

Berichte zur XXIV. Generalversammlung der IUGG – Internationale Assoziation für Geodäsie

2.–13. Juli 2007, Perugia, Italien

Herausgegeben von Jürgen Müller

1 Inhalt

2 Die XXIV. Generalversammlung der Internationa-	5 IAG Symposia	12
len Union für Geodäsie (IUGG) und Geophysik –	5.1 GS001 Reference Frames (D. Angermann)	12
Internationale Assoziation für Geodäsie (IAG)	5.2 GS002 Gravity Field (N. Sneeuw, T. Gruber,	
2.–13. Juli 2007, Perugia, Italien	R. Schmidt, H. Denker, H. Wziontek)	14
(J. Müller)	5.3 GS003 Earth Rotation and Geodynamics	
	(H. Schuh, P. Mendes)	17
3 IUGG Symposia	5.4 GS004 Positioning and Applications	
3.1 US001 Our Changing Planet (J. Müller)	(H. Kutterer)	18
3.2 US002 IGY+50 and I*Y: The International	5.5 GS005 The Global Geodetic Observation	
Geophysical Year 1957/58 and the	System (GGOS) (M. Rothacher)	19
International Years 2007/08 (J. Ihde)	5.6 ICCT Inter-Commission Committee on Theory	
3.3 US003 Global Earth Observing System	(B. Heck)	20
(H. Drewes)		
3.4 US010 Earth System Interactions (K. Ilk)	6 6 Resolutionen der IUGG und der IAG	
3.5 Saturday Morning Workshop – Trend in	(H. Hornik)	21
Science and Space Technology (R. Rummel) ...	6.1 Resolutionen der Internationalen Union für	
	Geodäsie und Geophysik	21
4 Joint Symposia	6.2 Resolutionen der Internationalen Assoziation	
4.1 JGS001 Ocean Circulation and Contributions	für Geodäsie	25
from New Satellites (M. Thomas, J. Schröter) ..		
4.2 JGS002 Global Sea-level Change: Altimetry,	7 7 Struktur der IUGG und IAG für den Zeitraum	
GNSS and Tide Gauge Measurements	2007–2011 (H. Hornik)	26
(W. Bosch)	7.1 Struktur der Internationalen Union für	
4.3 JGS005 Observations of the Cryosphere from	Geodäsie und Geophysik	26
Space (M. Scheinert)	7.2 Struktur der Internationalen Assoziation für	
	Geodäsie	27



Blick über Perugia

2 Die XXIV. Generalversammlung der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik – Internationale Assoziation für Geodäsie

2.–13. Juli 2007, Perugia, Italien

Jürgen Müller

Die XXIV. Generalversammlung der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG), die unter dem Motto *Earth – Our Changing Planet* stand, fand vom 2. bis 13. Juli 2007 in Perugia, Italien, statt.



Marktplatz von Perugia

In der zfv wird über IUGG-Generalversammlungen seit 1955 (Sonderheft zur Generalversammlung Rom 1954) regelmäßig berichtet, zuletzt in der zfv 1/2004 (Generalversammlung in Sapporo, Japan, 2003). Allgemeine Informationen, z.B. zur Struktur, dem allgemeinen Aufbau und die Zielsetzung der IUGG, sind unter der Internetadresse www.iugg.org zu finden. Dort kann man auch das aktuelle *IUGG Year Book* herunterladen, das Angaben über die Funktionäre der Union und der Assoziationen sowie ein ausführliches Adressenverzeichnis für den aktuellen Zeitraum enthält. Die Internetseiten geben weiterhin Informationen über die Statuten, By-Laws und vieles mehr.

Für die Organisation der Generalversammlung war das nationale italienische Komitee (*National Research Council*) für die IUGG zuständig. Weitere Partner waren die Universität von Perugia und die national und regional zuständigen Behörden. Das wissenschaftliche Programm der IUGG war traditionell von der Union und den Assoziationen aufgestellt und von einem internationalen Programmkomitee unter der Leitung von Prof. Lucio Ubertini umgesetzt worden.

Die Generalversammlung fand an der Universität von Perugia statt, deren einzelne Standorte zum Teil über die Stadt verteilt waren, so dass nicht immer ein schneller Wechsel zwischen den Sessionen möglich war. Die Pos-

ter-Session war wiederum an einem separaten Platz – in der unterirdischen Festung Rocco Paolina, so dass man während der Konferenz gut in Bewegung bleiben konnte. Eventuell auch der (zu geringen) Größe Perugias geschuldet, war ein Teil der Kollegen weit außerhalb der Stadt untergebracht. Durch diese Rahmenbedingungen hatte man reichlich Gelegenheit sich mit dem allgemeinen Stadtleben (Transport, Verköstigung usw.) vertraut zu machen. Der typische italienische Organisationsstil fand aber nicht nur Freunde, insbesondere, da auch die Informationen zum Vortragsprogramm und den diversen Veranstaltungen Wünsche offen ließen. Andererseits fand nahezu parallel ein größeres Jazz-Festival statt, das kombiniert mit dem historischen Ambiente der Gegend und den Qualitäten italienischen Lebens ein lohnendes Umfeld für die IUGG-Generalversammlung bot.

Insgesamt nahmen 4109 Wissenschaftler an der fast zweiwöchigen Veranstaltung teil, ähnlich wie vor vier Jahren in Sapporo (4151) und vor acht Jahren in Birmingham (4052). Die größten Kontingente kamen wieder aus USA (697) sowie Italien (618), Japan (487) und Deutschland (285). Manche IUGG-Mitgliedsstaaten – speziell aus den Entwicklungsregionen – waren jedoch nur schwach repräsentiert. Die Teilnahmegebühren betragen 520 Euro, für Frühbucher 430 Euro, für Studenten 250 Euro, was zusammen mit den hohen Übernachtungskosten sicherlich dazu beitrug, dass die Teilnehmerzahl nicht größer war.

Die IUGG-Generalversammlung wurde offiziell am 2. Juli abends im mittelalterlichen Stadtzentrum von Perugia eröffnet. Es gab Grußworte u.a. von Vertretern des *National Research Council* und des Präsidenten der IUGG Prof. U. Shamir sowie von Vertretern der Politik. Es wurde auf die besondere Bedeutung interdisziplinären Handelns hingewiesen, um die komplexen Prozesse im System Erde und die Zusammenhänge mit der globalen Klimaveränderung besser zu verstehen. Umrahmt wurde die stimmungsvolle Veranstaltung von musikalischen und folkloristischen Einlagen.

Das wissenschaftliche Programm begann bereits am 2. Juli morgens. Es war, wie schon in den letzten Jahren, stark interdisziplinär und fachübergreifend ausgerichtet. Außer den von den einzelnen Assoziationen organisierten Sessions wurden insgesamt 12 *Union Sessions*, vier *Union Lectures* und 74 *Joint Symposia* abgehalten, ein eindeutiges Zeichen für den disziplinübergreifenden Charakter der IUGG-Generalversammlung. Die Internationale Assoziation für Geodäsie (IAG) beteiligte sich an – nur – 4 *Joint Symposia*. Über die für die Geodäsie relevanten Symposien wird in den Abschnitten 3 bis 5 berichtet. Insgesamt waren knapp 7000 Beiträge für die IUGG-

neralversammlung angemeldet, davon gut 1/3 als Poster (Details siehe unter www.iugg2007perugia.it/). Begleitend gab es eine kleine Firmenausstellung, die sowohl neue Instrumente als auch Software-Produkte vorstellte.

Neben den wissenschaftlichen Beiträgen sind vor allem die allgemeinen Empfehlungen der IUGG von Interesse. Diese IUGG-Resolutionen sind in Abschnitt 6.1 dieses Beitrags abgedruckt. Sie betonen die Bedeutung konsistenter Referenz- und Zeitsysteme, betreffen die erfolgreiche Einrichtung des globalen geodätischen Beobachtungssystems GGOS sowie die Abstimmung mit den Resolutionen der IAU. Darüber hinaus wird die Notwendigkeit einer guten Datenkommunikation und -verfügbarkeit angesprochen. Als Schwerpunkt wird die Beschäftigung mit dem globalen Klimawandel als einer gemeinschaftlichen internationalen Anstrengung hervorgehoben. Der Umgang mit Luftverschmutzung und Naturkatastrophen wird speziell angesprochen. Insofern sind diese IUGG-Resolutionen recht konkret und setzen die Tradition von Sapporo fort. In Perugia wurde außerdem eine neue Assoziation eingerichtet, die Internationale Assoziation für Kryosphärenforschung (IACS).

Als neue IUGG-Funktionäre wurden für die Amtsperiode 2007 bis 2011 gewählt: als Präsident Tom Beer (Australien), als Vize-Präsidenten Harsh K. Gupta (Indien), David Kerridge (Vereinigtes Königreich) und als Generalsekretär Alik Ismail-Zadeh (Deutschland). Damit hat Deutschland wieder einmal eine der führenden Positionen der IUGG inne. Erwähnenswert ist, dass drei der acht Generalsekretäre der IUGG-Assoziationen aus Deutschland kommen: Hermann Drewes (IAG), Hans Volkert (IAMAS) und Manfred Lange (IACS). Die weiteren Besetzungen sind in Abschnitt 7.1 genannt.

Um die Ausrichtung der nächsten IUGG-Generalversammlung 2011 hatte sich nur Melbourne (Australien) beworben und erhielt den Zuschlag.

Die Generalversammlung der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG) wird traditionell zusammen mit der IUGG-Generalversammlung durchgeführt. Offiziell nahmen 399 Geodäten teil, ähnlich wie in Sapporo 2003 (403), was aber im Vergleich zu den vorherigen Generalversammlungen (Birmingham: 478, Boulder: 564) sehr wenig ist. Zum Vergleich: für die IAGA waren in Perugia 669, für die IAMAS 636 Teilnehmer registriert. Die meisten für die IAG angemeldeten Teilnehmer kamen aus Deutschland (53), gefolgt von USA und China mit je etwa 30. Insgesamt waren für die IAG 225 Vorträge und 474 Poster angemeldet (Summe 699), was 10% aller IUGG-Beiträge entspricht. Die insgesamt geringe Teilnehmerzahl lag sicherlich auch an den oben beschriebenen Rahmenbedingungen (vor allem den Kosten). Damit gehört die IAG – im Gegensatz zu früher – mit einem Anteil von weniger als 10% der Gesamt-IUGG-Teilnehmer inzwischen zur Gruppe der »kleineren« Assoziationen. Wie diese Abnahme langfristig zu bewerten ist, bleibt noch spekulativ; vielleicht müsste sich die Geodäsie aber noch



Neues Logo der IAG

offensiver interdisziplinär engagieren und ihre eigenen Beiträge deutlicher sichtbar machen. Einige weitreichende Schritte zur Neuorientierung der IAG wurden bereits in Angriff genommen. Mit der Etablierung von GGOS (*Global Geodetic Observing System*), auch in übergeordneten Gremien, kann und muss die Geodäsie ihre Fähigkeiten besser nach außen vertreten.

Die IAG-Generalversammlung begann ebenfalls am 2. Juli und wurde durch den Präsidenten Prof. G. Beutler eröffnet, der zugleich den Statusbericht über die vergangene Amtsperiode (z.B. über die Aktivitäten nach der Neustrukturierung der IAG) gab. Ein Ziel war eine bessere Kooperation mit den Schwestervereinigungen FIG (*Fédération Internationale des Géomètres*) und ISPRS (*International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*). Schließlich wurde das neue IAG-Logo (siehe Bild) vorgestellt. Es folgten Berichte des scheidenden Generalsekretärs Prof. C. C. Tscherning und der Kommissionspräsidenten (u.a. von Prof. H. Drewes über Kommission 1). Die Forschungsarbeiten und Veröffentlichungen, an denen deutsche Kollegen maßgeblich beteiligt waren, sind im Nationalbericht 2007¹ dargestellt. Der *Chief Editor* des *Journal of Geodesy* Prof. W. Featherstone berichtete, dass in der vergangen Periode 429 Beiträge eingereicht wurden, wovon aber nur gut die Hälfte (56%) akzeptiert wurden. Ein Höhepunkt war die Verleihung des *2006 Young Author Award* für eine herausragende Veröffentlichung im *Journal of Geodesy* an Prof. S. Schön (Leibniz Universität Hannover). Ein zweiter Preis, die Levallois-Medaille für hervorragende Leistungen im Dienst der Wissenschaft »Geodäsie«, wurde an Prof. C. C. Tscherning (Dänemark) verliehen. Der Bomford-Preis für ausgezeichnete wissenschaftliche Leistungen in der Geodäsie ging an Prof. M. Furuya (Japan).

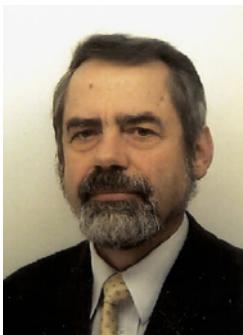
Über die IAG-Aktivitäten im Zeitraum 2003 bis 2007 wird in den *Travaux* – verfügbar als CD – ausführlich berichtet; weitere Angaben finden sich im *Geodesist's Handbook* und auf den IAG-Internetseiten: www.iag-aig.org/.

Im wissenschaftlichen Programm der IAG fanden sechs eigene Sessionen statt, davon vier zu den Themenbereichen der vier IAG-Kommissionen, eine im Rahmen des *Inter-Commission Committee on Theory* und eine, die das IAG-Projekt GGOS zum Inhalt hatte. Über diese Sessionen wird ausführlich in Abschnitt 5 berichtet. Außerdem werden Proceedings mit den wichtigsten geodätischen Beiträgen in einem Sonderband der Springer-Reihe veröffentlicht, der voraussichtlich Mitte 2008 erscheinen wird.

¹ Müller, J., Hornik, H. (eds.): National Report of the Federal Republic of Germany on the Geodetic Activities in the Years 2003–2007, DGK, Reihe B, Nr. 315, 172 pp, 2007.

Die IAG-Generalversammlung in Perugia war die erste, die nach der grundlegenden Neustrukturierung stattfand. Neben den vier Kommissionen (Details siehe hinten unter Abschnitt 7): 1 »Bezugssysteme«, 2 »Schwerefeld«, 3 »Erdrotation und Geodynamik« und 4 »Positionierung und Anwendungen«, die je nach Bedarf wieder Sub-Kommissionen oder Spezialstudiengruppen eingerichtet haben, gibt es das Interkommissionskomitee für »Theorie«. Eine weitere Säule bilden die gleichberechtigten internationalen Dienste (z.B. IERS, IGS, IVS, ILRS, IGFS). Als größte Neuerung wurde das ehemalige Projekt des Globalen Geodätischen Beobachtungssystems GGOS zu einer so genannten wesentlichen Komponente der IAG erhoben und hat damit einen ähnlichen Status wie die Kommissionen.

In den IAG-Resolutionen (Abschnitt 6.2) wird der Dank an den ehemaligen IAG-Generalsekretär und das Niels-Bohr-Institut für die Beherbergung des Büros ausgesprochen und die Empfehlung gegeben, dass künftig alle GNSS-Satelliten Laserreflektoren tragen sollten.



IAG-Generalsekretär
Prof. H. Drewes
(DGFI, München)



IAG-Präsident
Prof. M. Sideris
(Calgary, Kanada)

Zum neuen IAG-Präsidenten wurde Prof. M. Sideris (Calgary, Kanada) gewählt. Ihm obliegt die verantwortungsvolle Aufgabe, die Geodäsie im Reigen der anderen Geodisziplinen nach der Neustrukturierung weiter zu stärken. Er ist eine international anerkannte Persönlichkeit mit großen integrativen Fähigkeiten, der sehr zielgerichtet und systematisch arbeitet.

Vizepräsident wurde Prof. C. Rizos (Australien), Generalsekretär Prof. H. Drewes (DGFI, München). Neuer Chefredakteur des *Journal of Geodesy* ist Prof. R. Kless (TU Delft, Niederlande). Aus deutscher Sicht ist weiter erwähnenswert, dass Prof. N. Sneeuw (Universität Stuttgart) Präsident des Inter-Kommissions-Komitees für Theorie geworden ist. Vorsitzender von GGOS ist Prof. M. Rothacher (GFZ Potsdam). Außerdem gehört Prof. H. Schuh (TU Wien, Österreich) dem IAG-Exekutivkomitee als ein Vertreter der Dienste an, Dr. B. Richter (BKG, Frankfurt) ist weiterhin Direktor des Zentralbüros des IERS, Dr. J. Dow (Frankfurt) Präsident des IGS, Dr. W. Gurtner (Bern, Schweiz) Präsident des ILRS, Prof. H. Schuh (TU Wien, Österreich) ist Präsident des IVS und Dr. J. Kusche (GFZ Potsdam) ist Direktor des ICGEM. Dr. A. Michlenz (Leip-

zig) ist Präsident des IAG-Dienstes für Bibliographie. Des Weiteren sind viele Deutsche (siehe unter 7.2) in leitender Funktion in Sub-Kommissionen, Kommissionsprojekten und Studiengruppen aktiv.

Zur nächsten IAG *Scientific Assembly* (2009) lagen verschiedene Bewerbungen vor (Buenos Aires, Argentinien; Cartagena, Kolumbien; Fairbanks, USA; Istanbul, Türkei). Den Zuschlag erhielt Buenos Aires (Argentinien).

Mit der IAG-Schlussitzung und dem ambitionierten Ausblick des neuen IAG-Präsidenten endete die Generalversammlung in Perugia. M. Sideris betonte, dass die wesentlichen Treiber unseres Arbeitens die Wissenschaft selbst, neue Technologien und Techniken sowie die gesellschaftlichen Erfordernisse darstellen; die Herausforderungen sind interdisziplinäres Arbeiten und das Selbstverständnis einer vierdimensionalen Geodäsie. Es wurden, u.a., die neuen Statuten und By-Laws vorgestellt, die vor allem eine Straffung und Klarstellung der vorherigen Fassungen beinhalten. Nun sind die IAG als Institution wie auch ihre einzelnen Mitglieder gefordert, sich den Herausforderungen einer immer komplexeren Wissenschaftslandschaft vor dem Hintergrund des globalen Wandels und der gesellschaftlichen Bedeutung erfolgreich zu stellen.

3 IUGG Symposia

3.1 Symposium US001 – Our Changing Planet

Jürgen Müller

Dieses Union-Symposium beschäftigte sich, u.a., mit dem globalen Klimawandel; im folgenden werden nur einige Highlights näher vorgestellt. A. Cazenave zeigte Studien zum Eismassenverlust in Grönland und der Antarktis sowie bei den großen Gletschern und deren Auswirkung auf den globalen Meeresspiegelanstieg. Dabei ist zu unterscheiden zwischen den rein thermischen Anteilen und den wirklichen Massenzunahmen in den Weltmeeren. Obwohl die Zahlen für bestimmte Teile noch fehlerbehaftet sind, ist der generelle Effekt eines Meeresspiegelanstiegs von etwa 3 mm pro Jahr eindeutig, er scheint sich in den letzten drei Jahren sogar verstärkt zu haben.

Luthcke stellte Untersuchungen vor, die sich auf Beobachtungen der Satellitenmissionen GRACE und ICESat stützten und ebenfalls deutlich die Massenänderungen in der Kryosphäre bestätigten. Beide Missionen liefern übereinstimmende Ergebnisse für die Antarktis.

Otto-Bliesner präsentierte die Größenordnung von Eismassenänderungen über geologische Zeiträume und verglich sie mit der aktuellen Situation. So war der Meeresspiegel in der letzten Zwischeneiszeit vor etwa 130.000 Jahren um 5 m höher als heute. Die heute be-

obachteten Temperaturanomalien sind vergleichbar mit denjenigen der letzten Zwischeneiszeit; heute ist jedoch die Ursache hierfür eine andere, mit wesentlich stärkerem anthropogenem Einfluss. Es ist auch eindeutig nachgewiesen, dass das Klima dadurch maßgeblich beeinflusst wird. Ebenso besteht kein Zweifel, dass Eismassenveränderungen in Grönland und der Antarktis Auswirkungen auf den Meeresspiegelanstieg haben.

