

Abschlussbericht
des DFG-Schwerpunktprogramms

**Massentransporte und Massenverteilung
im System Erde
(SPP 1257)**



Sprecher: Prof. Dr. Jürgen Kusche, Universität Bonn
Stellv. Sprecher: Dr. Wolfgang Bosch, DGFI München
Wiss. Koordinatorin: Dr. Annette Eicker, Universität Bonn

Förderungszeitraum: 15.09.2006-31.12.2014

2. Mai 2015

Gutachter:	Prof. Dr. Ulrich Achauer	Universität Strasbourg
	Prof. Dr. Gerhard Beutler	Universität Bern
	Dr. Richard Biancale	CNES/GRGS Toulouse
	Prof. Dr. Tonie van Dam	Universität du Luxembourg
	Prof. Dr. Bernd Diekkrüger	Universität Bonn
	Prof. Dr. Karl-Heinz Glaßmeier	Universität Braunschweig
	Dr. Roger Haagmans	ESA/ESTEC
	Prof. Dr. Keith Haines	University of Reading
	Prof. Dr. Andreas Hense	Universität Bonn
	Dr. Michael Kern	ESA/ESTEC
	Prof. Dr. Roland Klees	Delft University of Technology
	Prof. Dr. Bruno Meurers	Universität Wien
	Dr. Uwe Meyer	BGR Hannover
	Prof. Dr. Marc Parlange	Ecole Polytechnique Lausanne
	Prof. Dr. Monika Rhein	Universität Bremen
	Prof. Dr. Harald Schuh	GFZ Potsdam
	Prof. Dr. C.K. Shum	Ohio State University, Columbus
	Prof. Dr. Heinrich Villinger	Universität Bremen

Koordinatoren:	Dr. Wolfgang Bosch	DGFI München
	Prof. Dr. Reinhard Dietrich	TU Dresden
	Dr. Annette Eicker	Universität Bonn
	Prof. Dr. Frank Flechtner	GFZ Potsdam
	Prof. Dr. Hans-Jürgen Götze	Universität Kiel
	Dr. Andreas Güntner	GFZ Potsdam
	Dr. Thomas Gruber	TU München
	Dr. Volker Klemann	GFZ Potsdam
	Prof. Dr. Jürgen Kusche	Universität Bonn
	Dr. Jens Schröter	AWI Bremerhaven
	Prof. Dr. Nico Sneeuw	Universität Stuttgart

1. Zusammenfassung

Das Schwerfeld der Erde ist ein Indikator für die Massenverteilung in der Atmosphäre, an der Erdoberfläche sowie innerhalb der Erdkruste und des Erdmantels. Massenverlagerungen, die im Allgemeinen auch mit einer Veränderung der Geometrie von Erd- und Meeresoberfläche einhergehen, verursachen Änderungen des Schwerfeldes, die wiederum die Bahnen von Erdsatelliten beeinflussen und so messbar werden. Solche großräumigen Massenverlagerungen können durch Meeresströmungen, durch Änderungen der Bodenfeuchte und der Grundwasserspeicherung, durch das Abschmelzen kontinentaler Eisschilde und Gletscher, durch Veränderungen im Abfluss von Flusssystemen, durch Änderungen des Meeresspiegels und durch Konvektionsströme im Erdmantel verursacht sein. Erdsatelliten wie die ESA-Mission GOCE (Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer) und die NASA/DLR-Mission GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) messen seit einigen Jahren mit neuartigen präzisen Sensoren das inhomogene Schwerfeld in seiner globalen Verteilung und in zeitlich hoher Auflösung aus. Gleichzeitig können die Geometrie der Erd- und Meeresoberfläche und ihre zeitliche Veränderung mit Fernerkundungs- und Radaraltimetersatelliten und mit Hilfe der präzisen Methoden der globalen Navigations-Satellitensysteme erfasst werden. Jedoch wurde das Potential dieser Messungen bislang nicht vollständig realisiert.

Zeit des Schwerpunktprogramms SPP1257 war es daher, einen Durchbruch bei der Bestimmung von Massentransporten und Massenverteilungen und im Verständnis der zugrunde liegenden dynamischen Prozesse zu erzielen. Dabei wurden die folgenden Massensignale und -prozesse untersucht und gegenseitig in Beziehung gesetzt: (1) absolute Transporte in den Ozeanen und ihre zeitlichen Variationen, (2) Variationen der globalen kontinentalen Wasserspeicher und ihre Austauschbeziehungen, (3) Massenbilanzen der Eiskappen und Gletscher, (4) globale und regionale Meeresspiegeländerungen, (5) stationäre und zeitabhängige Dynamik des Erdinneren, und (6) Struktur der Lithosphäre und der Oberflächenprozesse. In all diesen Forschungsbereichen wurden durch das SPP1257 fundamentale Fragen adressiert und beantwortet. Die genannten Prozesse sind eng miteinander verknüpft durch Massenaustauschvorgänge zwischen den Ozeanen, den Eisgebieten, den Kontinenten und der Atmosphäre und durch deren Antriebsmechanismen. Aus diesem Grunde musste die integrierte und interdisziplinäre Erdsystemmodellierung eine wichtige Rolle im SPP1257 spielen.

Im SPP1257 haben Arbeitsgruppen etwa 30 deutscher Universitäten und Forschungseinrichtungen unter Beteiligung ausländischer Wissenschaftler für 6 Jahre in einem stark interdisziplinär geprägten Programm zusammengearbeitet. Die Themenlinien des Programms waren dabei:

- (1) *Understanding the satellite signals*; hier ging es um Aspekte die etwa die Unsicherheit, Auflösung, Konsistenz und Signaltrennung der Satellitendaten betreffen – an Bord der Satellitenmissionen GRACE, GOCE oder Cryosat-2 wurden völlig neuartige Messinstrumente geflogen, deren tatsächliche Performance im Weltraum zu Beginn des Programms nicht genau vorhersehbar war
- (2) *Steady-state and long-term signals*; darunter sind Signale zu verstehen, die aus Krustenstrukturen und Mantelkonvektionen, Meerestopographie, langzeitigen Massenvariationen, postglazialer Landhebung, Eisschmelze und Meeresspiegelanstieg resultieren, und
- (3) *Short-term processes*; hier wurden Signale erforscht, die mit Veränderungen im globalen hydrologischen Wasserkreislauf, Wassermassenvariationen in den Ozeanen, der Kryosphäre und der kontinentaler Hydrologie, oder mit den Gezeiten zusammenhängen.

Die Ergebnisse des SPP1257 sind u.a. von grundlegender Bedeutung für das Verständnis und die Vorhersage des globalen Klimasystems und des terrestrischen und ozeanischen Wasserkreislaufes. Zahlreiche neue Einsichten in die beteiligten Prozesse, die für die Stabilität und die Variabilität unseres Klimas verantwortlich sind, wurden erzielt. Diese Ergebnisse wurden, in Übereinstimmung mit den Regeln der Deutschen Forschungsgemeinschaft, nicht in diesem Abschlußband sondern in zwei Sonderbänden in internationalen und begutachteten Fachzeitschriften aufbereitet:

- (1) Bd. 59-60, S. 1-226, Sept. 2012, *Journal of Geodynamics* (Hrsgb. J. Kusche, V. Klemann, W. Bosch)
- (2) Bd. 35(6), S. 1243-1525, Nov. 2014, *Surveys in Geophysics* (Hrsgb. J. Kusche, V. Klemann, N. Sneeuw)

In diesem Abschlußbericht werden wir eine kurze Übersicht zu den Teilprojekten geben, auf die Erreichung der wissenschaftlichen und förderpolitischen Ziele des SPP1257 eingehen, und schließlich die wichtigsten Publikationen des Programms auflisten.

2. Inhaltsverzeichnis mit Übersicht zu den Teilprojekten

Tab. 1: Übersicht zu den Teilprojekten des SPP1257

Nr	Kürzel	Titel Antragsteller/Einrichtung (Projektwissenschaftler)	Förder-Phase
1	AGIA	Improved ice-mass balance and GIA-induced sea-level change by assimilation of GRACE and SLI data to 3D viscoelastic earth model and joint gravity field inversion Sasgen/GFZ (Eigene Stelle)	II
2	AGIA	Improved ice-mass balance and GIA-induced sea-level change by assimilation of GRACE and SLI data to 3D viscoelastic earth model and joint gravity field inversion Sasgen/GFZ (Eigene Stelle, Konrad)	III
3	ANTARCTIC-IMB	The Antarctic Ice Sheet mass balance from satellite geodesy and modelling Dietrich/IPG, Huybrechts/AWI (Horwath, Linow)	I
4	ANTARCTIC-IMB	The Antarctic Ice Sheet mass balance from satellite geodesy and modelling Dietrich/IPG, Huybrechts/AWI (Bäßler, Rosenau, Linow)	II
5	ANTARCTIC-IMB	The Antarctic Ice Sheet mass balance from satellite geodesy and modelling Dietrich/IPG, Dierking/AWI, Flechtner/GFZ, Eineder/DLR (Ewert, Rosenau, Linow, Fagiolini, Abdel Jaber)	III
6	CASE	Constraints on the Tien Shan structure and dynamics from integrative modelling of the new satellite gravity, GPS, SAR and seismic data Kaban/GFZ, Hellwich/TUB (NN [†] , NN [†])	II
7	CEMIG	Consistent estimation of water mass variations in different continental storage compartments by combined inversion of a global hydrological model with time-variable gravity and complementary observation data Seitz/IAPG, Güntner/GFZ, Schmidt/DGFI (Liang, Wattenbach)	III
8	COTAGA	Combined ocean tide analysis by GRACE and altimetry data Bosch/DGFI, Flechtner/GFZ, Mayer-Gürr/IGG/TUG* (Savcenko, Dahle, Wünsch, Rieser)	III
9	DAROTA	Dynamical and residual ocean tide analysis for improved GRACE de-aliasing Stammer/IFMUH, Bosch/DGFI, Flechtner/GFZ, Ilk/IGG, (Taguchi, Savcenko, Dahle, Daras, Mayer-Gürr)	I
10	DAROTA	Dynamical and residual ocean tide analysis for improved GRACE de-aliasing Stammer/IFMUH, Bosch/DGFI, Flechtner/GFZ, Ilk/IGG, Mayer-Gürr/IGG (Taguchi, Savcenko, Dahle)	II
11	DIRECT-WB	The global continental water balance using GRACE spaceborne gravimetry and high-resolution consistent geodetic-hydrometeorological data analysis Sneeuw/GIS, Bárdossy/IWS, Kunstmann/IMK-IFU (Devaraju, Kindt, Fersch)	I
12	DIRECT-WB	The global continental water balance using GRACE spaceborne gravimetry and high-resolution consistent geodetic-hydrometeorological data analysis Sneeuw/GIS, Bárdossy/IWS, Kunstmann/IMK-IFU (Devaraju, Kindt, Tourian, Fersch)	II
13	DIRECT-WB	The global continental water balance using GRACE spaceborne gravimetry and high-resolution consistent geodetic-hydrometeorological data anal-	III

