

AR6 und Meeresspiegel-Anstieg, Teil 1

geschrieben von Chris Frey | 24. März 2022

[Andy May](#)

Dies ist der erste Teil einer dreiteiligen Serie über die Diskussion des IPCC über den Anstieg des Meeresspiegels in seinem jüngsten Bericht, AR6 (IPCC, 2021). In dem Bericht wird behauptet, dass sich der Anstieg des Meeresspiegels beschleunigt. Man kann sich fragen, warum sie das glauben und welche Beweise sie dafür vorlegen.

In der AR6-Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger steht Folgendes:

*„Der globale mittlere Meeresspiegel ist zwischen 1901 und 2018 um 0,20 [0,15 bis 0,25] m gestiegen. Die durchschnittliche Geschwindigkeit des Meeresspiegelanstiegs betrug zwischen 1901 und 1971 1,3 [0,6 bis 2,1] mm pro Jahr-1, stieg zwischen 1971 und 2006 auf 1,9 [0,8 bis 2,9] mm pro Jahr-1 und zwischen 2006 und 2018 weiter auf 3,7 [3,2 bis 4,2] mm pro Jahr-1 (hohes Vertrauen). **Der menschliche Einfluss war sehr wahrscheinlich die Hauptursache für diesen Anstieg seit mindestens 1971.**“* [Fettdruck {vom Autor} hinzugefügt]

[AR6 Summary for Policymakers](#), Seite SPM-6 (IPCC, 2021)

Und im AR6, Kapitel 9, heißt es:

„Der mittlere globale Meeresspiegel (GMSL) ist im 20. Jahrhundert schneller gestiegen als in jedem anderen Jahrhundert der letzten drei Jahrtausende (hohes Vertrauen), mit einem Anstieg von 0,20 [0,15-0,25] m im Zeitraum von 1901 bis 2018 (hohes Vertrauen). Der Anstieg des GMSL hat sich seit den späten 1960er Jahren beschleunigt, mit einer durchschnittlichen Rate von 2,3 [1,6-3,1] mm pro Jahr-1 im Zeitraum 1971-2018, die sich auf 3,7 [3,2-4,2] mm pro Jahr-1 im Zeitraum 2006-2018 erhöht hat (hohes Vertrauen). Neue, auf Beobachtungen basierte Schätzungen, die seit dem [SROCC](#) [Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, 2019] veröffentlicht wurden, führen zu einem geschätzten Meeresspiegelanstieg im Zeitraum 1901 bis 2018, der mit der Summe der einzelnen Komponenten übereinstimmt. Während die thermische Ausdehnung des Ozeans (38 %) und der Massenverlust der Gletscher (41 %) die Gesamtveränderung von 1901 bis 2018 dominieren, hat der Massenverlust der Eisschilde zugenommen und ist für etwa 35 % des Meeresspiegelanstiegs im Zeitraum 2006-2018 verantwortlich (hohes Vertrauen).“

Auf Seite 9-8 (Kapitel 9, Seite 8) des [AR6-Berichts](#).

Weiter unten in Kapitel 9 liest man:

„Auf der Ebene der Einzugsgebiete stieg der Meeresspiegel im Zeitraum 1993-2018 im Westpazifik am schnellsten und im Ostpazifik am langsamsten an (mittleres Vertrauen). ...Das anthropogene Signal für den regionalen Meeresspiegelanstieg wird in den meisten Regionen bis 2100 sichtbar werden (mittleres Vertrauen).“ [fett vom Autor hinzugefügt]

AR6 Kapitel 9, Seite 8.

Es ist ein wenig beunruhigend, dass sie in der Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger (SPM) zu dem Schluss kommen, dass der menschliche Einfluss „sehr wahrscheinlich“ die Hauptursache für die Beschleunigung des Meeresspiegels war, und in Kapitel 9 zugeben, dass sie nicht erwarten, ein anthropogenes Signal in der regionalen Meeresspiegeländerung vor 2100 zu beobachten.

