

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht	
3. Titel SMOS Cal Val – Soil and Moisture Ocean Salinity – Calibration and Validation		
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Prof. Dr. Detlef Stammer Meike Sena Martins		5. Abschlussdatum des Vorhabens 31.07.2012
		6. Veröffentlichungsdatum
		7. Form der Publikation
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Universität Hamburg Edmund-Siemers-Allee 1 20148 Hamburg		9. Ber. Nr. Durchführende Institution
		10. Förderkennzeichen FKZ: 50 EE 0934
		11. Seitenzahl 17
		12. Literaturangaben 6
13. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn		14. Tabellen 1
		15. Abbildungen 7
16. Zusätzliche Angaben		
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) Projekträger DLR		
18. Kurzfassung Die ESA Earth Explorer Mission SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity Explorer) ermöglicht neuartige Beobachtungen des Oberflächensalzgehaltes des Ozeans. Gesamtziel des SMOS Cal Val Vorhabens war die Vorbereitung auf eine umfassende wissenschaftliche Nutzung dieser Salzgehalts-Daten der SMOS-Mission durch deutsche Wissenschaftler. Hierzu wurden die durch die SMOS-Mission abgeleiteten Salzgehaltsdaten über dem Ozean durch Vergleiche mit in situ Messungen und erste Modellstudien kalibriert und validiert. Ein wichtiger Aspekt hierbei war das Potential dieser neue Messtechnik für die Fernerkundung des Ozeansalzgehaltes zu demonstrieren und durch erste wissenschaftliche Anwendungen deren Wert für Ozeanstudien im allgemeinen zu belegen, dabei aber auch die Daten zu verbessern. Hierzu wurden verschiedenen Studien durchgeführt, welche halfen, die SMOS-Daten hinsichtlich ihrer Genauigkeit zu testen und Unsicherheiten in den Daten zu reduzieren. In diesem Zusammenhang wurden regional neue in situ Salzgehaltsdaten durch anderweitig finanzierte Oberflächendrifter erhoben und direkt mit den SMOS-Daten verglichen. Resultierende Differenzen im Salzgehalt zwischen SMOS-Retrievals und in situ Messungen – einschließlich ARGO Salzgehaltsmessungen - werden hinsichtlich des Einflusses von atmosphärischen oder geophysikalischen Effekten auf die Retrievalgenauigkeit ausgewertet, um in einem nächsten Schritt die Retrievalalgorithmen zu verbessern. Gleichzeitig wurde begonnen, die SMOS-Daten mit denen der NASA Aquarius-Mission zu vergleichen und SMOS Daten in einer Pilotstudie in ein Ozeanmodel zu assimilieren, um den Wert der neuartigen Beobachtungen zur Bestimmung des Oberflächenflusses von Frischwasser (netto Niederschlag) zu belegen.		
19. Schlagwörter SMOS, Salzgehalt, Satellitenmessung, Oberflächenrückstreuung, in situ Messungen, Salzgehaltsdrifter, Argo profiler		
20. Verlag	21. Preis	

*) Auf das Förderkennzeichen des BMBF soll auch in der Veröffentlichung hingewiesen werden.