		ysis Sneeuw/GIS, Bárdossy/IWS, Kunstmann/IMK-IFU, van Dam/ULUX (Dev- raju, Tourian, Lorenz, Wang)	
14	DYNTIDE	Improving ocean tides by constraining the dynamic tide model HAMTIDE with altimetric and GRACE data Zahel/IFMUH, Stammer/IFMUH, Rummel/TUM (Taguchi)	III
15	FIGO	Fingerprints of ice melting in geodetic GRACE and ocean modelling Kusche/IGG, Schröter/AWI (Rietbroek, Gebler)	II
16	FIGO	Fingerprints of ice melting in geodetic GRACE and ocean modelling Kusche/IGG, Schröter/AWI (Rietbroek, Brunnabend)	III
17	GEMS	Forward modeling of mantle density anomalies from geodynamic consid- erations Bunge/LMU, Rummel/TUM (Piazzoni)	I
18	GEO-TOP	Sea surface topography and mass transport of the Antarctic Circumpolar Current Rummel/IAPG, Flury/IAPG, Schröter/AWI, Bosch/DGFI (Albertella, Janjić, Savcenko)	I
19	GEO-TOP	Sea surface topography and mass transport of the Antarctic Circumpolar Current Rummel/IAPG, Schröter/AWI, Bosch/DGFI, Scheinert/IPG (Albertella, Jan- jić Pfander, Savcenko, Schwabe)	II-III
20	GIA-GRACE	Determination of the Fennoscandian land uplift and mass variations in Northern Europe from GRACE data Müller/IFE (Steffen)	I
21	GREENLAND- ISE	Assessing the current evolution of the Greenland Ice Sheet Huybrechts/AWI, Dietrich/IPG (Hasemann, Bäßler)	I
22	GREENLAND- ISE	Assessing the current evolution of the Greenland Ice Sheet Dietrich/IPG (Groh)	II
23	GREENLAND- ISE	Assessing the current evolution of the Greenland Ice Sheet Dietrich/IPG (Groh, Rosenau)	III
24	IDEAL-GRACE	Improved de-aliasing for gravity field modelling with GRACE Gruber/TUM, Flechtner/GFZ, Wickert/GFZ, Trautmann/DLR, Stam- mer/IFMUH (Zenner, Daras, Schulz-Schöllhammer, Schmidt, Fagiolini)	I
25	IDEAL-GRACE	Improved de-aliasing for gravity field modelling with GRACE Gruber/TUM, Flechtner/GFZ, Wickert/GFZ, Trautmann/DLR, Stam- mer/IFMUH (Zenner, Daras, Fagiolini)	II
26	IDEM	Modelling of the dynamic Earth from an integrative analysis of potential fields, seismic tomography and other geophysical data Kaban/GFZ, Rothacher/GFZ, Schmeling/IFG (NN [†] , Beuchert)	I
27	IDEM	Modelling of the dynamic Earth from an integrative analysis of po-tential fields, seismic tomography and other geophysical data Kaban/GFZ, Schmeling/IFG (NN [†] , Shahraki)	II
28	IMOSAGA	Integrated modelling of satellite and airborne gravity data of active plate margins Pail/TUM, Götze/CAU, Mahatsente/CAU, Jentzsch/IGW, Jahr/IGW (Hosse, Köther, Gutknecht, Sharma, Zeumann)	III
29	IMPLY	Improved modelling of non-tidal mass variations for optimized gravity field analysis Gruber/TUM, Dobsław/GFZ, Güntner/GFZ (Zenner, Wattenbach, Berg- mann-Wolf)	III
30	INTERMOD	Consistent integration of gravity field information into Earth process mod- els Schuh/IGG (Becker)	I

31	JIGOG	Surface mass redistribution from joint inversion of GPS site displacements, ocean bottom pressure, and GRACE global gravity models Kusche/GFZ/IGG*, Schröter/AWI, Flechtner/GFZ (Rietbroek, Brunnabend, Dahle)	I
32	JIGOG	Surface mass redistribution from joint inversion of GPS site displacements, ocean bottom pressure, and GRACE global gravity models Kusche/IGG, Schröter/AWI, Flechtner/GFZ, Dietrich/IPG (Rietbroek, Brunnabend, Dahle, Fritsche)	II
33	JIGOG	Surface mass redistribution from joint inversion of GPS site displacements, ocean bottom pressure, and GRACE global gravity models Kusche/IGG, Schröter/AWI, Flechtner/GFZ, Dietrich/IPG (Rietbroek, Gebler, Dahle, Fritsche)	III
34	MANTLPLUMES	Mantle plumes and the geoid: plume dynamics and their signature in the GRACE derived gravity field Schmeling/IFG, Freeden/GEOMATH (Shahraki, Klug)	I
35	MASIS	Separation of mass signals by common inversion of gravimetric and geometric observations Drewes/DGFI, Bosch/DGFI (Schmidt, Schmeer)	I
36	NOGAPSGRAV	Novel geophysical and petrological applications of new-generation satellite-derived gravity data with a focus on hazardous and frontier regions Mahatsente/CAU, Götze/CAU, Jahr/IGW, Jentzsch/IGW, Oberhänsli/UP (Köther, Gutknecht, Zeumann, Sharma, Bousquet)	II
37	PROMAN	Program management and scientific networking Ilk/IGG, Bosch/DGFI (Müller, Schwatke)	I
38	PROMAN	Program management and scientific networking Ilk/IGG, Kusche/IGG, Bosch/DGFI (Schall, Schwatke)	II
39	PROMAN	Program management and scientific networking Kusche/IGG, Bosch/DGFI (Schall, Schwatke)	III
40	REGHYDRO	Combined hydrological modelling and regional geodetic estimation of water storage variations in large river basins using GRACE data Döll/IPG-UF, Ilk/IGG, Kusche/IGG, Eicker/IGG, Holschneider/IM (Hofmann-Dobrev, Adam, Kurtenbach, NN [†])	II
41	REGHYDRO	Combined hydrological modelling and regional geodetic estimation of water storage variations in large river basins using GRACE data Döll/IPG-UF, Kusche/IGG, Eicker/IGG, Holschneider/IM (Hofmann-Dobrev, Adam, Kurtenbach, Schumacher, NN [†])	III
42	RIFUGIO	Rigorous fusion of gravity field into stationary ocean models Schuh/IGG, Losch/AWI (Becker, Freiwald)	II
43	RIFUGIO+	Rigorous fusion of gravity field into stationary ocean models Schuh/IGG, Losch/AWI (Becker, Freiwald)	III
44	STREMP	Spatial and temporal resolution limits for regional mass transport and mass distribution Becker/TUDa, Kusche/GFZ/IGG*, Stanev/ICBM (Fenoglio-Marc, Rietbroek, Grayek)	I
45	STREMP	Spatial and temporal resolution limits for regional mass transport and mass distribution Fenoglio/TUDa (eigene Stelle), Becker/TUDa, Kusche/IGG, Stanev/ICBM, Menzel/CESR/UHD [†] (Rietbroek, Grayek, Aus der Beek)	II
46	TASMAGOG	Temporal and spatial multiscale assessment of mass transport by combination of gravity observations from GRACE and terrestrial stations Kroner/IGW, Jentzsch/IGW, Ihde/BKG, Wilmes/BKG, Neumeyer/GFZ, Rothacher/GFZ (Weise, Abe, Müller)	I
47	TASMAGOG	Temporal and spatial multiscale assessment of mass transport by combination of gravity observations from GRACE and terrestrial stations	II

		Kroner/GFZ, Förste/GFZ, Jentzsch/IGW, Jahr/IGW, Ihde/BKG, Wilmes/BKG, Güntner/GFZ (Abe, Weise, Creutzfeldt, Müller)	
48	TREGMAT	Causes and effects of spatial and temporal mass variations based on novel satellite observations of gravity field changes and surface deformations Ilk/IGG, Holschneider/IM (Löcher, Kurtenbach, NN [†])	I
49	TRANSOCEAN	Ocean transport Böning/IFM-GEOMAR, Biastoch/IFM-GEOMAR, Dengg/IFM-GEOMAR, Visbeck/IFM-GEOMAR, Karstensen/IFM-GEOMAR, Stammer/IFMUH, Köhl/IFMUH (Lorbacher, Neumann, Romanova)	I
50	VILMA	Development and validation of a three-dimensional viscoelastic lithosphere and mantle model for reducing GRACE-gravity data Martinec/GFZ, Wolf/GFZ (Klemann)	I-II
51	VILMA	Development and validation of a three-dimensional viscoelastic lithosphere and mantle model for reducing GRACE-gravity data Klemann/GFZ (eigene Stelle)	III
		* Wechsel des Antragstellers zu einer anderen Einrichtung mit Übertragung des Projektes † keine Information vorliegend	

Tab. 2: Verzeichnis der beteiligten Einrichtungen

Kürzel	Einrichtung
AWI	Alfred-Wegener Institut, Bremerhaven
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
CAU	Institut für Geowissenschaften, CAU Kiel
CESR	Center for Environmental Systems Research (CESR), Universität Kassel
DGFI	Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, München
DIAS	Dublin Institute of Advanced Studies
DLR	Institut für Methodik der Fernerkundung, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
GEOMATH	Institut für Geomathematik, Universität Kaiserslautern
GIS	Geodätisches Institut, Universität Stuttgart
GFZ	Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches Geoforschungszentrum Potsdam
IAPG	Institut für Astronomische und Physikalische Geodäsie, Technische Universität München
ICBM	Institut für Chemie und Biologie des Meeres, Universität Oldenburg
IFE	Institut für Erdmessung, Leibniz Universität Hannover
IFG	Institut für Geowissenschaften, Universität Frankfurt
IFM-GEOMAR	Leibniz-Institut für Meereswissenschaften an der Universität Kiel
IFMUH	Institut für Meereskunde, Universität Hamburg
IGG	Institut für Geodäsie und Geoinformation, Universität Bonn
IGW	Institut für Geowissenschaften, FSU Jena
IM	Institut für Mathematik, Universität Potsdam
IMK-IFU	Institut für Meteorologie und Klimaforschung (IMK-IFU), Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Forschungszentrum Karlsruhe
IPG	Institut für Planetare Geodäsie, Technische Universität Dresden
IPG-UF	Institut für Physische Geographie, Universität Frankfurt
IWS	Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung, Universität Stuttgart
LMU	Sektion Geophysik, Dept. für Geo und Umweltwissenschaften, Ludwig-Maximilians-Universität München
UHD	Department of Geography, Universität Heidelberg
ULUX	Faculté des Sciences, de la Technologie et de la Communication, University of Luxembourg

UP	Institut für Erd- und Umweltwissenschaften, Universität Potsdam
TUB	Institut für Technische Informatik und Mikroelektronik, TU Berlin
TUDa	Institut für Geodäsie, TU Darmstadt
TUG	Institut für Theoretische Geodäsie und Satellitengeodäsie, TU Graz

3. Wissenschaftliche Ergebnisse des SPP 1257

3.1 Erreichung der Forschungsziele

Als zentrales Ziel des SPP wurden im Einrichtungsantrag ein allgemein vertieftes Verständnis und insbesondere die verbesserte Modellierung von dynamischen Prozessen der Erdoberfläche sowie des Erdinneren beschrieben. Dazu sollten die folgenden Massentransportprozesse und Massenverteilungen mit Hilfe von Satelliten-Schwerefelddaten sowie satellitenaltimetrischen Messungen über Wasser- und Eisflächen besser als zuvor quantifiziert werden (Abb. 1)

- absolute ozeanische Transporte und ihre zeitlichen Variationen,
- großräumige Wassertransporte bzw. Komponenten des kontinentalen Wasserkreislaufs,
- Eismassenbilanzen und Meeresspiegelvariationen, und
- Dynamik und Struktur von Erdmantel und Kruste sowie Transportprozesse

Tatsächlich konnten gerade mit Hilfe der Daten der GOCE-Mission, die innerhalb der zweiten Phase des SPP verfügbar wurden, in zahlreichen Arbeiten absolute Ozeantransporte mit neuen bzw. verbesserten Verfahren bestimmt werden. Die im SPP entwickelten Methoden und Prozessierungsketten spielen auch nach Ende des SPP eine zentrale Rolle bei der wissenschaftlichen Auswertung der GOCE-Messungen. Ähnlich konnten die Daten der GRACE-Mission erfolgreich durch eine Reihe von SPP Projekten verwendet werden, um neue Eismassenbilanzen abzuleiten und barotrope Prozesse im Ozean wie auch den eustatischen, massengetriebenen Anteil der Meeresspiegelvariabilität besser zu verstehen und damit unsere Kenntnis des Klimasystems wesentlich zu verbessern. In diesem Zusammenhang wurden im SPP auch beispielsweise innovative Verfahren zur Nutzung von ICESat-Messdaten sowie zu den Daten der Cryosat-2-Mission entwickelt.