Der globale mittlere Meeresspiegel (GMSL) könnte im 20. Jahrhundert stärker angestiegen sein als jemals zuvor in den letzten 3.000 Jahren, aber woher soll man das wissen? Vor 3.000 Jahren gab es weder Gezeitenmesser noch Satelliten. Weder Gezeitenmesser noch Satelliten sind auf den Millimeter genau, und historische Aufzeichnungen und geologische Proxies von vor 3.000 Jahren sind es erst recht nicht. Die geologischen Näherungswerte für den vergangenen Meeresspiegel werden von Willis Eschenbach [hier](#) erläutert [demnächst in deutscher Übersetzung beim EIKE]

Und warum sollte dies etwas bedeuten? Während der Kleinen Eiszeit von 1600 bis 1850 stießen die Gletscher auf ihre niedrigste holozänen Seehöhe vor und verschlangen dabei ganze Dörfer (Behringer, 2010, S. 89-90). Die Kleine Eiszeit war die kälteste Periode des gesamten Holozäns – von vor rund 11 700 Jahren bis zum heutigen Tag. Wenn die Gletscher der Kleinen Eiszeit schmelzen, ist ein leichter Anstieg des Meeresspiegels zu erwarten, aber wie stark ist dieser? Und noch wichtiger: Können wir sicher sein, dass sich der Anstieg des Meeresspiegels beschleunigt?

Wir finden es auch seltsam, dass die Forscher zu dem Schluss kommen, dass der GMSL ansteigt, indem sie die linearen kleinsten Quadrate mit ausgewählten Teilen des Meeresspiegels vergleichen. In Abbildung 1 ist der gesamte NOAA-GMSL-Datensatz nach Quartalen seit April 1880 dargestellt. Die x-Achse gibt die Anzahl der Quartale (Dreimonatszeiträume) an, und auf der y-Achse ist der mittlere Meeresspiegel bis 2020 angegeben. Dieser Datensatz wurde aus den GMSL-Daten von Church und White (Church & White, 2011) bis 2010 und danach von den [Fast-Delivery-Daten](#) der University of Hawaii erstellt:

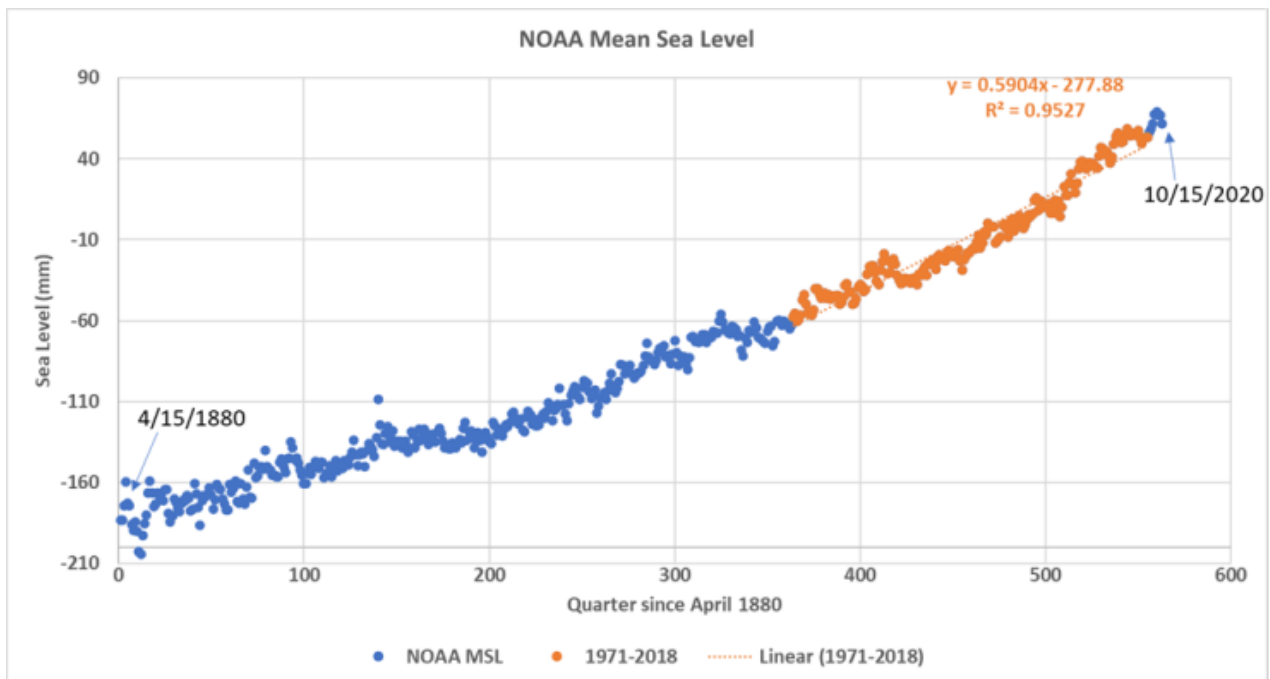


Abbildung 1. NOAA Mittlerer Meeresspiegel von 1880 bis 2020 nach Quartalen. Daten gesammelt von Philip Townsend. Der größte Teil dieses Datensatzes wurde von Church & White, 2011 erstellt. Der Datensatz nach 2010 stammt vom University of Hawaii Sea Level Center, 2021. Der Zeitraum von 1971 bis 2018, der in den obigen AR6-Zitaten erwähnt wird, ist in orange dargestellt, und es wird eine lineare Anpassung nach kleinsten Quadraten für diesen Zeitraum angezeigt.

AR6 wählt in den obigen Zitaten zahlreiche spezifische Zeiträume aus, um seine Behauptung zu rechtfertigen, dass sich der Anstieg des Meeresspiegels beschleunigt. Diese Behauptung ist visuell zweifelhaft, da die Daten zwar etwas wellenförmig, aber linear aussehen. Der Zeitraum der scheinbaren Beschleunigung von 180 bis 300 (1925-1952) sieht verdächtig nach 420 bis 510 (1985-2007) aus. Die gesamte Aufzeichnung von April 1880 bis Ende 2020 hat eine Steigung von 1,65 mm/Jahr mit einem R^2 von 0,97. Wir könnten den ganzen Tag lang Perioden herauspicken, ohne etwas Signifikantes in Bezug auf die Beschleunigung oder das Fehlen einer Beschleunigung zu finden. Die Kleinste-Quadrate-Statistiken für die in den obigen Zitaten erwähnten AR6-Perioden sind in Tabelle 1 aufgeführt und mit vier von mir ausgewählten Perioden verglichen.

Während AR6 behauptet, dass die Beschleunigung mit hoher Wahrscheinlichkeit eintritt, heißt es im vorherigen Bericht:

„Der seit 1993 beobachtete Trend der GMSL ist jedoch nicht signifikant größer als die Schätzung der 18-jährigen Trends in früheren Jahrzehnten (z. B. 1920-1950).“

AR5: (IPCC, 2013, S. 290)

Man fragt sich, warum AR6 nur sieben Jahre später zu einem anderen Ergebnis kommt.

Cherry-picked period statistics			
Cherry picker	Period	slope/ sea level rise rate	R ²
AR6	1901-2018	1.74 mm/yr	0.97
AR6	1901-1971	1.43 mm/yr	0.93
AR6	1971-2018	2.33 mm/yr	0.94
AR6	1971-2006	1.84 mm/yr	0.92
AR6	2006-2018	3.78 mm/yr	0.87
Andy May	1880-2020	1.65 mm/yr	0.97
Andy May	1925-1954	1.96 mm/yr	0.91
Andy May	1985-2007	2.36 mm/yr	0.94
Andy May	2012-2020	2.66 mm/yr	0.72

Tabelle 1. willkürlich herausgegriffene Meeresspiegel-Anstiegsraten.