3.2 Symposium US002 – IGY+50 and I*Y: The International Geophysical Year 1957/58 and the International Years 2007/08

Johannes Ihde

Seit dem Internationalen Geophysikalischen Jahr (IGY) 1957/58 ist ein bemerkenswerter Fortschritt in den wissenschaftlichen Disziplinen, die in der IUGG vertreten sind, zu verzeichnen. Die Polarregionen, die Tiefen der Ozeane, die Atmosphäre, der Innen- und der Außenraum der Erde werden seitdem in beispielloser Intensität erkundet. Neue Technologien, wie satelliten- und rechnergestützte Messungen, Auswahl und Analysen der Messdaten kommen im globalen Maßstab bei zunehmender Stationsdichte zum Einsatz.

Der 50. Jahrestag des IGY ist Anlass für die Initiierung von vier Internationalen Jahren (I*Y): Das Internationale Polarjahr, das Elektronische Geophysikalische Jahr, das Internationale Heliophysikalische Jahr und das internationale Jahr des Planeten Erde in 2007 und 2008.

Das Symposium US002 gab den sieben Assoziationen der IUGG und der Kommission der Kryosphärischen Wissenschaften die Möglichkeit, einen Überblick über ihre Vorhaben anlässlich der Internationalen Jahre (I*Y) zu geben. Für das Symposium wurden sechs Beiträge eingereicht.

Charles Barton berichtet über Aktivitäten im Rahmen des Elektronischen Geophysikalischen Jahres (eGY). Die modernen Informations- und Kommunikationstechnologien gewinnen zunehmend Einfluss auf die Datenerfassung und -bereitstellung. Verschiedene geowissenschaftliche Disziplinen haben entsprechende Initiativen eingeleitet, wie GEOSS, *Earth and Space Science Informatics* der AGU, *Geoinformatics Division* der GSA, CODATA's *Global Information Commons for Science* und die Kommission für geowissenschaftliche Informationen der IUGG. Die Aktivitäten sind darauf gerichtet, einen freien Zugang zu Daten und Informationen zu gewährleisten sowie die Ausbildung und die Öffentlichkeitsarbeit zu unterstützen.

Das russische Welddatenzentrum für solarterrestrische Physik und Physik der festen Erde erfüllt wichtige Funktionen bei der langfristigen Speicherung und Sammlung geophysikalischer Daten, der Sicherung der Qualität der wissenschaftlichen Daten und dem freien Zugriff der Daten für wissenschaftliche Arbeiten. Natalia Sergeyeva

informiert über neue Technologien und Funktionen des Datenzentrums den Zugriff auf die Informationen über Internet. Seit 1995 wird über eine Homepage freier Zugriff zu digitalen Daten, Metadaten, thematischen und problemorientierten Daten über Seismologie, Schwere, Wärmefluss, geomagnetisches Feld, Sonnenaktivitäten, Ionosphäre usw. gewährleistet. Es wurden spezielle Nutzerinterfaces für die Suche, Visualisierung und Datenauswahl entwickelt.

Die Struktur und die physikalischen Grundlagen des Strahlungsgürtels der Erde, die Programme zur Untersuchung der inneren und äußeren Strahlungszonen sowie die damit im Zusammenhang stehenden grundsätzlichen wissenschaftlichen Fragestellungen wurden von Daniel Baker behandelt.

Robert Bindschadler betrachtete die Entwicklung seit dem IGY 1957/58, die eine moderne Ära der antarktischen Forschung eröffnete. Viele Daten wurden in diesem Zeitraum durch terrestrische Messungen und Satellitenerkundungen erhoben. Trotz der intensiven wissenschaftlichen Arbeit der letzten 50 Jahre bleiben die grundsätzlichen Fragen der Charakterisierung der Form und Bewegung des größten Eisschildes der Erde offen.

Mark Parsons verwies darauf, dass 2007 bereits 125 Jahre nach dem ersten internationalen Polarjahr und 50 Jahre nach dem dritten Polarjahr verstrichen sind. Während der ersten 75 Jahre hat sich der Umfang der Daten nur wenig geändert. Seit dem letzten IPY hat es hinsichtlich Umfang und Verfügbarkeit fundamentale Änderungen gegeben. Die Ergebnisse der Aktivitäten werden auch daran gemessen werden, welche Daten langfristig frei für wissenschaftliche Untersuchungen zur Verfügung stehen.

Ein weiterer Beitrag von Alex Sobhana ging auf die Aktivitäten des Geomagnetischen Welddatenzentrums in Indien ein. Verschiedene Aktivitäten zur Modernisierung und Standardisierung der Erfassung, Archivierung und Verarbeitung der Daten wurden vorgestellt und diskutiert.

3.3 Symposium US003 – Global Earth Observing System

Hermann Drewes

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG) hat bei ihren letzten Generalversammlungen (1999 in Birmingham/England, 2003 in Sapporo/Japan, 2007 in Perugia/Italien) mehrere Resolutionen verabschiedet, in denen die große Bedeutung globaler Erdbeobachtungssysteme manifestiert wird. Verschiedene Organisationen der Vereinten Nationen (FAO, IOC, UNESCO, UNEP) und der Internationale Wissenschaftsrat (ICSU) unterstützen eine Integrierte Globale Observations-Strategie (IGOS),

die den Planungsprozess für Erdbeobachtungen koordinieren soll. Um den Fortschritt dieser Aktivitäten darzustellen, wurde während der IUGG-Generalversammlung 2007 ein Symposium *Global Earth Observing Systems* durchgeführt, das vom Präsidenten der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG), Gerhard Beutler, als Vertreter der IUGG und Keith Alverson für IOC/UNESCO einberufen worden war.

Präsentationen von insgesamt sieben verschiedenen Programmen und Systemen zur globalen Erdbeobachtung, die das gesamte Spektrum der festen und flüssigen Erde abdecken, waren von den Vertretern der entsprechenden Assoziationen der IUGG erbeten worden. Ein Übersichtsvortrag von Mark Drinkwater (Europäische Weltraumagentur, ESA) über die Erderkundungssatelliten des ESA-Programms *Living Planet* stellte einleitend die ESA-Aktivitäten von Anfang der neunziger Jahre (ERS-1) bis heute (ENVISAT) sowie zukünftige Arbeiten in Zusammenarbeit mit der Europäischen Kommission im Rahmen des Programms zum globalen Monitoring für Umwelt und Sicherheit (GMES) dar.

Die Überwachung der flüssigen Erde (Ozeane und kontinentale Hydrologie) wurde in vier Vorträgen behandelt. John Gould als Vertreter der Internationalen Assoziation für die physikalischen Wissenschaften der Ozeane (IAPSO) berichtete über die systematischen Ozeanbeobachtungen, vor allem durch die Satellitenaltimetrie (z.B. TOPEX/Poseidon) und im Rahmen des *World Ocean Circulation Experiment* (WOCE). Die Arbeiten des *Global Ocean Observing System* (GOOS), eines wesentlichen Bestandteils der IGOS, für ein integriertes, operationelles globales Ozeanbeobachtungs- und Frühwarnsystem präsentierte Keith Alverson für die Internationale Assoziation für Meteorologie und atmosphärische Wissenschaften (IAMAS). Schließlich stellte Ruth Neilan (IAG) die Bedeutung der geodätischen Beobachtungen für das Verstehen der Meeresspiegelvariabilität und den Meeresspiegelanstieg dar. Der Vortrag von Arthur Askew (Internationale Assoziation für hydrologische Wissenschaften, IHS) über die fortdauernde Herausforderung zur Sammlung und Archivierung globaler hydrologischer Messungen zum Erfassen und Erkennen des globalen Wasserzyklus zeigte deutlich die Fortschritte seit Beginn der sechziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts, aber auch die immer noch fehlenden Daten.

Über die Beobachtung der festen Erde gab es drei Vorträge. Domenico Giardini (Internationale Assoziation für Seismologie und Physik des Erdinnern, IASPEI) berichtete über die Koordinierungsarbeiten zwischen verschiedenen globalen seismologischen in-situ Messsystemen, die natürlich für die Erdbebenforschung von fundamentaler Bedeutung sind. Die globalen Magnetfeldmessungen, die seit fast zweihundert Jahren systematisch auf der Erdoberfläche und seit 1999 auch durch Satelliten (darunter auch der GFZ-Satellit CHAMP) durchgeführt werden, stellte Mioara Mandera (Internationale Assoziation für Geomagnetismus und Aeronomie, IAGA) vor. Markus

Rothacher (IAG) präsentierte das Globale Geodätische Observations-System (GGOS), das bei der IUGG-Generalversammlung 2003 installiert wurde, um die geodätischen Messungen zu koordinieren und die wissenschaftlichen und anwendungsbezogenen Ergebnisse der IAG-Kommisionen und Services konsistent darzustellen. Inzwischen wurde GGOS als offizielles Mitglied in die IGOS-Partnerschaft aufgenommen.

Die globalen Erdbeobachtungssysteme sollen von der zwischenstaatlichen *Group on Earth Observations* (GEO), der zur Zeit 72 Mitgliedsländer und 46 Teilnehmerorganisationen (darunter die IAG) angehören, zu einem *Global Earth Observation System of Systems* (GEOSS) zusammengeführt werden (GEO-Präsident Jos Achache). Dazu wurde ein Implementierungsplan mit Arbeitsgebieten in neun Schwerpunkten gesellschaftlichen Nutzens (Naturkatastrophen, Gesundheit, Energie, Klima, Wasser, Wetter, Ökosysteme, Landwirtschaft und biologische Vielfalt) für die nächsten zehn Jahre erarbeitet. Als Beiträge der Geodäsie werden darin insbesondere Referenzsysteme und Kartengrundlagen erwähnt.

Das Symposium gab insgesamt einen ausgezeichneten Überblick über die globalen geowissenschaftlichen Aktivitäten. Es dürfte vielen Teilnehmern Ansätze für mögliche Kooperationen gegeben haben. Unter dem Gesichtspunkt der gesellschaftlichen Diskussion über den globalen Klimawandel wird auch der Beitrag der Geodäsie zu diesen interdisziplinären Arbeiten starke Beachtung und zunehmende Bedeutung erlangt haben.

3.4 Symposium US010 – Earth System Interactions

Karlheinz Ilk

Das Union-Symposium US010 hatte die Thematik *Earth System Interactions* zum Inhalt. Es wurden fünf eingeladene Vorträge zur Simulation und Beobachtungsanalyse des Erdsystems und der Wechselwirkungen seiner Komponenten gehalten. Dabei wurden Faktoren und Prozesse diskutiert, die die Wechselwirkungen von Atmosphäre, Ozeanen, Vereisungsgebieten und kontinentalen Bereichen in der Vergangenheit und der Gegenwart beschreiben. Darauf aufbauend sollte versucht werden, Aussagen über zukünftige Entwicklungen zu machen. Wegen der aktuellen Bedeutung sollten anthropogene Einflüsse auf die Klimaentwicklung in der Zukunft, die Stabilität des Klimas in der Vergangenheit, insbesondere der Klimaerwärmung sowie der Vereisungszyklus thematisiert werden. Ein Vortrag mit dem Thema *Earth System Dynamics in the Anthropocene* (Will Steffen) behandelte die Möglichkeit, den anthropogenen Einfluss auf klimarelevante Prozesse zu simulieren. Von Bedeutung seien Prozesse auf den Kontinenten, den Ozeanen und den Eisgebieten und vor allem in der Atmosphäre. Dabei wurden natürliche

Prozesse diskutiert und Prozesse, die durch die Beeinflussung des Menschen verursacht werden. Es wurde betont, dass solche Simulationen eine erhebliche Herausforderung darstellen, auch wenn nur Zeiträume von 10 bis 20 Jahren in Betracht gezogen werden. Ein zweiter Vortrag hatte die Thematik *Large Scale Connectivities and Transformations in the Global Water System* zum Inhalt (Joseph Alcamo). Es wurden die wesentlichen Komponenten des Wasserkreislaufes diskutiert, und zwar die physikalischen Komponenten, wie auch die biologisch/biochemischen und die Humankomponenten. Insbesondere wurden auch sozio-ökonomische Abhängigkeiten betrachtet. In diesem Zusammenhang wurde die Etablierung und Weiterbildung einer neuen Generation von global ausgerichteten Erdsystemwissenschaftlern angemahnt, die diese Thematik zum Forschungsinhalt erheben. Ein dritter Vortrag befasste sich mit dem Thema *Forcing and Feedbacks: A Continuing tale of a Chicken and its Egg* (Natalia Andronova). In diesem anregenden Vortrag wurde die Thematik von Ursache und Wirkung behandelt, wobei auch hier die Erdsystemkomponenten Atmosphäre, Geosphäre, Hydrosphäre, Biosphäre und die anthropogene Einflusssphäre im Mittelpunkt standen. Es wurden die Kriterien des Zeitablaufes, der Korrelation von Prozessen und der Zusammenhang von räumlichen und zeitlichen Skalen diskutiert und es wurde auf die Problematik von Rückkopplung und Antrieb hingewiesen. In dem Beitrag *Chemistry-Climate Interactions* (Drew Shindell) wurde die Thematik der Treibhausgase behandelt und die Erwärmung der verschiedenen Erdsystemkomponenten wie auch die unterschiedlichen Emissionsquellen diskutiert. Insbesondere wurden die Einflussmechanismen der unterschiedlichen Treibhausgase auf die Klimaentwicklung erörtert. Es wurde bestätigt, dass viele Wechselwirkungen noch nicht vollkommen erklärt werden können. Das letzte Referat befasste sich mit dem Thema *Sun-Earth Connections on Time Scales from Hours to Decades* (Hauke Schmidt). In diesem Referat wurde darauf hingewiesen, dass die Beeinflussung der Erde durch die Sonne in enorm breiten Zeitskalen abläuft. Aus dem umfangreichen Spektrum der Einflussfaktoren behandelte der Vortrag insbesondere den genähert elfjährigen Sonnenfleckencyklus, den mit knapp einer Monatsperiode ablaufenden Strahlungszyklus, verursacht durch die Rotation der Sonne, und den mit Stunden- bis Tagesperiode ablaufenden Einfluss der energiereichen Elementarteilchen. Die durch diese Komponenten verursachte Beeinflussung der unterschiedlichen geographischen Bereiche wurde diskutiert und es wurde auf die Problematik der verschiedenen Einflussmechanismen hingewiesen.

3.5 Saturday Morning Workshop – Trend in Science and Space Technology

Reiner Rummel

Am Samstag, den 7. Juli, fand als Matinee – in dem wunderbaren Palazzo der Università per Stranieri – der Workshop *Trend in Science and Space Technology in Earth and Planetary Survey* statt. Er wurde von Fernando Sansò organisiert und von der italienischen Raumfahrtagentur und -industrie unterstützt. Absicht war Entwicklungen der Erd- und Planetenbeobachtung und ihrer wissenschaftlichen Anwendung in verständlicher Form darzustellen. Das Grußwort sprach Lucio Ubertini, der Vorsitzende des Organisationskomitees der 24. Generalversammlung der IUGG in Perugia.

Reiner Rummel erläuterte mit einer Analogie zur Absolutgravimetrie die Prinzipien der modernen Satellitengravimetrie. Mit GPS lässt sich heute der freie Fall tief fliegender Satelliten, d.h. deren Bahn, unterbrechungsfrei, dreidimensional und zentimetergenau abtasten; eine ideale Voraussetzung für die Schwerefeldanalyse. Höchste Auflösung wird durch differentielle Messansätze erreicht, wie die Relativmessung zwischen tief fliegenden Satelliten, im Falle von GRACE oder wie die Satellitengravitationsgradiometrie von GOCE. Die Komplexität des integralen Sensorsystems der GOCE-Mission wurde von Stefano Cesare erläutert. Gravitationsgradiometer, GPS-Empfänger, Sternsensoren und die Dragkompensations- und Lagekontrollsysteme bilden dabei eine aufeinander abgestimmte Einheit. Bei einer möglichen Nachfolgemission von GRACE dürfte das äußerst präzise Abstandsmesssystem im K-Band durch ein noch genaueres Laserentfernungsmesssystem ersetzt werden. Doch müsste dieser Schritt in ein wesentlich komplexeres Gesamtsystem eingebettet werden. Eine ähnlich atemberaubende Entwicklung zeichnet sich auf dem Gebiet differenzierter SAR-Messungen ab. Alessandro Ferretti, ein Schüler des Pioniers Franco Rocca auf dem InSAR-Gebiet, zeigte die neuesten technologischen Entwicklungen und ihre geowissenschaftlichen Anwendungen. Mit dem Konzept der dauerhaften Streuer (*persistent scatterer*) gelang InSAR auch in Gebieten mit starkem Bewuchs der Durchbruch. Die Kombination von X-, C- und L-Band und die Nutzung der Polarisation stehen erst am Beginn. Eine starke italienische Kompetenz auf diesem Gebiet wurde deutlich. Als Vertreter der italienischen Raumfahrtagentur ASI erläuterte R. Guzzi die Elemente des wissenschaftlichen Raumfahrtprogramms in Italien, mit Beteiligung an bekannten Missionen wie LAGEOS-II, SAX und zukünftig Bepi Colombo und großen Aktivitäten auf dem SAR-Gebiet. Jean François Creteaux skizzierte in Vertretung von Anny Cazenave an Beispielen der Arbeiten des eigenen Instituts die Entwicklung auf dem Gebiet der Satellitenaltimetrie. Die Gesamtpalette der Anwendungen reicht

von der Erfassung von Meeresspiegelveränderungen über Ozeanvariabilität, Wirbeltransporten, Ozeanströmungen, Gezeitenanalyse zur Bestimmung von Schwereanomalien und Bodentopographie. Aus der Rekonstruktion der Bodentopographie folgen wiederum wichtige Erkenntnisse zur Steifigkeit der ozeanischen Lithosphäre. In der laufenden Diskussion zum Klimawandel kommt der Frage der Ursachen des Meeresspiegelanstiegs besondere Bedeutung zu. Welcher Beitrag ist auf thermische Expansion zurückzuführen und welcher auf das Abschmelzen der Eisschilde? Eine Multimissionsanalyse der bisherigen Altimetermissionen in Kombination mit moderner



Impressionen aus Perugia

Satellitengravimetrie könnte in dieser Frage wegweisend sein. Die Elemente des erdwissenschaftlichen Raumfahrtprogramms der ESA wurden von Jerome Benveniste vorgestellt. Er spannte den Bogen von der sehr komplexen, laufenden ENVISAT-Mission über die Elemente des *Living Planet*-Programms mit geodätisch wichtigen Missionen wie GOCE, CRYOSAT und SWARM bis hin zum gemeinsam mit der Europäischen Union finanzierten GMES mit den Satellitenmissionen der SENTINEL-Reihe.

In einem faszinierenden Vortrag stellte sich Veronique Dehant die Frage, wie sich mit künstlichen Erdsatelliten die Planeten und das Sonnensystem verstehen lassen. Was lässt sich aus Magnetfeld, Rotationsbewegung, Schwerkraft, Topographie und Erscheinungsbild zu Entwicklungsgeschichte, Ist-Zustand, Dynamik, Komposition und Hülle eines Planeten sagen? In einem abschließenden Beitrag ging E. Zampolini zu den für die Planetenerkundung eingesetzten Radartechnologien ein. Auch in diesem Referat wurde das hohe Niveau der italienischen Radarforschung und allgemein der Raumfahrttechnologie deutlich. An dieser interessanten und abwechslungsreichen Veranstaltung nahmen viele Geodäten teil.

4 Joint Symposia

4.1 Symposium JGS001 – Ocean Circulation and Contributions from New Satellites

Maik Thomas und Jens Schröter

In dem von D. Chambers (CSR, Univ. Texas) und V. Zlotnicki (JPL, Calif. Inst. of Techn.) organisierten IAG/IAPSO-Symposium *Ocean Circulation and contributions from new satellite missions* (Ozeanische Zirkulation und Beiträge neuer Satellitenmissionen) wurden aktuelle Forschungsaktivitäten zur Ableitung der globalen und regionalen ozeanischen Zirkulationsdynamik durch Nutzung von Altimeter- und Schwerkfelddaten aus den laufenden Missionen CHAMP und/oder GRACE sowie zukünftig GOCE vorgestellt. Die insgesamt zehn Vorträge und dreizehn Posterpräsentationen konzentrierten sich auf die Quantifizierung mittlerer Meereshöhen, sterischer und masseninduzierter Meeresspiegelvariationen und der dynamischen Meeresoberflächentopographie durch Kombination von Altimetrie- und Schwerkfeldbeobachtungen sowie auf die Bestimmung von Geoidmodellen aus GRACE-Daten und in-situ Beobachtungen.