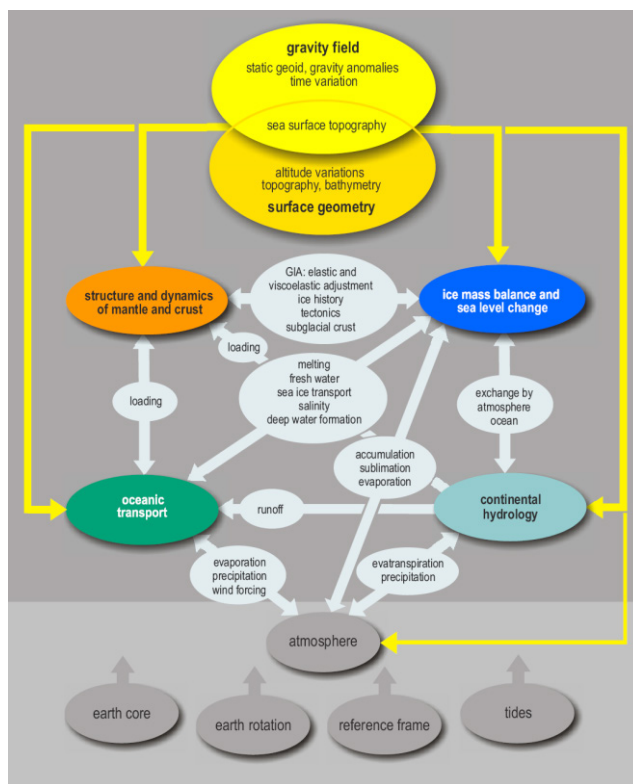


Abb. 1: Zusammenhänge zwischen Erdsystemprozessen und Beobachtungen des Erdschwerefeldes und der Oberflächengeometrie

Ebenso können wir heute zurückblickend sagen, daß der SPP instrumentell für die Entwicklung von Methoden für die Nutzung von GRACE-Daten zum Verständnis des terrestrischen Wasserkreislaufs sowie der globalen Wasserressourcen war. In einer Reihe von Projekten und Arbeiten wurden hier neue Verfahren entwickelt sowie neue quantitative Schätzungen abgeleitet. Der SPP hat maßgeblich dazu beigetragen, Methoden zu entwickeln um die Auflösung und Genauigkeit der mit Hilfe von GRACE abgeleiteten „Level-3“ Datenprodukte zu steigern. Ähnliches kann für die Erforschung von Dynamik und Struktur von Erdkruste und Erdmantel gesagt werden: Im SPP wurden einerseits neue Verfahren entwickelt, um die Daten der GOCE-Mission (sowohl Schwerefeldmodelle wie georeferenzierte Gradienten in Satellitenhöhe) in integrative Modelle eingehen zu lassen, und so die Homogenität und Auflösung dieser Messungen erstmals für Anwendungen im Bereich der festen Erde auszunutzen. Andererseits konnten auch neue Methoden entwickelt werden, um zeitliche Änderungen des Schwerefeldes, die mit GRACE großräumig vermessen wurden, zur Verbesserung von rheologischen Modellen (beispielsweise in Form von Viskositätsprofilen) zu nutzen, die wiederum in der Beschreibung von Prozessen postglazialer Landhebung eine Rolle spielen und somit für die Quantifizierung des gegenwärtigen Meeresspiegelanstiegs wichtig sind.

Aus dem Gesagten wird deutlich, daß im SPP in methodischer Hinsicht ein interdisziplinärer Ansatz verfolgt wurde. Um die oben genannten zentralen Ziele zu erreichen, wurden in zahlreichen Projekten insbesondere die folgenden Aspekte entwickelt

- Methoden zur konsistenten Kombination von Satelliten-Schwerefeldmessungen, altimetrischen Messungen der Oberflächengeometrie bzw. ihrer Veränderungen, und von komplementären (terrestrischen) Datensätzen,
- Methoden zur Separation von einzelnen Massensignalen, die sich in den genannten Beobachtungstypen überlagern bzw. nicht unmittelbar trennbar sind,
- die Einbindung der entwickelten Methoden und Datensätze in ein integriertes globales geodätisch-geodynamisches Beobachtungssystem, und
- die integrative Modellierung von Massenaustauschprozessen und Massenbilanzen.

Die Erreichung von einzelnen Programmziele aus wissenschaftlicher Sicht ist in Kusche et al. (2014) und dem Sonderband des SPP1257 in *Surveys of Geophysics* detailliert beschrieben.

3.2 Weiterentwicklung des Forschungsfeldes

Im Verlauf des Programms hat sich das Forschungsfeld, nicht zuletzt durch technologische Entwicklungen, maßgeblich weiterentwickelt. So haben neuartige Radarsensoren, wie das SIRAL-Instrument an Bord des 2010 gestarteten Altimetersatelliten Cryosat-2, neue Anwendungsmöglichkeiten in der Vermessung der Land- und Meereisopographie generiert. SIRAL (Synthetic Aperture Interferometric Radar Altimeter) verfügt, neben einem den konventionellen Altimetern ähnlichen Low-Resolution-Mode, über SAR- (zur Bestimmung der Dichte von schwimmenden Eisdecken) und InSAR – (zur genauen Bestimmung der Kanten der Eisdecken) Modi. SIRAL eröffnete damit, neben der Bestimmung von Land- und Meereisgeometrie und ihrer Veränderungen, auch die Möglichkeit ein weiteres Altimeter zur Abtastung der Meeresoberfläche zu verwenden. Um das volle Potential dieser Sensoren auszunutzen wurden, auch im SPP1257, methodische Entwicklungen beispielsweise zur Datenintegration, zum Retracking, oder zur Ableitung neuer Datenprodukte vorangetrieben. Ein weiteres Beispiel dafür ist die Ableitung von Landwasserständen (Flüsse und Seen) mit Hilfe von speziell aufbereiteten Radaraltimetermessungen.

Mit dem Start des ESA-Satelliten GOCE in 2009 konnte erstmals ein sogenanntes Gradiometer für die direkte Ausmessung von Gradienten des Erdschwerefeldes im Weltall realisiert werden. Die Arbeiten des SPP1257 haben wesentlich dazu beigetragen, die mit Hilfe der GOCE-Daten in bislang unerreichbarer Genauigkeit und Homogenität vorliegenden Geoidmodelle für ozeanographische und geodynamische Anwendungen zu nutzen. Hier wurden auch innovative Methoden erprobt, so beispielsweise die Assimilierung von geodätischer (GOCE/Radaraltimetrie) mittlerer dynamischer Ozeantopographie in numerische Ozeanmodelle, oder die direkte Nutzung von geolokalisierten Gradienten für geophysikalische Anwendungen.

Vorbereitende Arbeiten dazu wurden im SPP1257 auch mit Hilfe der mittleren, aus den GRACE-Daten abgeleiteten Schwerefelder durchgeführt. Daneben haben sich zahlreiche Projekte im SPP1257 aber auf das Verständnis der GRACE-Sensoren sowie die Rolle der sogenannten Hintergrundmodellierung konzentriert, und so zur Verbesserung der Prozessierungsketten bei den beteiligten Gruppen aber auch dem GRACE

Science Data System SDS beigetragen. Im Ergebnis kann man sagen, daß Arbeiten des SPP1257 damit höhere Auflösungen wie auch realistischere Fehlermaße für die GRACE-Daten ermöglicht haben, und so auch neue Anwendungen stimulieren konnten. Innovative Anwendungen (Integration der GRACE-Daten mit geophysikalischen, ozeanographischen und hydrologischen Modellen, oder die Kombination mit In-situ Daten) und Ergebnisse zu globalen Eismassenbilanzen, zum Meeresspiegel, oder zum hydrologischen Kreislauf konnten so entstehen.

Ein weiterer Anstoß für die Forschung im SPP1257 wurde durch den Start (2007) des deutschen TerraSAR-X Satellit gegeben, der mittels seiner aktiven phasengesteuerten Antenne hochauflösende Radardaten akquiriert. TerraSAR-X wurde 2010 mit einem zweiten Satelliten zu einer Formation in nahezu identischem Orbit ergänzt (Tandem-X), was nun interferometrische Aufnahmen der Erdoberfläche und damit die Erstellung von hochgenauen Höhenmodellen und Modellen von Deformationsprozessen erlaubt.

Ein wichtiger Impuls für die Weiterentwicklung des Forschungsfeldes hat sich in den letzten Jahren durch die Tatsache ergeben, daß geodätische Daten eine zunehmend wichtigere Rolle bei der Quantifizierung des globalen Klimawandels spielen. Zahlreiche sogenannte Essential Climate Variables, deren globale Veränderung in den Berichten des IPCC regelmäßig dokumentiert wird, werden inzwischen direkt (z.B. sea level, ice sheet mass) oder indirekt (sea surface currents, groundwater) primär aus satellitengeodätischen Messungen bestimmt. Beiträge aus dem SPP1257 heraus haben sich beispielsweise auf Eismassenbilanzen (Ice sheet mass balance inter-comparison exercise, IMBIE) und ihren Beitrag zum Meeresspiegelanstieg oder die klimatisch wie auch anthropogen bedingte Abnahme der globalen Grundwasserreserven konzentriert.

3.3 Internationale Sichtbarkeit

Um dem Schwerpunkt internationale Sichtbarkeit zu geben, wurden seit etwa 2008 aus der Gruppe der Koordinatoren heraus regelmäßig Konferenzsessions zum Thema „Mass transport and mass distribution in the system Earth“ bei den wichtigsten jährlichen Konferenzen (EGU General Assembly in Wien, AGU Fall Meeting in San Francisco) initiiert und organisiert. Dieses – durch den SPP lancierte – Thema ist heute zu einem etablierten Bestandteil des Konferenzprogramms geworden, an dem alle relevanten EGU- und AGU Divisionen (Geodäsie, Ozean, Hydrologie, Feste Erde, Kryosphäre) partizipieren. Darüber hinaus hat das SPP zweimal gemeinsam mit dem GFZ Potsdam das internationale GRACE Science Team Meeting organisiert (2007 und 2012), dabei wurde einmal (2012) noch gemeinsam mit der Leopoldina Nationalen Akademie der Wissenschaften ein internationaler Workshop zum Thema Meeresspiegelanstieg organisiert. Auch die beiden durch das SPP organisierten Sommerschulen für Nachwuchswissenschaftler haben dazu beigetragen, daß das Schwerpunktprogramm international als die Vertretung der deutschen wissenschaftlichen Nutzercommunity für Schwerfeld-Satellitenmissionen und Radaraltimetrie wahrgenommen wurde, und damit als eine Art Pendant des US-amerikanischen GRACE Science Teams. Zahlreiche Mitglieder des SPP1257 sind darüber hinaus heute in Arbeitsgruppen (z.B. der Internationalen Assoziation für Geodäsie IAG oder der ESA) zur Definition von wissenschaftlichen Nutzeranforderungen an zukünftige Satellitenmissionen aktiv beteiligt.

