

Beobachtung des Wasserkreislaufs aus dem All – Eine einmalige Hamburger Satellitenklimatologie

Der globale Wasserkreislauf ist ein wesentliches Element des globalen Klimasystems, beschreibt und verknüpft er doch viele wichtige Vorgänge wie z. B. Verdunstung, Konvektion, Wolkenbildung und Niederschlag. Durch die dabei umgesetzte Energie ist er auch eng an den globalen Energiekreislauf und seine Veränderungen gekoppelt. Die Differenz aus Niederschlag und Verdunstung ergibt den Süßwasserfluss der angibt, ob eine Region der Erde mehr Niederschlag erhält als verdunstet oder umgekehrt. Im globalen Mittel und über einen längeren Zeitraum betrachtet, müssen sich Verdunstung und Niederschlag jedoch ausgleichen. Das möglichst vollständige Verständnis des Wasserkreislaufs ist daher eine entscheidende Voraussetzung für eine erfolgreiche Klimamodellierung.

Die verschiedenen Komponenten des Wasserkreislaufs mit hoher Genauigkeit zu messen, ist jedoch sehr schwierig. Das trifft insbesondere über dem globalen Ozean zu, wo nicht flächendeckend Schiffe mit eingebauten Messinstrumenten fahren oder Bojen schwimmen. Hier können Satellitendaten helfen. Mit ihnen lassen sich inzwischen wesentliche Komponenten des Wasserkreislaufs fast flächendeckend über dem Globus in hoher Qualität untersuchen.

Die Erstellung eines globalen Datensatzes der Süßwasserbilanz über dem Ozean aus geeigneten Satellitendaten war das Ziel einer langjährigen Kooperation zwischen Arbeitsgruppen am Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI-M) und am Meteorologischen Institut (MI) der Universität Hamburg. Wissenschaftler um Dr. Stephan Bakan und Dr. Axel Andersson am MPI-M in der Abteilung „Land im Erdsystem“ und Dr. Christian Klepp an der Universität Hamburg haben nun die globale Satellitenklimatologie „HOAPS“ mit 15 wichtigen Parametern des globalen Wasserkreislaufs zusammengestellt.

HOAPS steht für **H**amburg **O**cean **A**tmosphere **P**arameters and Fluxes from **S**atellite **D**ata. Der Datensatz umfasst für den Zeitraum 1987 bis 2005 die Parameter Verdunstung, Niederschlag und Frischwasserfluss (Verdunstung minus Niederschlag) sowie 12 weitere Parameter, die u. a. zur Bestimmung der Verdunstung nötig sind. Ermittelt werden sie aus

Messungen der Mikrowellensensoren SSM/I (Special Sensor Microwave Imager) auf polar umlaufenden Militärsatelliten des amerikanischen Defense Meteorological Satellites Program (DMSP). Mit bis zu drei gleichzeitig verfügbaren Satelliten ergibt sich zweimal täglich ein nahezu komplettes Abbild aller Parameter über den Ozeanen. Trotz gleicher Bauart der Sensoren auf den verschiedenen Satelliten ist eine sorgfältige Kalibrierung zwischen ihnen notwendig, wodurch HOAPS zu einem homogenisierten klimatologischen Datensatz wird.

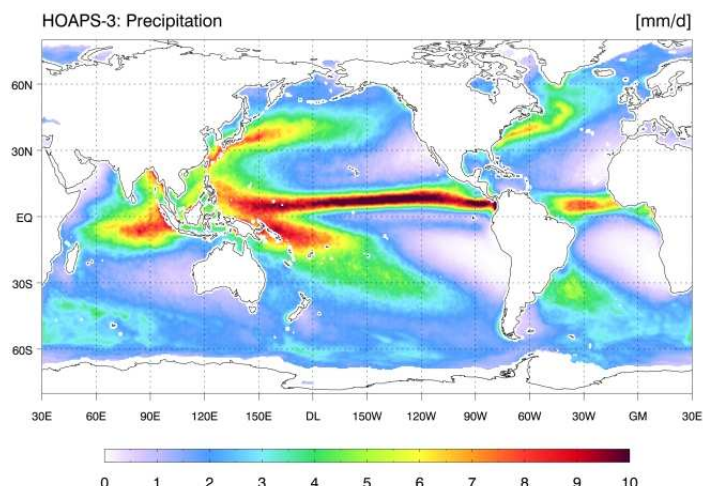


Abb. 1: Klimatologisches Jahresmittel des Niederschlags von 1988 - 2005, HOAPS-3, Quelle: www.hoaps.org

