

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

30. Juni – 11. Juli 2003, Sapporo, Japan

Herausgegeben von Jürgen Müller

1 Inhalt

2	Die XXIII. Generalversammlung der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik – Internationale Assoziation für Geodäsie 30. Juni – 11. Juli 2003, Sapporo, Japan (J. Müller)	2	5	IAG Symposia	16
3	IUGG Symposia	4	5.1	G01 – Positioning (J. Ihde)	16
3.1	U6 – New Sensors of our Planet. What is Possible? (T. Schöne)	4	5.2	G02 – Advanced Space Technology (H. Kutterer)	17
3.2	U7 – History of IUGG (W. Torge)	5	5.3	G03 – Determination of the Gravity Field (H. Denker)	18
3.3	U8 – Geosciences: The Future (H. Drewes)	6	5.4	G04 – General Theory and Methodology (B. Heck)	19
4	Inter-Association Symposia	10	5.5	G05 – Geodynamics (B. Richter)	21
4.1	JSG02 – Interdisciplinary Earth Science From Improved Gravity Field Modeling (K.-H. Ilk)	10	5.6	G06 – Insight Into Earth System Science: Variations in the Earth's Rotation and its Gravity Field (H. Schuh)	22
4.2	JSG03 – Interdisciplinary Science From Remote Sensing – Radar Altimetry, ATSR, SAR, Ocean Color and Other Sensors (M. Roland)	11	5.7	G07 – Global Geodetic Observing System (R. Rummel)	23
4.3	JSP05 – Worldwide Sea Level Change (W. Bosch)	12	6	Resolutionen der IUGG (H. Hornik)	24
4.4	JSP06 – The Global Ocean Observing System (T. Gruber)	13	7	Struktur der IUGG und IAG für den Zeitraum 2003 – 2007 (H. Hornik)	28
4.5	JSM07 – Application of GPS Techniques in the Atmosphere (J. Wickert, G. Kirchengast, N. Jakowski)	14	7.1	Struktur der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG)	28
4.6	JSM11 – Global Sea Level Rise, Global Climate Change and Polar Ice Sheet Stability (R. Dietrich)	15	7.2	Struktur der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG)	29



Abb. 1: Blick über Sapporo nach Westen entlang des Odori-Parkes (vom Fernsehturm aus)

2 Die XXIII. Generalversammlung der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik – Internationale Assoziation für Geodäsie 30. Juni – 11. Juli 2003, Sapporo, Japan

Jürgen Müller

Die XXIII. Generalversammlung der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG) fand vom 30. Juni bis 11. Juli 2003 in Sapporo, Japan, statt.

In der zfv wird über IUGG-Generalversammlungen seit 1955 (Sonderheft zur Generalversammlung Rom 1954) regelmäßig berichtet, zuletzt in der zfv 7/2000 (Generalversammlung in Birmingham, U.K., 1999). Allgemeine Informationen, z. B. zur Struktur, zum allgemeinen Aufbau und zur Zielsetzung der IUGG, sind unter der Internetadresse <http://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 japanische Komitee für die IUGG zuständig. Außerdem trugen wesentlich zum Gelingen der Veranstaltung bei; das *Science Council of Japan* und 16 japanische geophysikalische Gesellschaften, das *Japan Marine Science and Technology Center* sowie das lokale Organisationkomitee (*chair*: Prof. S. Uyeda). Das wissenschaftliche Programm der IUGG war traditionell von der Union und den Assoziationen aufgestellt und von einem internationalen Programmkomitee unter der Leitung von Prof. A. Nishida umgesetzt worden.

Die Generalversammlung fand im Zentrum von Sapporo in vier nahe beieinander gelegenen Tagungsgebäuden statt, so dass einerseits ein bequemer Wechsel zwischen den verschiedenen Veranstaltungen möglich war, andererseits durch die zentrale Lage (günstig für Hotelübernachtungen und Verköstigung) auch ein guter Einblick in die japanische Alltagskultur geboten war. Diese Vermischung von Kultur und Wissenschaft machten die IUGG-Generalversammlung zu einem einzigartigen Erlebnis, woran auch die sprichwörtliche Gastfreundschaft der Japaner einen wesentlichen Anteil hatte.