3.4 Zusammenarbeit und Kommunikation

Das fachlich-disziplinäre Spektrum der Projekte im SPP1257 war bewußt von Beginn an sehr breit angelegt; und die Programmkoordination, deren Mitglieder selbst unterschiedlichen Disziplinen angehörten, hat spätestens mit der Antragstellung zur 2. Phase des SPP die Formulierung von disziplinübergreifenden Verbundprojekten aktiv gefördert. In der zweiten Phase wurden die zunächst disziplinär orientierten Themen des SPP1257 in einer neuen, prozessorientierten Systematik strukturiert (Abb. 2). Damit hat sich naturgemäß früh die Notwendigkeit ergeben die für eine interdisziplinäre Zusammenarbeit notwendige „gemeinsame Sprache“ zu entwickeln. Zu diesem Zweck wurde, zusätzlich zu den regelmäßigen projektspezifischen Fortschritttreffen, eine Reihe von Workshops und Sommerschulen entwickelt (siehe auch unter 4.), bei denen SPP-Mitglieder und externe Experten in Vorlesungen und praktischen Übungen disziplinäre und interdisziplinäre Kenntnisse gleichermaßen an die PIs wie auch den wissenschaftlichen Nachwuchs vermittelt haben. Diese regelmäßigen Workshops haben neben der Förderung der fachübergreifenden Zusammenarbeit auch wesentlich geholfen, die Herausforderungen der ortsübergreifenden Zusammenarbeit und der Koordination bei etwa 30 beteiligten Einrichtungen zu bewältigen.

Mit Bewilligung des Schwerpunktprogramms, 2006, wurde die domain **www.massentransporte.de** reserviert und ein Internet-Portal auf der Basis des Typo3 Content Management Systems geschaffen. Das Portal diente zunächst als Kommunikationsplattform zwischen den Teilprojekten; es informiert – in Englisch und Deutsch - die wissenschaftliche Öffentlichkeit über die allgemeine Zielsetzung, die Struktur und die Teilprojekte des Schwerpunktprogramms und wurde genutzt zur Organisation von Workshops und Symposien. Projektleiter und Mitarbeiter des Schwerpunktprogramms konnten sich in einen internen Bereich einloggen und Detailinformationen über relevante Daten, Produkte und Publikationen abfragen. Präsentationen der zahlreichen Workshops und Technical Notes stehen hier auf Abruf bereit. Die erste Literaturdatenbank erhielt bereits mehr als 1200 Einträge, die aus den Referenzen der Teilprojektanträge zusammengestellt wurden.

Dieses Internet-Portal wurde mehrfach erweitert und umstrukturiert, zuletzt 2010, vor Beginn der letzten Antragsphase. Die Projektskizzen der dritten Antragsphase wurden über das Internet-Portal online erfasst und für die Beurteilung aufbereitet. Das Layout ist zuletzt der dreiteiligen Struktur des Schwerpunktes mit den Bereichen (1) *Understanding the Signal*, (2) *Steady state and long-term processes*, und (3) *Short-term processes* angepasst worden.

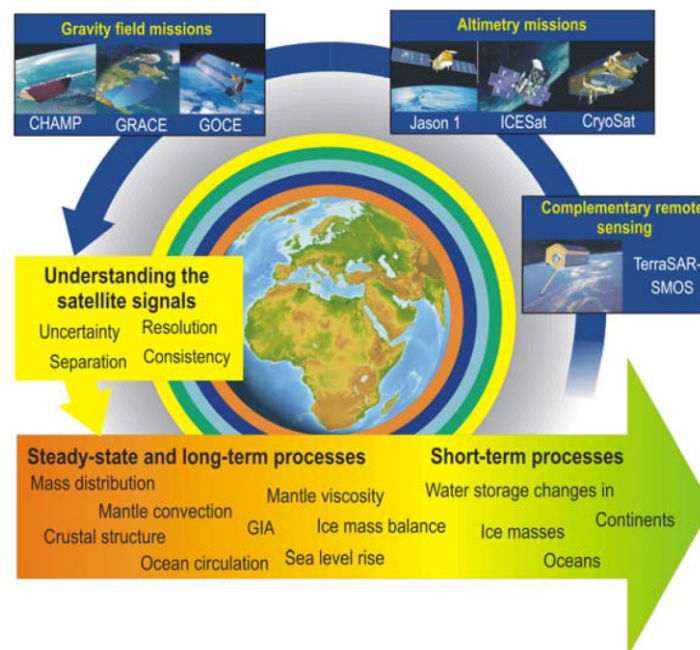


Abb 2: Hauptthemen des SPP1257

Um Interesse und Präsenz zu steigern wurden zahlreiche aktuelle bebilderte Ergebnisse aus den Teilprojekten populärwissenschaftlich in Form von „Hot Stories“ auf der Startseite des Internet-Portals angerissen und verlinkt mit einer ausführlichen Beschreibung, die auf Artikel hinweist, in denen die wissenschaftlichen Ergebnisse veröffentlicht wurden. Die Literaturdatenbank wurde um eine Suchfunktion erweitert und die Publikationen aufgenommen, die im Rahmen des Schwerpunktprogramms veröffentlicht wurden. Stellenanzeigen der beteiligten Forschungsinstitute wurden verlinkt. Bis heute erfüllt das Internet-Portal die Aufgabe, die Zielsetzungen des Schwerpunktes darzustellen und über Teilprojekte und deren Ergebnisse zu informieren. Mit den „Hot-Stories“ und der Sammlung von Veröffentlichungen bietet es bis heute einen repräsentativen und nachhaltigen Leistungsnachweis, der insbesondere auch zu zahlreichen Pressekontakten und einem daraus resultierenden Transfer der Ergebnisse in die Öffentlichkeit geführt haben.

4. Förderpolitische Ergebnisse des SPP 1257

4.1. Wissenschaftlicher Nachwuchs

Die Weiterentwicklung des wissenschaftlichen Nachwuchses wurde im Wesentlichen durch eine Reihe von in der Regel dreitägigen Workshops

- Gummersbach 2007,
- Herrsching 2008,

- Eitorf/Bonn 2009,
- Dipperz/Fulda 2010,
- Bonn 2014

und einwöchigen Sommerschulen

- Mayschoss/Bonn 2011
- Mayschoss/Bonn 2014

gefördert. Hier wurden, unter Beteiligung von SPP-Projektleitern wie auch einer größeren Anzahl externer Wissenschaftler, wichtige Grundlagen aus den beteiligten Disziplinen, integratives Arbeiten wie auch Softskills an alle Doktoranden und Postdocs vermittelt. Darüber hinaus haben wir den Nachwuchswissenschaftlern im Rahmen der Workshops und Sommerschulen jeweils auch den Raum gegeben, selbst Vorschläge einzubringen und sich auch in Gruppen selbst zu organisieren um, mit Hilfe erfahrener Wissenschaftler, eigenständig Fragestellungen zu entwickeln.

Im Umfeld des SPP entstanden etwa vierzig Promotionen

- 2007: G. Iaffaldano, M. Horwath,
- 2008: A. Eicker,
- 2009: X. Chen, O. Gitlein, T. Fehlinger, A. Piazzoni, B. Schuberth, K. Wolf
- 2010: B. Creutzfeld,
- 2011: M. Bäßler, S.-E. Brunnabend, B. Fersch, S. Grayek, E. Kurtenbach, S. Linow, X. Wang,
- 2012: M. Abe, T. Aus der Beek, S. Becker, G. Freiwald, W. Yi,
- 2013: H. Ewert, M. Gebler, M. Fritsche, N. Köther, O. Lücke, M. Shahraki, R. Sharma, M. Tourian, L. Zenner, S. Zeumann,
- 2014: E. Forootan, A. Groh, M. Klug, R. Rietbroek, R. Rosenau,
- 2015: B. Gutknecht, H. Konrad, J. Schwabe,

sowie einige Habilitationen

- 2011: F. Seitz (TU München)
- 2014: L. Fenoglio-Marc, 2014 (TU Darmstadt).

Eine Reihe von SPP-Projektmitarbeitern und -leitern wurde während der Laufzeit des SPP berufen:

- 2009: J. Kusche (Universität Bonn), L. Menzel (Universität Heidelberg),
- 2010: R. Bousquet (Universität Rennes), T. Mayer-Gürr (TU Graz)
- 2011: H. Kunstmann (Universität Augsburg),
- 2012: A. Güntner (Universität Freiburg), F. Seitz (TU München), M. Schmidt (Bestellung zum apl. Professor an der TU München),
- 2013: F. Flechtner (TU Berlin),
- 2014: A. Güntner (Universität Potsdam), M. Horwath (TU Dresden),
- 2015: G. Iaffaldano (Universität Kopenhagen).

4.2 Gleichstellung

Um die Karriereentwicklung von Wissenschaftlerinnen über ihre fachliche Qualifikation hinaus zu fördern, wurden im Rahmen des SPP1257 Workshops mit den folgenden Themen organisiert

- „Erfolgreich Präsentieren und Überzeugen“ (Bonn, 2013),
- „Karriereentwicklung durch Forschungsförderung“ mit individuellem Karrierecoaching (Bonn, 2013),
und
- „Konfliktmanagement und Führung“ (Bonn, 2014)

Darüber hinaus nahmen (lediglich) zwei Wissenschaftlerinnen an durch das Schwerpunktprogramm finanzierten Maßnahmen zur individuellen Karriereentwicklung teil. Eine Analyse innerhalb des SPP1257 ergab,

daß die im Rahmen von DFG-Schwerpunktprogrammen implementierbaren Gleichstellungsmaßnahmen von den Wissenschaftlerinnen als zu wenig flexibel aufgefasst wurden um häufiger angenommen zu werden.

4.3 Anstöße für weitergehende Aktivitäten

Die interdisziplinären Arbeiten im SPP1257 haben erfolgreich eine Reihe von Anstößen für weitergehende Förderaktivitäten gegeben: So konnte beispielsweise, gemeinsam mit Atmosphärenwissenschaftlern und Geophysikern der DFG-Schwerpunkt SPP1788 („Dynamic Earth“, Beginn 2015) initiiert werden, in dem Daten der GOCE und GRACE-Missionen gemeinsam mit Messungen der ESA-Magnetfeldmission SWARM genutzt werden sollen, um Veränderungen von Erdmagnetfeld, Thermosphäre und Ionosphäre zu untersuchen. Aber auch das Potential von Satellitenkonstellationen wie SWARM für die Bestimmung von Massentransportprozessen soll im SPP 1788 untersucht werden. Ferner haben die Arbeiten im SPP1257 zur Interpretation von Radaraltimettermessungen über dem Ozean, zur dynamischen Topographie sowie zu Massenvariationen und barotropen Prozessen der Meere auch Anstöße vermittelt, die in die erfolgreiche Antragstellung zum Schwerpunktprogramm SPP1889 („Sealevel“, Beginn 2016) eingegangen sind. Hier werden in verstärktem Maße die Interpretation der genannten Messungen und Felder für das Verständnis von Meeresspiegelvariationen eine Rolle spielen. Daneben sind insbesondere auch die im SPP1257 erzielten Ergebnisse zur Massenbilanz der großen Eisschilde und ihrer Beiträge zum Meeresspiegelanstieg wie auch zum Verständnis von Landhebungsprozessen als zentral für die Fragestellungen des SPP1889 zu nennen. Schließlich möchten wir hier auch den SFB1128 („Relativistische Geodäsie und Gravimetrie mit Quantensensoren - Modellierung, Geo-Metrologie und zukünftige Technologie“) nennen, der 2014 an der Universität Hannover bewilligt wurde. Hier werden in den nächsten Jahren neuartige Technologien erforscht, mit denen sich das Schwerefeld der Erde und seine zeitlichen Änderungen in Zukunft mit höherer Auflösung, Homogenität und Konsistenz ausmessen bestimmen lassen wird, und die somit auch zur verbesserten Quantifizierung von Massenverteilungen und Massentransportprozessen beitragen werden.