Die Bedeutung der GRACE-Mission hinsichtlich der verbesserten Bestimmung der für die geostrophischen ozeanischen Strömungen relevanten dynamischen Oberflächentopographie (DOT) wurde in mehreren Beiträgen demonstriert. Wang et al., die die DOT durch Kombination von GRACE-Schwerkeldern mit Altimeterdaten der TOPEX/Poseidon- und Jason-1-Mission separierten, stellten eine signifikante Reduktion systematischer Fehler gegenüber früheren Lösungen (z.B. EGM96, Rio05) fest. Möglichkeiten zur Überwindung der unterschiedlichen Auflösungscharakteristiken von GRACE- und Altimeterdaten durch Anwendung von innovativen Filtertechniken wurden von Bosch und Savcenko für die globale Skala sowie von Albertella und Rummel für eine ausgewählte Region im Südatlantik diskutiert. Bosch und Savcenko gleichen die unterschiedlichen statistischen Größen der GRACE- und Altimeterdaten mit Hilfe von Autokovarianzfunktionen geglätteter Geoidprofile und Tiefpassfilterung der altimetrisch bestimmten Meereshöhen an. Die aus der *along track*-Differenz derart gefilterter Meereshöhen und Geoiddaten gewonnene DOT kann extrapoliert oder durch Hinzunahme weiterer Altimeterdaten verdichtet werden, wodurch schließlich auch kleinskaligere Strukturen der DOT sichtbar werden.

Nach Hunegnaw et al. lassen sich durch eine iterative Kombinationstechnik unter Heranziehung ozeanischer in-situ Daten wechselseitig kompatible Schwerkelder und DOT-Lösungen generieren, die konsistent sind mit einer aus GRACE-Daten und sechs verschiedenen assimilierten Ozeanmodellen berechneten mittleren Meeresoberflächentopographie. Exemplarisch für den Nordatlantik

tik und das arktische Mittelmeer validierten Nahavandchi et al. und Ghazavi et al. das aus den Missionen ERS-1, ERS-2 GFO und ENVISAT abgeleitete Meereshöhenmodell OCTAS07 anhand von Vergleichen mit modellbasierten hydrographischen Daten und alternativen auf Altimeterdaten beruhenden Höhenmodellen. Hierbei ergaben sich Standardabweichungen von etwa 10 cm, wobei die Diskrepanzen zu den numerischen Modellen leicht höher ausfallen als zu den alternativen altimetrisch gestützten Lösungen.

Zur Bestimmung eines bis an die Küsten reichenden detaillierten Schwerefeldes und mittleren Meereshöhenmodells im Nordatlantik führte Calvao zur Erhöhung der Datendichte ICESat- und Geosat-Daten zusammen, wobei der hierzu notwendige präzise Referenzrahmen durch Kombination von Radaraltimeterdaten der Missionen Geosat und Topex/Poseidon definiert wurde.

Wenngleich die aus ERS2- und ICESat-Daten sowie GRACE-Schwerefeldern generierte mittlere arktische DOT für transarktische Längenskalen (> 800 km) nach McAdoo et al. die für ozeanographische Anwendungen nötige Genauigkeit erreichen, stellen die Autoren für kürzere Längenskalen deutliche Defizite infolge nicht ausreichend eliminierbarer zeitlicher Variationen der DOT fest, die erst mit der von GOCE erwarteten räumlichen Auflösung überwunden werden können. Forsberg et al., die ebenfalls ICESat- und ERS-Daten zu einem mittleren Meereshöhenmodell zusammenführten und durch Kombination mit GRACE-Schwerefeldern eine mittlere DOT berechneten, zogen letztere Lösung zur Validation von ozeanischen Zirkulationsmodellen in der Arktis heran, wobei sie hohe qualitative Übereinstimmungen nachweisen konnten. Hieraus folgerten Forsberg et al., dass die Fernerkundung – insbesondere mit Blick auf die zukünftigen Missionen CryoSat und GOCE – wertvolle Beiträge zur Verbesserung ozeanographischer Zirkulationsmodelle in eisbedeckten Arealen leisten kann.

Aus der Analyse einer den Zeitraum April 2005 bis April 2006 überdeckenden Zeitreihe zweier in der Nähe des Nordpols positionierter Bodendruckrekorder leiteten Morison et al. interannuelle bis dekadische Variationen der großskaligen arktischen Zirkulation ab. In qualitativer Übereinstimmung mit GRACE-Beobachtungen zeigen die Daten einen Wechsel von einer primär zirkulären zu einer antizirkulären Zirkulation, was auf eine ostwärtige Verschiebung des Beaufort-Wirbels im Zusammenhang mit einer transpolaren Drift von Meereis in Richtung Nordatlantik hinweist.

Chambers und Willis leiteten sterisch induzierte Meereshöhenanomalien aus der Kombination Jason-1/GRACE sowie Temperatur- und Salzgehaltsprofilen des ARGO-Datensatzes ab, wobei sie auf saisonalen Zeitskalen weitgehende Übereinstimmung feststellen konnten; Vergleiche von aus GRACE und dem ECCO-Modell extrahierten Trends im ozeanischen Bodendruck weisen dagegen noch signifikante Unterschiede auf, die die Autoren vornehmlich auf Schwächen in der numerischen

Modellierung zurückführen. Nach Angleichen der verschiedenen Auflösungscharakteristiken mittels Autokorrelationsfunktionen invertierten Thomas und Dobslaw die aus GRACE- und sterisch korrigierten Jason-1-Daten bestimmten sowie die mit dem OMCT-Modell simulierten ozeanischen Massenanomalien zu Strömungsanomalien; die drei unabhängigen Schätzungen zeigen dabei insbesondere in mittleren Breiten und im Zirkumpolarstrom Korrelationen von über 90%, so dass in diesen Bereichen auch die Bestimmung von ozeanischen Wärmetransportanomalien als möglich erscheint.

Benachbarte Arbeiten befassten sich mit der Schätzung von räumlichen und zeitlichen Variationen im Kuroshio-Transport durch Kombination von Altimetrie, GRACE und hydrographischen WOA01-Profilen (Zizhan et al.) sowie mit Möglichkeiten der De-Korrelation von Haupttiden durch simultane Analyse und Kreuzkalibration von Meereshöhenprofilen mehrerer Altimetermissionen (Savcenko und Bosch). Fu zeigte anhand von Altimeterdaten und numerischen Modellsimulationen, dass die für den Energietransport wichtigen mesoskaligen Eddies in einem schmalen äquatornahen Bereich Ausbreitungsgeschwindigkeiten von über 60 km/Tag erreichen können.

Drei Beiträge konzentrierten sich auf die Bestimmung ozeanischer Massenvariationen mit Hilfe von GRACE-Beobachtungen. Wenngleich Zlotnicki et al. deutlich die insbesondere bei der Ableitung von Trends noch bestehenden Komplikationen infolge der Einflüsse postglazialer Landhebungen, Fehlern in atmosphärischen Modellen, Leakage durch kontinentale Signale sowie Trends der das Geozentrum repräsentierenden Grad 1-Terme der harmonischen Entwicklung herausstellten, konnten sie für ausgewählte Regionen im antarktischen Zirkumpolarstrom sowie im Nordatlantik und -pazifik hohe Übereinstimmungen mit altimetrisch und hydrographisch basierten Resultaten feststellen. Nach Fenoglio-Marc et al. erreichen die rms-Differenzen der aus sterisch korrigierten Altimeterdaten und GRACE-RL04-Lösungen gewonnenen Schätzungen der Massenvariationen im europäischen Mittelmeer mit 29 mm äquivalenter Wasserröhre zwar noch sehr hohe Werte, doch stellten die Autoren zugleich eine deutliche Verbesserung gegenüber früheren GRACE-Releases fest. Boening et al. demonstrierten anhand einer Kreuzkorrelationsanalyse, dass die kohärenten Muster ozeanischen Bodendrucks die Charakteristiken der Bodenmorphologie reflektieren; nach räumlicher Mittlung über derartige Muster erhielten die Autoren für Zeitskalen von über einem Monat eine hohe Korrelation von Bodendruckvariationen, die aus in-situ-Messungen und Simulationen mit dem Finite-Elemente-Modell FESOM gewonnen wurden. Mayer-Guerr stellte ein Kombinationsverfahren von ERS- sowie Topex/Poseidon-Altimeter- und GRACE-Schwerefelddaten vor, das durch Ausnutzung der hohen Datenrate entlang der Orbits und Analyse kurzer Bahnbögen die Bestimmung hochauflösender regionaler Schwerefeldmodelle erlaubt.

Die zukünftige Schwerefeldmission GOCE stand im Zentrum von drei weiteren Beiträgen. Während Muzi die grundsätzlichen Ziele der Mission einschließlich potentieller Anwendungen in Bereichen der Geodäsie, Ozeanographie, der Kryosphärenforschung und Physik der festen Erde zusammenfasste, diskutierten Floberghagen und Muzi die Charakteristiken der verschiedenartigen erwarteten Datenprodukte. Da keine ozeanischen Zirkulationsprodukte der Stufe 2 im Rahmen des GOCE-Projektes geplant sind, weisen Knudsen et al. auf die Notwendigkeit der Weiterprozessierung der GOCE-Produkte hin, um diese effektiv auf ozeanographische Fragestellungen anwenden zu können.

4.2 Symposium JGS002 – Global Sea-Level Change: Altimetry, GNSS and Tide Gauge

Wolfgang Bosch

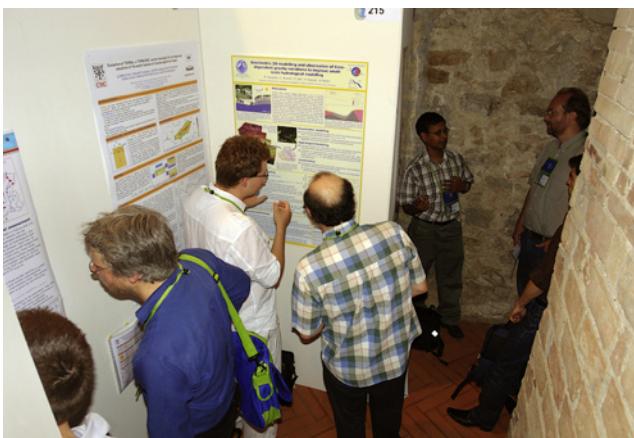
Das gemeinsame Symposium der *International Association for the Physical Sciences of the Oceans*, IAPSO, und der *International Association of Geodesy*, IAG, wurde am 6. Juli von Richard Coleman und Steve Nerem geleitet und beinhaltete elf Vorträge sowie 27 Poster, die anschließend in den Ausstellungsräumen der unterirdischen Festung Rocca Paolina vorgestellt wurden.

Viele Vortragende bezogen sich auf den vierten, 2007 veröffentlichten Bericht des *Intergovernmental Panel of Climate Change*, IPCC, der den globalen Meeresspiegelanstieg als unstrittbar darstellt und für das 20. Jahrhundert mit +1.8 mm/Jahr abschätzt. Allerdings bestehen noch große Unsicherheiten, wie viel davon auf globale Erwärmung, Abschmelzung der polaren Eiskappen, Wechselwirkungen mit der kontinentalen Hydrologie oder andere Ursachen zurückzuführen sind.

Phil Woodworth untersuchte einleitend die Frage, ob es im letzten Jahrhundert sichere Anzeichen für eine Beschleunigung des Meeresspiegelanstiegs gegeben hat. Die kontrollierten Pegelregistrierungen des Permanenten Service für den *Mean Sea Level*, PSMSL, weisen zwar großräumige konsistente, im globalen Mittel aber widersprüchliche Beschleunigungen aus. Für eine gesicherte Aussage fehlt eine ausreichend gute räumliche Verteilung der Pegel. C.K. Shum et al. wiesen darauf hin, dass der durch Altimetrie beobachtete Meeresspiegelanstieg deutlich größer ausfällt als der aus geophysikalischen Modellen abgeleitete Meeresspiegelanstieg. Der Widerspruch beträgt 0.7–1.2 mm/Jahr und ist bisher nicht erklärt. Die Satelliten Altimetrie der letzten 15 Jahre weist mittlerweile eine Anstiegsrate von +3.3 mm/Jahr aus. Svetlana Jevrejeva und Mitautoren griffen ebenfalls auf die Pegeldaten des PSMSL zurück und führten mit einem statistischen Verfahren Rekonstruktionen des Meeresspiegels für den Zeitraum 1807–2002 durch. Der aktuelle Trend wird mit +2.4 mm/Jahr angegeben, bestand aber bereits im Zeitraum zwischen 1920–1945. Steve Nerem et al. un-

tersuchten den Beitrag der kontinentalen Hydrologie zum globalen Anstieg des Meeresspiegels. Die Niederschläge an Land sind recht deutlich mit jahreszeitlichen Schwankungen des Meeresspiegels korreliert. Bedauerlich sind die unzureichend beobachteten Flusspegel, die nur z.T. durch die Auswertungen der Schwerefeldmission GRACE ersetzt werden können. Sie stellten außerdem fest, dass der Meeresspiegel nach sehr großen Vulkanausbrüchen, wie z.B. dem Ausbruch des Pinatubo in den 90er Jahren, zeitweise gesunken ist. Die Abkühlung durch starke Vulkanausbrüche wird auch durch die Klimamodelle sichtbar, die dem letzten IPCC-Bericht zugrunde liegen. Catia Domingues et al. berichteten, dass damit genauere Aussagen über den durch Temperaturanstieg verursachten Meeresspiegelanstieg möglich werden. Die Abschätzung dieses thermostatischen Effektes wurde auch durch eine Fehlerbetrachtung der hydrologischen Daten verbessert. In den letzten Jahren führten fehlerhafte Beobachtungen durch so genannte ARGO-Messonden zu scheinbaren Abkühlungen des Oberflächenwassers und einem geringeren Anstieg des Meeresspiegels. Auch Simon Holgate kommt zu dem Ergebnis, dass sich eine Beschleunigung des Meeresspiegelanstiegs in den letzten hundert Jahren nicht nachweisen lässt. Der Trend in den 90er Jahren ist zwar hoch, aber nicht signifikant anders als im ganzen letzten Jahrhundert.

F.N. Teferle und Mit-Autoren berichten über eine zehnjährige Untersuchung der Registrierungen von 16 Pegeln an der englischen Küste. Sie wurden verglichen mit kontinuierlich messenden GPS-Stationen am oder in der Nachbarschaft des Pegels, teilweise auch mit absoluten Schweremessungen. Die GPS-Analysen ergeben eine systematisch höhere Landhebung als die Auswertungen der Schweremessungen. Die Vorzeichen der Landhebung stimmen aber mit geophysikalischen Abschätzungen überein. Die Langzeit-Stabilität des Referenzsystems (Bezug auf ITRF2000) wird in Frage gestellt und Verbesserungen durch die Einführung absoluter Kalibrierungen der GPS-Antennen in Aussicht gestellt. William Llovel et al. untersuchten globale Wassermassenbilanzen für den Zeitraum 2002–2006, in dem die ARGO-Messonden den bereits oben erwähnten unerklärten negativen Trend für die Volumenausdehnung des Wassers ergeben. Mit Hilfe des geometrischen Meeresspiegelanstiegs (+3.3 mm/Jahr aus der Altimetrie) und der Auswertung von GRACE-Messungen kann der sterische Effekt aber indirekt geschätzt werden. Der Meeresspiegelanstieg durch Massenverluste in den zwölf größten Flussgebieten beträgt 0.2 mm/Jahr, das Abschmelzen der Eisgebiete in Grönland und der West-Antarktis aber auch der Gletscher in Alaska und Patagonien heben den Meeresspiegel um insgesamt 1.0 mm/Jahr. Die Volumenausdehnung durch Erwärmung ergibt sich deshalb indirekt zu +2.1 mm/Jahr. Ananda Pascual und Marta Marcos untersuchten für das Mittelmeer, wie zwei numerische Mo-



Postersession in einem unterirdischen Gewölbe

delle (MOG2D und HAMSON) auf Druckvariationen und Windantrieb reagieren und vergleichen die Ergebnisse mit Altimeterbeobachtungen und Pegelregistrierungen. Beide Modelle sind der so genannten »inversen Barometerkorrektur« (der Meeresspiegel hebt/senkst sich um 1 cm, wenn der Luftdruck um 1 hPa ab/zunimmt) überlegen, unterscheiden sich aber zum Teil recht deutlich. Ali Ibraheem und Mitautoren untersuchten, ob die Messungen des Geoscience Laser-Altimeters auf ICESat mit den Registrierungen der mit GPS verankerten Pegel auf den Great Lakes in Nordamerika und den Altimetermessungen von TOPEX zusammenpassen. Nach Datums-Transformationen bleiben Differenzen von etwa 20 cm, um die ICESat zu kurz misst. Bernard Ducarme et al. stellten schließlich spezielle Analysetechniken für Zeitreihen von Pegeln vor, mit denen Sprünge in den Pegelregistrierungen identifiziert werden können. Anhand einiger Zeitreihen wurde gezeigt, dass die Driftraten nach entsprechenden Sprung-Korrekturen plausible Werte annehmen.

Die Poster beschäftigten sich mit zahlreichen Untersuchungen zum globalen und regionalen Meeresspiegelanstieg, mit der Arbeit des PSMSL, den Höhenänderungen der Eisschilde von Grönland und Antarktis, mit Abschätzungen der Vertikalgeschwindigkeit von Pegeln im Atlantik, Untersuchungen zur Vereinheitlichung von Höhensystemen, Geozentrumsvariationen durch ozeanische Massenverlagerungen und HYDROWEB, einer neuen Datenbank für Altimetermessungen über Seen und Flüssen.

4.3 Symposium JGS005 – Observations of the Cryosphere from Space

Mirko Scheinert

Die Vortragssitzung JGS005 »Beobachtung der Kryosphäre aus dem Weltraum« wurde gemeinsam von der IAG und der IUGG-Kommission für Kryosphärenwissenschaften (UCCS) organisiert. Organisatoren waren Mark Drinkwater (ESTEC Nordwijk, Niederlande), Konrad Stef-

fen (Cires Colorado, USA) und Isabella Velicogna (JPL Pasadena, USA).

Zu Beginn konnte eine ganz aktuelle Nachricht verkündet werden: mit der *International Association of Cryospheric Sciences* wurde eine neue Assoziation gegründet, die als nunmehr achte Gesellschaft innerhalb der IUGG fungiert und die bisherige UCCS, die lediglich über den Status einer Kommission verfügte, ablöst. Diese Neugründung trägt damit der rasanten Entwicklung in mehreren Gebieten Rechnung: Zum einen ist in den letzten Jahren ein enormer Zuwachs an Daten zu verzeichnen, der vor allem durch die aktuellen Satellitenmissionen wie GRACE und ICESat erreicht wurde und damit das Monitoring der Kryosphäre auf ein neues Niveau hob. Zum anderen ist der globale Klimawandel stärker in den Mittelpunkt politischen und öffentlichen Interesses gerückt, so dass sich auch die wissenschaftliche Erforschung der Eisgebiete einem enorm gestiegenen Interesse gegenüber sieht (genannt seien hier auch der letzte Bericht des *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) und das derzeit laufende Internationale Polarjahr 2007/2008).

Bevor auf einige Details eingegangen werden soll, seien die zusammenfassenden Zahlen genannt: Diese ganztägige Vortragssitzung umfasste mit zwei Vormittags- und zwei Nachmittagssitzungen sowie einer Postersitzung am frühen Abend einen gesamten Tag. Es wurden 24 Vorträge und 21 Poster präsentiert.