Insgesamt nahmen 4151 Teilnehmer an der fast zweiwöchigen Veranstaltung teil, etwas mehr als vier Jahre zuvor in Birmingham (4052), aber weniger als vor acht Jahren in Boulder (4481). Die größten Kontingente kamen wieder aus Japan, den USA, Großbritannien und Deutschland. Manche IUGG-Mitgliedsstaaten – speziell aus den Entwicklungsregionen – waren jedoch nur schwach repräsentiert. Die Teilnahmegebühren betrugen 55 000 Yen (ca. 410 €), für Frühbucher 42 000 Yen (ca. 315 €), die neben den hohen Übernachtungs- und Lebenshaltungskosten in Japan sowie der erst kurz zuvor eingedämmten SARS-Epidemie und der allgemeinen weltpoli-

tischen Lage verhinderten, dass die Teilnehmerzahl noch größer war.

Die IUGG-Generalversammlung wurde offiziell am 2. Juli im Sapporo *Convention Center* eröffnet. Es gab Grußworte u. a. vom Präsidenten des *Science Council of Japan* Prof. H. Yoshikawa und des Präsidenten der IUGG Prof. M. Kono sowie von Vertretern der Politik. Höhepunkt der Veranstaltung war aber ein Grußwort des japanischen Kaisers, der zusammen mit der Kaiserin erschienen war. Diese Gunst ist um so bemerkenswerter, da der Kaiser außer an seinem Geburtstag nur etwa einmal pro Jahr öffentlich auftritt. Hierdurch zeigt sich die außerordentliche Bedeutung der Geophysik und Geodäsie für Japan. Da Japan in einem tektonisch sehr aktivem Gebiet liegt – das betonte der Kaiser ausdrücklich –, ist es ständig von Naturkatastrophen (Erdbeben, Vulkanausbrüchen, Tsunamis) bedroht, die großen volkswirtschaftlichen Schaden anrichten. Daher ist es für das Land essentiell wichtig, die geophysikalischen Prozesse besser zu verstehen und interpretieren zu können. Der Austausch der unterschiedlichen Geowissenschaften auf solchen Kongressen und die enge Kooperation der Teildisziplinen tragen entscheidend zu einem besseren Verständnis der zugrunde liegenden Phänomene bei und liefern die Grundlagen, um Reaktionsmöglichkeiten auf derartige Naturkatastrophen zu entwickeln. Die Eröffnungszereemonie wurde durch ein Konzert des Hokkaido University Symphony Orchestra (Leitung: Mamoru Kawagoe) abgerundet. Sie spielten Tchaikovsky's Symphony No. 1 »Winter Day Dreams«.

Das wissenschaftliche Programm begann bereits am 30. Juni. Es war, wie schon in den letzten Jahren begonnen, stark interdisziplinär und fachübergreifend ausgerichtet und sowohl von der Raum- wie auch Zeitplanung her sehr gut organisiert. Leider gab es vereinzelt Vortragsausfälle, die wohl mit den oben angedeuteten Gründen zusammenhingen. Zu bemängeln ist allenfalls die Zeitplanung für die Postersessions, für die keine festen Zeiträume festgesetzt waren, so dass man fast von Glück sprechen musste, den jeweiligen Autor des Posters vor Ort anzutreffen.

Außer den von den einzelnen Assoziationen organisierten Sessions wurden insgesamt acht *Union Symposia*, vier *Union Lectures* und 59 *Inter-Association Symposia* abgehalten, ein eindeutiges Zeichen für den disziplinübergreifenden Charakter der IUGG-Generalversammlung. Die Internationale Assoziation für Geodäsie (IAG) beteiligte sich an 24 *Inter-Association Symposia*. Über die für die Geodäsie relevanten Symposien wird in den Abschnitten 3–5 berichtet. Es fanden über 5000 Präsentationen statt, etwa die Hälfte davon als Posters (Details siehe unter <http://www.jamstec.go.jp/jamstec-e/iugg/>). Begleitend gab es eine 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 dieses



Abb. 2: IAG-Präsident
Prof. G. Beutler (Bern, Schweiz)

Berichts abgedruckt. Sie betreffen u. a. die Bereiche der Modellierung (z. B. der Ozeane) und der Beobachtung (z. B. des Meeresbodens und der Antarktis oder die Nutzung von SAR), die Einrichtung eines integrierten globalen geodätischen Beobachtungssystems IGGOS sowie die Abstimmung mit den Resolutionen der IAU. Darüber hinaus gibt es aber auch politische

Empfehlungen zur Handhabung von globalen Daten und von Signalen globaler Satellitennavigationssysteme. Insofern sind die IUGG-Resolutionen von Sapporo konkreter, zielgerichteter und aussagekräftiger als noch bei der letzten Generalversammlung in Birmingham.