HOAPS ist der bisher einzige verfügbare Datensatz bei dem sowohl der Niederschlag als auch die Verdunstung zur Abschätzung des Süßwasserflusses über dem Ozean konsistent aus global verfügbaren Satellitendaten bestimmt wird. Die Ableitung der Parameter erfolgt dabei unabhängig von Hilfsdaten (z. B. Re-Analysedaten), sondern ausschließlich aus Satellitendaten. Somit ist HOAPS als unabhängiger Referenz-Datensatz ideal zur Evaluation von Modelldaten geeignet.

Mit den HOAPS-Daten können sowohl turbulente Flüsse an der Ozeanoberfläche bestimmt als auch Abschätzungen des Niederschlags vorgenommen werden. Klimamodellierer sind insbesondere an dem Süßwasserfluss an der Ozeanoberfläche interessiert. Dieser ist, wie oben beschrieben, ein wichtiger Teil des globalen Wasserkreislaufs und somit auch der Energiebilanz unseres Planeten.

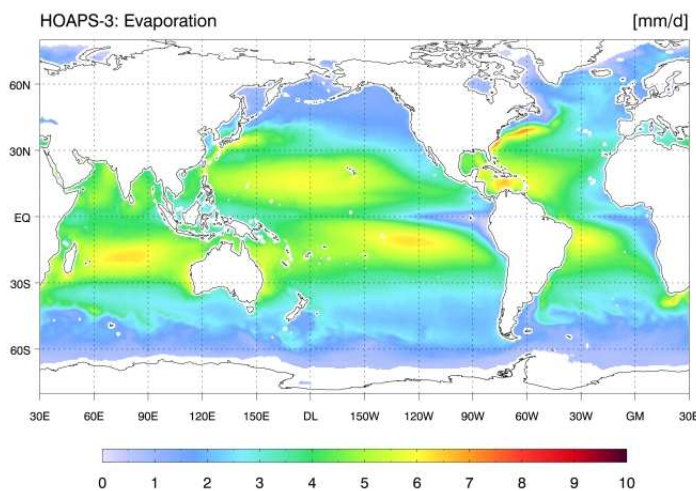


Abb. 2: Klimatologisches Jahresmittel der Verdunstung von 1988 - 2005, HOAPS-3, Quelle: www.hoaps.org

Des Weiteren gibt er als Differenz zwischen Verdunstung und Niederschlag einen Verlust oder Zuwachs des Ozeans an Süßwasser an. Diesen Wert zu kennen ist wichtig für die Kopplung der Ozean- und Atmosphärenmodelle, da der sich hierdurch verändernde Salzgehalt der oberen Schichten des Ozeans eine wichtige Größe für den Antrieb der globalen Ozeanzirkulation darstellt.

Die Abbildungen 1 bis 3 stellen die Klimamittel von Niederschlag, Verdunstung und resultierendem Frischwasserfluss dar. Deutlich zu erkennen sind Regionen, in denen der Niederschlag überwiegt, wie z. B. über Golfstrom und Kuroshio sowie der innertropischen Konvergenzzone. Hier dominiert der Süßwassereintrag aus der Atmosphäre in den Ozean, während in weiten Teilen der Subtropen die Verdunstung überwiegt und die Atmosphäre dem Ozean Süßwasser entzieht.

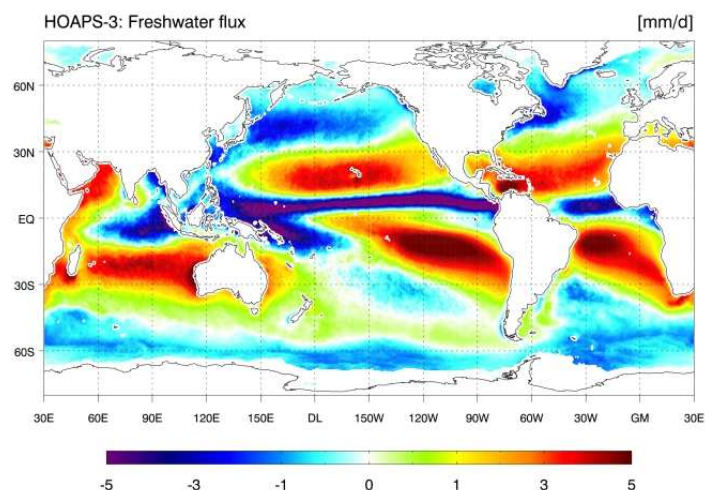


Abb. 3: Klimatologisches Jahresmittel des Frischwasserflusses von 1988 - 2005, HOAPS-3, Quelle: www.hoaps.org