In der ersten Vortragssitzung am Vormittag wurden vor allem Fragen der Akkumulation und Ablation, von Höhenänderungen und schließlich Aspekte der Massenbilanz kontinentaler Eisschilde behandelt. Die Vorträge von J. Zwally, H. Fricker (präsentiert von J. Zwally), R. Thomas, C. Shuman (präsentiert von R. Thomas) und J. Wen stützten sich dabei vor allem auf Beobachtungen des Satelliten ICESat. Auf der Grundlage von passiven und aktiven Satelliten-Mikrowellenverfahren stellte K. Steffen Untersuchungen zu Komponenten der Massenbilanz des grönlandischen Eisschildes vor. J. Zwally unterstrich – trotz technischer Probleme mit dem Laserinstrument GLAS – den Erfolg von ICESat und präsentierte den Stand der Planungen zu einer Nachfolgemission ICESat-2 (mögliches Startdatum: 2012).

Die zweite Vormittagssitzung hatte vor allem regionale Studien, basierend auf bodengebundenen und Flugzeugmessungen sowie auf ICESat- und SRTM-Daten, zum Inhalt. O. Eisen (Präsentation M. Drinkwater) berichtete über bodengebundene Beobachtungen zur Bestimmung von Oberflächen-Massenbilanzen als Referenz für Fernerkundungsverfahren. Eine ähnliche Rolle spielen bodengebundene und Flugzeugmessungen als Referenz- und Validationsdaten für die geplante Satellitenmission CRYOSAT-2 (Vortrag R. Cullen). Änderungen der Eis-Oberflächenhöhen wurden mit Hilfe von Laserdaten (ICESat bzw. Flugzeug-Laser) sowie weiteren Techniken beobachtet und teilweise für die Ableitung von Gelän-

demodellen angewandt (C. Webb für arktische Eiskappen und N. Barrand für Svalbard). Höhenänderungen und die Variabilität von alpinen Gletschern waren Gegenstand der Vorträge von M. Bishop (Himalaya) und F. Paul (Alpen).

Die erste Nachmittagssitzung befasste sich mit dem Meereis und der Schneedeckung. Drei Vorträge untersuchten die Anwendung von ICESat-, Satellitenaltimetrie- und Flugzeugdaten für die Kartierung der Meereisdeckung und -variabilität (T. Tamura, L. Farrell) sowie für die Untersuchung von Meereiseeffekten auf die Ozeangezeiten (A. Braun). R. Forsberg berichtete über die Kombination von terrestrischen, flugzeug- bzw. satellitengestützten Schweredaten für die Analyse der Meereisdeckung und der mittleren dynamischen Ozeanographie. Zwei Vorträge befassten sich mit der Untersuchung der Schneedeckung mit Hilfe von Satellitedaten (T. Painter, R. Armstrong).

Die vierte und letzte Vortragssitzung schließlich vereinte Präsentationen zur Verbindung der verschiedenen Datenquellen, insbesondere von Satellitenaltimetrie und Satellitengravimetrie, für die Ableitung von Massenbilanzen der kontinentalen Eisschilde. D. Cline berichtete über die verbesserte Re-Analyse von Ku-Band-Radarmessungen für die Ableitung von Eis- und Terraineigenschaften. Über die Verbindung von Altimetrie (ERS-1/2, Envisat bzw. ICESat) und Gravimetrie (GRACE) zur Ableitung kontinentaler Massenbilanzen berichteten B. Le-gresy und T. Urban (präsentiert von B. Gunter). W. Peltier diskutierte die Bedeutung einer sorgfältigen Modellierung des postglazialen Ausgleichs, der – da in derselben Größenordnung – bei der Ableitung von Massenbilanzen aus GRACE-Daten Berücksichtigung finden muss und bisher nur mit größerer Unsicherheit bestimmt ist. Y. Fukuda berichtete über die Validation von Massenbilanzanalysen aus GRACE- und ICESat-Daten mit Hilfe von bodengebundenen Daten. I. Velicogna beschäftigte sich mit aus GRACE-Beobachtungen abgeleiteten Eismassenvariationen und diskutierte die Variationsbreite der durch die verschiedenen Analysezentren erhaltenen Modelle.

Die insgesamt 21 während der abendlichen Postersitzung präsentierten Poster rundeten das erfolgreiche Symposium »Beobachtung der Kryosphäre aus dem Welt Raum« ab.

5 IAG Symposia

5.1 Symposium GS001 – Reference Frames

Detlef Angermann

Referenzrahmen bilden die Grundlage für nahezu alle Arbeiten in der geodätischen Positionierung, Navigation, Raumfahrt, Referenzierung in Geoinformationssystemen sowie für viele weitere Anwendungen und die Erdsystemforschung. Die hohen Genauigkeiten der geodätischen

Beobachtungsverfahren erlauben es heute, selbst kleinste Veränderungen im System Erde zu messen und damit auch Folgen des globalen Wandels und der Geodynamik quantitativ zu erfassen. Dafür wird als unabdingbare Voraussetzung ein hochpräziser und konsistenter Referenzrahmen benötigt. Um die erforderliche Genauigkeit im Bereich von wenigen Millimetern zu erreichen, muss die Kombinationsstrategie verbessert werden und es müssen die systematischen Fehler der einzelnen Weltraumbeobachtungsverfahren (die gegenwärtig noch eine Hauptfehlerquelle darstellen) weiter reduziert werden. Eine weitere Herausforderung ist die Verknüpfung der unterschiedlichen Beobachtungsverfahren, da die Stationen insbesondere bei SLR und VLBI inhomogen verteilt sind und auch die räumliche Verteilung guter Ko-lokationsstationen Verbesserungswürdig ist.

Die Session GS001 widmete sich diesen Problemstellungen und gab einen Überblick über aktuelle Forschungsarbeiten zu den Referenzrahmen. Sie beinhaltete insgesamt 28 Vorträge und 18 Poster, die wesentliche Komponenten der IAG-Kommission 1 *Reference Frames* repräsentieren. Die Session wurde von H. Drewes (DGFI München) und A. Dermanis (Griechenland) organisiert. In einem Einführungsvortrag gab H. Drewes einen Überblick über die Definition und Realisierung von Referenzsystemen sowie die Festlegung des geodätischen Datums. Er ging dabei insbesondere auf aktuelle Probleme bei der Realisierung des terrestrischen Referenzsystems ein und machte deutlich, dass eine saubere Trennung zwischen der Datumsdefinition und den aus Lösungen abgeleiteten Variationen (z.B. Translationen und Maßstab) der Stationsnetze notwendig ist, was gegenwärtig noch nicht zufriedenstellend gelöst ist.

Ein Schwerpunkt dieser Session war der globale Referenzrahmen mit insgesamt zehn Vorträgen. Z. Altamimi (Frankreich) gab einen Überblick über die Entwicklung und den Stand bei der Realisierung des ITRF. Er präsentierte die Ergebnisse des ITRF2005, der neuesten Realisierung, die erstmals auf einer Kombination von Zeitreihen wöchentlicher GPS-, SLR- und DORIS-Lösungen sowie 24-stündiger VLBI-Ergebnisse mit Stationskoordinaten und Erdorientierungsparametern basiert. D. Gambis (Frankreich) stellte den Stand eines koordinierten französischen Programms zur Datenprozessierung und Kombination mit einer einheitlichen Software vor und zeigte Ergebnisse aus der wöchentlichen Kombination von Stationskoordinaten und Erdorientierungsparametern. S. Jin (Korea) stellte eine Methode zur Festlegung der absoluten Plattenbewegungen in Bezug auf Mittelozeanische Rücken vor. Allerdings zeigte sich, dass sich z.B. der östliche pazifische Rücken und der mittlere atlantische Rücken mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 1.1 cm/a voneinander entfernen und diese Methode somit keine stabile Referenz für die Datumsfestlegung liefert. J. Wang (Australien) präsentierte verschiedene Methoden zur

Analyse von Zeitreihen der Stationskoordinaten mit dem Ziel, räumliche und zeitliche nicht-lineare Deformationen der Platten als Grundlage für ein 4-dimensionales dynamisches Datum zu betrachten. P. Willis (Frankreich/USA) präsentierte Ergebnisse für die präzise Bahnbestimmung (POD) unter Verwendung des ITRF2005. Er zeigte, dass die ITRF2005-Koordinaten von einigen Stationen zu ungenau sind und für diese Zwecke deshalb ein erweiterter (verbesserter) Referenzrahmen (im ITRF2005) berechnet werden muss. Es folgten vier Präsentationen zu SLR (insbesondere als Folge der intensiven Diskussionen zur Maßstabsfestlegung des ITRF2005). So gab E. Pavlis (USA) einen Überblick über den Stand und die geplanten Aktivitäten des ILRS in Richtung zu einem verbesserten ILRS-TRF. D. Angermann (DGFI München) präsentierte Ergebnisse zum Beitrag von SLR-Beobachtungen zur Realisierung des Koordinatenursprungs und des Maßstabs. Es wurde gezeigt, dass die aus Zeitreihen wöchentlicher Lösungen abgeleiteten Translations- und Maßstabsvariationen des SLR-Netzes eine hohe Stabilität aufweisen. X. Collilieux (Frankreich) zeigte am Beispiel des SLR-Netzes den Einfluss des Netzeffektes auf die Bestimmung von Ursprung und Maßstab. Ergebnisse zum Einfluss von einer *range bias*-Bestimmung für SLR-Stationen auf die Bestimmung des Maßstabs wurden von C. David (Frankreich) vorgestellt. Schließlich präsentierte M. Fritzsche (TU Dresden) die Ergebnisse einer reprozessierten GPS-Lösung, die in einem gemeinsamen DFG-Projekt von TU Dresden und TU München/GFZ Potsdam berechnet wurde.

Einen weiteren Schwerpunkt bildeten Präsentationen zu regionalen (vier Vorträge) und nationalen bzw. lokalen Referenzrahmen (drei Vorträge). Die ersten zwei Vorträge beschäftigten sich mit dem europäischen Referenzrahmen (EUREF). Zunächst gab J. Torres (Portugal) einen Überblick über den Stand von EUREF, danach präsentierte C. Völksen (BEK München) Ergebnisse von einer Reprozessierung eines regionalen Netzes in Europa. Ein Überblick über den Stand und die zukünftigen Pläne bzgl. des regionalen Referenzrahmens für Nordamerika wurde von G. Sella (USA) gegeben. Danach berichtete S. Costa (Brasilien) über die Arbeiten und die geplanten Aktivitäten im regionalen Referenzrahmen für Lateinamerika im Rahmen der SIRGAS Working Group I *Reference Frames for South and Central America*. Die Präsentationen zu den nationalen Referenzrahmen wurden eingeleitet durch einen Beitrag von L. Biagi (Italien) über das GNSS-Netz 1. Ordnung in Italien. Danach stellte J. Cai (Uni Stuttgart) verschiedene Ansätze zur Koordinatentransformation in Baden-Württemberg vor. Schließlich präsentierte C. Abbondanza (Italien) neue Methoden zur Einmessung des VLBI-Teleskopes auf der Station Medicina, bei denen auch gravitative Deformationen berücksichtigt werden können.

Ein Block von Vorträgen widmete sich den IAG-*Inter-Commission* Projekten (ICP1.1 *Satellite Altimetry* und ICP1.2 *Vertical Reference Frames*). W. Bosch (DGFI München) berichtete über das ICP1.1 und konzentrierte



Vorträge in Universitätsräumen

sich dabei besonders auf die Aktivitäten und zukünftigen Pläne der eingerichteten Planungsgruppe zum Aufbau eines Internationalen Altimeter-Services. Es folgte ein Statusbericht von J. Ihde (BKG Frankfurt) über das ICP1.2, das als wesentliches Ziel die Definition und Realisierung eines globalen vertikalen Referenzsystems verfolgt. In drei weiteren Präsentationen wurden noch verschiedene Aspekte im Zusammenhang mit Höhensystemen behandelt. Dabei erörterte J. Mäkinen (Finnland) die Problematik der permanenten Gezeiten in Höhensystemen, während sich A. Kearsley (Australien) mit der Verbindung von regionalen Höhensystemen und einem globalen Geoid am Beispiel des australischen Höhendatums beschäftigte. Zum Abschluss dieses Blocks präsentierte D. Sampietro (Italien) eine neue Methode zur Konvertierung von Höhenanomalien in Geoidundulationen.

Der letzte Vortragsblock dieser Session wurde durch einen Bericht von A. Darmanis (Griechenland) stellvertretend für P. Xu (China) über das *Inter-Commission Committee on Theory* eingeleitet. Danach stellte H. Kutterer (Uni Hannover) eine neue Methode für die strenge Intra-Technik-Kombination bei der Berechnung des terrestrischen Referenzrahmens vor. J. van Loon (Niederlande) präsentierte eine Methode zur robusten Bestimmung von sphärisch-harmonischen Koeffizienten aus unregelmäßig verteilten Daten. In der Präsentation von Y. Barkin (Russland) ging es um die dynamische Untersuchung von Deformationen auf der Erdoberfläche als Folge von Relativbewegungen des Erdkerns in Bezug zum Mantel. E. Vei (China) berichtete über SVLBI im Rahmen des japanischen *VLBI Space Observatory Programme* (VSOP) und konzentrierte sich dabei auf die Möglichkeiten der geodätischen Nutzung eines primär für die astrophysikalische Forschung gestarteten SVLBI-Satelliten HALCA.

Den Schwerpunkt der begleitenden Posterpräsentation bildeten Beiträge zu den regionalen Referenzrahmen. Am besten vertreten war dabei das lateinamerikanischen Referenzsystem SIRGAS mit sieben Posterbeiträgen, gefolgt von fünf Postern zum europäischen Referenzrahmen EUREF und einem Poster zum nordamerikanischen Re-

ferenzrahmen NAREF. Abgedeckt wurde dabei ein weitgefächertes Spektrum von Themenbereichen. Neben Beiträgen zu nationalen Referenzrahmen behandelten einige Poster auch den Bereich der vertikalen Referenzsysteme. Schließlich wurden die globalen Referenzsysteme durch fünf Posterbeiträge aus verschiedenen Bereichen repräsentiert (u. a. GPS, GLONASS, Zeitreihenanalyse von Stationspositionen).

5.2 Symposium GS002 – Gravity Field

Nico Sneeuw, Thomas Gruber, Roland Schmidt, Heiner Denker und Helmut Wziontek

Das Symposium GS002 wurde von der Kommission 2 (*Gravity Field*) der IAG veranstaltet. Es war aufgeteilt in insgesamt acht Blöcke, davon fünf mit Vorträgen und drei mit Postern. Diese Einteilung der Vortragsblöcke entsprach, mit Ausnahme der Theorie-Session, der Organisation von IAG-Kommission 2 in vier *Sub-Commissions*. Insgesamt waren 215 Beiträge angemeldet (61 Vorträge und 154 Poster). Einige wenige Vorträge sowie mehrere Poster wurden storniert.

3. Juli: Globale Schwerefeldmodellierung und zeitliche Variationen

Bei den Vorträgen und Postern der Vortragssessionen *Spatio-Temporal Gravity Field Modeling* (Convener: Martin Vermeer) und *Gravity Fields From Satellite Missions* (Convener: Pieter Visser) lag der Schwerpunkt eindeutig in der Analyse der räumlich-zeitlichen Variationen auf der Grundlage der Messungen der GRACE-Mission. In zahlreichen Beiträgen wurden Vergleiche von GRACE-basierten Schwerefeldänderungen in Form äquivalenter Variationen der Massenverteilung nahe der Erdoberfläche z. B. aufgrund hydrologischer Einflüsse oder Landhebungsprozesse mit entsprechenden geophysikalischen und/oder klimatologisch angetriebenen Modellen sowie mit in-situ-Daten in verschiedenen Bereichen der Erde dargestellt. So berichtete beispielsweise Crossley (Saint Louis) über Vergleiche mit supraleitenden Gravimetern des *Global Gravimetry Project* (GGP) und Mäkinen (Helsinki) über beobachtete Landhebungen in Fennoskandien.

Daneben wurden aktuelle Ergebnisse zur Modellierung des zeitvariablen Schwerefeldes mit GRACE auf Basis konventioneller und alternativer Verfahren vorgestellt. Im ersten Bereich berichteten Tapley (Texas), Biancale (Toulouse) sowie Meyer (Potsdam) über die am *Center of Space Research* (CSR), am *Groupe de Recherche de Géodésie Spatiale* (GRGS) und am GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ) aktuell erstellten monatlichen Modellreihen (GGM03, EIGEN-GRACE05S), die eine weitere Verbesserung hinsichtlich der erreichten Genauigkeit und räumlichen Auflösungen gegenüber ihren Vorgängermodellreihen darstellen. Allerdings wird auch mit diesen Modellversionen immer noch nicht ganz die projektierte

Missionsgenauigkeit aus Vorstartstudien erreicht. Die Arbeitsgruppe der *U.S. National Geospatial Agency* zusammen mit dem *NASA Goddard Space Flight Center* (Pavlis et al.) stellten den Status des neuen ultra-hochauflösenden Schwerefeldmodells EGM07 (bis Grad und Ordnung 2160) vor, das auf Basis einer GRACE-Lösung sowie mit weitgehend neuen terrestrischen und altimetrischen Beobachtungen berechnet wird.

Im Bereich alternativer Ansätzen berichtete Liu (Delft) über eine Methode zur Nutzung von GRACE-Daten auf der Grundlage von Linear-Kombinationen der Inter-Satelliten-Entfernungsmessungen. Auch seien hier die Lösungen der Universität Bonn (Mayer-Gürr, Eicker) zu erwähnen. Am GFZ wird gegenwärtig mit GRACE-basierten Schwerefeldmodellen mit wöchentlicher Zeitauflösung experimentiert, aus denen sich bei einer zwar gegenüber den üblichen monatsweisen Modellen geringeren räumlichen Auflösung dennoch typische räumlich-zeitliche Feldvariationen wegen hydrologisch bedingter Massenverlagerungen ableiten lassen (Meyer, GFZ). Im Zusammenhang mit der Nutzung von GRACE-basierten Massensignalen wurde von Kusche (GFZ) eine alternative Methode zur effektiven Reduzierung der als nord-süd-orientierte Streifenmuster von GRACE Schwere-Funktionalen im Ortsraum bekannten korrelierten Modellfehler vorgestellt. Jäggi (AIUB) präsentierte schließlich die Berner Arbeiten zur Schwerefeldmodellierung und ging insbesondere auf die Rolle präziser Orbits dafür ein.

Ebenfalls im Hinblick auf eine verbesserte Nutzung der GRACE-basierten Massen anomalien für eine Kalibration globaler Hydrologie-Modelle wurde von Schmidt (GFZ) eine Methode zur Ableitung signifikanter periodischer Signale-Anteile aus den GRACE-Modelldaten unter Verwendung empirischer Orthogonal-Funktionen (EOF) und einer freien Periodensuche vorgestellt. Weitere zentrale Themen der Sitzung in diesem Zusammenhang waren die Beurteilung GRACE-basierter Schwerefeldmodelle mittels unabhängiger Schwere-Daten (Huang, Ottawa), Fragen zu Einflüssen der Hintergrundmodellierung von Atmosphäre (Gruber, München) und Ozeangezeiten (Bosch, DGFI) im Rahmen der GRACE-Datenauswertung, aber auch weiterhin Analysen von den GRACE-Beobachtungsinstrumenten. Insbesondere bei den Akzelerometern konnte durch die Untersuchungen von Flury (CSR) vertiefte Einblicke in das hoch-sensitive Messverhalten dieser zentralen Komponente der GRACE-Mission gewonnen werden.

Bezüglich der nun für das Frühjahr 2008 anstehenden GOCE-Mission wurde in verschiedenen Beiträgen Aspekte der GOCE-Daten-Auswertung weiter vertieft untersucht. So berichtete beispielsweise Visser (Delft) über Möglichkeiten der Kalibration der mitgeführten Beschleunigungsmesser über Daten der GOCE-Sternkameras. Weitere Gesichtspunkte wurden in Rahmen von Poster-Beiträgen präsentiert: Veicherts (Niederlande) über Möglichkeiten zur Kalibration der Gradiometer-Messungen mittels Bo-

dendaten sowie *Offline*- und *In-flight*-Validierungstools der GOCE-Messungen (Plank, Kern, ESA).

Über GRACE und GOCE hinaus berichtete Nerem (Boulder) über Ergebnisse einer erfolgreichen Laborstudie bzgl. eines interferometrischen Laser-Entfernungsmesssystems, das Abstandsmessungen einer GRACE-ähnlichen Konfiguration mit einer Genauigkeit von etwa 1 nm (zum Vergleich GRACE $\approx 1 \mu\text{m}$) realisieren soll. Die Relevanz solcher (und anderer) Sensoren für konkrete wissenschaftliche Fragestellungen im Zusammenhang mit der Beobachtung von Massentransporten im System Erde wird gegenwärtig in einer von Haagmans (Niederlande) vorgestellten Studie untersucht.