Als neue IUGG-Funktionäre wurden für die Amtsperiode 2003 bis 2007 gewählt: als Präsident Dr. Uri Shamir (Israel), als Vize-Präsident Dr. Tom Beer (Australien) und als Generalsekretär Dr. Jo Ann Joselyn (USA). Dr. M. Hamlin (U. K.) steht künftig dem Finanzkomitee vor.

Um die Ausrichtung der nächsten IUGG-Generalversammlung 2007 hatten sich Perugia (Italien) und Melbourne (Australien) beworben. Perugia erhielt den Zuschlag.

Die Generalversammlung der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG) wird traditionell zusammen mit der IUGG-Generalversammlung durchgeführt. Offiziell nahmen 407 Geodäten teil, was im Vergleich mit den vorherigen Generalversammlungen (Birmingham: 478, Boulder: 564) doch einen beträchtlichen Rückgang bedeutete. 53 Wissenschaftlern wurden Zuschüsse von der IAG bewilligt, jedoch nur 25 wurden wahrgenommen. Die insgesamt geringere Teilnehmerzahl lag sicherlich auch an den oben beschriebenen Rahmenbedingungen (Kosten, SARS, weltpolitische Lage). Damit rutscht die IAG mit einem Anteil von weniger als 10% der Gesamt-IUGG-Teilnehmer zur Gruppe der »kleinen« Assoziationen ab. Wie diese Abnahme langfristig zu bewerten ist, bleibt noch spekulativ; vielleicht müsste sich die Geodäsie aber offensiver interdisziplinär engagieren, um das angestammte Bild als Dienstleister zur Bereitstellung von Messungen zu korrigieren und ihre Fähigkeiten besser nach außen hin vertreten. Einige weitreichende Schritte zur Neuorientierung der IAG wurden bereits in Angriff genommen (siehe unten).

Die IAG-Generalversammlung begann am 1. Juli und wurde durch den Präsidenten Prof. F. Sanso eröffnet, der zugleich den Statusbericht über die vergangene Amtsperiode (z. B. über die Aktivitäten zur Neustrukturierung der IAG) gab. Leider war die Teilnehmerzahl an der offi-

ziellen Eröffnungsveranstaltung nicht sehr hoch, so dass man künftig über eine günstigere Terminfestlegung und Gestaltung nachdenken muss. Es folgten Berichte des Generalsekretärs Prof. C. C. Tscherning und des *Chief Editors* des *Journal of Geodesy* Prof. P. Teunissen sowie die Berichte der Sektionspräsidenten (u. a. von Prof. B. Heck über Sektion IV). Ein Höhepunkt war die Verleihung des angesehenen Bomford-Preises für ausgezeichnete wissenschaftliche Leistungen in der Geodäsie an Dr. R. Hansen (TU Delft), der als Gastredner auch im Rahmen des Erdmessungsforums auf der INTERGEO in Hamburg zu hören war. Ein zweiter Preis, die Levallois-Medaille für hervorragende Leistungen im Dienst der Wissenschaft »Geodäsie«, wurde an Prof. G. Veis verliehen.

Über die IAG-Aktivitäten im Zeitraum 1999 bis 2003 wird in den *Travaux* – verfügbar als CD – ausführlich berichtet; weitere Angaben finden sich im *Geodesist's Handbook* und auf den neuen IAG-Internetseiten: <http://www.iag-aig.org/>.

Im wissenschaftlichen Programm der IAG fanden sieben eigene Sessions statt, davon fünf zu den Themenbereichen der fünf alten IAG-Sektionen, eine im Rahmen einer Kombination der Sektionen III und V (*Insight into Earth System Science: Variations in the Earth's Rotation and its Gravity Field*) und eine, die das neue IAG-Projekt *Global Geodetic Observing System* zum Inhalt hatte. Über diese Sessions wird ausführlich in Abschnitt 5 berichtet.

