

Wie Forscher den Meeresspiegel messen Dank moderner Satellitentechnik werden Veränderungen millimetergenau erfasst

Von Jürgen Wendler

Bremerhaven. In der Zeit von 1993 bis 2009 sei der Meeresspiegel im globalen Mittel um 3,4 Millimeter pro Jahr gestiegen, sagen Wissenschaftler – und stoßen damit bei einigen Menschen auf ungläubiges Staunen: Wer aufs Meer schaut, sieht eine Oberfläche, die ständig in Bewegung ist. Wie soll es da möglich sein, derart genaue Angaben über Veränderungen des Meeresspiegels zu machen? Die Forscher indes versichern, dass dies tatsächlich möglich sei, und zwar dank moderner Satellitentechnik. Ihr verdanken sie auch die Erkenntnis, dass es beim Meeresspiegel erhebliche regionale Unterschiede gibt.

Der Meeresspiegel genießt nicht erst seit Beginn der Diskussionen über mögliche Folgen der globalen Erwärmung besondere Aufmerksamkeit. Schon seit Langem dient er dazu, zum Beispiel die Höhe von Bergen anzugeben. Dazu bedarf es einer Bezugsgröße – und die lieferte bereits im 19. Jahrhundert der Durchschnittswert aus der Summe aller Tidenwasserstände, der die Bezeichnung Normalnull (NN) erhielt. Eine große Rolle spielte in der Geschichte der Höhenbestimmung der vom Amsterdamer Magistrat festgelegte Pegel des mittleren Hochwassers der Zuidersee. An ihm richteten sich auch Nachbarländer wie Deutschland aus.

Heute wird bei Höhenangaben zudem das Schwerfeld der Erde berücksichtigt, das heißt die Tatsache, dass Massen andere Massen anziehen und dass die Materie im Erdinnern ungleich verteilt ist. Dies hat zur Folge, dass die Erde genau genommen keine Kugel ist, sondern ein sogenanntes Geoid, salopp gesagt: ein kartoffelförmiges Gebilde mit Dellen und Beulen. Dementsprechend sprechen Fachleute inzwischen nicht mehr von Normalnull, sondern von Normalhöhennull.

Wie der Klimaforscher Jens Schröter vom Bremerhavener Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung erklärt, werden in aller Welt auch heute noch Veränderungen des Wasserstands mithilfe von Pegeln gemessen. Für die Wissenschaft wesentlich wichtiger seien allerdings inzwischen die Satellitenmessungen. Satelliten erfassen das Schwerfeld der Erde und messen mithilfe von Radargeräten den genauen Abstand zur Meeresoberfläche. Da sie auf ihren Bahnen häufig denselben Punkt der Erde überfliegen, ist es für die Forscher vergleichsweise einfach, den Einfluss des Seegangs zu bestimmen und herauszurechnen, das heißt genaue Angaben zum Meeresspiegel zu gewinnen.

Dass sich der Meeresspiegel sowohl kurz- als auch langfristig verändert, hat eine Vielzahl von Ursachen. So bewirkt die Anziehungskraft des Mondes Gezeitenwellen, die zur Folge haben, dass der Wasserstand nicht in allen Meeresgebieten gleich ist. Wind, Luftdruck und Strömungsverhältnisse haben ebenfalls einen Einfluss.

Langfristige Veränderungen des Meeresspiegels, wie sie zurzeit im Zusammenhang mit der globalen Erwärmung erörtert werden, hängen unter anderem mit der Temperatur des Meerwassers zusammen. Wärmeres Wasser hat eine geringere Dichte, das heißt: Es dehnt sich aus und nimmt mehr Raum in Anspruch.

Hinzu kommt, dass die Erwärmung der Luft dazu führt, dass in Gebirgsgletschern und in den Eisschilden der Arktis und Antarktis gebundenes Eis schmilzt. Wie das wärmere Meerwasser, so hat auch das vom Land ins Meer fließende Schmelzwasser einen Anstieg des Meeresspiegels zur Folge. Und noch etwas kommt hinzu: Auch die Tatsache, dass sich Landmassen heben oder senken, wirkt sich aus. Auf dem Höhepunkt der letzten Kaltzeit vor etwa 20000 Jahren lag Skandinavien unter einer kilometerdicken Eisdecke. Ohne das Gewicht des Eises konnte sich das Land heben; es tut dies bis heute.