4. Juli: Regionale Geoidmodellierung

In der Sitzung *Regional Geoid Modeling* (Convener: Urs Marti) wurden zunächst Statusberichte über verschiedene innerhalb der IAG-Kommission 2 laufende Geoidprojekte abgegeben. Diese sogenannten *Commission Projects* wurden erstmals 2003 bei der IUGG Generalversammlung in Sapporo eingerichtet und zielen auf die Erstellung von verbesserten Geoidmodellen mit kontinentaler Ausdehnung ab. Denker (Hannover) stellte das Geoid- und Quasigeoidmodell EGG07 (Europäisches Gravimetrisches Geoid 2007) vor, das auf einem vollständig aufdatierten Schwer- und Topographiedatensatz sowie einem GRACE-basierten globalen Schwerkraftmodell beruht. Gegenüber dem bisherigen Modell EGG97 konnten erhebliche Verbesserungen von bis zu 70% bei Vergleichen mit GPS- und Nivellementsdaten erzielt werden. Dabei treten kaum langwellige Fehlerkomponenten auf und die RMS-Differenz beträgt nur noch 0.08 m für den EUVN_DA-Datensatz, der sich über weite Teile Europas erstreckt. Merry (Südafrika) stellte eine entsprechende Neuberechnung für Afrika vor, wobei eines der Hauptprobleme die noch vorhandenen großen Datenlücken sind. Dennoch konnten signifikante Verbesserungen für Süd- und Westafrika erreicht werden. Über einen neuen Schweredatensatz für die Arktis von 64°N bis 90°N (*Arctic Gravity Project*) berichtete Forsberg (DNSC); der neue Datensatz basiert auf verbesserten terrestrischen Daten sowie Ergebnissen der ICESat-Mission. Zhang stellte eine neue Quasigeoidberechnung für Mittel- und Ost-China mit Hilfe von hochauflösenden Schwer- und Topographiedaten sowie etwa 6000 GPS- und Nivellementspunkten vor. Über die Aktivitäten innerhalb des *Antarctic Geoid Projects* referierte Scheinert (Dresden). Er stellte die bereits erzielten Fortschritte bei der Datensammlung sowie eine neue Geoidberechnung vor und berichtete über die geplanten Aktivitäten im Zusammenhang mit dem Internationalen Polarjahr 2007/2008. Blitzkow (Brasilien) erläuterte die im Rahmen des *South American Geoid Projects* erreichten Verbesserungen am Beispiel des Amazonasgebietes.

Im zweiten Teil der Sitzung wurden verfeinerte Modellierungstechniken sowie Fragen im Zusammenhang mit vertikalen Referenzsystemen angesprochen. Maggi diskutierte die Nutzung von Schwer-, Altimetrie- und

GOCE-Daten zur kombinierten Geoidberechnung anhand von simulierten Daten im Mittelmeerraum. Abd-Elmotaal (Ägypten) untersuchte topographisch-isostatische Reduktionen sowie modifizierte Integralkerne zur kombinierten Geoidberechnung. Sampietro (Mailand) erläuterte Verfeinerungen im Zusammenhang mit der so genannten residiuellen Geländereduktion.

Der Themenbereich vertikale Referenzsysteme wurde von Ihde (BKG) mit einem Bericht über das IAG-*Inter-Commission*-Projekt *Vertical Reference Frames* eingeleitet, wobei Möglichkeiten zur Definition und Realisierung eines Welthöhensystems, die Ableitung regionaler Transformationsparameter sowie der Aufbau eines Informationssystems angesprochen wurden. Kilicoglu (Istanbul) befasste sich mit der Bestimmung des Referenzpotentials für das türkische Höhensystem, das an die Pegelstation in Antalya angeschlossen ist. Der mit Hilfe eines hochauflösenden Geoidmodells sowie GPS- und Nivellementsdaten bestimmte Höhenunterschied zu einem globalen Höhendatum beträgt etwa zwei Dezimeter. Im Anschluss daran stellte Vergos (Thessaloniki) Untersuchungen zur Vereinheitlichung der verschiedenen lokalen Höhensysteme in Griechenland und den zugehörigen Inseln vor, wobei Pegeldaten, Geoidmodelle, GPS/Nivellement sowie Modelle der Meeresflächentopographie einbezogen wurden.

4. Juli: Theoretische Aspekte

Die Session *Gravity Field Theory* (Conveners: Nico Sneeuw und Jürgen Kusche) befasste sich mit diversen theoretischen Fragen der Schwerkraftmodellierung. So wohl Holota (Prag) als auch Sansò (Mailand) präsentierte Überlegungen zur Definition von Geodätischen Randwertproblemen und zur Existenz deren Lösung. Novák (Prag) befasste sich mit einem aero-gravimetrischen Randwertproblem. Statt der üblichen Zweiteilung in Fortsetzung nach unten und Stokes-Integration schlug er ein Einschrittverfahren vor. Cunderlik (Bratislava) schlug eine numerische Lösung des Altimetrie-Gravimetrie-Randwertproblems (AGBVP) mittels der Randwertmethode (BEM, Boundary Element Method) vor. Die Lösung ergab eine Methode, um den Geoidpotenzialwert W_0 festzulegen. Reguzzoni et al. (Mailand) kamen in einem Beitrag zur ellipsoidischen Kollokation zu dem Schluss, dass die ellipsoidische Erweiterung wenig Vorteile bringt. Eher praxisorientiert befassten sich Klees et al. (Delft) mit der Frage, wie man mit den Diskrepanzen der unterschiedlich bestimmten Höhen ($h-H-N$) auf GPS-Nivellementspunkten umgehen kann. Er versuchte den gravitativen Teil der Diskrepanzen mittels eines Cauchy-Randwertproblems vom geometrischen Teil zu trennen.

Einige Vorträge bezogen sich auf die aktuelle und auf künftige Satellitenmissionen. Sneeuw (Stuttgart) diskutierte die fundamentalen Abtasteigenschaften einer Satellitenmission und befürwortete Multi-Satellitenmissionen zur Bekämpfung vom Aliasing-Problem. Im Vortrag von

Mazurova (Moskau) wurde die Molodenskii-Theorie vor dem Hintergrund der Satellitenmissionen kritisch durchleuchtet. Zhang et al. (China) versuchten den Ansatz des erweiterten Kalmanfilters auf die zeitliche Modellierung von GRACE-Ergebnissen anzuwenden. Abt und Jekeli (Columbus, Ohio) zeigten Ergebnisse eines Versuches, durch *matched Filter* Massenanomalien in (lokalen) Gradiometriedaten aufzudecken.

5. Juli: Gravimetrie

Im Mittelpunkt der Session *Gravimetry and Gravity Networks* (Convener: Shuhei Okubo) standen Verfahren in



der Fluggravimetrie sowie Beiträge zur terrestrischen Gravimetrie. Thema des ersten Vortrages von Bastos (Lisbon) war eine Methode zur Optimierung von Flughöhe und Flugweg in der Aerogravimetrie auf der Basis von Schwerefeldmodellen. Aus den synthetischen Schwerewerten entlang der geplanten Profile werden Beobachtungen in Flughöhe simuliert, mit Hilfe derer wiederum ein Schwerefeldmodell abgeleitet wird. Aus den Differenzen zum Ausgangsmodell können Defizite in der Flugplanung erkannt und behoben werden. Alberts (Delft) präsentierte eine Alternative zu konventionellen Tiefpass-Filtertechniken in der Fluggravimetrie. Um das starke farbige Rauschen in den Rohdaten ohne Dämpfung zu reduzieren, werden hochfrequente Signalanteile durch eine geeignete Gewichtung unterdrückt, die aus einem ARMA-Prozess gewonnen wird. Das Verfahren wurde mit Daten für das Skagerrak erfolgreich getestet. Jordan (Cambridge) sprach über die aufwendige Messkampagne ISODYN/WISE in der Antarktis. Neben Radar- und geomagnetischen Messungen liefern die Fluggravimetrie-Daten eine weitere Komponente zur Modellbildung für die Entstehung des Wilkes Beckens und des transantarktischen Gebirges. Auch Jordan erörtert die Problematik der Filterung der gravimetrischen Beobachtungen und stellte dar, wie nach Kombination mit bereits vorhandenen Datensätzen auf der Grundlage von Bouguer-Ano-

malien eine Abschätzung der Moho-Tiefe vorgenommen werden konnte. Olesen (DNSC) stellte zunächst instrumentelle Aspekte der Fluggravimetrie und deren Auswertung dar und präsentierte umfangreiche Projekte in Kooperation zwischen dem *Danish National Space Center* und Ländern Asiens und Afrikas sowie zukünftige Kampagnen in der Antarktis. Roman (NOAA) erläuterte den Zusammenhang zwischen Fluggravimetrie, Meerespegelbeobachtungen und der Satellitenschwerefeldmission GRACE bei der Vereinheitlichung der Höhensysteme im Nordosten der USA.

Wziontek (BKG) demonstrierte das Potential der Kombination von Langzeitbeobachtungen mit Supraleitenden Gravimetern und episodischen Absolutschweremessungen. Instrumentelle Eigenschaften beider Gerätetypen können zuverlässig bestimmt werden und als Ergebnis entsteht eine präzise Schwerkreiteihe zur geodynamischen Interpretation. Virtanen (Helsinki) vermittelte einen Eindruck über die Komplexität der Zusammenhänge zwischen lokalen und regionalen hydrologischen Effekten und dem zeitvariablen Schwerefeld. Mittels Zeitreihen supraleitender Gravimeter und GRACE-Monatslösungen sollen im Rahmen des HYDROGRAV-Projektes die Veränderungen im Wasserhaushalt Finnlands auf der Basis dieser Messungen abgeschätzt werden. Im letzten Vortrag dieser Sitzung zeigte Földváry (Budapest) Aspekte bei der Transformation des ungarischen Schwereketzes in den europäischen Rahmen des UEGN auf. Dabei wurden unterschiedliche Methoden zur Interpolation sowie Randeffekte an den Ländergrenzen diskutiert.

5.3 Symposium GS003 – Earth Rotation and Geodynamics

Harald Schuh und Paulo Mendes

Seit einigen Dekaden erweist sich die Weltraumgeodäsie als unerlässlich für die präzise Messung von Punktkoordinaten und Erdorientierungsparametern. Letztere verbinden den terrestrischen mit dem zälestischen Referenzrahmen auf kinematische Weise. Schwerpunkte der insgesamt 22 Vorträge lagen beim Vergleich von modellierten Drehimpulsfunktionen mit Beobachtungen sowie bei der Bestimmung von Massentransporten und der postglazialen Landhebung (GIA, *global isostatic adjustment*) abgeleitet aus Schwereänderungen und Krustenbewegungen.

Im Einführungsvortrag wurde von Gambis über die Entwicklung der inneren und äußeren Genauigkeit der geodätischen Beobachtungsverfahren bezüglich der Erd-

orientierung berichtet. Derzeit liegt die Messgenauigkeit der Polbewegung bei 30 Mikrobogensekunden (μas), die der Nutation bei 60 μas , und die der an die Drehung der Erde gekoppelten Weltzeit (ausgedrückt durch UT1-UTC) bei 5 μs . Diese Angaben beziehen sich auf Werte mit ein-tägiger Auflösung. Im stündlichen Bereich konzentrierte sich Haas auf die Schätzung der Erdrotationsparameter mittels VLBI, wobei Maxima bei Perioden von acht Stunden mit Modellen der S3- und M3-Tiden verglichen wurden. Bei der Erdrotation spielt auch die Prädiktion eine wichtige Rolle. Kutterer zeigte, wie man Neuro-Fuzzy-Techniken für die Vorhersage der Erdorientierung anwenden kann. Aus den Beobachtungen der Nutation lassen sich geophysikalische Parameter – auch über das Erdinnere – ableiten. Dabei fand Dehant heraus, dass die retrograde Nutation mit der Periode von 18.6 Jahren die meiste Information über die *Free Inner Core Nutation* (FICN) enthält. Der Beitrag der halbjährlichen prograden Periode darf allerdings nicht vernachlässigt werden. Der Q-Faktor liegt bei 18.000 für die *Free Core Nutation* (FCN, Periode 430 Tage) und bei 600 für die FICN (1000 Tage). Unabhängig von Nutationsoffsets hat Rosat anhand von relativen Schweremessungen gezeigt, dass der Q-Faktor für die FCN stark abhängig ist von der angebrachten Korrektur, die durch die Auflast der Ozeangezeiten verursacht wird. Dieser Q-Faktor liegt bei über 3000 im Falle des Ozeangezeitenmodells FES2004 und ist größer als 20.000 bei Ansatz des Modells CSR4.0.

Brzezinski beschrieb die S1-thermale Tide und deren Einfluss auf die Erdrotation. Der Effekt beträgt ca. 100 μas in Nutation und 40 μas in Polbewegung und UT1. Die Trennung der S1-thermalen Tide von der thermischen Deformation der VLBI-Antennen stellt noch immer ein ungelöstes Problem dar. Sodann zeigte Watson, wie man atmosphärische Gezeitenmodelle verbessern kann für eine genauere Lösung geodätischer Aufgaben.

Nastula verglich globale und regionale Drehimpulsfunktionen aus Modellen (atmosphärischen, ozeanischen sowie hydrologischen) mit denen, die aus den GRACE-RL04-Massetermen abgeleitet wurden. Lott sprach über axiale Drehimpulsfunktionen aus atmosphärischen Daten für subtägliche Perioden. Auf der anderen Seite des Spektrums simulierte Winkelkemper Erdrotationsparameter aus globalen Klimamodellen und fand heraus, dass der derzeitige Klimawandel den axialen Drehimpuls erhöht, d.h. in 100 Jahren wird der akkumulierte Effekt der dadurch verursachten Verlangsamung der Rotation bereits 11.6 Sekunden in der Weltzeit UT1 betragen. Goettl beschäftigte sich mit dem Einfluss von nicht-gezeitenbedingten Ozeanmassenvariationen auf die Erdrotationsparameter und kam zum Schluss, dass bei Miteinbezug der hydrologischen Drehimpulsfunktionen die geophysikalische Anregung besser mit der geodätischen Anregung korreliert.

Im Block der Vorträge zur Geodynamik zeigte Longuevergne aus lokaler und regionaler Sicht das Potential von modernen Neigungsmessern, hydrologische Effekte

herauszufiltern. Niederfrequente Eigenschwingungen der Erde können mit dem Kamioka-Laser-Extensometer optimal für toroidale Moden bestimmt werden, wie von Hayakawa vorgetragen wurde. Dieses Extensometer besteht aus zwei 100-m Michelson-Interferometern, die mit einer Abtastrate von 200 Hz registrieren. Der große Einfluss der Meere (um 10 Hz) wird hier als Rauschen betrachtet. Huang untersuchte den Einfluss der Topographie auf die dynamische Erdabplattung H, die in einem Bereich von 3 % variiert und zwar zwischen 1/308 und 1/320. Der aus tatsächlichen Messungen abgeleitete Wert von H liegt bei 1/305.

Meeresspiegeländerung, isostatische Absenkung sowie radiale Viskosität des Mantels im Nord-Westen Europas wurden von Steffen näher untersucht. Dach führte eine GPS-Datenanalyse durch, um eine kinematische Lösung für die Eisströmungen auf den Antarktischen Gletschern zu erhalten, und bestätigte, dass die Auflösung von Phasenmehrdeutigkeiten zu höheren Genauigkeiten führt. Lidberg reprozessierte GPS-Daten des skandinavischen BIFROST-Projektes über einen Zeitraum von 13 Jahren für die Untersuchung von GIA in Skandinavien. Lee untersuchte, wie sich Altimeter(TOPEX, ENVISAT)-, GRACE-, und GPS-Daten als Randbedingungen für die Modellierung des Laurentia-GIA auswirken. Peltier befasste sich mit der rotatorischen Rückkopplung in GIA, den Love-Zahlen 2. Grades und »flüssigen« Love-Zahlen. Um genauere Aussagen treffen zu können, werden exaktere C21- und S21-Koeffizienten aus GRACE-Daten gebraucht. In diesem Zusammenhang berichtete Jansen über die Sensitivität der Massenbewegungen aus GRACE-, GPS- und Ozeandruck-Daten. Dabei geht es insbesondere um die Frage, welche Technik sensitiv auf welche Koeffizienten ist. Müller verglich Massenvariationen aus GRACE-Daten mit denen aus hydrologischen Modellen. Van der Waal verwendete GRACE-Daten und beschränkte sich auf deren zeitliche Änderungen, um die Korrelation mit dem GIA in Nord-Amerika zu bestimmen. Mäkinen untersuchte die Schwereänderungen und Krustenbewegungen in Dronning Maud Land, Antarktis. Hierfür wurden Absolutschweremessungen (2 μgal bei 1-sigma), GPS- und GRACE-Daten verwendet. Zerbini wertete GPS- und Schwere-Messungen aus, um Trends und Auflasteffekte auf die Erdkruste mit Modellen vergleichen zu können. Koohzare präsentierte die vertikale Krustenbewegung aus geodätischen Modellen über Kanada und präsentierte eine geophysikalische Interpretation mit Hilfe von Schwereänderungen. Ducarme untersuchte minutiös europäische Gezeitenbeobachtungen aus Schweremessungen, wobei er feststellte, dass für die Stationen Brüssel und Membach Probleme wegen der Modellierung der Ozeangezeitenauflast auftreten. Besonderes Augenmerk wurde deswegen auf die Kalibrierung dieser Messungen gelegt. Die Periode der FCN liegt zwischen 428.5 und 432 Tagen und Q bleibt unbestimmt.

Mehrere Vorträge widmeten sich der Krustenbewegung auf regionaler Ebene. So gab Shahar einen Einblick in die Situation um das Tote Meer, wobei er sich einer dynamischen Analyse bediente. Sodann berichtete Fernandes über die Verfeinerung des Modells der Azoren »triple junction«, das er aus GPS-Daten ableitete. Teferle untersuchte die arabische Plattenbewegung mittels eines GPS-Netzes in Saudi-Arabien, das aus 27 Stationen auf einer Fläche von $200 \times 200 \text{ km}^2$ besteht. Die Geschwindigkeiten werden relativ zum Geschwindigkeitsvektor der Station BAHR angegeben. Cummins leitete die Plattenbewegung und Deformationen aus 10 Jahren GPS-Messungen in Australien und dem Südpazifik ab: Tonga/Fiji/Vanuatu bewegen sich mit 8–10 mm pro Jahr relativ zur Australischen Platte.

Crossley berichtete über das internationale GGP (Global Geodynamics Project) und behandelte hauptsächlich hydrologische Einflüsse auf Messungen der hochgenauen supraleitenden Gravimeter. Poutanen schlug vor, ein Projekt DynaQlim zu initiieren: dieses Projekt soll die Dynamik des oberen Mantels behandeln sowie die quaternäre Klimateforschung vorantreiben.

5.4 Symposium GS004 – Positioning and Applications

Hansjörg Kutterer

Seit der Neustrukturierung der IAG im Jahre 2003 ist die IAG-Kommission 4 für das Themengebiet *Positioning and Applications* zuständig, das in mehrere Teilgebiete untergliedert ist. In der Periode 2003–2007 waren diese in fünf Sub-Commissions (*Multi-Sensor Systems, Applications of Geodesy in Engineering, GNSS Measurement of the Atmosphere, Applications of Satellite & Airborne Imaging Systems, NEXT Generation RTK*) und – teilweise in Zusammenarbeit mit anderen IAG-Organen – in vier Studiengruppen (*Pseudolite Applications in Positioning & Navigation, Statistics and Geometry in Mixed Integer Linear Models with Applications to GPS and InSAR, Ionospheric Modelling and Analysis, Use of GNSS for Reference Frames*) abgebildet.