Die IAG-Generalversammlung war von einer grundlegenden Neustrukturierung der IAG-Gremien geprägt, die das zum Teil unübersichtliche Nebeneinander und die unklaren Verantwortlichkeiten der Sektionen, Kommissionen, Sub-Kommissionen, Spezialstudiengruppen, Dienste und Projekte beseitigen sollte, um ein effektiveres Arbeiten zu ermöglichen und die geodätischen Kompetenzen klarer darzustellen und besser zu nutzen. Die neue Struktur wurde nach der letzten IAG-Generalversammlung in Birmingham entwickelt und ist jetzt in Kraft. Nun gibt es nur noch vier Kommissionen (für Details siehe hinten in Abschnitt 7): 1 »Bezugssysteme«, 2 »Schwerefeld«, 3 »Erdrotation und Geodynamik« und 4 »Positionierung und Anwendungen«, die je nach Bedarf wieder Sub-Kommissionen oder Spezialstudiengruppen einrichten können. Zusätzlich wurden für übergreifende Fragestellungen so genannte Interkommissionskomitees eingerichtet, nämlich für »Theorie«, für »Geodätische Standards« und für »Planetare Geodäsie«. Daneben gibt es gleichberechtigt die internationalen Dienste (z. B. IERS, IGS, IVS, ILRS, IGFS). Als vielleicht bedeutendstes Instrument wurden die Projekte definiert. Sie gelten als »Flaggschiffe« der IAG für einen längeren Zeitraum. Sie stellen groß angelegte kombinierte Aktivitäten dar, mit höchstem Interesse und Bedeutung für das gesamte Gebiet der Geodäsie. Einziges bislang eingerichtetes Projekt ist das Integrierte Globale Geodätische Beobachtungssystem (*Integrated Global Geodetic Observing System* – IGGOS). *Chairman* zur praktischen Realisierung von IGGOS ist Prof.



Abb. 3: Der neue IAG-Präsident Prof. Gerhard Beutler (Bern, Schweiz), links, und sein Vorgänger Prof. Fernando Sanso (Mailand, Italien), rechts.

Ch. Reigber vom GFZ Potsdam. Schließlich wurde auch eine eigene Abteilung für Kommunikation, Ausbildung, Information und Öffentlichkeitsarbeit geschaffen, die eine bessere Verbindung zu den Mitgliedern und anderen wissenschaftlichen Assoziationen herstellen soll.

Als neuer IAG-Präsident wurde Prof. G. Beutler (Schweiz) gewählt. Ihm obliegt nun die verantwortungsvolle Aufgabe, die Geodäsie im Reigen der anderen Geodisziplinen neu zu positionieren und zu stärken. Er ist eine international anerkannte Persönlichkeit mit zugleich großen integrativen und innovativen Fähigkeiten, der immer auch die globalen Zusammenhänge sieht, so dass man einer erfolgreichen Entwicklung der Geodäsie als Ganzem optimistisch entgegensehen darf.

Vizepräsident wurde Prof. M. Sideris (Kanada), Generalsekretär blieb Prof. C. C. Tscherning (Dänemark). Aus deutscher Sicht ist erwähnenswert, dass Prof. H. Drewes (DGFI München) Vorsitzender der neuen IAG-Kommission 1 geworden ist. Außerdem gehören Prof. M. Rothacher (FESG, TU München) und Prof. H. Schuh (TU Wien) dem IAG-Exekutivkomitee an, Dr. B. Richter (BKG, Frankfurt) ist Direktor des Zentralbüros des IERS, Dr. J. Dow (Darmstadt) ist Präsident des IGS, Dr. W. Gurtner (Bern, Schweiz) ist Präsident des ILRS, W. Schlüter (BKG, Wettzell) ist Präsident des IVS, Dr. A. Korth (Leipzig) ist Präsident des IAG-Dienstes für Bibliographie.

Zur nächsten IAG *Scientific Assembly* (2005) lagen verschiedene Bewerbungen vor (Cairns, Australien; Istanbul, Türkei; Turin, Italien; Valencia, Spanien). Den Zuschlag erhielt Cairns (Australien).

Mit der IAG-Schlusssitzung und dem ambitionierten Ausblick des neuen IAG-Präsidenten sowie dem Dank an die hervorragende japanische Gastgeberschaft endete die zukunftsweisende Generalversammlung in Sapporo. Nun sind die IAG als Institution wie auch ihre einzelnen Mitglieder gefordert, sich als Geodäten im Rahmen der neu gebildeten Strukturen zu bewähren und sich den Herausforderungen einer immer komplexeren Wissenschaftslandschaft erfolgreich zu stellen.

3 IUGG Symposia

3.1 Symposium U6 – New Sensors of our Planet. What is Possible?

Tilo Schöne

Union Symposia geben einem breiteren Kollegium einen hervorragenden Überblick über den Stand der Geowissenschaften.