5. Publikationen (a) Titel des Projektes, b) Projektleitung, c) max. zwei Publikationen, d) optional: Link auf vollständiges Publikationsverzeichnis der geförderten Wissenschaftler, † keine Information vorliegend)

AGIA (II)

- a) Improved ice-mass balance and GIA-induced sea-level change by assimilation of GRACE and SLI data to 3D viscoelastic earth model and joint gravity field inversion
- b) Dr. Ingo Sasgen (GFZ)
- c) Sasgen I., M. van de Broeke, J. Bamber, E. Rignot, L. Sorensen, B. Wouters, Z. Martinec, und S.B. Simonsen (2012): Timing and origin of recent regional ice-mass loss in Greenland. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 333-334:293-303, doi:10.1016/j.epsl.2012.03.033.
Sasgen I., H. Dobslaw, Z. Martinec und M.Thomas (2010): Satellite gravimetry observation of Antarctic snow accumulation related to ENSO. *Earth and Planetary Science Letters*, 299(3-4):352-358, doi:10.1016/j.epsl.2010.09.015
- d) <http://www.gfz-potsdam.de/forschung/ueberblick/departments/department-1/erdsystem-modellierung/mitarbeiter/profil/ingo-sasgen/publication/>

AGIA (III)

- a) Improved ice-mass balance and GIA-induced sea-level change by assimilation of GRACE and SLI data to 3D viscoelastic earth model and joint gravity field inversion
- b) Dr. Ingo Sasgen (GFZ)
- c) Konrad H., M. Thoma, I. Sasgen, V. Klemann, K. Grosfeld, D. Barbi, und Z. Martinec (2013): The deformational response of a coupled thermomechanical ice sheet model and a viscoelastic solid Earth model, *Surv. Geophys.* doi:10.1007/s10712-013-9257-8
Sasgen I., H. Konrad, M. van den Broeke, E. Ivins, J. Bamber, und Z. Martinec (2013): Antarctic regional ice-mass trends 2002 to 2012 from GRACE satellite gravimetry and an improved estimate of glacial-isostatic adjustment. *The Cryosphere*, 7:1499–1512

- d) <http://www.gfz-potsdam.de/forschung/ueberblick/departments/department-1/erdsystem-modellierung/mitarbeiter/profil/ingo-sasgen/publication/>
<http://www.gfz-potsdam.de/forschung/ueberblick/departments/department-1/erdsystem-modellierung/mitarbeiter/profil/hannes-konrad/publication/>

ANTARCTIC-IMB (I)

- a) The Antarctic Ice Sheet mass balance from satellite geodesy and modelling
- b) Prof. Reinhard Dietrich (IPG), Prof. Phillippe Huybrechts (AWI)
- c) Horwath, M. und R. Dietrich (2009): Signal and error in mass change inferences from GRACE: The case of Antarctica. *Geophys. J. Int.* 177(3):849-864, doi: 10.1111/j.1365-246X.2009.04139.x
- d) <http://epic.awi.de/view/ldapid/slinow.html>

ANTARCTIC-IMB (II)

- a) The Antarctic Ice Sheet mass balance from satellite geodesy and modelling
- b) Prof. Reinhard Dietrich (IPG), Prof. Phillippe Huybrechts (AWI)
- c) Groh A., H. Ewert, M. Scheinert, M. Fritsche, A. Rülke, A. Richter, R. Rosenau, und R. Dietrich (2012): An investigation of the glacial isostatic adjustment over the Amundsen Sea Sector, West Antarctica. *Global and Planetary Change*, doi: 10.1016/j.gloplacha.2012.08.001
 Ewert H., S.V. Popov, A. Richter, J. Schwabe, R. Dietrich, und M. Scheinert (2012): Precise analysis of ICE-Sat altimetry data and assessment of the hydrostatic equilibrium for subglacial Lake Vostok, East Antarctica. *Geophys J Int*, doi: 10.1111/j.1365-246X.2012.05649.x
- d) <http://epic.awi.de/view/ldapid/slinow.html>

ANTARCTIC-IMB (III)

- a) The Antarctic Ice Sheet mass balance from satellite geodesy and modelling
- b) Prof. Reinhard Dietrich (IPG), Dr. Wolfgang Dierking (AWI), Prof. Frank Flechtner (GFZ), Prof. Michael Eineder (DLR)
- c) Linow S., M. Hörhold, und J. Freitag, J. (2012): Grain-size evolution of polar firn: a new empirical grain growth parameterization based on X-ray microcomputer tomography measurements, *Journal of Glaciology*, 58(212):1245-1252, doi:10.3189/2012JoG11J256 , hdl:10013/epic.40394
 Groh, A., H. Ewert, R. Rosenau, E. Fagiolini, C. Gruber, D. Floricioiu, W. Abdel Jaber, S. Linow, F. Flechtner, M. Eineder, W. Dierking, und R. Dietrich (2014): Mass, volume and velocity of the Antarctic Ice Sheet: present-day changes and error effects. *Surv. Geophys.*, doi: 10.1007/s10712-014-9286-y
- d) <http://epic.awi.de/view/ldapid/slinow.html>

CASE (II)

- a) Constraints on the Tien Shan structure and dynamics from integrative modelling of the new satellite gravity, GPS, SAR and seismic data
- b) Dr. Mikhail Kaban (GFZ), Prof. Olaf Hellwich (TUB)
- c) †
†
- d) -

CEMIG (III)

- a) Consistent estimation of water mass variations in different continental storage compartments by combined inversion of a global hydrological model with time-variable gravity and complementary observation data

- b) Prof. Florian Seitz (IAPG), Prof. Andreas Güntner (GFZ), Prof. Michael Schmidt (DGFI)
- c) Müller Schmied H., S. Eisner, D. Franz, M. Wattenbach, F. Portmann, M. Flörke, und P.Döll (2014): Sensitivity of simulated global-scale freshwater fluxes and storages to input data, hydrological model structure, human water use and calibration. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(9):3511-3538
Schnitzer S., F. Seitz, A. Eicker, A. Güntner, M. Wattenbach, und A. Menzel (2013): Estimation of soil loss by water erosion in the Chinese Loess Plateau using Universal Soil Loss Equation and GRACE. *Geophys. J. Int.*, 193(3):1283-1290
- d) <http://gfzpublic.gfz-potsdam.de/gfzPublists/?year=0&uid=martinw&lang=de&>
http://www.iapg.bgu.tum.de/Mitarbeiter/Florian_Seitz/

COTAGA (III)

- a) Combined ocean tide analysis by GRACE and altimetry data
- b) Dr. Wolfgang Bosch (DGFI), Dr. Frank Flechtner (GFZ), Dr. Torsten Mayer-Gürr (IGG/TUG*)
- c) Stammer D., R. Ray, O. Andersen, B. Arbic, W. Bosch, L. Carrère, Y. Cheng, D. Chinn, B. Dushaw, G. Egbert, S. Erofeeva, H. Fok, J. Green, S. Griffiths, M. King, V. Lapin, F. Lemoine, S. Luthcke, F. Lyard, J. Morison, M. Müller, L. Padman, J. Richman, J. Shriver, C.K. Shum, E. Taguchi, Y. Yi (2014): Accuracy assessment of global barotropic ocean tide models. *Reviews of Geophysics* 52(3):243-282, 10.1002/2014RG000450
- d) -

DAROTA (I)

- a) Dynamical and residual ocean tide analysis for improved GRACE de-aliasing
- b) Prof. Detlef Stammer (IFMUH), Dr. Wolfgang Bosch (DGFI), Prof. Frank Flechtner (GFZ), Prof. Karl Heinz Ilk (IGG)
- c) Bosch W., R. Savcenko, F. Flechtner, C. Dahle, T. Mayer-Gürr, D. Stammer, E. Taguchi, und K.-H. Ilk (2009): Residual ocean tide signals from satellite altimetry, GRACE gravity fields, and hydrodynamic modelling. *Geophys. J. Int.*, doi: 10.1111/j.1365-246X.2009.04281.x
Dahle C., F. Flechtner, D. König, R. König, G. Michalak, und K.H. Neumayer (2013): EIGEN-GRACE06S: A new gravity model time series based on consistent reprocessing of GRACE mission data. In: Flechtner et al. (Hrsgb.), *Observation of the system Earth from space. Geotechnologies Science Report No. 20, Advanced Technologies in Earth Sciences*, Springer
- d) -

DAROTA (II)

- a) Dynamical and residual ocean tide analysis for improved GRACE de-aliasing
- b) Prof. Detlef Stammer (IFMUH), Dr. Wolfgang Bosch (DGFI), Prof. Frank Flechtner (GFZ), Prof. Karl Heinz Ilk (IGG), Prof. Torsten Mayer-Gürr (IGG)
- c) Mayer-Gürr T., R. Savcenko, W. Bosch, I. Daras, F. Flechtner, und C. Dahle (2012): Ocean tides from satellite altimetry and GRACE. *J. Geodyn.* 59-60:28-38
Taguchi E., W. Zahel, und D. Stammer (2014): Inferring deep ocean tidal energy dissipation from the global high-resolution data-assimilative HAMTIDE model. *J. Geophys. Res. (Oceans)* 119:4573-4592
- d) -

DIRECT-WB (I)

- a) The global continental water balance using GRACE spaceborne gravimetry and high-resolution consistent geodetic-hydrometeorological data analysis
- b) Prof. Nico Sneeuw (GIS), Prof. András Bárdossy (IWS), Prof. Harald Kunstmann (IMK-IFU)

- c) Devaraju B., N. Sneeuw, H. Kindt, und J. Riegger (2008): Estimating GRACE monthly water storage change consistent with hydrology. In: Proceedings of the IAG symposium on Gravity, Geoid, and Earth Observation 2008. Chania, Crete, Greece, 135, 603–610, doi: 10.1007/978-3-642-10634-7_80
Devaraju B. und N. Sneeuw (2009): Performance analysis of isotropic spherical harmonic spectral windows. In: Proceedings of the VII Hotine-Marussi Symposium on Theoretical Geodesy, Rome, Italy, 137, 105–110, doi: 10.1007/978-3-642-22078-4_16
- d) <http://www.massentransporte.de/index.php?id=204>

DIRECT-WB (II)

- a) The global continental water balance using GRACE spaceborne gravimetry and high-resolution consistent geodetic-hydrometeorological data analysis
- b) Prof. Nico Sneeuw (GIS), Prof. András Bárdossy (IWS), Prof. Harald Kunstmann (IMK-IFU)
- c) Fersch B., H. Kunstmann, A. Bárdossy, B. Devaraju, und N. Sneeuw (2012): Continental-scale basin water storage variation from global and dynamically downscaled atmospheric water budgets in comparison with GRACE-derived observations. *J. Hydrometeor.*, 13, 1589–1603, doi: 10.1175/JHM-D-11-0143.1
Riegger J., M. Tourian, B. Devaraju, und N. Sneeuw (2012): Analysis of GRACE uncertainties by hydrological and hydrometeorological observations. *J. Geodyn.*, 59–60:16–27, doi: 10.1016/j.jog.2012.02.001
- d) <http://www.massentransporte.de/index.php?id=204>

DIRECT-WB (III)

- a) The global continental water balance using GRACE spaceborne gravimetry and high-resolution consistent geodetic-hydrometeorological data analysis
- b) Prof. Nico Sneeuw (GIS), Prof. András Bárdossy (IWS), Prof. Harald Kunstmann (IMK-IFU)
- c) Sneeuw N., C. Lorenz, B. Devaraju, M. Tourian, J. Riegger, H. Kunstmann, und A. Bárdossy (2014): Estimating runoff using hydro-geodetic approaches. *Surv. Geophys.*, 35(6):1333–1359, doi: 10.1007/s10712-014-9300-4
Lorenz C., H. Kunstmann, B. Devaraju B., M. Tourian, N. Sneeuw, und J. Riegger (2014): Large-scale runoff from landmasses: A global assessment of the closure of the hydrological and atmospheric water balances. *J. Hydrometeor.* 15:2111–2139, doi: 10.1175/JHM-D-13-0157.1
- d) <http://www.massentransporte.de/index.php?id=204>