Das von der IAG-Komm. 4 im Rahmen der IUGG 2007 in Perugia ausgerichtete Symposium GS004 war in drei Vortragsblöcke mit insgesamt 25 Vorträgen sowie in zwei Postersessionen mit insgesamt 64 Postern gegliedert. Organisiert wurde sie von dem scheidenden Präsidenten der IAG-Komm. 4, C. Rizos, und S. Verhagen, der neu gewählten Präsidentin. Aufgrund des Endes der Periode 2003–2007 wurde in verschiedenen Präsentationen über die Arbeit der einzelnen Gruppierungen innerhalb der IAG-Komm. 4 berichtet, während andere Vorträge und Poster auf fachliche Herausforderungen ausgerichtet waren.

Den ersten Vortragsblock (5.7.2007, Nachmittag) eröffnete C. Rizos mit dem Abschlussbericht der IAG-

Komm. 4. Dabei ging er zum einen auf die Stellung dieser Kommission neben den klassischen »drei Säulen der Geodäsie«, den Diensten und GGOS ein. Zum anderen hob er die geleistete Arbeit hervor, deren Erfolg auch an den Symposienreihen abzulesen ist, die regelmäßig in Zusammenarbeit mit Schwesterorganisationen wie der FIG und der ISPRS durchgeführt werden. Die restlichen Vorträge dieses Blocks waren Herausforderungen im Kontext der Globalen Navigations-Satellitensysteme (GNSS) gewidmet. Zunächst ging S. Verhagen auf aktuelle Fragestellungen zur Theorie der Mehrdeutigkeitslösung ein, wobei sie insbesondere den Akzeptanztest ansprach und Fragen zur Maximierung der Erfolgsrate und zur Modellvalidierung diskutierte. Anschließend betrachtete Y. Feng die Mehrdeutigkeitslösung bei Beobachtung von drei oder mehr Frequenzen. J. Cai untersuchte ein Optimalitätskriterium bei der Lösung im gemischt ganzzahlig-reellen, linearen Modell.

Die drei folgenden Vorträge waren Aspekten der stochastischen Modellierung bei GPS gewidmet. M. Santos gab in seinem Vortrag einen Überblick über mehrere Ansätze zur stochastischen Modellierung und sprach dabei auch Fünffach-Differenzen von Beobachtungen und die Formulierung empirischer Modelle an. H. Kutterer stellte ein statistisch strenges Verfahren vor, das Einflüsse auf GPS-Ergebnisse modelliert und schätzt, die durch verschiedene Softwarepakete oder Auswerter verursacht werden. Eine weitere Arbeit wurde von X. Luo präsentiert, bei der die Gewichtung von GPS-Beobachtungen auf Basis des Signal-Rausch-Verhältnisses vorgenommen wurde. Dabei wurde die Auswirkung auf die Mehrdeutigkeitslösung angesprochen. Im letzten Vortrag dieses Blocks referierte E. Menenes de Souza über eine Strategie zur Verminderung von Mehrwegeeffekten auf Basis von Wavelets.

Im zweiten Vortragsblock (6.7.2007) standen GPS- bzw. GNSS-Echtzeitanwendungen im Vordergrund. Mehrere Vorträge befassten sich mit *Precise Point Positioning* (PPP), wie z.B. S. Bisnath, der einen Überblick über das Thema gab, H. Landau, der Echtzeit-GNSS mit PPP verglich, R. Meyer, der PPP bei der Positionierung von Flugzeugen betrachtete, oder Q. Le, der die Verwendung globaler und regionaler ionosphärischer Karten bei Ein-Frequenz-PPP-Anwendungen vorstellt. Fragen zur Mehrdeutigkeitslösung wurden von M. Ge und Y. Gao behandelt. Daneben stellte G. Weber den Stand bei der Schätzung und Bereitstellung von GNSS-Uhrkorrekturparametern unter Verwendung des NTRIP-Standards (*Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*) vor.

Der letzte Vortragsblock des Symposiums GS004 war der Radarinterferometrie (InSAR) gewidmet. Hier gab zunächst A. Ferretti einen Überblick über den Stand bei der Permanent-Scatterer-Interferometrie. Die folgenden Vorträge von A. Piyush und X. Ding waren mit Fragen zu Signalmodellen und Filteraufgaben befasst. M. Chang

referierte über die differentielle Anwendung der Radarinterferometrie (DInSAR). Weitere Vorträge zum DInSAR gestalteten die restliche Session. So berichtete D. Sandwell über das ALOS-PALSAR-Projekt, Z. Li über die Anwendung beim Bam-Erdbeben im Iran im Jahre 2003, Y. Wen über die Erfassung der Änderung von Stress infolge eines Erdbebens in Tibet sowie A. Ng über die Detektion von Landensenkungen in Australien.

Die in den beiden Postersessions (5./6.7.2007) behandelten Themen reflektierten recht gut die drei Vortragsblöcke, umfassten aber auch weitere Felder. Aus der Fülle an Präsentationen seien verschiedene Poster hervorgehoben. So wurde hier der Bericht zur *Sub-Commission 4.2 (Applications of Geodesy in Engineering)* präsentiert. Thematisch zuzuordnen sind die Poster von G. Retscher (Fußgänger-Navigation), D. Grejner-Brzezinska (Indoor-Navigation), M. Haberler-Weber (Multiskalige Daten bei der Überwachung von Hangrutschungen) und A. Reiterer (Analyse von Bilddaten unter Nutzung von Methoden der künstlichen Intelligenz). Die Berichte der *Sub-Commissions 4.3 (GNSS Measurement of the Atmosphere)* und *4.4 (Applications of Satellite & Airborne Imaging Systems)* wurden ebenfalls in Form von Postern gegeben (S. Skone, X. Ding). Der erstgenannten sind mehrere Poster zuzuordnen, die im folgenden Absatz genannt werden, der zweitgenannten Arbeiten wie z.B. von P. Patel oder J. Leighton. Insgesamt ist festzuhalten, dass die Radarinterferometrie ein hohes Potenzial für geodätische Fragestellungen bietet – auch in Kombination mit GPS, jedoch noch nicht arriviert ist.

Mehrere Poster waren GNSS-Referenznetzen gewidmet (A. Dodson, E. Brockmann, X. Meng), auch im Hinblick auf virtuelle Referenzstationen (M. Sejas, L. Lizhi). Eine Reihe von Postern befasste sich mit der atmosphärischen Modellierung, wie z.B. S. Costa, A. Meza, J. Wang oder A. Krankowski zur Ionosphäre, J. Monico und P. Smythe zur Troposphäre sowie S. Schön zur Modellierung atmosphärisch-induzierter physikalischer Korrelationen. Das Thema PPP wurde auch in den Postern wieder aufgenommen (F. Perosanz, N. Teferle). Nicht zuletzt durch die aktuellen Schwerefeldmissionen ist nach wie vor die Bestimmung von Satellitenbahnen auf Basis von GPS von Interesse; das Poster von H. Bock befasste sich mit der schnellen Schätzung von GPS-Uhrkorrekturparametern. Neben mehreren bereits genannten Postern gab es Arbeiten, die mit der Modellierung und Verminderung von Fehlern bei GPS befasst waren, so z.B. R. Haas (hydrologische Effekte) oder E. Cuneyt (robuste Schätzverfahren).

Insgesamt ist zu sagen, dass die im Vergleich zu den anderen IAG-Kommissionen recht große thematische Breite (und die damit verbundene Heterogenität) der IAG-Komm. 4 durch die Vorträge und die Poster recht gut wiedergegeben wurde. Dadurch ist es nicht einfach, summarische Fazits zu ziehen. Vielmehr sind verschiedene Schwerpunkte im GNSS-Kontext zu erkennen wie z.B. das PPP, insbesondere in kinematischer Anwendung, die mit Sicherheit in den nächsten Jahren noch intensiver

untersucht werden. Der Vorsitz von S. Verhagen wird theoretische Arbeiten stärker betonen, wobei die Anwendung von raumgeodätischen (GPS, InSAR) und anderen, auch neuartigen Verfahren künftig ein zentrales Thema der IAG-Komm. 4 sein wird.

5.5 Symposium GS005 – The Global Geodetic Observation System (GGOS)

Markus Rothacher

Anhand von Naturkatastrophen erkennt man leicht, dass unser Verständnis des komplexen Systems »Erde« und die Mittel, die wir zur Verfügung haben, um potentiell verheerende Ereignisse zeitnah zu detektieren, eher bescheiden sind. Daher ist es eine der dringlichsten Herausforderungen unserer Zeit, tiefere Einsicht in die Prozesse und Interaktionen im System Erde zu erlangen. Die detaillierte und genaue Erdbeobachtung ist fundamental für dieses bessere Verständnis, und die globale echtzeitnahe Überwachung von Vorgängen und Ereignissen im System Erde ist für eine stetig wachsende Zahl von Ländern von immer zentralerer Bedeutung. Dies ersieht man unter anderem an den intensiven Bemühungen der *Group on Earth Observation* (GEO), der nun mehr als 120 Länder und Institutionen angehören, ein *Global Earth Observing System of Systems* (GEOSS) aufzubauen, siehe hierzu auch Abschnitt 3.3. Das *Global Geodetic Observing System* (GGOS) wurde von der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG) in diesem Kontext als der Beitrag der Geodäsie zu einem globalen Erdbeobachtungssystem etabliert. Basierend auf die IAG-Dienste stellt GGOS insbesondere die metrologische Basis und die Referenzsysteme für sämtliche Erdbeobachtungssysteme bereit und unterhält sie. Anlässlich der IUGG/IAG-Generalversammlung 2007 in Perugia wurde GGOS von einem Projekt in eine offizielle, permanente Komponente der IAG umgewandelt. GGOS hat damit nun denselben Status wie die IAG-Dienste und Kommissionen. GGOS kann als ein Dach für die IAG-Dienste betrachtet werden, die ihre Produkte aus den Daten der geodätischen Weltraumverfahren (VLBI, SLR/LLR, GNSS, DORIS), der Altimetrie, aus InSAR-Bildern, den Schwerefeldmissionen und aus diversen in-situ-Daten auf der Erde und im Weltraum gewinnen. Diese Daten ermöglichen das Erfassen und die Überwachung des Systems Erde mit einer noch nie da gewesenen relativen Genauigkeit von 10^{-9} .

Das Symposium GS005 konzentrierte sich auf Themen, die für GGOS von besonderer Bedeutung sind: dem Design des zukünftigen GGOS (Beobachtungsnetze, Kommunikation, Datenportale, innovative Beobachtungstechnologien und Analysemethoden, neue Satellitenmissionen, Frühwarnsysteme, ...), der Kombination der verschiedenen geodätischen weltraum- und bodengestützten

Beobachtungsverfahren unter Berücksichtigung einheitlicher Standards für die Modellierung und Parametrisierung aller Beobachtungstechniken, der Integration der Modelle für die Deformation der Erde, die Variationen in der Erdrotation und die zeitlichen Änderungen des Schwerefeldes, der Untersuchung von Massentransport-Phänomenen im System Erde und deren Beobachtung und Modellierung sowie der Fortschritte der IAG-Dienste in Richtung auf ein GGOS.

Das Symposium GS005 fand am Vormittag des 4. Juli 2007 statt und umfasste elf Vorträge und 13 Poster, die sehr unterschiedliche und äußerst interessante Aspekte aufzeigten. Die Hauptbeiträge umfassten insbesondere die folgenden Punkte:

- die Simulation und das Design der zukünftigen Beobachtungsnetze (z.B. Pavlis et al., Wresnik et al., Ihde et al.) sowie von zukünftigen Portalen (Richter et al., Delefie et al.);
- erste Entwicklungen und Untersuchungen für die Kombination von Deformation, Schwerefeld- und Erdrotationsänderungen (z.B. Gross, Heiker et al.);
- die Integration der verschiedenen Beobachtungstechniken mit gemeinsamen Standards und übergreifender Modellierung (Thaller et al., Dobslaw et al.), z.B. auch GPS und Gravimetrie (Plag et al.), VLBI und Ringlaser (Mendes et al.), Atmosphärenmodelle (Böhm et al., Todorova et al.);
- es gibt jetzt wesentlich mehr Beiträge zum Schwerefeld und dessen Beitrag zu GGOS: die Rolle des *International Gravity Field Service* (Forsberg et al.), die Bedeutung von Absolut- und supraleitenden Gravimetern für GGOS (Crossley & Hinderer, Plag et al.);
- regionale Multisensor-Netze werden immer wichtiger, da GGOS viel von solchen regionalen Entwicklungen lernen kann und umgekehrt (z.B. Datenfluss, Standards, Integrationskonzepte). Beispiele sind u.a. *Earthscope* (Anderson et al.), das *European Combined Geodetic Network* (ECGN) und das *Nordic Geodetic Observing System* (NGOS: Poutanen et al.).

Es hat sich gezeigt, dass allerdings auch noch Lücken existieren. So gab es beispielsweise wenig Beiträge zum wichtigen Thema der Kombination von Altimetrie-Messungen und von Fernerkundungsdaten (InSAR) mit anderen Techniken (*International Altimetry Service*: Bosch et al.) und zum Themenbereich neuer Beobachtungstechnologien (VLBI2010: Behrend et al.) und Satellitenmissionen, die für die Aufrechterhaltung und die Weiterentwicklung von GGOS essentiell sind.

5.6 Symposium ICCT – Inter-Commission Committee on Theory

Bernhard Heck

Aufgabe des zwischen den fünf IAG-Kommissionen angesiedelten *Inter-Commission Committee on Theory* (ICCT), das aus der bis 2003 bestehenden IAG-Section IV – *General Theory and Methodology* – hervorging, ist die theoretische Durchdringung geodätischer Probleme und deren Lösung auf allgemeinem methodischen Niveau. Die in den Arbeitsgruppen des ICCT durchgeführten Arbeiten stehen deshalb in enger Beziehung zu den Themenbereichen der fünf Kommissionen. Im Rahmen einer Arbeitssitzung, die der ICCT-Vizepräsident A. Dermanis (Griechenland) in Vertretung des Präsidenten P. Xu leitete, wurden die in den Jahren 2003–2007 bearbeiteten Themen und die erhaltenen Ergebnisse vorgestellt.

Die Sitzung des ICCT wurde durch zwei rückblickende Beiträge von H. Moritz und E. Grafarend eingeleitet. Während H. Moritz die allgemeine Entwicklung der theoretischen Geodäsie und ihre Eingliederung in die Struktur der IAG umriss, ging E. Grafarend beispielhaft auf zwei wesentliche Themenbereiche ein, die die geodätische Methodenlehre im letzten Jahrzehnt stark beeinflussten: die ellipsoidische Approximation bei der Behandlung geodätischer Aufgaben und die Modellierung mittels der allgemeinen und speziellen Relativitätstheorie.

In einem zweiten Themenblock wurden zunächst von A. Dermanis die Aufgaben des ICCT in der neuen IAG-Struktur sowie dessen Verbindung zu den IAG-Kommissionen und IAG-Diensten aufgezeigt, bevor diese in weiteren Beiträgen vertieft wurden. Der Bezug zu Kommission 1 lag im Wesentlichen in der Analyse und Weiterentwicklung der Modelle, die bei der Auswertung geodätischer Raumbeobachtungen (SLR, VLBI usw.) verwendet werden. Z. Altamimi stellte die aktuellen theoretischen Probleme bei der Definition und Bearbeitung geodätischer Referenzsysteme heraus, insbesondere die Kombination verschiedener Beobachtungstechniken, die Unterscheidung zwischen tatsächlichen und scheinbaren, durch Deformationen hervorgerufenen Bewegungen und die Eingliederung regionaler Referenznetze in einen globalen Referenzrahmen. G. Beutler unterstrich die Bedeutung der hochgenauen Berechnung von Satellitenbahnen sowie der Modellierung gravitativer und nicht-gravitativer Kräfte. Theoriebezogene Forschungsthemen der Kommission 2 wurden von N. Sneeuw umrissen; während in den letzten Jahren die Verbesserung der Bahntheorie und die Beschreibung der Gezeitenwirkungen im Vordergrund standen, wird künftig die Darstellung und mathematische Beschreibung des zeitabhängigen Schwerefeldes immer wichtiger werden. Neben neuen Anwendungen aus satellitengestützten Schwerefeldmissionen spielt die hochgenaue Lösung geodätischer Randwertprobleme

im Zusammenhang mit der Kombination geometrischer und physikalischer Höhen eine entscheidende Rolle. V. Dehant beschrieb die Verbindungen des ICCT zur Kommission 3 und hob insbesondere die Theorie der Edgezeiten, die Interpretation und Entwicklung von Modellen der Erdkrustendeforrmationen sowie den globalen Massentransport auf dem Hintergrund geophysikalischer Fluide heraus; enge Bezüge gibt es ferner zu dem in der Kommission 3 angesiedelten GGP (*Global Geodynamics Project*) und dem WEGENER-Projekt. Im Rahmen des von der Kommission 4 veranstalteten GS004-Symposiums (s. Kapitel 5.4) war eine Sitzung den aktuellen theoretischen Herausforderungen im Bezug auf die hochgenaue Positionsbestimmung gewidmet, deren Themen und Ergebnisse von S. Verhagen zusammengefasst wurden.

Schwerpunkte waren u.a. die Beurteilung der Integrität bei der GNSS-Positionsbestimmung, die Festsetzung von Phasenmehrdeutigkeiten bei GNSS- und InSAR-Analysen, die Verringerung von Fehlerquellen und die Verbesserung der stochastischen Modelle.

Im dritten Teil der Sitzung wurden die Ergebnisse verschiedener Arbeitsgruppen des ICCT vorgestellt. N. Sneeuw präsentierte zunächst die von der ICCT-Arbeitsgruppe *Inverse Problems and Global Optimization* durchgeföhrten Arbeiten, die ein verbessertes Verständnis der Natur inverser und schlecht gestellter Probleme zum Ziel hatten. Anschließend ging er auf die Ergebnisse der gemeinsam mit den Kommissionen 1 und 2 betriebenen *Inter-Commission Working Group Satellite Gravity Theory* ein. Zentrale Themen waren die Methodik der Schwerefeldbestimmung aus Satellitendaten, die mathematische Darstellung der stationären und zeitabhängigen Anteile des Gravitationsfeldes und neue Ansätze der Satellitenbahndynamik; viele dieser Ergebnisse sind in einem Sonderheft der Zeitschrift *Journal of Geodesy* publiziert worden. Hinsichtlich der Fortsetzung der Arbeiten in einer zweiten Phase empfahl N. Sneeuw, den Schwerpunkt auf das Problem der räumlich-zeitlichen Verteilung der Datenpunkte, die Trennung verschiedener Quellen im zeitvariablen Schwerefeld und auf vereinheitlichte Verfahren der geodätischen Modellierung zu legen. C. Tscheiring wies in seinem Bericht zu den Aktivitäten der *Inter-Commission Study Group Aliasing in Gravity Field Modelling* (gemeinsam mit Kommission 2) darauf hin, dass nicht nur Kugelfunktionsentwicklungen, sondern auch regionale Schwerefeldmodelle auf der Grundlage von Fourierreihen Aliasing-Effekten ausgesetzt sind. Schließlich fasste A. Dermanis die Ergebnisse der nicht direkt bei der Sitzung vertretenen Arbeitsgruppen des ICCT zusammen.

In seinem Schlusswort stellte N. Sneeuw, der für den Zeitraum 2007–2011 ernannte neue Präsident des ICCT, seine Ideen und Visionen für die Struktur und thematische Ausrichtung des ICCT in der nächsten Vierjahresperiode



Impressionen aus Perugia

vor. Im Mittelpunkt der geplanten Arbeiten stehen Verfahren der Zeitreihenanalyse, stochastische und nicht-stochastische Methoden der Qualitätsanalyse sowie die Kombination zeitlicher Schwerefeldänderungen und Deformationsmaße im Rahmen inverser Probleme. Das ICCT beabsichtigt ferner eine Sommerschule sowie das nächste Hotine-Marussi-Symposium zu veranstalten und an den geplanten Symposien der Kommissionen mitzuwirken.

