

Das Meer unter Beobachtung – global und auf den Millimeter genau!

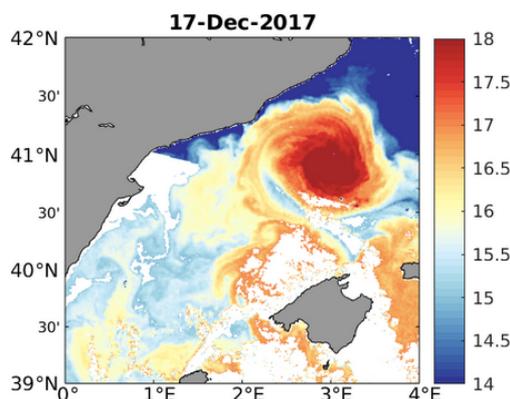
Von Christian Du Brulle

Die Farben des Ozeans, der Meeresspiegel, aber auch die Winde, die Temperatur, der Austausch mit der Atmosphäre ... all diese Faktoren werden von Raumflugkörpern beobachtet und geben der Wissenschaft so Aufschluss über den Gesundheitszustand des blauen Planeten und das Ausmaß der gigantischen Phänomene, die sich dort abspielen.

Dr. Aida Alvera-Azcárate von [der Forschungsgruppe GHER](#) (GeoHydrodynamics and Environment Research) der Universität de Liège beschäftigt sich mit der Temperatur und den Farben des Meeres. Sie geben ihr Informationen über die Veränderungen, die dort stattfinden.

Heiße Wirbelwinde über dem Balearischen Meer

„Gerade haben wir eine Gemeinschaftsarbeit zu den großräumigen Wirbelstürmen über dem Balearischen Meer in der Mittelmeerregion abgeschlossen“, berichtet sie. „Dank der Satellitendaten konnten wir zwei dieser Ereignisse untersuchen, die besonders lange andauerten, zwischen zwei und vier Monaten lang.“



Erkennung eines Wirbels und einer Temperaturanomalie über dem Balearischen Meer durch Fernerkundung mit Sentinel-3, © Dr. Alvera-Azcárate

Durch die Isolierung bestimmter Wassermassen wirken sich diese Phänomene auf die allgemeine Meeresströmung und auch auf die Ökosysteme aus. [Im Fall der vorliegenden](#)

[Studie](#) wurde auch festgestellt, dass die Wirbelstürme zu einer Temperaturerhöhung im Bereich von 2,5 Grad geführt haben. „Auf das Meer bezogen kann man sozusagen von Hitzewellen sprechen“, meint die Ozeanologin.

Vorzeitiger Frühlingsbeginn in der Nordsee

Noch näher bei uns wurde der verfrühte Beginn des Frühlings in der Nordsee entdeckt. Im Rahmen einer Studie, die ebenfalls von Belpo, dem belgischen Bundesamt für Wissenschaftspolitik, über dessen [Programm STEREO](#) unterstützt wurde, hat die Wissenschaftlerin eine weitere Auswirkung der globalen Erwärmung umrissen.

[Durch die Beobachtung des Chlorophyllgehalts im Meer über einen Zeitraum von über zwanzig Jahren hinweg konnte die Ozeanologin nachweisen, dass die Frühjahrsblüten im Meer immer früher einsetzen.](#) „Es besteht ein Unterschied von etwa einem Monat zwischen 1998 und 2020“, stellt sie klar.

Diese Untersuchungen konnte die Wissenschaftlerin der Université de Liège auf Grundlage von Satellitendaten durchführen. Regelmäßig prüft sie die Daten der europäischen Satelliten Sentinel-3 und Sentinel-6, die von [EUMETSAT](#) im Rahmen [des europäischen Copernicus-Programms](#) betrieben werden.

„[Sentinel-3](#) verfügt über verschiedene Instrumente, die uns Daten zur Altimetrie, zu den Farben, zum Chlorophyll- und Sedimentgehalt und auch zur Temperatur des Meeres liefern“, erläutert Dr. Alvera-Azcárate. „[Sentinel-6, der auch den Namen Michael Freilich trägt stellt wiederum die Kontinuität mit den Altimetriedaten der Jason-Satelliten sicher. Und dies mit höchster Präzision.](#)“

Ständige Verbesserung der Werkzeuge und Daten

Die Instrumente im Weltraum liefern eine wahre Fülle an Daten, doch müssen sie für die Wissenschaft auch möglichst aussagekräftig sein. [Daher beschäftigt sich Aida Alvera-Azcárate auch mit Verfahren zur Verbesserung der Qualität dieser Satellitendaten.](#) „So versuchen wir zum Beispiel, bestimmte Störungen wie Wolkenschatten auf dem Meer auszuschalten, die zu Fehlinterpretationen dessen führen können, was die Satelliten sehen“, berichtet sie.