DYNTIDE (III)

- a) Improving ocean tides by constraining the dynamic tide HAMTIDE model with altimetric and GRACE data
- b) Prof. Wilfried Zahel (IFMUH), Prof. Detlef Stammer (IFMUH), Prof. Reiner Rummel (TUM)
- c) Taguchi E., W. Zahel, und D. Stammer, 2014: Inferring deep ocean tidal energy dissipation from the global high-resolution data-assimilative HAMTIDE model. *J. Geophys. Res.*, 119:4573–4592, doi:10.1002/2013JC009766
Stammer D., R. Ray, O. Andersen, B. Arbic, W. Bosch, L. Carriere, Y. Cheng, D. Chinn, B. Dushaw, G. Egbert, S. Erofeeva, H. Fok, J. Green, S. Griffiths, M. King, V. Lapin, F. Lemoine, S. Luthcke, F. Lyard, J. Morison, M. Müller, L. Padman, J. Richman, J. Shriver, C.K. Shum, E. Taguchi, Y. Yi (2014): Accuracy assessment of global ocean tide models. *Rev. Geophys.*, 52:243-282, doi:10.1002/2014RG000450.
- d) –

FIGO (II)

- a) Fingerprints of ice melting in geodetic GRACE and ocean models

- b) Prof. Jürgen Kusche (IGG), Dr. Jens Schröter (AWI)
- c) Rietbroek R., S.-E. Brunnabend, J. Kusche, und J. Schröter (2012): Resolving sea level contributions by identifying fingerprints in time-variable gravity and altimetry. *J. Geodyn.* 59:72–81 doi: 10.1016/j.jog.2011.06.007
Jensen L., R. Rietbroek, und J. Kusche (2013): Land water contribution to sea level from GRACE and JASON-1 measurements. *J. Geophys. Res. (Oceans)* 118(1):212–226
- d) -

FIGO (III)

- a) Fingerprints of ice melting in geodetic GRACE and ocean models
- b) Prof. Jürgen Kusche (IGG), Dr. Jens Schröter (AWI)
- c) Behnisch M., A. Macrander, O. Boebel, J.O. Wolff, und J. Schröter (2013): Barotropic and deep-referenced baroclinic SSH variability derived from Pressure Inverted Echo Sounders (PIES) south of Africa, *J. Geophys. Res. (Oceans)*, 118(6):3046-3058 doi:10.1002/jgrc.20195
Schrama E., B. Wouters, und R. Rietbroek (2014): A mascon approach to assess ice sheet and glacier mass balances and their uncertainties from GRACE data. *J. Geophys. Res. (Solid Earth)*, 119:60486066, doi: 10.1002/2013JB010923
- d) -

GEMS (I)

- a) Forward modeling of mantle density anomalies from geodynamic considerations
- b) Prof. Hans-Peter Bunge (LMU), Prof. Reinhard Rummel (IAPG)
- c) -
-
- d) -

GEO-TOP (I)

- a) Sea Surface Topography and Mass transport of the Antarctic Circumpolar Current
- b) Prof. Reiner Rummel (IAPG), Prof. Jakob Flury (IAPG), Dr. Jens Schröter (AWI), Dr. Wolfgang Bosch (DGFI)
- c) Skachko S., S. Danilov, T. Janjic, J. Sschröter, D. Sidorenko, R. Savcenko, und W. Bosch (2008): Sequential assimilation of multi-mission dynamical topography into a global finite-element ocean model. *Ocean Science*, 4:307–318. doi:10.5194/os-4-307-2008
Albertella A. und R. Rummel (2009): On the spectral consistency of the altimetric ocean and geoid surface - a one-dimensional example. *J. Geodesy*, 83(9):805–815 doi: 10.1007/s00190-008-0299-5
- d) <http://www.massentransporte.de/?198>

GEO-TOP (II)

- a) Sea Surface Topography and Mass transport of the Antarctic Circumpolar Current
- b) Prof. Reiner Rummel (IAPG), Dr. Jens Schröter (AWI), Dr. Wolfgang Bosch (DGFI), Dr. Mirko Scheinert (IPG)
- c) Rollenhagen K., R. Timmermann, T. Janjic, J. Schröter, S. Danilov (2009): Assimilation of sea ice motion in a Finite Element Sea Ice Model, *J. Geophys. Res.* 114:C05007 doi:10.1029/2008JC005067
Janjic T., J. Schröter, R. Savcenko, W. Bosch, A. Albertella, R. Rummel, und O. Klatt (2012): Impact of combining GRACE and GOCE gravity data on ocean circulation estimates, *Ocean Science*, 8(1):65-79 doi: 10.5194/os-8-65-2012
- d) <http://www.massentransporte.de/?198>

GEO-TOP (III)

- a) Sea Surface Topography and Mass transport of the Antarctic Circumpolar Current
- b) Prof. Reiner Rummel (IAPG), Dr. Jens Schröter (AWI), Dr. Wolfgang Bosch (DGFI), Dr. Mirko Scheinert (IPG)
- c) Albertella A., R. Savcenko, T. Janjic Pfander, R. Rummel, W. Bosch, J. Schröter (2012): High resolution dynamic ocean topography in the Southern Ocean from GOCE, *Geophys. Int. J.*, 190(2):922-930 doi: 10.1111/j.1365-246X.2012.05531.x
Schwabe J. und M. Scheinert M. (2014): Regional geoid of the Weddell Sea, Antarctica, from heterogeneous ground-based gravity data, *J. Geodesy* 88(9):821-838, doi: 10.1007/s00190-014-0724-x
- d) <http://www.massentransporte.de/?198>

GIA-GRACE (I)

- a) Determination of the Fennoscandian Land Uplift and Mass Variations in Northern Europe from GRACE Data
- b) Prof. Jürgen Müller (IFE)
- c) Steffen H., H. Denker, and J. Müller (2008): Glacial isostatic adjustment in Fennoscandia from GRACE data and comparison with geodynamical models. *J. Geodyn.* 46:155-164
Steffen H., O. Gitlein, H. Denker, J. Müller, und L. Timmen (2009): Present rate of uplift in Fennoscandia from GRACE and absolute gravimetry. *Tectonophysics*, 474:69-77, doi:10.1016/j.tecto.2009.01.012
- d) [http://www.ife.uni-hannover.de/mueller.html?&no_cache=1&tx_tkinstpersonen_pi1\[showUid\]=1&tx_tkinstpersonen_pi1\[publikationen\]=1](http://www.ife.uni-hannover.de/mueller.html?&no_cache=1&tx_tkinstpersonen_pi1[showUid]=1&tx_tkinstpersonen_pi1[publikationen]=1)
<http://scholar.google.com/citations?user=devYhskAAAAJ&hl=de>

GREENLAND-ISE (I)

- a) Assessing the current evolution of the Greenland Ice Sheet
- b) Prof. Phillippe Huybrechts (AWI), Prof. Reinhard Dietrich (IPG)
- c) Ewert H., A. Groh, und R. Dietrich (2011): Volume and mass changes of the Greenland ice sheet inferred from ICESat and GRACE. *J. Geodyn.*, doi: 10.1016/j.jog.2011.06.003
- d) -

GREENLAND-ISE (II)

- a) Assessing the current evolution of the Greenland Ice Sheet
- b) Prof. Reinhard Dietrich (IPG)
- c) Rosenau R., R. Dietrich, und M. Bäßler (2012): Temporal flow variations of major outlet glaciers in Greenland using Landsat data. *Proc. of Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 2012 IEEE International pp. 1557-1560, doi: 10.1109/IGARSS.2012.6351100
- d) -

GREENLAND-ISE (III)

- a) Assessing the current evolution of the Greenland Ice Sheet
- b) Prof. Reinhard Dietrich (IPG)
- c) Groh A., H. Ewert, M. Fritsche, A. Rülke, R. Rosenau, M. Scheinert, und R. Dietrich R. (2014): Assessing the current evolution of the Greenland Ice Sheet by means of satellite and ground-based observations. *Surv. Geophys.*, doi: 10.1007/s10712-014-9287-x

Rosenau R., M. Scheinert, und R. Dietrich (2015): A processing system to monitor Greenland outlet glacier velocity variations at decadal and seasonal time scales utilizing the Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment* (in revision)

d) -

IDEAL-GRACE (I)

a) Improved De-Aliasing for Gravity Field Modelling with GRACE

b) Dr. Thomas Gruber (TUM), Prof. Frank Flechtner (GFZ), Dr. Jens Wickert (GFZ), Prof. Thomas Trautmann (DLR), Prof. Detlef Stammer (IFMUH)

c) Schmidt T., J. Wickert, S. Heise, F. Flechtner, E. Fagiolini, G. Schwarz, L. Zenner, und T. Gruber (2008): Comparison of ECMWF analyses with GPS radio occultations from CHAMP. *Annales Geophysicae* 26(11):3225-3234, doi: 10.5194/angeo-26-3225-2008

Zenner L., T. Gruber, A. Jäggi, und G. Beutler (2010): Propagation of atmospheric model errors to gravity potential harmonics — impact on GRACE de-aliasing. *Geophys. J. Int.* 182(2): 797-807, doi: 10.1111/j.1365-246X.2010.04669.x

d) -

IDEAL-GRACE (II)

a) Improved De-Aliasing for Gravity Field Modelling with GRACE

b) Dr. Thomas Gruber (TUM), Prof. Frank Flechtner (GFZ), Dr. Jens Wickert (GFZ), Prof. Thomas Trautmann (DLR), Prof. Detlef Stammer (IFMUH)

c) Flechtner F., M. Thomas, und H. Dobslaw (2010): Improved non-tidal atmospheric and oceanic de-aliasing for GRACE and SLR satellites, Flechtner et al. (Hrsgb.), *System Earth via Geodetic-Geophysical Space Techniques*, Adv. Technologies in Earth Sciences, Springer

Siegismund F., V. Romanova, A. Köhl, und D. Stammer (2011): Ocean bottom pressure variations estimated from gravity, nonsteric sea surface height and hydrodynamic model simulations, *J. Geophys. Res.*, 116, C07021, doi:10.1029/2010JC006727

d) -

IDEM (I)

a) Modelling of the dynamic Earth from an integrative analysis of potential fields, seismic tomography and other geophysical data

b) Dr. Mikhail Kaban (GFZ), Prof. Markus Rothacher (GFZ), Prof. Harro Schmeling (IFG)

c) Beuchert M. und H. Schmeling (2013): A melting model for the lowermost mantle using Clapeyron slopes derived from experimental data: consequences for the thickness of Ultra Low Velocity Zones (ULVZs). *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 14:197–208, doi:10.1029/2012GC004356

d) http://user.uni-frankfurt.de/~schmelin/pub_list.html

IDEM (II)

a) Modelling of the dynamic Earth from an integrative analysis of potential fields, seismic tomography and other geophysical data

b) Dr. Mikhail Kaban (GFZ), Prof. Harro Schmeling (IFG)

c) Shahraki M. und H. Schmeling (2013): Geoid and topography of Earth-like planets: a comparison between compressible and incompressible convection models for different rheologies. *Phys. Earth Planet. Int.*, 216:74-90