Professor Peter Lemke ist nicht nur Klimaforscher am Alfred-Wegener-Institut, sondern zudem maßgeblich an den Berichten des von den Vereinten Nationen eingesetzten Weltklimarats (Intergovernmental Panel on Climate Change, kurz: IPCC) beteiligt. Wie er betont, ist der Meeresspiegel in den vergangenen rund 20000 Jahren um 120 Meter gestiegen. Wichtig sei dabei auch die Erkenntnis, dass sich der Meeresspiegel etwa von Christi Geburt bis zum Jahr 1900 nur unwesentlich verändert habe. Im Laufe des 20. Jahrhunderts sei er hingegen um 17 Zentimeter gestiegen – eine Entwicklung, die Klimaforscher mit den großen Mengen an Kohlendioxid in Verbindung bringen, die der Mensch bei Verbrennungsvorgängen freisetzt.

Schmelzwasser trägt zum Anstieg bei

Der zuletzt ermittelte Anstieg von 3,4 Millimetern pro Jahr im globalen Mittel wird nach den Worten von Lemke vor allem auf das Schmelzen von Eismassen zurückgeführt. Ein Millimeter pro Jahr gehe vermutlich auf das Abschmelzen von Gebirgsgletschern zurück, erklärt der Wissenschaftler. Für einen weiteren Millimeter seien nach gegenwärtigem Kenntnisstand Eisverluste bei den großen Eisschilden in der Arktis und Antarktis verantwortlich.

Lemke macht allerdings ebenso wie Jens Schröter kein Hehl daraus, dass die genauen Zusammenhänge noch keineswegs bis ins Letzte erforscht sind. Um sie besser zu verstehen, entwickeln Schröter und andere Klimaforscher sogenannte Ozeanmodelle, das heißt: Sie füttern Computer mit bekannten physikalischen Daten – etwa zur Temperatur und zum Salzgehalt des Wassers, der ebenfalls einen Einfluss auf die Dichte hat – und sehen sich dann an, wie sich die Wassermassen im Ozean bewegen. Fachleute sprechen in diesem Zusammenhang von Ozeanzirkulation. Kommen die Bewegungsmuster der Wirklichkeit nahe, so spricht dies für eine hohe Qualität des Modells. Andererseits erlaubt ein gutes Modell Rückschlüsse auf die Wirklichkeit. Schröter gibt dieses Beispiel: Anhand der Wasserbewegungen lasse sich auch erkennen, wo Wärmeenergie hinzugekommen sein müsse. Diese werde zum Beispiel frei, wenn Schmelzwasser von antarktischen Gletschern ins Meer gelange. Mit anderen Worten: Von Ozeanmodellen lassen sich auch Antworten auf die Frage erhoffen, ob die antarktische Eismasse kleiner wird.

Wissenschaftler des Kieler Leibniz-Instituts für Meereswissenschaften (IFM-GEOMAR) haben Ende Juni in der Fachzeitschrift „Geophysical Research Letters“ eine Studie veröffentlicht, in der sie mithilfe von Computersimulationen aufzeigen, welchen Einfluss Veränderungen von Meeresströmungen auf den Meeresspiegel haben. Hinter den Arbeiten stand die Beobachtung, dass es beim Meeresspiegel große regionale Unterschiede gibt: So ist

dieser in einigen Bereichen des tropischen Pazifiks und des Indischen Ozeans während der vergangenen Jahrzehnte sogar gefallen. Der Studie zufolge müssen Wissenschaftler deshalb noch genauer als bisher darauf achten, wie sich Meeresströmungen und Windsysteme entwickeln. Davon hänge zum Beispiel ab, ob die Bewohner einer tropischen Inselgruppe in den nächsten Jahrzehnten mit einem wesentlich höheren Anstieg als im globalen Durchschnitt rechnen müssten oder ob der Meeresspiegel dort sogar vorübergehend fallen könnte.