazifischen Küste der USA, Japans, Neuseeland und anderer Orte. Also längs der Plattengrenzen aktiver Zonen. Sie zeigen ebenfalls erhebliche Änderungen, die ihren Ursprung hauptsächlich in den Plattenbewegungen längs dieser Rinnen haben dürften. Sie werden die Mittelwertbildung daher massiv beeinflussen und sollten deshalb nicht in die Berechnung des GMSL einbezogen werden. Autoren wie z.B. Jevrejewa nehmen deshalb die tektonisch aktiven Zonen, wie die Japans, aus ihren Untersuchungen heraus und reduzieren damit das brauchbare Datenvolumen erheblich.

#### **4.4.5. Veränderte Landnutzung, Reservoirs etc. das Absinken von Städten und Piers.**

Ein Sonderfall bilden die Pegel in den Niederlanden wie z.B. der von Hoek van Holland, (ähnlich auch der älteste Pegel der Welt, der von Amsterdam). Die Niederländer haben ein Sprichwort: *„Der liebe Gott hat die Welt erschaffen, wir Niederländer haben die Niederlande erschaffen.“*. Seit rund 300 Jahren ringen die Niederländer der Nordsee Land ab, so auch im letzten Jahrhundert. Diese großflächigen Eindeichungen, zuletzt mit der riesigen, eingedeichten Zuidersee, schaffen nicht nur neues Land, sondern auch völlig veränderte Strömungs- und Tidenbedingungen in der angrenzenden flachen Nordsee, um diese Eindeichungen herum. Vorher vorhandene Ausgleichsbehälter sind jetzt verschlossen. Das Wasser sucht sich daher andere Wege. Es gibt massive Volumenänderungen, die sich in Pegeländerungen äußern. Ähnlich wie bei dem UHI (Urban Heat Island Effekt) der Temperaturen, liefert die durch den Menschen erfolgte Landnutzung, Grundwasserentnahme oder eben Deichbau, genügend Gründe für eine Neuorientierung des Wassers. In diesem Falle erzwingen sie den Anstieg des lokalen Meeresspiegels. Gornitz [Gornitz, 1994], schätzt daher, dass derartige Aktivitäten den GMSL um 1 mm/Jahr absenken können.<sup>[2]</sup>

Bei Aberdeen und Brest spielen vermutlich noch andere geologische Bewegungen eine Rolle. Genaueres ist dazu aber nicht bekannt. Aberdeen hatte zwar früher, wie Stockholm, eine große Eislast zu tragen, zeigt

aber auch die Tendenz, wie andere große Städte, auf Grund zunehmenden Gewichtes abzusinken. D.h. nicht der Meeresspiegel steigt, sondern das Ufer sinkt ab. Bei Brest ist es wohl ähnlich, denn der Pegelanstieg ist nicht nur im 20. Jahrhundert, sondern auch im 19. Jahrhundert nahezu unverändert zu beobachten. Wesentlich stärker ist der Pegelanstieg seit 300 Jahren von Venedig. Auf Bildern des 18. Jahrhunderts z.B. von Canaletto ist deutlich zu erkennen, dass die Rialto Brücke höher über dem Wasserspiegel aufragt als heute. Bangkok, auf Schwemmboden errichtet und explodierende Megastadt in Thailand, weist einen extrem hohen Anstieg des RSL um 1 m(!) in den letzten 40 Jahren auf. Auf der anderen Seite des Atlantiks ist die Chesapeake Region, ein ebenso klares Beispiel für das Absinken von Landmassen. Der Anstieg des RSL dort beträgt 3,5 mm/Jahr, wie auch an anderen Pegelstationen ringsum Baltimore. Er wird jedoch dort nicht auf ein größeres Wasservolumen, oder Strömungsänderungen, sondern auf das Absinken der Landmasse im Zuge des PGR/GIA zurückgeführt. vgl. Abbildung 56. Von besonderem Einfluss ist auch die zeitliche Deformation der Piers, auf denen die Pegelmessstationen stehen. Es kann daher wohl vermutet werden, dass weltweit die Pegelmessungen zu einem guten Teil durch Absink- oder Alterungsprozesse der Piers kontaminiert sind.



Abbildung 57: Tasmanische Pegelmessstation mit GPS Gerät zur Topex/Poseidon Satelliteneichung<sup>[31]</sup> Quelle WattsUp. S. Fußnote

Die Abbildung 57 zeigt die Referenzstation zur GPS gestützten Ortsbestimmung der Topex/Poseidon Mission in Tasmanien. Sie wurde trotz ihrer wackligen Konstruktion als GPS Referenzstation für die Topex/Poseidon Mission genutzt. Wahrscheinlich stellt sie eine Ausnahme dar, ob das so ist, ist aber nicht bekannt. Leider gibt es über den Zustand der Pegelmessstationen, anders als die Watts'schen Untersuchungen zur Qualität der USamerikanischen klimatologischen

Stationen, keine umfassende Untersuchung mit Vermessungen. Es muss jedoch davon ausgegangen werden, dass weder die Eichvorschrift zur jährlichen Überprüfung des Bezugspunktes diszipliniert weltweit eingehalten wird, noch die Stabilität der Piers allgemein so groß war, dass Eigenbewegungen über die Messdauer auszuschließen wären.<sup>[4]</sup> Man muss also bei der Fehlerbestimmung davon ausgehen, dass Fehler aus der Eigenbewegung, oder auch wg. Nichtablesung, schleichend auftreten. Sie dürften vermutlich die Größenordnung der gesuchten Änderungen haben.

Wird fortgesetzt.

Diese ist ein Teil der Dissertation vom Autor, welche die Universität – nach Gerichtsentscheidung vom September 2011 als nicht eingereicht betrachtet hatte.

1. Die erste Zahl bezieht sich auf die Zeit von 1961 bis 1993 (Pegelmessung) und die zweite auf die Zeit von 1993 – 2003. Satellitenmessung. ↑
2. Quelle: [Douglas, 2000] Einleitung: „Gornitz estimates that the net effect of all these human induced changes is a *lowering* of the level of the sea, of the order of I millimeter per year,“ ↑
3. Quelle  
<http://wattsupwiththat.com/2009/03/19/despite-popular-opinion-and-calls-to-action-the-maldives-is-not-being-overrun-by-sealevel-rise/> ↑
4. “Tide gauge records, however, do not provide simple and straightforward measures of regional eustatic sea level. They are often (not to say usually) dominated by the effects of local compaction and local loading subsidence. With this perspective, our multiple morphological and sedimentological records appear more reliable and conclusive” [Mörner, 2004] ↑