Der HOAPS-Datensatz liegt derzeit zugänglich für wissenschaftliche Verwendung in der CERA-Datenbank am Deutschen Klimarechenzentrum (DKRZ) und kann von dort heruntergeladen werden. Detaillierte Informationen dazu finden sich auch auf der Projektseite www.hoaps.org. Zukünftige Versionen des Datensatzes werden über das CM SAF (Satellite Application Facility on Climate Monitoring von EUMETSAT und Deutschem Wetterdienst) verfügbar sein. Für die nahe Zukunft ist dort eine Erweiterung des Datensatzes bis 2008 für die Parameter Niederschlag, Verdunstung, Süßwasserfluss sowie bodennahe Windgeschwindigkeit und Bodenfeuchte in enger Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe aus Hamburg geplant.

In nächsten Schritten sollen nun die Klimamodellierer die Möglichkeit bekommen, diesen Datensatz zur Evaluation ihrer Modellergebnisse zu nutzen. Dazu wird zur Zeit ein Simulator entwickelt, der die zeitlich und räumlich ungleichmäßig verteilten Satellitenbeobachtungen mit den Modelldaten zur besseren Vergleichbarkeit der Datensätze geeignet verknüpft.

Trotz aller Erfolge bleibt die Qualitätsprüfung der Satellitendaten vor allem für Niederschlagsmessungen über dem Ozean eine wichtige Aufgabe. Dazu wurden von Dr. Christian Klepp am KlimaCampus Hamburg, gefördert durch die Firma Mabanaf GmbH & Co. KG, und unter Beteiligung des MPI-M kürzlich optische Regensensoren auf verschiedenen Forschungsschiffen (z. B. der Polarstern) installiert, die insbesondere in den hohen Breiten Daten über Niederschlag und Schneefall sammeln, um sie mit den Satellitendaten und Modellergebnisse zu vergleichen und diese zu überprüfen.

Über Land sind die in HOAPS genutzten Satellitendaten und Fernerkundungsprozeduren weniger gut geeignet, da das am Satelliten ankommende Signal im Gegensatz zur Ozeanoberfläche stark vom inhomogenen Signal der Landoberfläche bestimmt ist. Hier sind wesentlich komplexere Verfahren und Datenkombinationen zu verwenden. Eine Arbeitsgruppe um Dr. Alexander Löw (MPI-M) beschäftigt sich daher besonders mit der Bestimmung wesentlicher Parameter des Wasserkreislaufs aus Satellitendaten über Landoberflächen.

Langfristiges Ziel ist hierbei, HOAPS um eine Landkomponente zu erweitern. Mit diesem kombinierten Datensatz werden dann auf der Basis von Satellitendaten globale Studien des Wasserkreislaufs möglich sein, die Austauschprozesse über dem Ozean wie auch den Landoberflächen umfassen.

Weitere Informationen auf der Internetseite www.hoaps.org

Kontakt:

Dr. Stephan Bakan und Dr. Axel Andersson
Max-Planck-Institut für Meteorologie
Bundesstraße 53
20146 Hamburg
Tel.: +49 (0) 40 41173 - 211 (Bakan)
Tel.: +49 (0) 40 41173 - 323 (Andersson)
Fax: +49 (0)40 41173 - 391
E-Mail: stephan.bakan@zmaw.de
E-Mail: axel.andersson@zmaw.de

Dr. Christian Klepp
KlimaCampus Hamburg
Meteorologisches Institut der
Universität Hamburg
Bundesstraße 55
20146 Hamburg
Tel.: +49 (0) 40 41173 - 353
Fax: +49 (0) 40 41173 - 391
E-Mail: christian.klepp@zmaw.de