6 Resolutionen der IUGG und der IAG

Helmut Hornik (Zusammenstellung und Übersetzung)

6.1 Resolutionen der IUGG

Resolution 1: Präzession, Terminologie und Definition der TDB (Dynamische Baryzentrische Zeit – Temps Dynamique Barycentrique)

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik

zieht in Betracht,

- dass die IUGG 2003 die von der Internationalen Astronomischen Union (IAU) im Jahr 2000 beschlossenen Resolutionen bezüglich Referenzsystemen übernommen hat und
- dass die IAU 2006 drei Resolutionen übernommen hat, die die früheren Resolutionen der IAU von 2000 und der IUGG von 2003 ergänzen;

anerkennt

- die Bedeutung von Bezugssystemen, Erdorientierung und Zeitsystemen für die Gesamtheit der Geowissenschaften;

stimmt zu

- der 2006 von der IAU gefassten Resolution B1, die feststellt, dass das Präzessionsmodel der IAU von 2000 dynamisch nicht konsistent war, und empfiehlt, dieses durch das Präzessionsmodel P03 zu ersetzen;
- der 2006 von der IAU gefassten Resolution B2, die, in einem ersten Teil, sich mit der Terminologie der intermediären Bezugssysteme befasst, während in einem zweiten Teil die Orientierung der Achsen des zälestischen Bezugssystems »Baryzentrisches Zälestisches Bezugssystem (BCRS)« und des »Geozentrischen Zälestischen Bezugssystems (GCRS)« festgelegt wird und
- der 2006 von der IAU gefassten Resolution B3, die die Anwendung einer festgelegten linearen Beziehung zwischen der Dynamischen Baryzentrischen Zeit (TDB) und der Baryzentrischen Koordinatenzeit (TCB) empfiehlt und die Mehrdeutigkeit zwischen diesen Zeitsystemen löst.

Resolution 2: Geozentrisches und Internationales Terrestrische Referenzsystem (GTRS und ITRS)

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik

zieht in Betracht

- die zunehmende Bedeutung geodätischer Bezugssysteme für die Geowissenschaften und allgemein für zahlreiche wissenschaftliche und technische Aktivitäten wie z.B. Satellitennavigationssysteme und Geoinformation;

nimmt zur Kenntnis

- Resolution 2 der IUGG und Resolution 1 der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG), die beide 1991 auf der XX. Generalversammlung der IUGG in Wien angenommen wurden und die das konventionelle terrestrische Referenzsysteme (*Conventional Terrestrial Reference System, CTRS*) definierten;

anerkennt

- die Bedeutung der Arbeit verschiedener IAG-Dienste (IERS, IGS, ILRS, IVS, IDS), um diese Systeme zu realisieren sowie den zahlreichen Nutzern innerhalb und außerhalb der geowissenschaftlichen Gemeinschaft Zugang dazu zu verschaffen;

stimmt zu

- der Definition eines Geozentrischen Terrestrischen Referenzsystems (*Geocentric Terrestrial Reference System, GTRS*) in Übereinstimmung mit IAU-Resolution B1.3 von 2003;
- der Definition des Internationalen Terrestrischen Bezugssystems (*International Terrestrial Reference System, ITRS*) als des spezifischen GTRS, dessen Orientierung operationell in Zusammenhang mit früheren

internationalen Übereinkünften (BIH-Orientierung) aufrechterhalten wird;

anerkennt

- das ITRS als das bevorzugte GTRS für wissenschaftliche und technische Anwendungen und

fordert dazu auf,

- dass andere Gemeinschaften wie die für Geoinformation und Navigation zuständigen Gruppierungen sich dem anschließen.

Resolution 3: Globales Geodätisches Beobachtungssystem (Global Geodetic Observing System, GGOS) der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG)

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik

anerkennt

- den während der letzten Jahrzehnte beträchtlichen Fortschritt in der Anwendung von Raum- und bodenbasierten Techniken zur Überwachung des Systems Erde und die Anstrengungen für die Integration geodätischer Beobachtungsverfahren, Datenprozessierung sowie Auswertung und Verfahrensmodellierung;
- den beachtlichen Fortschritt des IAG-Projekts »Integriertes Globales Geodätisches Beobachtungssystem (*Integrated Global Geodetic Observing System, IGGOS*)« seit 2003, das 2005 in Globales Geodätisches Beobachtungssystem (*Global Geodetic Observing System, GGOS*) umbenannt wurde;
- dass die IAG in der Gruppierung für die Beobachtung der Erde (Group on Earth Observation, GEO) durch GGOS vertreten ist;
- den dringenden Bedarf nach weiterer Entwicklungsarbeit und Verstärkung wissenschaftlicher und organisatorischer Zusammenarbeit der Geodäsie innerhalb der Geowissenschaften und
- den Bedarf, konsistente Produkte zu generieren und Nutzern aus den Bereichen Erdbeobachtung, Erdwissenschaften, aus Nachbardisziplinen und der Wissenschaft im allgemeinen den Zugang zu ermöglichen;

zieht in Betracht,

- dass die IAG angesichts des Fortschritts des GGOS entschieden hat, dessen Status von einem Projekt zu einem vollwertigen Bestandteil der IAG anzuheben, um damit Resolution No. 1 der XXII. IUGG-Generalversammlung 1999 in Birmingham und IUGG-Resolution No. 3 der XXIII. IUGG-Generalversammlung 2003 in Sapporo weiter zu erfüllen;

stellt fest,

- dass die neue Struktur der IAG sich in der Bezeichnung des GGOS als permanenter Bestandteil widerspiegelt;

fordert dazu auf,

- dass finanzierte Organisationen und Institutionen ihre Unterstützung der Teilbereiche von GGOS fortsetzen, die für die Fortführung der Langzeitbeobachtung und für das Verständnis des Systems Erde entscheidend ist und

ruft dazu auf,

- dass die Assoziationen der IUGG die weitere Entwicklung von GGOS durch Teilnahme und Kooperation weiterhin unterstützen, indem sie mit für das GGOS nützlichen Daten, Modellen, Produkten und Fachwissen beitragen sowie enge Verbindungen zu GGOS durch die entsprechenden Teile ihrer Struktur herstellen und über Symposien, Meetings und gemeinsame Aktivitäten ihren Beitrag zu leisten.

Resolution 4: Elektronisches Geophysikalisches Jahr, 2007–2008 (Electronic Geophysical Year, eGY) und Datensicherung

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik

nimmt zur Kenntnis

- die Möglichkeiten moderner Informations- und Kommunikationstechniken, die die Wissenschaft und Verwaltung von Daten und Informationen von Grund auf umgestalten;
- die zunehmende Erkenntnis des Bedarfs und des Nutzens gemeinschaftlicher wissenschaftlicher Information;
- den dringenden Bedarf nach Sicherstellung und Speicherung von Datenbeständen, deren Bestand bedroht ist und
- dass 2007–2008 die 50. Wiederkehr des Internationalen Geophysikalischen Jahres ansteht, das für das Konzept der internationalen Zusammenarbeit und des Austausches von Daten und Informationen über die Erde zugunsten der Allgemeinheit den Weg bahnte;

fordert dazu auf,

- dass die Geldgeber alle Bemühungen zur Sicherstellung wertvoller historischer Datenbestände unterstützen und

ruft dazu auf,

- dass Wissenschaftler und ihre wissenschaftlichen Organisationen weltweit anlässlich des Elektronischen Geophysikalischen Jahres 2007–2008 Anstrengungen unternehmen, den Zugang zu Daten, die Datenhaltung, die Datenoffenlegung, die Datenfreigabe sowie die Ausbildung und Öffentlichkeitsarbeit zu verbessern, digitale Trennlinien abzubauen, und die »Deklaration² für eine gemeinschaftliche Verfügung über die Infor-

mationen der Erd- und Raumwissenschaften« des eGY zu unterzeichnen.

Resolution 5: Ionosphären-Satelliten

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik

nimmt zur Kenntnis

- die Möglichkeiten niedrig fliegender Satelliten, um die Oberseite der Ionosphäre räumlich und zeitlich zu überwachen sowie die erdnahen Umgebung zu bestimmen;

anerkennt,

- dass lange Zeitreihen von Satellitenbeobachtungen magnetischer/elektrischer Felder und Plasmen in der Ionosphäre der Erde für einen breiten Bereich geophysikalischer und raumwissenschaftlicher Studien ausschlaggebend sind;
- die Einzigartigkeit des im Äquator umlaufenden Satelliten ESPERIA der italienischen Raumfahrtbehörde;

erkennt

- dass die Mission DEMETER mit dem Jahr 2008 zu Ende gehen wird und

begrüßt

- die Pläne mehrerer Nationen, Satellitenmissionen zu Überwachung der Ionosphäre zu starten.

Resolution 6: Die dringliche Notwendigkeit der Beschäftigung mit dem Klimawandel

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik

zieht in Betracht

- den durch gemeinschaftliche internationale, nationale und regionale Beobachtungen und Forschungsprogramme erzielten Fortschritt im wissenschaftlichen Verständnis des Systems Erde;
- die umfassenden und weithin akzeptierten und bestätigten wissenschaftlichen Einschätzungen des Zwischenstaatlichen Ausschusses zum Klimawandel (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) sowie nationaler und regionaler Gremien, die auf Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse eindeutig feststellen, dass anthropogene Aktivitäten die Hauptursache des derzeitigen Klimawandels darstellen;

erkennt,

- dass der fortwährende Verlust auf die Verbrennung fossiler Brennstoffe als weltweite Hauptenergiequelle zu wesentlich höheren atmosphärischen Konzentrationen von Treibhausgasen führen wird, die wiederum eine signifikante Erhöhung der Oberflächentempera-

2 www.egy.org/declaration.html

tur, des Meeresspiegels, des Salzgehalts der Ozeane und der damit verbundenen Folgen für die Umwelt und die Gesellschaft nach sich ziehen;

- dass die Stabilisierung des Klimas zur Vermeidung der in der UN-Rahmenkonvention zum Klimawandel genannten »gefährlichen anthropogenen Störungen des Klimasystems« bedeutende Verringerungen der Emission von Treibhausgasen im 21. Jahrhundert erfordern wird und
- dass eine Abschwächung des Klimawandels bzw. eine Anpassung daran durch eine Verminderung der Ungewissheiten über Rückkopplungen und die damit verbundenen Mechanismen nachhaltig möglich ist;

fordert auf,

- dass die Nationen gemeinschaftlich damit beginnen, die weltweite Emission von Treibhausgasen und absorbierenden Aerosolen in die Atmosphäre deutlich zu verringern mit dem Ziel, ihre Anreicherung in der Atmosphäre schnellstens zum Stillstand zu bringen und ihre Menge auf dem niedrigst möglichen Wert zu halten;
- dass nationale und internationale Behörden umfassende Beobachtungs- und Forschungsprogramme hinreichend unterstützen, die die Dringlichkeit und den Umfang der notwendigen Abschwächung des Klimawandels klären und die Anpassung an seine Auswirkungen fördern könnten;
- dass Manager von Ressourcen, mit Planungen befasste Personen sowie Leiter öffentlicher und privater Organisationen das Wissen über derzeit stattfindende und zu erwartende Klimänderungen und deren Auswirkungen in ihre Entscheidungen einbeziehen mit dem Ziel, Emissionen zu begrenzen, die negativen Folgen des Klimawandels zu verringern sowie die Anpassung, das öffentliche Wohl, die Sicherheit und die wirtschaftliche Vitalität zu erhöhen und
- dass Organisationen weltweit sich der IUGG und ihren Mitgliedsassoziationen anschließen, um Wissenschaftler dazu anzuhalten, sich frei und auf breiter Basis mit öffentlichen und privaten Entscheidungsträgern auszutauschen über die Folgen und Risiken des stattfindenden Klimawandels und über mögliche Maßnahmen sowie die Anpassung daran zu fördern und

beschließt,

- mit ihren Mitgliedsassoziationen einen umfassenden Kommunikations- und Öffentlichkeitsplan zu erarbeiten und auszuführen, um das allgemeine Verständnis der Natur und der Auswirkungen anthropogener Einflüsse auf das System Erde zu verbessern mit dem Ziel, schädliche Folgen zu vermindern.

Resolution 7: Intensivierte Untersuchungen der Verunreinigung des Niederschlags durch Aerosole

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik

begrüßt

- den umfassenden und begutachteten Bericht über den Einfluss der Verunreinigung des Niederschlags durch Aerosole (*Aerosol Pollution Impact on Precipitation, a Scientific Review*) als wissenschaftlichen Überblick, der eine eingehende Untersuchung über den Zusammenhang zwischen Verunreinigung durch Aerosole und Niederschlag enthält. Der Bericht wurde durch die XXII. Generalversammlung der IUGG 2003 in Sapporo sowie den WMO³-Kongress CgXIV in Genua in Auftrag gegeben und von der Internationalen Gruppe für die wissenschaftliche Abschätzung von Aerosolen und Niederschlag (*Internationale Aerosol-Precipitation Scientific Assessment Group, IAPSAG*) zusammengestellt

zieht in Betracht,

- dass die aus der Verbrennung von Biomasse und fossiler Brennstoffe sowie Wildfeuer entstehende Verunreinigung durch Aerosole den Niederschlag und dessen Verteilung nachhaltig verändern kann;
- dass die entstehenden Veränderungen des Niederschlags von den Eigenschaften der Verunreinigung durch Aerosole sowie von den geographischen und meteorologischen Gegebenheiten abhängen;
- dass die Veränderungen und die Umverteilung des Niederschlags spürbare Einflüsse auf Gesellschaft und Wirtschaft haben und

nimmt zur Kenntnis,

- dass die Empfehlungen des oben erwähnten Überblicks Maßnahmen internationaler Gremien, einzelner Regierungen und der wissenschaftlichen Gemeinschaft allgemein erfordern;

lädt ein

- die WMO, sich mit der IUGG zusammenzuschließen und eine »Projektgruppe Aerosol-Niederschlag (*Aerosol-Precipitation Project Group*)« zu bilden mit dem Auftrag, die Empfehlungen des Überblicks in einen internationalen Aktionsplan umzusetzen;
- die WMO, zusammen mit der IUGG an die Organisation für Ernährung und Landwirtschaft (*Food and Agricultural Organization, FAO*) und andere internationale Organisationen heranzutreten mit der Bitte, sich den Bemühungen der IUGG/WMO anzuschließen und sich an den Planungen zu beteiligen;

³ WMO: World Meteorological Organisation

befürwortet,

- dass die IAMAS, die IAHS und andere Assoziationen der IUGG in Zusammenarbeit mit der WMO die Bemühungen fortsetzen, das Verständnis der Aerosol-Verschmutzung zu erhöhen mit dem Ziel, dem entgegenwirkende Maßnahmen zu entwickeln und
- dass die wissenschaftliche Gemeinschaft die unmittelbaren Auswirkungen der Aerosol-Verunreinigung auf den Niederschlag sowie auf globale und regionale Niederschlagsverhältnisse zu untersuchen.

Resolution 8: Verringerung der Risiken von Naturgefahren

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik

zieht in Betracht

- eine globale, regionale und lokale Zunahme der Verwundbarkeit und aller Änderungen der Umweltbedingungen einschließlich des Klimas und
- die stetige Zunahme von Schadensereignissen, der Zahl der davon betroffenen Menschen und von Sachschäden durch Naturereignisse;

erkennt,

- dass Veränderungen des Klimas auch bei einer Verringerung der Emissionen von Treibhausgasen in Zukunft anhalten werden;
- dass die Verringerung von Katastrophen, deren Management und Bereitschaft zu Maßnahmen sowie Warnsysteme langfristige Planungen benötigen und
- dass die Verringerung der Schadenswirkung von Katastrophen im wesentlichen auf lokaler Ebene zu bewerkstelligen ist;

fordert auf

- die internationale wissenschaftliche Gemeinschaft, Naturgefahren und extreme Ereignisse in allen Größenordnungen zu quantifizieren;
- einheitliche und umfassende interdisziplinäre Maßnahmen zur Entwicklung der Anpassung zu ergreifen, um damit die Verwundbarkeit zu verringern und
- ein Planungsinstrumentarium für die Verringerung der Katastrophengefahr in allen Größenordnungen zu schaffen.

Resolution 9: Dankresolution

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik

- bekundet dankbar ihre Wertschätzung für die Organisation, Vorbereitung und Gastfreundschaft zu ihrer XXIV. Generalversammlung. Im Namen aller Teilnehmer übermittelt die Versammlung ihren tiefen Dank an das italienische IUGG-Nationalkomitee, die Universität Perugia, das örtliche Organisationskomitee, das Pro-

grammkomitee sowie alle, die dazu beigetragen haben, die XXIV. Generalversammlung in der prächtigen Stadt Perugia zu einem wissenschaftlichen Erfolg zu gestalten.

6.2 Resolutionen der IAG

Resolution 1: Dank an die Institution, die das Zentralbüro betreute

Die Internationale Assoziation für Geodäsie

würdigt

- die Beherbergung des IAG-Zentralbüros durch das Niels-Bohr-Institut (NBI) der Universität Kopenhagen von 1996 bis 2007

und dankt

- dem NBI für seine hervorragende Unterstützung sowie
- den Assistenten des Generalsekretärs, Ole Andersen und
- den Sekretären Frau Henriette Hansen, Frau C. S. Petersen, Frau Anni Pallesen und Herrn E. Enemærke für ihre über Jahre hinweg geleistete hervorragende Arbeit.

Resolution 2: Installation von Laser-Retroreflektoren auf Satelliten für das Globale Satellitennavigationsystem (Global Navigation Satellite System – GNSS)

Die Internationale Assoziation für Geodäsie

nimmt zur Kenntnis

- den intensiven und zunehmenden Einsatz des Globalen Satellitennavigationssystems, GNSS, (d.h. des US-amerikanischen Globalen Positionierungssystems (*Global Positioning System – GPS*) und des russischen Globalen Navigations-Satelliten-Systems (*Globalnaja Navigacionnaja Sputnikovaja Sistema – GLONASS*) in den vergangenen 15 Jahren sowie den voraussichtlich zukünftigen Einsatz neuer GNSS (d.h. des europäischen Galileo und des chinesischen COMPASS);
- den für die Gesellschaft entstehenden Nutzen, der sich zunehmend durch die Einbindung geodätischer Raumbeobachtungen in das Globale Geodätische Beobachtungssystem (*Global Geodetic Observing System – GGOS*) einschließlich GNSS, *Satellite Laser Ranging (SLR)*, *Very Long Baseline Interferometry (VLBI)*, *Doppler Orbitography Radiopositioning Integration by Satellite (DORIS)* ergibt, und

**Impressionen aus Perugia**

- den maßgeblichen Beitrag durch die Integration dieser Verfahren zu den multidisziplinären wissenschaftlichen Fortschritten einschließlich der Einrichtung und Erhaltung eines genauen und stabilen terrestrischen Bezugssystems;

anerkennt

- die verbesserten Kalibrierungs- und Validierungsmöglichkeiten zwischen den einzelnen Verfahren, die für die anspruchsvolle geodätische Genauigkeit erforderlich ist, um ein hochgenaues Bezugssystem für Positionierung, Navigation, und Zeitbestimmung zu erhalten;
- die daraus resultierende Verbesserung unseres Verständnisses der Dynamik des Systems Erde, einschließlich Naturgefahren, Massentransporten im Eis und in den Ozeanen, atmosphärischen Prozessen und Variationen des Meeresspiegels und

empfiehlt,

- dass alle zukünftigen GNSS-Satelliten mit genauen Laser-Retroreflektorensystemen bestückt werden und
- dass eine sorgfältige Kalibrierung/Messung des Massenmittelpunktes des Retroreflektorensystems vor dem Satellitenstart am Boden vorgesehen wird.

7 Struktur der IUGG und IAG für den Zeitraum 2007–2011

Helmut Hornik (Zusammenstellung und Übersetzung)

7.1 Struktur der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG) für den Zeitraum 2007–2011⁴

■ Das Büro	
Präsident	Tom Beer (Australien)
Vizepräsidenten	Harsh K. Gupta (Indien), David Kerridge (Vereinigtes Königreich)
Schatzmeister	Aksel W. Hansen (Dänemark)
Generalsekretär	Alik Ismail-Zadeh (Deutsch- land)
Weitere Mitglieder des Exekutivkomitees	Yun-Tai Chen (China) Ali Tealeb (Ägypten) David Jackson (USA)
■ Das Finanzkomitee	Jan Krynski (Polen) Kyoshi Suyehiro (Japan) Juan Francisco Vilas (Argen- tinien) Czango Baag (Korea)
■ Die Assoziationen der IUGG	
- IACS (Internationale Assoziation für Kryosphären- forschung)	Georg Kaser (Österreich) gewählter Präsident ⁵ Ian Allison (Australien) Generalsekretär Manfred Lange (Deutschland)
- IAG (Internationale Assoziation für Geodäsie)	Michael Sideris (Kanada) Präsident Hermann Drewes (Deutsch- land) Generalsekretär
- IAGA (Internationale Assoziation für Geo- magnetismus und Aeronomie)	Egil Friis-Christensen (Däne- mark) Präsident Bengt Hultqvist (Schweden) Generalsekretär

⁴ Weitere Informationen über die IUGG sind unter www.iugg.org/ zu finden.