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. type of document (e.g. report, publication) Final Report	
3. title SMOS Cal Val – Soil and Moisture Ocean Salinity – Calibration and Validation		
4. author(s) (family name, first name(s)) Prof. Dr. Detlef Stammer Meike Sena Martins	5. end of project 31.07.2012	6. publication date
	7. form of publication	
	8. performing organization(s) (name, address) Universität Hamburg Edmund-Siemers-Allee 1 20148 Hamburg	
13. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	9. originator's report no.	
	10. reference no.	
	11. no. of pages 17	
	12. no. of references 6	
	14. no. of tables 1	
15. no. of figures 7		
16. supplementary notes		
17. presented at (title, place, date) Projekträger DLR		
18. abstract The ESA Earth Explorer Mission SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity Explorer) allows unprecedented observations of the oceans' surface salinity. The aim of this SMOS Cal Val project was to prepare the extensive scientific use of these innovative salinity data by German scientists. For this, the ocean salinity data were validated calibrated against in situ data and first ocean model studies. One important aspect was to demonstrate the potential of the new measurement technique for the remote sensing of the ocean salinity and to show by first oceanographic applications its value for oceanographic studies in general, and furthermore to ameliorate the data. Several studies were conducted in order to test the accuracy and to reduce uncertainties of the data. In this context, new salinity data were collected by sea surface salinity drifters and compared directly to the SMOS salinity data. Resulting salinity differences between SMOS retrievals and in situ measurements – including the Argo salinity measurements – were evaluated with regard to the influences of geophysical and atmospheric effects on the retrieval accuracy, in order to consequently ameliorate the retrieval algorithms. Concurrently, the SMOS data were compared to the salinity data of the Aquarius mission, and furthermore, as a pilot study, to assimilate the SMOS salinity data into an ocean circulation model, in order to prove the benefit of these innovative data for the determination of fresh water fluxes.		
19. keywords SMOS, Salinity, Satellite measurement, remote sensing, surface scattering, in situ measurements, salinity drifter, Argo profiler		
20. publisher	21. price	

I. Kurze Darstellung

1. Aufgabenstellung

Gesamtziel des Vorhabens war die Vorbereitung auf eine umfassende wissenschaftliche Nutzung der Salzgehalts-Daten der SMOS-Mission durch deutsche Wissenschaftler. Hierzu sollten die durch die SMOS-Mission abgeleiteten Salzgehaltsdaten über dem Ozean durch Vergleiche mit in situ Messungen und erste Modellstudien kalibriert und validiert werden. Ein wichtiger Aspekt hierbei war, das Potential dieser neuen Messtechnik für die Fernerkundung des Ozeansalzgehaltes zu demonstrieren und durch erste wissenschaftliche Anwendungen deren Wert für Ozeanstudien im allgemeinen zu belegen, dabei aber auch die Daten zu verbessern.

2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Die Satellitendaten wurden von der ESA aus den SMOS L-Band Strahlungsmessungen abgeleitet und von Brockmann Consult bereitgestellt. Plattenkapazitäten dafür wurden von dem Rechenzentrum des ZMAW der Uni Hamburg genutzt. Die verwendeten Argo Profilerdaten sind online verfügbar (<ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/argo/>), die Daten der Oberflächendrifter wurden über das ARGOS Satellitenkommunikationssystem heruntergeladen. Der Antragsteller besitzt weitreichende Erfahrungen in der Auswertung und Interpretation ozeanographischer Fernerkundungsdaten sowie das Know-How zur Durchführung von Studien mit assimilierenden numerischen Zirkulationsmodellen. Als technische Voraussetzungen für die Durchführbarkeit von Ozeansynthesen war das GECCO Synthesystem vorhanden, mit dessen Hilfe Ozeanmodelle durch Datenassimilation in Übereinstimmung mit gemessenen Daten gebracht werden können. Die notwendige Voraussetzung zur Durchführung dieser sehr rechenintensiven Methode, die auf einem iterativen Näherungsverfahren beruht, ist der weitere Zugang zu entsprechenden Ressourcen eines Höchstleistungsrechenzentrums. Das DKRZ, bei dem die Universität Hamburg als Gesellschafterin beteiligt ist, bietet diese Voraussetzungen.

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Der Beginn des Projektes wurde entsprechend dem von der ESA vorgegebenen Startdatum der SMOS Mission geplant. Leider verzögerte sich das Startdatum der Mission wiederholt, sodass auch das Aussetzen der Oberflächendrifter im Pazifik und im Europäischen Nordmeer wiederholt verschoben werden musste. Durch vorgegebene Schiffsfahrpläne war das nicht unbegrenzt möglich; dennoch konnte es erreicht werden, dass parallel zu den ersten SMOS Messungen Drifter Salzgehaltsbeobachtungen erstellt wurden, die für Vergleiche zur Verfügung standen.