Kaban M., A. Petrunin, H. Schmeling, und M. Shahraki (2014): Effect of Decoupling of lithospheric plates on the observed geoid. *Surv Geophys.*, doi 10.1007/s10712-014-9281-3

d) http://user.uni-frankfurt.de/~schmelin/pub_list.html

IMOSAGA (III)

- a) Integrated Modelling of Satellite and Airborne Gravity data of Active plate margins
- b) Prof. Roland Pail (TUM), Prof. Hajo Götze (CAU), Dr. Rezene Mahatsente (CAU), Prof. Gerhard Jentzsch (IGW), Dr. Thomas Jahr (IGW)
- c) Gutknecht B., H.-J. Götze, G. Jentzsch, T. Jahr, R. Mahatsente, und S. Zeumann (2014): Structure and state of stress of the Chilean subduction zone from terrestrial and satellite-derived gravity and gravity gradient data. *Surv. Geophys.* doi:10.1007/s10712-014-9296-9
Hosse M., R. Pail, M. Horwath, N. Holzrichter, und B. Gutknecht (2014): Combined regional gravity model of the Andean convergent subduction zone and its application to lithospheric modelling in active plate margins. *Surv. Geophys.* doi:10.1007/s10712-014-9307-x
- d) –

IMPLY (III)

- a) Improved modeling of non-tidal mass variations for optimized gravity field analysis
- b) Dr. Thomas Gruber (TUM), Prof. Andreas Güntner (GFZ), Dr. Henryk Dobslaw (GFZ)
- c) Bergmann-Wolf I. und H. Dobslaw (2012): Short-term transport variability of the Antarctic circumpolar current from satellite gravity observations. *J. Geophys. Res.*, 117, C05044, doi:10.1029/2012JC007872
Zenner L., I. Bergmann, H. Dobslaw, T. Gruber, A. Güntner, M. Wattenbach, S. Esselborn, und R. Dill (2014): Comparison of daily GRACE gravity field and numerical water storage models for de-aliasing of satellite gravimetry observations. *Surv. Geophys.*, 35(6)1251-1266, doi: 10.1007/s10712-014-9295-x
- d) –

INTERMOD (I)

- a) Consistent Integration of Gravity Field Information into Earth Process Models
- b) Prof. Wolf-Dieter Schuh (IGG)
- c) Schuh W.-D. und S. Becker (2010): Potential field and smoothness conditions, In: Contadakis M.E., C. Kaltsikis, S. Spatalas, K. Tokmakidis, und I.N. Tziavos (Hrsgb.): *The apple of knowledge - In honour of Prof. N. Arabelos* University of Thessaloniki, AUTH – Faculty of rural and surveying engineering, S. 237-250, ISBN 978-960-243-674-5
Schuh W.-D., S. Müller, und J.M. Brockmann (2015): Completion of Band-Limited Data Sets on the Sphere, In: H. Kutterer, F. Seitz, H. Alkhatib, und M. Schmidt (Hrsgb.): *The 1st International Workshop on the Quality of Geodetic Observation and Monitoring Systems (QuGOMS'11)*, International Association of Geodesy Symposia, 140:171-178, doi: 10.1007/978-3-319-10828-5_25
- d) <http://www.igg.uni-bonn.de/tg/index.php?id=353>

JIGOG (I)

- a) Surface mass redistribution from joint inversion of GPS site displacements, ocean bottom pressure, and GRACE global gravity models
- b) Prof. Jürgen Kusche (GFZ/IGG^{*}), Prof. Frank Flechtner (GFZ), Dr. Jens Schröter (AWI)
- c) Kusche J., R. Schmidt, S. Petrovic, und R. Rietbroek (2009): Decorrelated GRACE time-variable gravity solutions by GFZ, and their validation using a hydrological model. *J. Geodesy*, 83(10):903, doi: 10.1007/s00190-009-0308-3
Rietbroek R., S.-E. Brunnabend, C. Dahle, J. Kusche, F. Flechtner, J. Schröter, und R. Timmermann (2009): Changes in total ocean mass derived from GRACE, GPS, and ocean modeling with weekly resolution. *J. Geophys. Res. (Oceans)*, 114(C11004) doi:10.1029/2009JC005449
- d) -

JIGOG (II)

- a) Surface mass redistribution from joint inversion of GPS site displacements, ocean bottom pressure, and GRACE global gravity models
- b) Prof. Jürgen Kusche (IGG), Prof. Frank Flechtner (GFZ), Dr. Jens Schröter (AWI), Prof. Reinhard Dietrich (IPG)
- c) Brunnabend S.-E., R. Rietbroek, R. Timmermann, J. Schröter, und J. Kusche (2011): Improving mass redistribution estimates by modeling ocean bottom pressure uncertainties. *J. Geophys. Res. (Oceans)* 116(C08037), doi:10.1029/2010JC006617
Rietbroek, R., M. Fritsche, S.-E. Brunnabend, I. Daras, J. Kusche, J. Schröter, F. Flechtner, und R. Dietrich (2012): Global surface mass from a new combination of GRACE, modelled OBP and reprocessed GPS data. *J. Geodyn.*, 59-60:64–71 doi: 10.1016/j.jog.2011.02.003
- d) -

JIGOG (III)

- a) Surface mass redistribution from joint inversion of GPS site displacements, ocean bottom pressure, and GRACE global gravity models
- b) Prof. Jürgen Kusche (IGG), Prof. Frank Flechtner (GFZ), Dr. Jens Schröter (AWI), Prof. Reinhard Dietrich (IPG)
- c) Brunnabend, S.-E., J. Schröter, R. Timmermann, R. Rietbroek, und J. Kusche (2012): Modeled steric and mass-driven sea level change caused by Greenland ice sheet melting. *J. Geodyn.* 59-60:219–225, doi: 10.1016/j.jog.2011.06.001
Rietbroek, R., M. Fritsche, C. Dahle, S.-E. Brunnabend, M. Behnisch, J. Kusche, F. Flechtner, J. Schröter, und R. Dietrich (2014): Can GPS-derived surface loading bridge a GRACE mission gap? *Surveys in Geophysics*, 35(6):1267-1283
- d) -

MANTLPLUMES (I)

- a) Mantle Plumes and the geoid: Plume dynamics and their signature in the GRACE derived gravity field
- b) Prof. Harro Schmeling (IFG), Prof. Willi Freeden (GEOMATH)
- c) Shahraki M. und H. Schmeling (2012): Plume-induced geoid anomalies from 2D axi-symmetric temperature- and pressure dependent mantle convection models. *J. Geodyn.*, 59–60:193–206, doi:10.1016/j.jog.2012.01.006
Shahraki M. und H. Schmeling (2013): Geoid and topography of Earth-like planets: a comparison between compressible and incompressible convection models for different rheologies. *Phys. Earth Planet. Int.*, 216:74-90
- d) http://user.uni-frankfurt.de/~schmelin/pub_list.html

MASIS (I)

- a) Separation of Mass Signals by Common Inversion of Gravimetric and Geometric Observations
- b) Prof. Hermann Drewes (DGFI), Dr. Wolfgang Bosch (DGFI)
- c) Schmeer M., M. Schmidt, W. Bosch, und F. Seitz (2012): Separation of mass signals within GRACE monthly gravity field models by means of empirical orthogonal functions. *J. Geodyn.* 59-60:124-132, 10.1016/j.jog.2012.03.001
Seitz F., M. Schmidt, und C.K. Shum (2008): Signals of extreme weather conditions in Central Europe in GRACE 4D hydrological mass variations. *Earth and Planetary Science Letters* 268(1-2):165-170, 10.1016/j.epsl.2008.01.001
- d) –

NOGAPSGRAV (II)

- a) Geophysical and petrological applications of satellite-derived gravity and gradient data for studies of the crust and upper mantle in hazardous and frontier regions
- b) Dr. Rezene Mahatsente (CAU), Prof. Hajo Götze (CAU), Dr. Thomas Jahr (IGW), Prof. Gerhard Jentzsch (IGW), Prof. Roland Oberhänsli (UP)
- c) Köther N., H.-J. Götze, B. Gutknecht, T. Jahr, G. Jentzsch, O. Lücke, R. Mahatsente, R. Sharma, und S. Zeumann (2012): The seismically active Andean and Central American margins: Can satellite gravity map lithospheric structures? *J. Geodyn.* 59:207-218
Mahatsente R., G. Ranalli, D. Bolte, und H.-J. Götze (2012): On the relation between lithospheric strength and ridge-push transmission in the Nazca plate. *J. Geodyn.* 53:18-26
- d) –

PROMAN (I)

- a) Program Management and Scientific Networking
- b) Prof. Karl-Heinz Ilk (IGG), Dr. Wolfgang Bosch (DGFI)
- c) Ilk K. H., J. Flury, R. Rummel, P. Schwintzer, W. Bosch, C. Haas, J. Schröter, D. Stammer, W. Zahel, H. Miller, R. Dietrich, P. Huybrechts, H. Schmeling, D. Wolf, H.J. Götze, J. Riegger, A. Bardossy, A. Güntner, und T. Gruber (2005): Mass transport and mass distribution in the Earth system. Contributions of the new generation of satellite gravity and altimetry missions to the geosciences. GFZ Potsdam
- d) –

PROMAN (II)

- a) Program Management and Scientific Networking
- b) Prof. Karl-Heinz Ilk (IGG), Prof. Jürgen Kusche (IGG), Dr. Wolfgang Bosch (DGFI)
- c) Kusche J., A. Eicker, W. Bosch, F. Flechtner (2010): Das DFG-Schwerpunktprogramm SPP1257 "Massentransporte und Massenverteilungen im System Erde". *Zeitschrift für Vermessungswesen*, 135(4):247-255
Kusche J., V. Klemann, und W. Bosch (2012): Mass distribution and mass transport in the Earth system. *J. Geodyn.* 59:1-8
- d) –

PROMAN (III)

- a) Program Management and Scientific Networking
- b) Prof. Jürgen Kusche (IGG), Dr. Wolfgang Bosch (DGFI)
- c) Eicker A. und J. Kusche (Hrsgb.) (2013) *Lecture Notes from the Summer School of DFG SPP1257 Global Water Cycle*, Schriftenreihe des Instituts für Geodäsie und Geoinformation, Nr. 30, Universität Bonn
Kusche J., V. Klemann, und N. Sneeuw (2014). Mass Distribution and Mass Transport in the Earth System: Recent Scientific Progress Due to Interdisciplinary Research. *Surveys in Geophysics*, 35(6):1243-1249
- d) –

REGHYDRO (II)

- a) Combined hydrological modelling and regional geodetic estimation of water stor-age variations in large river basins using GRACE data
- b) Prof. Petra Döll (IPG-UF), Prof. Karl Heinz Ilk (IGG), Prof. Jürgen Kusche (IGG), Prof. Mathias Holschneider (IM), Dr. Annette Eicker (IGG)

- c) Döll P., H. Hoffmann-Dobrev, F. Portmann, S. Siebert, A. Eicker, M. Rodell, und B. Scanlon (2012): Impact of water withdrawals from groundwater and surface water on continental water storage variations. *J. Geodyn.*, 59:143-156
Döll P., H. Müller Schmied, C. Schuh, F. Portmann, und A. Eicker (2014): Global-scale assessment of groundwater depletion and related groundwater abstractions: Combining hydrological modeling with information from well observations and GRACE satellites. *Water Resour. Res.* 50(7):5698-5720
- d) –

REGHYDRO (III)