AR6 möchte uns glauben machen, dass sich der Anstieg des Meeresspiegels beschleunigt, weil eine lineare Anpassung nach der Methode der kleinsten Quadrate für den Zeitraum 2006 bis 2018 größer ist als für den Zeitraum 1971 bis 2018. Doch von 2012 bis 2020 ist die Rate fast genauso niedrig wie von 1971 bis 2018. Die größte Anstiegsrate in Tabelle 1 beträgt nur 38 cm pro Jahrhundert, was kaum alarmierend ist, wenn die globalen Gezeiten im offenen Ozean im Durchschnitt mehr als **doppelt** so hoch sind und die Gezeiten an den Küsten täglich oft das Zehnfache dieses Wertes betragen. Das Klima verändert sich auf einer zeitlichen Skala von Jahrhunderten, wie der Vergleich zwischen der Kleinen Eiszeit und der mittelalterlichen Warmzeit zeigt. Daher ist es unwahrscheinlich, dass eine instrumentelle Aufzeichnung von 1880 bis 2020 die gesamte Bandbreite des Meeresspiegelanstiegs erfassen kann. Schätzungen des Meeresspiegelanstiegs aus historischen und geologischen Aufzeichnungen zeigen, dass der Meeresspiegel in der Vergangenheit viel schneller gestiegen ist, wie in Abbildung 2 von Robert Rohde dargestellt:

Global sea level rise – past 24,000 years

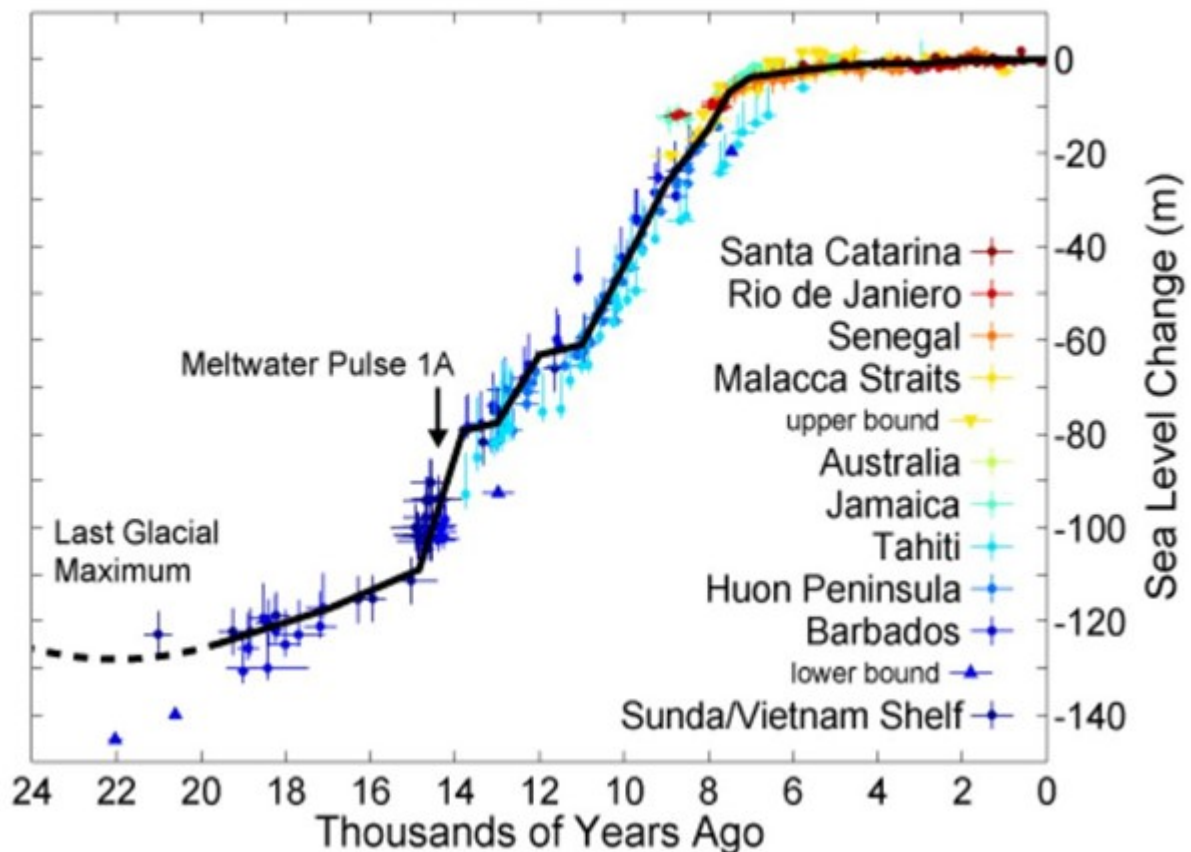


Abbildung 2. Ein von Robert Rohde erstelltes Diagramm zur Veränderung des Meeresspiegels im Holozän und während des letzten glazialen Maximums. Die Geschwindigkeit des Meeresspiegelanstiegs war von vor 14.000 Jahren bis vor etwa 7.000 Jahren viel höher als heute. Die Schwankungen seit vor 4.000 Jahren sind zu gering, um sie zu messen.

Der Meeresspiegel wird mit Hilfe von Gezeitenmessern geschätzt, die an den Küsten der ganzen Welt installiert sind. Die besten dieser Messgeräte haben eine Genauigkeit von nur ± 5 mm für einen Monatsdurchschnitt (NOAA, 2020). Satellitenmessungen des Meeresspiegels sind problematisch, es sei denn, die meteorologischen Bedingungen sind perfekt, und sie versuchen, die Höhe einer sich bewegenden Oberfläche zu messen. AR6 räumt ein, dass die Satellitenschätzungen der „Beschleunigung“ des Meeresspiegelanstiegs viel geringer sind als die stark massierten Aufzeichnungen der Gezeitenpegel. Dies wird auf Seite 9-96 des AR6 erörtert, wo wir sehen, dass die Satelliten eine Beschleunigung von 1993 bis 2015 bis 2006-2015 von 3,16 mm/Jahr auf 3,58 mm/Jahr feststellen, also eine Beschleunigung von weniger als einem halben mm/Jahr in etwa einem Jahrzehnt. Andere Satellitenschätzungen sind ähnlich. Satellitenschätzungen des Meeresspiegels sind nicht auf einen halben Millimeter genau (Frederikse, et al., 2020).

Ist der Unterschied zwischen einer geschätzten globalen

Durchschnittsrate von 3,8 mm/Jahr und 1,8 mm/Jahr in Anbetracht der verwendeten Daten statistisch signifikant? Vor allem, wenn diese Messungen über einige Jahrzehnte hinweg vorgenommen werden? Das scheint unwahrscheinlich, aber sehen wir uns die Daten genauer an.

Die Aussagen des AR6 legen nahe, dass der Anstieg des Meeresspiegels aufgrund des menschlichen Einflusses zunimmt. Dies ist vermutlich auf die Treibhausgasemissionen zurückzuführen, die eine Erwärmung der Erdoberfläche bewirken, wodurch die an Land befindlichen Gletscher schmelzen.

Dies wirft zwei Fragen auf:

1. Ist die Zunahme des Meeresspiegelanstiegs statistisch signifikant?
2. Wenn ja, könnte die Erwärmung durch menschliche Treibhausgasemissionen verursacht worden sein?

Aus dem AR6:

„Die Erwärmung des Klimasystems hat den Anstieg des mittleren globalen Meeresspiegels durch Eisverlust an Land und thermische Ausdehnung aufgrund der Erwärmung der Ozeane verursacht. Die thermische Ausdehnung erklärte 50 % des Meeresspiegelanstiegs im Zeitraum 1971-2018, während der Eisverlust von Gletschern 22 %, Eisschilde 20 % und Veränderungen der Wasserspeicherung an Land 8 % beitrugen. Die Verlustrate der Eisschilde hat sich zwischen 1992-1999 und 2010-2019 um das Vierfache erhöht. Zusammengekommen trugen Eisschild- und Gletschermassenverluste am stärksten zum Anstieg des mittleren globalen Meeresspiegels im Zeitraum 2006-2018 bei (hohes Vertrauen).“

AR6 Seite: SPM-14

Die Erwärmung der Ozeane seit der kleinen Eiszeit ist also für etwa die Hälfte des Meeresspiegelanstiegs verantwortlich. Das schmelzende Eis trägt angeblich den größten Teil des Restes bei.