Aufgrund der Startverzögerungen konnte entgegen der ursprünglichen Beantragung die eigentliche wissenschaftliche Arbeit nur verzögert aufgenommen werden, wurde dabei allerdings nur mit einer Teilzeitbeschäftigung von 30 Stunden/Woche durchgeführt. Das Projekt konnte daher kostenneutral verlängert werden, und es konnten am Ende trotz der Startverzögerungen alle gestellten Aufgaben mit dem vorgegebenen Budget abgeleistet werden. Dabei wurden wiederholte anfängliche Reprozessierungen und Verbesserungen der SMOS Daten mit berücksichtigt, durch die die eigentliche Validation erst spät erfolgen konnte.

4. wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Ein wesentlicher Vorteil des Projektes lag in der langjährigen Beteiligung an der Vorbereitung

der SMOS Mission durch Mitgliedschaft des PIs in der SMOS Science Advisory Group, ebenso wie in der Beteiligung an der Vorbereitung der NASA Aquarius Mission. In der Abteilung Fernerkundung und Datenassimilation des IfM werden ferner seit vielen Jahren globale wie auch regionale Ozeandatensynthesen betrieben, in denen dynamische Modelle der Ozeanzirkulation mit Hilfe der adjungierten Methode in Übereinstimmung mit Messdaten aus Feldmessungen wie auch von satellitengestützten Messverfahren gebracht werden können.

5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Bei der umfangreichen Arbeit zur Analyse und Interpretation der SMOS Daten konnte auf die langjährig erfolgreiche Zusammenarbeit mit anderen europäischen Instituten zurückgegriffen werden, insbesondere mit dem IFREMER in Brest und dem Institut LOCEAN an der Universität Paris. Die Arbeiten profitierten ebenfalls von der Teilnahme des PIs in der COST Action SMOS. Eine Zusammenarbeit ergab sich auch bei dem Vergleich der gewonnenen Frischwasserflussfelder mit der Gruppe von Herrn Bakan am Max Planck Institut für Meteorologie und dem Meteorologischen Institut der Universität Hamburg.

II. Eingehende Darstellung

1. Verwendung der Zuwendung und des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele:

Im Laufe dieser Studie wurden verschiedene Arbeitspakete durchgeführt, welche darauf abzielten, die SMOS-Daten hinsichtlich ihrer Genauigkeit zu testen und Unsicherheiten in den Daten zu reduzieren. In diesem Zusammenhang wurden regional neue in situ Salzgehaltsbeobachtungen durch Oberflächendrifter erhoben und direkt mit den SMOS-Daten verglichen. Resultierende Differenzen im Salzgehalt zwischen SMOS-Retrievals und in situ Messungen – einschließlich ARGO Salzgehaltsmessungen - werden hinsichtlich des Einflusses von atmosphärischen oder geophysikalischen Effekten auf die Retrievalgenauigkeit ausgewertet, um in einem nächsten Schritt die Retrievalalgorithmen zu verbessern. Gleichzeitig wurde begonnen, die SMOS-Daten mit denen der NASA Aquarius-Mission zu vergleichen und SMOS Daten in einer Pilotstudie in ein Ozeanmodell zu assimilieren, um den Wert der neuartigen Beobachtungen zur Bestimmung des Oberflächenflusses von Frischwasser (netto Niederschlag) zu belegen.

Im Einzelnen ergaben sie dabei folgende Ergebnisse, die alle mit den vorgegebenen Zielen im Einklang stehen.

WP 1: Erhebung von unabhängigen Oberflächensalzgehaltsmessungen (Sea Surface Salinity, SSS) mittels Oberflächendrifter:

Die 25 Oberflächendrifter, die dem Projekt kostenneutral zur Verfügung gestellt wurden, haben fast 3 Jahre kontinuierlich Daten geliefert und 2 Datensätze in einem der kältesten und einem der wärmsten Gebiete des globalen Ozeans (dem westlichen tropischen Pazifik und dem Europäischen Nordmeer) gesammelt. Die aktuellen und mit dem jeweiligen Salzgehalt gefärbten Driftertrajektorien sind auf der folgenden web Seite einzusehen und wurden dort monatlich aktualisiert: <http://www.smos.zmaw.de/de/wissenschaftliche-aktivitaeten/>.