Die Session U6 begann mit einer *Union Lecture* von Ch. Reigber (GeoForschungsZentrum Potsdam), »The Gravity Field of the Earth Determined by New Satellite Missions«. Dieser Vortrag spann einen weiten Bogen über die Bestimmung des Erdschwerefeldes mit Satelliten, von GEM bis zu den EIGEN-Modellen. Dabei beeindruckt die vorgestellte Genauigkeit der globalen Schwerefeldbestimmung mit CHAMP und GRACE, die heute mit relativ kurzen Messepochen erreicht wird. Insbesondere die Möglichkeit, zeitvariable Anteile des Schwerefeldes aufzulösen und realen physikalischen Phänomenen zuzuordnen, eröffnet eine Vielzahl von neuen Anwendungsgebieten bis hin zur 4D-Erdmodellierung. Der historische Kontext des Vortrages ermöglichte auch jüngeren Kollegen einen Einblick in die Anfänge der globalen Schwerefeldbestimmung.

C. Jekeli (USA) mit seinem Vortrag »High-Resolution Gravity Mapping: The Next Generation of Sensors« führte diese Schwerefeldbestimmung logisch auf die kürzeren räumlichen Skalen. Die Entwicklung von hochgenauen flugzeuggetragenen Gradiometern erlaubt es, die zeitlichen Variationen des Schwerefeldes, wie sie z. B. durch Änderung der Hydrologie, vertikalen Krustenbewegungen durch Erdbeben oder großflächige Öl- und Wasserentnahme entstehen, zu detektieren. Dieser Vortrag gab einen guten Überblick über die Anforderungen, Möglichkeiten und Grenzen der flugzeuggetragenen Gradiometrie.

C. G. Constable (USA) ging in ihrem Vortrag »Studies of Earth's Core and Mantle Using Satellite Magnetic Field Measurements« insbesondere auf die Missionen MAGSAT und Ørsted und die Möglichkeit ein, das geomagnetische Feld und seine Variationen konkreten geophysikalischen Phänomenen zuzuordnen. Jüngstes Beispiel war der Nachweis von Ozeangezeiten aus Magnetfeldänderungen. Damit wird die satellitengestützte Magnetometrie zu einer wichtigen Größe bei der Erdmodellierung.

Für jeden Geodäten beeindruckend war K. Heki (Japan) Vortrag »Dense GPS Array: New Versatile Sensor of the Earth«. Japan hat in den letzten Jahren ein dichtes Netz von 1300 GPS-Stationen (Abstand wenige 10er-km) errichtet, die mit nur geringer zeitlicher Verzögerung ausgewertet werden. Das Netz wird durch Gezeitenpegel, VLBI und SLR-Stationen komplettiert. Diese dichte Sensorik lässt eine Vielzahl von Untersuchungen, wie die Detektion von Mikroplatten, die Untersuchungen von Erdbeben, Meeresspiegeländerungen und saisonalen Auf-

laständerungen, zu. So konnte z. B. durch die mit GPS erfassten Auflasteffekte der Nachweis eine Korrelation mit Erdbeben erbracht werden.

H. A. Zebker (USA) gab einen Überblick über die Möglichkeiten des interferometrischen SAR (InSAR) mit »4-D Imaging of the Earth's Subsurface Using InSAR: Moving Beyond the Single Interferogram«. InSAR hat in den letzten Jahren bedeutende Beiträge zur Detektion von Slip-Bewegungen bei Erdbeben oder die Bewegungen der polaren Eismassen geliefert. Obwohl InSAR im Vergleich zu GPS eine etwas geringere Auflösung hat, eröffnet diese abbildende Technik eine Vielzahl neuer Untersuchungsmöglichkeiten. Die in den letzten Jahren erreichten Fortschritte in der Datenverarbeitung und Analyse erlauben heute auch, die zeitliche Entwicklung von Oberflächen-deformationsprozessen mit InSAR zu erfassen.

J. S. Famiglietti (USA) hielt mit »Remote Sensing of Soil Moisture and Soil Water Storage« einen anwendungsorientierten Vortrag, der überzeugend die Vorteile der neuen Satellitenmissionen zum Ausdruck brachte. Die Analyse des Wasserhaushaltes der Erde hat enorme Bedeutung bei der Frage nach einem globalen Klimawandel. Mit GRACE wird es erstmalig möglich, den Wasserhaushalt der Erde aus Änderungen des Schwerefeldes zu messen. In der Kombination mit Radiometern (AMSR, AMSR-E, TMI und SSM/I) kann dann die laterale und vertikale Wasserverteilung an Land modelliert werden, die wiederum eine wichtige Größe in Klima- und Ozeanmodellen ist.