- a) Combined hydrological modelling and regional geodetic estimation of water stor-age variations in large river basins using GRACE data
- b) Prof. Petra Döll (IPG-UF), Prof. Jürgen Kusche (IGG), Prof. Mathias Holschneider (IM), Dr. Annette Eicker (IGG)
- c) Eicker A., M. Schumacher, J. Kusche, P. Döll, und H. Müller Schmied (2014): Calibration/Data Assimilation approach for integrating GRACE data into the WaterGAP Global Hydrology Model (WGHM) using an ensemble Kalman filter: first results. *Surv. Geophys.* 35(6):1285-1309
Döll P., M. Fritsche, A. Eicker, und H. Müller Schmied (2014): Seasonal water storage variations as impacted by water abstractions: comparing the output of a global hydrological model with GRACE and GPS observations. *Surv. Geophys.* 35(6):1311-1331
- d) –

RIFUGIO (II)

- a) Rigorous fusion of gravity field into stationary ocean models
- b) Prof. Wolf-Dieter Schuh (IGG), Dr. Martin Losch (AWI)
- c) Becker S., G. Freiwald, M. Losch, und W.-D. Schuh (2012): Rigorous fusion of gravity field, altimetry and stationary ocean models. *J. Geodyn.* 59-60:99-110, doi:10.1016/j.jog.2011.07.006
Müller S., J. M. Brockmann, und W.-D. Schuh (2014): Consistent combination of gravity field, altimetry and hydrographic data, In: Marti U. (Hrsgb.): *Gravity, Geoid and Height Systems (2012)*, International Association of Geodesy Symposia, 141:267-273, doi: 10.1007/978-3-319-10837-7_34
- d) <http://www.igg.uni-bonn.de/tg/index.php?id=353>

RIFUGIO+ (III)

- a) Rigorous fusion of gravity field into stationary ocean models
- b) Prof. Wolf-Dieter Schuh (IGG), Dr. Martin Losch (AWI)
- c) Becker S., M. Losch, J. M. Brockmann, G. Freiwald, und W.-D. Schuh (2014): A tailored computation of the mean dynamic topography for a consistent integration into ocean circulation models, *Surveys in Geophysics*, 35(6):1507-1525, doi:10.1007/s10712-013-9272-9
Becker S., J. M. Brockmann, und W.-D. Schuh (2014): Mean dynamic topography estimates purely based on GOCE gravity field models and altimetry, *Geophys. Res. Lett.*, 41(6):2063–2069 doi: 10.1002/2014GL059510
- d) <http://www.igg.uni-bonn.de/tg/index.php?id=353>

STREMP (I)

- a) Spatial and temporal resolution limits for regional mass transport and mass distribution
- b) Prof. Matthias Becker (TUDa), Prof. Jürgen Kusche (IGG), Prof. Emil Stanev (ICBM)
- c) Fenoglio-Marc L., J. Kusche, und M. Becker (2006): Mass variation in the Mediterranean Sea from GRACE and its validation by altimetry, steric and hydrologic fields, *Geoph. Res. Lett.*, 33(L19696), doi:10.1029/2006GL026851

Fenoglio-Marc L., J. Kusche, M. Becker, und I. Fukumori (2007): Comments on "On the steric and mass-induced contributions to the annual sea level variations in the Mediterranean Sea" by D. Garcia et al., *J. Geophys. Res.*, 112(C12018), doi:10.1029/2007JC004196

- d) http://www.geodesy.tu-darmstadt.de/psg/psg/psg_personal/fenoglio.de.jsp#_berschrift_8
<http://scholar.google.de/citations?user=PojYuOAAAAAJ&hl=en>

STREMP (II)

- a) Spatial and temporal resolution limits for regional mass transport and mass distribution
- b) Prof. Matthias Becker (TUDa), Prof. Jürgen Kusche (IGG), Prof. Emil Stanev (ICBM), Prof. Lucas Menzel (CESM/UHD)
- c) Fenoglio-Marc L., M. Becker, R. Rietbroek, J. Kusche, S. Grayek, und E. Stanev (2012): Water mass variation in the Mediterranean and Black Seas, *J. Geodyn.*, doi:10.1016/j.jog.2012.04.001
Aus der Beek T., L. Menzel, L. Fenoglio-Marc, S. Grayek, R. Rietbroeck, M. Becker, J. Kusche, und E. Stanev (2012): Modelling water resources of the Black and Mediterranean Sea river basins and their impacts on regional mass changes, *J. Geodyn.*, doi:10.1016/j.jog.2011.11.011
- d) http://www.geodesy.tu-darmstadt.de/psg/psg/psg_personal/fenoglio.de.jsp#_berschrift_8
<http://scholar.google.de/citations?user=PojYuOAAAAAJ&hl=en>

TASMAGOG (I)

- a) Temporal and spatial multiscale assessment of mass transport by combination of gravity observations from GRACE and terrestrial stations
- b) Dr. Corinna Kroner (IGW), Prof. Gerhard Jentzsch (IGW), Dr. Johannes Ihde (BKG), Dr. Herbert Wilmes (BKG), Dr. Jürgen Neumeyer (GFZ), Prof. Markus Rothacher (GFZ)
- c) Weise A., C. Kroner, M. Abe, J. Ihde, G. Jentzsch, M. Naujoks, H. Wilmes, und H. Wziontek (2009): Terrestrial gravity observations with superconducting gravimeters for validation of satellite-derived (GRACE) gravity variations. *J. Geodyn.* 48(3-5):325-330. doi: 10.1016/j.jog.2009.09.034
Wziontek H., H. Wilmes, P. Wolf, S. Werth, und A. Güntner (2009): Time series of superconducting gravimeters and water storage variations from the global hydrology model WGHM. *J. Geodyn.*, 48(3-5):166-171, doi:10.1016/j.jog.2009.09.036
- d) -

TASMAGOG (II)

- a) Temporal and spatial multiscale assessment of mass transport by combination of gravity observations from GRACE and terrestrial stations
- b) Dr. Corinna Kroner (IGW), Dr. Christoph Förste (GFZ), Dr. Thomas Jahr (IGW), Dr. Johannes Ihde (BKG), Dr. Herbert Wilmes (BKG), Prof. Andreas Güntner (GFZ)
- c) Abe M., C. Kroner, C. Förste, S. Petrovic, F. Barthelmes, A. Weise, A. Güntner, B. Creutzfeldt, T. Jahr, G. Jentzsch, H. Wilmes, und H. Wziontek (2012): A comparison of GRACE-derived temporal gravity variations with observations of six European superconducting gravimeters. *Geophys. J. Int.*, 191(2):545-556, doi:10.1111/j.1365-246X.2012.05641.x
Weise A., C. Kroner, M. Abe, B. Creutzfeldt, C. Förste, A. Güntner, J. Ihde, T. Jahr, G. Jentzsch, H. Wilmes, und H. Wziontek (2012): Tackling mass redistribution phenomena by time-dependent GRACE- and terrestrial gravity observations. *J. Geodyn.*, 59-60:82-91, doi:10.1016/j.jog.2011.11.003
- d) -

TRANSOCEAN (I)

- a) Ocean transports

- b) Prof. Claus Böning (IFM-GEOMAR), Prof. Arne Biastoch (IFM-GEOMAR), Dr. Joachim Dengg (IFM-GEOMAR), Prof. Martin Visbeck (IFM-GEOMAR), Dr. Johannes Karstensen (IFM-GEOMAR), Prof. Detlef Stammer (IFMUH), Dr. Armin Köhl (IFMUH)
- c) Lorbacher K., Dengg, J., Böning, C. W., and A. Biastoch (2010): Regional patterns of sea level change related to interannual variability and multidecadal trends in the Atlantic Meridional Overturning Circulation. *J. Climate*, 23(15):4243–4254 doi: 10.1175/2010JCLI3341.1
- d) Macrander A., T. Kanzow, F. Flechtner, R. Schmidt, O. Boebel, J. Schröter, J. Karstensen, A. Beszczynska-Möller, C. Meinig, C. Hughes, R. Rietbroek, und B. Wouters (2007). Global ground truth validation of GRACE gravity measurements by ocean bottom pressure, European Geosciences Union General Assembly 2007

TREGMAT (I)

- a) Causes and effects of spatial and temporal mass variations based on novel satellite observations of gravity field changes and surface deformations
- b) Prof. Karl Heinz Ilk (IGG), Prof. Matthias Holschneider (IM)
- c) Kurtenbach E., T. Mayer-Gürr, und A. Eicker (2009). Deriving daily snapshots of the Earth's gravity field from GRACE L1B data using Kalman filtering. *Geophysical Research Letters*, 36(17)
Kurtenbach E., A. Eicker, T. Mayer-Gürr, M. Holschneider, M. Hayn, M. Fuhrmann, und J. Kusche (2012): Improved daily GRACE gravity field solutions using a Kalman smoother. *J. Geodyn.* 59:39-48
- d) -

VILMA (I)

- a) Development and validation of a three-dimensional viscoelastic lithosphere and mantle model for reducing GRACE-gravity data
- b) Prof. Zdenek Martinec (GFZ), Prof. Detlef Wolf (GFZ)
- c) Klemann V., E.R.Ivins, Z. Martinec, und D. Wolf (2007): Models of active glacial isostasy roofing warm subduction: The case of the South Patagonian Icefield. *J. Geophys. Res. (Solid Earth)*, 112(B009405) doi:10.1029/2006JB004818
Klemann V., Z. Martinec, und E.R. Ivins (2008): Glacial isostasy and plate motion. *J. Geodyn.* 46:95–103, doi: 10.1016/j.jog.2008.04.005
- d) <http://www.gfz-potsdam.de/en/research/organizational-units/departments-of-the-gfz/department-1/earth-system-modelling/staff/profil/volker-klemann/show>

VILMA (II)

- a) Development and validation of a three-dimensional viscoelastic lithosphere and mantle model for reducing GRACE-gravity data
- b) Prof. Zdenek Martinec (GFZ/DIAS), Prof. Detlef Wolf (GFZ)
- c) Klemann V., Z. Martinec, und D. Wolf (2011): Contribution of glacial-isostatic adjustment to the geocenter motion. *Tectonophysics*, 511:99–108, doi: 10.1016/j.tecto.2009.08.031
Tanaka Y., V. Klemann, Z. Martinec, und R. Riva (2010). Spectral-finite element approach to viscoelastic relaxation in a spherical compressible Earth: application to GIA modeling. *Geophys. J. Int.* 184:220–234, doi: 10.1111/j.1365-246X.2010.04854.x
- d) <http://www.gfz-potsdam.de/en/research/organizational-units/departments-of-the-gfz/department-1/earth-system-modelling/staff/profil/volker-klemann/show>

VILMA (III)

- a) Development and validation of a three-dimensional viscoelastic lithosphere and mantle model for reducing GRACE-gravity data
- b) Dr. Volker Klemann (GFZ)

- c) Spada G., V. Barletta, V. Klemann, R. Riva, Z. Martinec, P. Gasparini, B. Lund, D. Wolf, L. Vermeersen, und M. King (2011): A benchmark study for glacial isostatic adjustment codes. *Geophys. J. Int.* 185:106–132, doi 10.1111/j.1365-246X.2011.04952.x
Sasgen I., V. Klemann, und Z. Martinec (2012): Towards the inversion of GRACE gravity fields for present-day ice-mass changes and glacial-isostatic adjustment in North America and Greenland. *J. Geodyn.*, 59–60:49–63, doi: 10.1016/j.jog.2012.03.004
- d) <http://www.gfz-potsdam.de/en/research/organizational-units/departments-of-the-gfz/department-1/earth-system-modelling/staff/profil/volker-klemann/show>

6. Danksagung

Dieses Schwerpunktprogramm wäre nicht ohne die Initiative seines Gründungssprechers, Prof. Karl Heinz Ilk (Universität Bonn), zustande gekommen.

Ferner möchten wir uns für die umfassende Betreuung des Programms durch Dr. Johannes Karte (DFG) bedanken.

Schließlich sind wir allen Gutachtern des SPP zu großem Dank verpflichtet.