⁵ Bei manchen Assoziationen findet der Wechsel in der Präsidentschaft nicht im Turnus der IUGG-Generalversammlungen statt, sondern zu einem anderen Zeitpunkt. Der derzeitige Präsident wird dann durch den »gewählten Präsidenten« abgelöst.

- IAHS (Internationale Assoziation für Hydrologie)

Präsident	Arthur Askew (Schweiz/ Australien)
gewählter Präsident	Gordon Young (Kanada)
Generalsekretär	Pierre Hubert (Frankreich)
- IAMAS (Internationale Assoziation für Meteorologie und die Atmosphäre)

Präsident	Wu Guixiong (China)
Generalsekretär	Hans Volkert (Deutschland)
- IAPSO (Internationale Assoziation für die Physik der Ozeane)

Präsident	Lawrence Mysak (Kanada)
Generalsekretär	Johan Rodhe (Schweden)
- IASPEI (Internationale Assoziation für Seismologie und die Physik des Erdinnern)

Präsident	Wu Zhongliang (China)
Generalsekretär	Peter Suhadolc (Italien)
- IAVCEI (Internationale Assoziation für Vulkanologie und die Chemie des Erdinnern)

Präsident	Setsuya Nakada (Japan)
Generalsekretär	Joan Martí (Spanien)

■ Kommissionen der IUGG

- IUGG-Kommission für geophysikalische Risiken und Nachhaltigkeit (GeoRisk)

Präsident	Kuniyoshi Takeuchi (Japan)
Generalsekretär	Gerd Tetzlaff (Deutschland)
- IUGG-Kommission für Mathematische Geophysik (CMG)

Präsident	Dan Rothman (USA)
Generalsekretär	Claudia Pasquero (USA)
- IUGG-Kommission für die Untersuchung des tiefen Erdinneren (SEDI)

Präsident	Gauthier Hulot (Frankreich)
Generalsekretär	Michael Bergman (USA)

6 Weitere Angaben sind im »Geodesist's Handbook« (www.gfy.ku.dk/~iag/HB2004/newsum.htm), herausgegeben von der IAG, sowie unter www.gfy.ku.dk/~iag/addres.htm zu finden.

7.2 Struktur der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG) für den Zeitraum 2007–2011⁶

a) Personelle Zusammensetzung des IAG-Exekutivkomitees für den Zeitraum 2007–2011

- IAG-Büro

Präsident	M. G. Sideris (Kanada)
Vizepräsident	C. Rizos (Australien)
Generalsekretär	H. Drewes (Deutschland)
Altpresident 2003–2007	G. Beutler (Schweiz)
- Kommissionspräsidenten

Kommission 1: Bezugsrahmen	Z. Altamimi (Frankreich)
Kommission 2: Schwerefeld	Y. Fukuda (Japan)
Kommission 3: Erdrotation und Geodynamik	M. Bevis (USA)
Kommission 4: Positionierung und Anwendungen	S. Verhagen (Niederlande)
- Vorsitzender des Inter-Komissions-Komitees für Theorie (ICCT)

N. Sneeuw (Deutschland)

- Vorsitzender des Globalen Geodätischen Observationssystems (GGOS)

M. Rothacher (Deutschland)

- Präsident der Geschäftsstelle für Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

J. Adam (Ungarn)

- Repräsentanten der Wissenschaftlichen Dienste

S. Kenyon (USA)
R. Neilan (USA)
H. Schuh (Österreich)
- Zusätzliche Mitglieder

R. Wonnacott (Südafrika)
K. Heki (Japan)
- IAG Amtssitz

IAG Office	Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut (DGFI), München
Generalsekretär	H. Drewes (Deutschland)
Assistent des Generalsekretärs	H. Hornik (Deutschland)
- Journal of Geodesy

Chefredakteur	R. Klees (Niederlande)
---------------	------------------------

d) Kommissionen und ihre Unterstrukturen**■ Kommission 1: Bezugsrahmen**

Präsident: Z. Altamimi (Frankreich)
Vizepräsident: M. Craymer (Kanada)

Sub-Kommissionen (SC)⁷

- SC1.1: Koordinierung von Raumverfahren
Präsident: M. Rothacher (Deutschland)
- SC1.2: Globale Bezugsrahmen
Präsident: C. Boucher (Frankreich)
- SC1.3: Regionale Bezugsrahmen
Präsident: J. Torres (Portugal)
- SC1.3a: Europa
Leitung: J. Ihde (Deutschland)
- SC1.3b: Süd- und Zentral Amerika
Leitung: C. Brunini (Argentinien)
- SC1.3c: Nord-Amerika
Leitung: R. Snay (USA), M. Craymer (Kanada)
- SC1.3d: Afrika
Leitung: R. Wonnacott (Südafrika)
- SC1.3e: Asien-Pazifik
Leitung: S. Matsuzaka (Japan)
- SC1.3f: Antarktis
Leitung: R. Dietrich (Deutschland)
- SC1.4: Interaktion Zälestischer und Terrestrischer Bezugsrahmen
Präsident: H. Schuh (Österreich)

Inter-Kommissions-Projekte (IC-P)

- IC-P 1.2: Vertikale Bezugsrahmen
(in Zusammenarbeit mit Kommission 2 und IGFS)
Vorsitz: J. Ihde (Deutschland)

Inter-Kommissions-Arbeitsgruppen (IC-WG)

- IC-WG 1.1: Auflasten durch Umwelteinflüsse:
Modellierung von Bezugsrahmen und Anwendungen
für Positionierung (in Zusammenarbeit mit
Kommission 4 und IERS)
Vorsitz: T. van Dam (Luxemburg), J. Ray (USA)
- IC-WG 1.2: Genaue Bahnbestimmung und Definition
der Bezugsrahmen (in Zusammenarbeit mit
Kommission 2)
Vorsitz: F. Lemoine (USA)
- IC-WG 1.3: Konzepte und Terminologie für
geodätische Bezugssysteme
Vorsitz: C. Boucher (Frankreich)

- IC-WG 1.4: Stationseinmessungen und Ko-Lokationen
(in Zusammenarbeit mit IERS)
Vorsitz: G. Johnston (Australien)

■ Kommission 2: Schwerefeld

Präsident: Y. Fukuda (Japan)
Vizepräsident: P. Visser (Niederlande)

Sub-Kommissionen (SC)

- SC2.1: Gravimetrie und Schwerenetze
Präsident: L. F. Vitushkin (BIPM, Frankreich)
- SC2.2: Räumliches und zeitliches Schwerefeld und
Geoidmodellierung
Präsident: M. Vermeer (Finnland)
- SC2.3: Dediizierte Satelliten-Schwerefeldmissionen
Präsident: R. Pail (Österreich)
- SC2.4: Regionale Geoidbestimmung
Präsident: U. Marti (Schweiz)

Kommissions-Projekte (CP)

- CP2.1: Schwere und Geoid in Europa
Vorsitz: H. Denker (Deutschland)
- CP2.3: Geoid in Afrika
Vorsitz: H. Abd-Elmotaal (Ägypten)
- CP2.4: Geoid in der Antarktis
Vorsitz: M. Scheinert (Deutschland)
- CP2.5: Geoid in Südamerika
Vorsitz: D. Blitzkow (Brasilien)
- CP2.5: Geoid in Südasien
Vorsitz: B. Kersley (Australien)
- CP2.6: Schwere in Südamerika
Vorsitz: M. C. Pacino (Argentinien)

Studiengruppen (SG)

- SG2.1: Vergleiche von Absolutgravimetern
Vorsitz: L. F. Vitushkin (BIPM, Frankreich)
- SG2.2: Hochauflösende Vorwärtsmodellierung der
Schwere für verbesserte Ergebnisse der Satelliten-
Schwerefeldmissionen
Vorsitz: M. Kuhn (Australien)

Inter-Kommissions-Arbeitsgruppen (IC-WG)

- IC-WG 2.1: Absolutschweremessung
(in Zusammenarbeit mit IGFS)
Vorsitz: H. Wilmes (Deutschland)
- IC-WG 2.2: Evaluierung globaler Erdschwerefeld-
modelle (in Zusammenarbeit mit IGFS)
Vorsitz: J. Huang (Kanada)

⁷ Bei der Nummerierung gibt die Ziffer vor dem Punkt die betreffende Kommission an, die Ziffer(n) nach dem Punkt steht/ stehen fortlaufend innerhalb für jede Gruppe (SC, CP, SG, WG). SG und WG bestehen in der Regel nur für eine Legislaturperiode (= vier Jahre), folgende werden weiter gezählt. Dadurch muss eine Zählung nicht mit 1 beginnen, ebenso können Lücken in der Zählung bestehen. Bei Gruppierungen, die mehreren Kommissionen oder Diensten angehören (IC-SG, IC-WG), wird generell fortlaufend gezählt.

■ **Kommission 3: Erdrotation und Geodynamik**

Präsident: M. Bevis (USA)
Vizepräsident: R. Gross (USA)

Sub-Kommissionen (SC)

- SC 3.1: Erdrotation und Erdgezeiten
Präsident: G. Jentzsch (Deutschland)
- SC 3.2: Tektonische Deformationen
Präsident: M. Poutanen (Finnland)
- SC 3.3: Geophysikalische Fluide
Präsident: A. Brzezinski (Polen)
- SC 3.4: Änderungen der Kryosphäre und Deformation der Erde
Präsident: J. Davis (USA)

Inter-Kommissions-Projekte (IC-P)

- IC-P3.1: GGP – Globales Geodynamik-Projekt
(in Zusammenarbeit mit Kommission 2)
Vorsitz: D. Crossley (USA)

■ **Kommission 4: Positionierung und Anwendungen**

Präsident: S. Verhagen (Niederlande)
Vizepräsident: D. Grejner-Brzezinska (USA)

Sub-Kommissionen (SC)

- SC 4.1: Multi-Sensor-Systeme
Präsident: D. Grejner-Brzezinska (USA)
- SC 4.2: Anwendungen der Ingenieurgeodäsie
Präsident: G. Retscher (Österreich)
- SC 4.3: Fernerkundung und Modellierung der Atmosphäre
Präsident: M. Santos (Kanada)
- SC 4.4: Anwendungen von Satelliten- und raumgestützten Aufnahmesystemen
Präsident: X. Ding (Hongkong)
- SC 4.5: Hochgenaue GNSS
Präsident: Y. Gao (Kanada)

Studiengruppen (SG)

- SG 4.2: Fernerkundung mit GNSS und Anwendungen
Vorsitz: S. Jin (Südkorea)
- SG 4.3: IGS-Produkte für Netzwerk-RTK und Atmosphären-Monitoring
Vorsitz: R. Weber (Österreich)

e) **Inter-Kommissions-Komitees (ICC) und -Studiengruppen (IC-SG)**

■ **Inter-Kommissions-Komitee für Theorie (ICCT)**

Präsident: N. Sneeuw (Deutschland)
Vizepräsident: P. Novak (Tschechische Republik)

■ **Inter-Kommissions-Studiengruppen (IC-SG)**

- IC-SG1: Theorie, Implementierung und Qualitätsabschätzung geodätischer Referenzrahmen
(in Zusammenarbeit mit Kommission 1 und IERS)
Vorsitz: A. Dermanis (Griechenland)

- IC-SG2: Qualität von geodätischen Multi-Sensor-Systemen und Netzen (in Zusammenarbeit mit Kommissionen 1 und 4)
Vorsitz: H. Kutterer (Deutschland)

- IC-SG3: Konfigurationsanalyse erdorientierter Raumverfahren (in Zusammenarbeit mit Kommissionen 1, 2 und 3)
Vorsitz: F. Seitz (Deutschland)

- IC-SG4: Inverse Probleme und globale Optimierung (in Zusammenarbeit mit Kommission 2)
Vorsitz: C. Kotsakis (Griechenland)

- IC-SG5: Theorie der Satellitengravitation (in Zusammenarbeit mit Kommission 2)
Vorsitz: T. Mayer-Gürr (Deutschland)

- IC-SG6: InSAR für Tektonophysik (in Zusammenarbeit mit Kommissionen 3 und 4)
Vorsitz: M. Furuya (Japan)

- IC-SG7: Zeitliche Variationen von Deformation und Schwere
(in Zusammenarbeit mit Kommissionen 2 und 3)

- IC-SG8: Das Geoid mit cm-Genauigkeit – Theorien, Berechnungsmethoden und Validation
(in Zusammenarbeit mit Kommission 2)

f) **Wissenschaftliche Dienste**

- Internationaler Dienst für Erdrotation und Bezugsysteme (*International Earth Rotation and Reference Systems Service – IERS*)

Vorsitz: C. Ma, USA
Direktor des Zentralbüros: B. Richter (Deutschland)

- Internationaler GNSS-Dienst (*International GNSS Service – IGS*)

Präsident: J. Dow (Deutschland)
Direktorin des Zentralbüros: R. Neilan (USA)

- Internationaler Laser-Ranging-Dienst (*International Laser Ranging Service – ILRS*)

Präsident: W. Gurtner (Schweiz)
Direktor des Zentralbüros: M. Pearlman (USA)

- Internationaler VLBI-Dienst für Geodäsie und Astrometrie (*International VLBI-Service for Geodesy and Astrometry – IVS*)

Präsident: H. Schuh (Österreich)
Direktor des Koordinierungsbüros: D. Behrend (USA)

- Internationaler DORIS-Dienst

(*International DORIS Service – IDS*)
Direktor des Governing Boards: G. Tavernier (Frankreich)
Direktor des Zentralbüros: L. Soudarin (Frankreich)

- Internationaler Erdschwerefeld-Dienst
(*Internationaler Gravity Field Service – IGFS*)
Präsident: R. Forsberg (Dänemark)
- Internationales Gravimetrisches Büro
(*Bureau Gravimétrique International – BGI*)
Direktor: S. Bonvalot (Frankreich)
- Internationaler Geoid-Dienst
(*International Geoid Service – IGeS*)
Präsident: R. Barzaghi (Italien)
- Internationales Zentrum für Erdgezeiten
(*International Center for Earth Tides – ICET*)
Präsident: J.-P. Barriot (Frankreich)
- Ständiger Dienst für den Mittleren Meeresspiegel
(*Permanent Service for Mean Sea Level – PSMSL*)
Präsident: L.J. Rickards (Großbritannien)
- Zeitdienst des Internationalen Büros für Gewichte und Maße (*Bureau International des Poids et Mesures – BIPM*)
Präsidentin: E.F. Arias (Frankreich)
- Internationales Zentrum für Globale Erdmodelle
(*International Centre for Global Earth Models – ICGEM*)
Direktor: J. Kusche (Deutschland)
- Internationaler Altimeter-Dienst
(*International Altimeter Service – IAS*)
Koordinator: W. Bosch (Deutschland)
- Internationaler Dienst für Globale Digitale Gelände-modelle (*International DEM Service – IDEMS*)
im Aufbau
- IAG-Dienst für Bibliographie
(*IAG Bibliographic Service – IBS*)
Präsidentin: A. Michlenz (Deutschland)

g) Globales Geodätisches Beobachtungssystem (GGOS)
Präsident: M. Rothacher (Deutschland)
Vizepräsidenten: R. Neilan (USA), H.-P. Plag (USA)

Arbeitsgruppen

- Bodennetze und Kommunikationen
Vorsitz: M. Pearlman (USA)
- Daten- und Informationssysteme
Vorsitz: B. Richter (Deutschland), C. Noll (USA)
- Satellitenmissionen
Vorsitz: S. Bettadpur (USA)
- Konventionen, Modellierung, Analyse
Vorsitz: H. Drewes (Deutschland)
- Verbindung zu Nutzern und Öffentlichkeitsarbeit
Vorsitz: B. Bye (Norwegen)

Anschriften der Mitarbeiter dieses Beitrages

- Dr.-Ing. Detlef Angermann
Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, Alfons-Goppel-Straße 11, 80539 München, angermann@dgfi.badw.de
- Dr.-Ing. Wolfgang Bosch
Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, Alfons-Goppel-Straße 11, 80539 München, bosch@dgfi.badw.de
- Dr.-Ing. Heiner Denker
Leibniz Universität Hannover, Institut für Erdmessung, Schneiderberg 50, 30167 Hannover, denker@ife.uni-hannover.de
- Prof. Dr.-Ing. Hermann Drewes
Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, Alfons-Goppel-Straße 11, 80539 München, drewes@dgfi.badw.de
- Dr.-Ing. Thomas Gruber
Technische Universität München, Institut für Astronomische und Physikalische Geodäsie, Arcisstraße 21, 80290 München, gruber@bv.tum.de
- Prof. Dr.-Ing. Bernhard Heck
Universität Karlsruhe, Geodätisches Institut, Kaiserstraße 12, 76128 Karlsruhe, heck@gik.uni-karlsruhe.de
- Dr.-Ing. Helmut Hornik
Deutsche Geodätische Kommission, Alfons-Goppel-Straße 11, 80539 München, hornik@dgfi.badw.de
- Prof. Dr.-Ing. Johannes Ihde
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Richard-Strauss-Allee 11, 60598 Frankfurt am Main, johannes.ihde@bkg.bund.de
- Prof. Dr.-Ing. Karlheinz Ilk
Universität Bonn, Institut für Geodäsie und Geoinformation, Nussallee 17, 53115 Bonn, ilk@geod.uni-bonn.de
- Prof. Dr.-Ing. Hansjörg Kutterer
Leibniz Universität Hannover, Geodätisches Institut, Nienburger Straße 1, 30167 Hannover, kutterer@gih.uni-hannover.de
- Dr.-Ing. Paulo Mendes
Vienna University of Technology, Institute of Geodesy and Geophysics, Gusshausstraße 27–29, 1040 Wien, Austria, mendes@mars.hg.tuwien.ac.at
- Prof. Dr.-Ing. Jürgen Müller
Leibniz Universität Hannover, Institut für Erdmessung, Schneiderberg 50, 30167 Hannover, mueller@ife.uni-hannover.de
- Prof. Dr. phil. nat. Markus Rothacher
GeoForschungsZentrum Potsdam, Telegrafenberg A17, 14473 Potsdam, rothacher@gfz-potsdam.de
- Prof. Dr.-Ing. Reiner Rummel
Technische Universität München, Institut für Astronomische und Physikalische Geodäsie, Arcisstraße 21, 80290 München, rummel@bv.tum.de
- Dr. rer. nat. Maik Thomas
GeoForschungsZentrum Potsdam, Telegrafenberg A17, 14473 Potsdam, mthomas@gfz-potsdam.de
- Dr.-Ing. Mirko Scheinert
Technische Universität Dresden, Institut für Planetare Geodäsie, 01062 Dresden, scheinert@ipg.geo.tu-dresden.de
- Dr.-Ing. Roland Schmidt
GeoForschungsZentrum Potsdam, Telegrafenberg A17, 14473 Potsdam, rschmidt@gfz-potsdam.de
- Dr. rer. nat. Jens Schröter
Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bundesstrasse 24, 27570 Bremerhaven, jens.schroeter@awi.de
- Prof. Dr.-Ing. Harald Schuh
Vienna University of Technology, Institute of Geodesy and Geophysics, Gusshausstraße 27–29, 1040 Wien, Austria, harald.schuh@tuwien.ac.at
- Prof. Dr.-Ing. Sneeuw
Universität Stuttgart, Geodätisches Institut, Geschwister-Scholl-Straße 24/D, 70174 Stuttgart, sneeuw@gis.uni-stuttgart.de
- Dr.-Ing. Hartmut Wziontek
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Richard-Strauss-Allee 11, 60598 Frankfurt am Main, wziontek@bkg.bund.de