Eine harte Nuss, denn die Wolkenschatten sind oft schwer von den Werten ohne Schatteneinfluss zu unterscheiden. Sie weisen ähnliche Spektraleigenschaften wie die Wasserpixel auf.

In Brüssel beschreibt [Prof. Véronique Dehant](#) (Observatoire Royal de Belgique) eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung der Weltraumwerkzeuge: die Genauigkeit ihrer Positionsbestimmung. „Spricht man vom Anstieg des Meeresspiegels, so geht es um Altimetrie, also um Höhenmessung“, erläutert die Leiterin der Abteilung ‚Referenzsysteme und Planetologie‘ des Observatoire Royal.

Mehr Präzision bei der Positionsbestimmung der Satelliten

„Bei den Altimetriesatelliten kann man die Leistung verbessern, aber dafür müssen wir neu über die Technik nachdenken, die sie für ihre eigene Positionsbestimmung nutzen.“

Will man die durchschnittliche Höhe des Meeresspiegels auf den Millimeter genau bestimmen, muss man logischerweise die zugehörige Bezugsmarke mindestens ebenso genau ermitteln. [Auch eine Resolution der Vereinten Nationen \(A/RES/69/266\) spricht sich dafür aus.](#)

„Um dieses Ziel zu erreichen, muss man ein anderes Verfahren wählen. Und somit eine neue Technologie testen. Genau dies schaffen wir mit der Mission Genesis, die eine Verbesserung und Homogenisierung der zeitlichen und räumlichen Bezüge zur Erde auf einen Zehntelmillimeter genau ermöglichen würde“, berichtet die Mathematikerin.

Abkehr von Bezugspunkten auf der Erde

Wie? Durch die gemeinsame Positionierung aller Messungen der Weltraumgeodäsie in ein und demselben Satelliten: das globale Satellitennavigationssystem (GPS), die Satelliten-Laser-Telemetrie (SLR), die Langbasisinterferometrie (Very Long Baseline Interferometry, VLBI) und die Doppler-Orbitographie durch auf Satelliten integrierte Radiopositionierung (DORIS).

„Stellen Sie sich vor Sie möchten den durchschnittlichen Meeresspiegel und seine Veränderung ermitteln. [Dafür nutzen Sie einen Altimetriesatelliten wie Jason](#)“, erläutert Véronique Dehant.

„Sie messen die Höhe des Meeresspiegels in Bezug auf diesen Satelliten. Daher muss man selbstverständlich die Position dieses Satelliten mit derselben Präzision ermitteln. Dafür nutzen Sie das GPS. GPS ist jedoch keine Technik, die eine solche Präzision absolut ermöglicht. GPS-Messungen leisten eine Positionsbestimmung in Bezug auf GPS- oder Galileo-Satelliten, deren Position wiederum durch Beobachtungen von der Erde aus bestimmt wird, die sich ihrerseits kontinuierlich in ihrer Form verändert. Auf diese Art und Weise können Sie niemals eine absolute Position im Weltraum ermitteln.“

Vom Mars zur Erde: neuer Anwendungsbereich für das LaRa-Instrument

„Das einzige Verfahren, das eine Positionsbestimmung im Weltraum ermöglicht, ist die Langbasisinterferometrie (VLBI). Mit dieser Technik messen Sie Positionen auf der Erde in Bezug auf Quasare, also Objekte, die so weit entfernt im Universum liegen, dass sie quasi keine Eigenbewegung aufweisen. Sie sind sozusagen eine Art feste Bojen am Himmel. Nur sie ermöglichen es, unsere eigene Position auf der Erde mit größerer Präzision zu messen“, so Véronique Dehant.

Zur Nutzung dieses Konzepts bedarf es einer ergänzenden Technologie. Der Weg führt über ein spezifisches Instrument an Bord der Satelliten. An dieser Stelle ist das Knowhow der belgischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gefragt.

Das LaRa-Instrument, im Observatoire Royal de Belgique für die Erforschung des Planeten Mars entwickelt, kann für diese Aufgabe teilweise angepasst werden. Diese Anpassung muss noch umgesetzt und im Weltraum getestet werden. Genau dies ist das Herz der Mission Genesis von Véronique Dehant und ihrem Kollegen am Observatoire Royal, Dr. Ozgür Karatekin. Ein an LaRa beteiligtes belgisches Unternehmen (Antwerp Space) hat signalisiert, die Umsetzung zu übernehmen.

Fehlt nur noch das grüne Licht für diese ehrgeizige wissenschaftliche Mission mit einem letztlich sehr anwendungsbezogenen Ziel. Die Schlüsselposition dabei übernimmt ein neues Weltraumwerkzeug, das zu gegebener Zeit auf allen europäischen Galileo-Positionsbestimmungssatelliten der zweiten Generation an Bord sein könnte. Ultrapräzise Messung der Erdoberfläche basierend auf dem tiefsten Weltraum ... eine neue belgische Spezialität? Warum nicht!