Und weiter im AR6:

„Bis zum Jahr 2100 wird ein Anstieg des Meeresspiegels um 0,28-0,55 m (wahrscheinliche Spanne) unter SSP1-1,9 und 0,63-1,02 m (wahrscheinliche Spanne) unter SSP5-8,5 im Vergleich zum Durchschnitt von 1995-2014 prognostiziert (mittleres Vertrauen). Bei den Szenarien mit höheren CO₂-Emissionen sind die Meeresspiegel-Projektionen für das Jahr 2100 und darüber hinaus sehr unsicher, was mit den Reaktionen der Eisschilde auf die Erwärmung zusammenhängt. In einem Szenario mit geringer Wahrscheinlichkeit und großen Auswirkungen und einem Szenario mit hohen CO₂-Emissionen könnten die durch große Unsicherheit gekennzeichneten Prozesse der Eisschilde den Anstieg des Meeresspiegels bis 2150 auf etwa 5 m treiben. Angesichts der langfristigen Entwicklung ist die Ungewissheit über den Zeitpunkt des Erreichens verschiedener GMSL-

Anstiegsniveaus eine wichtige Überlegung für die Anpassung.

AR6 Seite TS-44

Einige IPCC-Klimamodelle sagen einen Anstieg des Meeresspiegels um bis zu 5 Meter bis zum Jahr 2150 voraus, während die derzeitige Anstiegsrate des Meeresspiegels weniger als 40 cm pro Jahrhundert beträgt? In Anbetracht der Tatsache, dass die IPCC-Modelle nach 30 Jahren des Versuchs das Klima nicht genau vorhergesagt haben (McKittrick & Christy, 2018), verzeihen Sie mir meine Skepsis.

AR6:

„Es ist praktisch sicher, dass der globale mittlere Meeresspiegel bis 2100 weiter ansteigen wird ...

Nach 2100 wird der GMSL aufgrund der anhaltenden Wärmeaufnahme des tiefen Ozeans und des Massenverlustes der grönländischen und antarktischen Eisschilde für Jahrhunderte weiter ansteigen und für Tausende von Jahren erhöht bleiben (hohes Vertrauen).“

AR6 Kapitel 9, Seite 9-9.

Die erste Aussage ist wahrscheinlich wahr, wir erwärmen uns immer noch, während wir die kleine Eiszeit hinter uns lassen, und ich würde eine Änderung der Richtung des Gletscherrückgangs vor 2100 bezweifeln, die zweite Aussage ist reine Spekulation, eine Prognose über 2100 hinaus ist leichtsinnig.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die AR6-Aussagen über die Beschleunigung des Meeresspiegelanstiegs auf einfachen und groben linearen Kleinst-Quadrat-Anpassungen an die Meeresspiegeldaten der letzten 140 Jahre beruhen. Sie beziehen auch Daten und Trends zur Erwärmung der Ozeane und zum Abschmelzen der Gletscher an Land ein. Das Problem ist, dass die Anstiegsrate des Meeresspiegels heute so gering und so linear ist, dass ihre Versuche, große Raten des Meeresspiegelanstiegs vorherzusagen, statistisch ungeschickt und fast schon komisch sind. Im nächsten Beitrag untersuchen wir die Komplexität der Messung des GMSL, und später in dieser Serie werden wir eine statistisch aussagekräftigere Projektion des Meeresspiegelanstiegs vorlegen, die weit unter den wilden Vorhersagen des AR6 liegt.

The bibliography can be downloaded [here](#).

Link:

<https://andymaypetrophysicist.com/2022/03/19/ar6-and-sea-level-rise-part-1/>

Übersetzt von [Christian Freuer](#) für das EIKE