Die Datenverarbeitung wurde in Absprache mit französischen Kollegen verfeinert. Es stellte sich dabei heraus, dass die Daten im nordatlantischen Gebiet im Winter fehlerhafte Temperaturen aufwiesen, d.h., dass die Drifter an Stelle negativer nur positive Temperaturen abspeicherten. Allerdings wurden die fehlerhaften Temperaturen der SBE Einheit, die in etwa 45 cm Tiefe misst, nicht zur Salzgebhaltsberechnung verwendet, sodass die Salzgebhaltsdaten

korrekt sind. Fehlerhaft ist nur die Abspeicherung der Temperaturdaten. Dieser Umstand wurde dem Hersteller kommuniziert, der die Konstruktion der folgenden Drifter dementsprechend berichtigt hat. In dem prozessierten Datensatz wurden diese Fehler durch den Vergleich mit dem zweiten Temperatursensor, sofern vorhanden, oder mit AMSRE Oberflächentemperaturen korrigiert.

Die Drifter-Datenverarbeitung sowie die Datenvalidierung wurden in einem Bericht zusammengefasst, dessen Inhalt in verschiedenen Veröffentlichungen einfließen wird (siehe unten). Hier werden daher die Ergebnisse der Prozessierung der Daten sowie deren Validierung mit Hilfe von Argo und TSG Messungen nur zusammengefasst:

- Die Salzgehaltsdaten zeigen ein großes Rauschen, welches teilweise auf Übertragungsfehler zurückzuführen war und nur zum Teil herausgerechnet werden konnte. Einige Sprünge im Salzgehalt konnten nicht von der „normalen“ Variabilität getrennt werden.
- Die Salzgehalte sind sehr variabel, ohne dass ein Grund, sowie Regen oder andere meteorologische Einflüsse dafür geltend gemacht werden konnten. Um dieses abzuschätzen wurden Regendaten von REMSS aus verschiedenen Mikrowellendaten (SSM/I, TRMM und AMSRE Daten, www.remss.com) kombiniert und mit den Daten korreliert. Teilweise sieht man auch in der entsprechenden Temperatur gleichzeitige Veränderungen, allerdings nicht eindeutig. Dabei bleibt zu berücksichtigen, dass die tropischen Drifter in einem Gebiet ausgelegt wurden, in dem es nicht viel regnet, sodass es kaum Regenereignisse in den Daten gibt.
- Die Salzgehalte weisen keine erkennbare Drift auf, auch nach einem Jahr im Wasser nicht (Abb.1). Aus dem Vergleich mit Driftern in anderen Gebieten kann es vermutlich auf geringe biologische Aktivität in den Untersuchungsgebieten, d.h. geringen Bewuchs zurückgeführt werden.
- Ein Bias zu anderen Salzgehaltsmessungen von nahen Argo Profilern oder Schiffslinien, auf denen Thermosalinographendaten gewonnen wurden, konnte nicht nachgewiesen werden.

Die Validierung der Daten mit anderen in situ Daten wie Argo und Thermosalinographen sind mehrfach in den Zwischenberichten beschrieben und dargestellt. Hier sei beispielhaft nur die Drift der Salzgehaltsdaten eines Oberflächendrifiers im Vergleich zu Argomessungen in der Nähe (100 km und 2 Tage) dargestellt:



Abb. 1: Salzgehalt gemessen von Drifter Nr. 92798 (blau) und von einem Argo Profiler (rote Sterne) in 100 km Nähe und maximaler zeitlicher Differenz von 2 Tagen.

WP 2: Auswertung der Oberflächensalzgehalte (SSS) von Argo

Das Prozedere zum Herunterladen und Updaten der Argo Profile wurde an die umstrukturierte Online Freigabe der Daten angepasst. Aus Sicherheitsgründen durfte an dem Argo Server nicht mehr direkt/online aus Programmen (wie z.B. mit opendap) auf die Daten zugegriffen