Die klassische Radaraltimetrie hat sich seit den 80er Jahren zu dem wichtigsten Fernerkundungsverfahren zur Erfassung globaler Meeresspiegeländerungen entwickelt. Mit JASON-1 und ENVISAT stehen dabei zukünftig zwei spezialisierte Sensoren zur Verfügung. L.-L. Fu und E. Rodriguez (USA) stellten in ihrem Vortrag »Wide-Swath Altimetric Measurement of Ocean Surface Topography« Überlegungen in den Mittelpunkt, wie sich die Altimetrie in den nächsten Jahren entwickeln könnte. In den Blickpunkt rücken dabei wieder verstärkt ozeanographische Anwendungen, wie z. B. die Erstellung von synoptischen Karten des globalen Eddie-Feldes. Starke ozeanographische Strömungen beeinflussen nicht nur die ozeanische Zirkulation, sondern haben auch erhebliche ökonomische Effekte. Wide-Swath-Altmetrie mit einer Streifenbreite der abgetasteten Meeresoberfläche von bis zu 200 km könnte dafür ein geeigneter Lösungsansatz sein.

T. P. Yunck (USA) mit seinem Vortrag »Global Navigation Satellite Sounding (GNSS) of the Atmosphere and GNSS Altimetry: Prospects for Geosciences« gab einen Überblick über neue Anwendungen unter Nutzung von (derzeit überwiegend) GPS als passivem Sensor zur Erfassung von Atmosphärenparametern und die Nutzung für die bi-statische Altimetrie, Wind- und Seegangsbestimmung. Die Auswertung von Okkultationsmessungen auf CHAMP und SAC-C liefern bereits hervorragende Ergebnisse bei der Bestimmung des vertikalen Wasserdampfgehaltes und der Temperaturverteilung in der Atmosphäre.

Assimilationsexperimente für Wettermodelle sind so viel versprechend, dass sich diese Methode bald zu einem operationellen Verfahren entwickelt wird. Noch nicht auf dem gleichen Stand ist die Nutzung von GNSS für die Reflektometrie. Auch wenn z. B. auf CHAMP bereits einzelne Oberflächenreflektionen erfasst wurden, gibt es bei diesem jungen Verfahren noch einen erheblichen Forschungsbedarf. Es ist aber zu erwarten, dass die bi-statische Altimetrie zukünftig die »klassische« Altimetrie ergänzen wird. Insbesondere die durch die passive Signalnutzung hohe zeitliche und räumliche Überdeckung wird dabei von Nutzen sein.

3.2 Symposium U7 – History of IUGG

Wolfgang Torge

Dieses Unionssymposium war der Geschichte der IUGG gewidmet, die bekanntlich 1919 im Rahmen des Conseil International de Recherches (heute: International Council of Scientific Unions ICSU) gegründet wurde und auf ihrer ersten Generalversammlung 1922 auch die Geodäsie als eine Sektion (ab 1932: International Association of Geodesy IAG) einbezog. Wie Professor A. A. Ashour (Ägypten), der Convenor dieses Symposiums (ältester Teilnehmer der Generalversammlung, IUGG-Präsident von 1975 bis 1979) einleitend feststellte, ist die Geschichte der IUGG die Geschichte ihrer sieben Assoziationen, von denen einige (insbesondere auch die IAG) bereits lange vor 1919 in Vorläufer-Organisationen internationale Zusammenarbeit auf ihrem Gebiet pflegten. Er hatte dementsprechend auch das Symposium assoziationsweise mit Hilfe von Co-Convenoren (für die IAG W. Torge) organisiert, dies war unterschiedlich gut für die einzelnen Assoziationen gelungen. Mit dem letzten Tag der Generalversammlung war der Zeitpunkt für dieses Symposium von den IUGG-Planern leider recht unglücklich gewählt, viele Teilnehmer waren bereits abgereist (die IAG etwa hatte ihre Generalversammlung bereits am Vortag abgeschlossen). Darüber hinaus war vom IUGG-Präsidenten zeitparallel das Symposium U8 »Geosciences: The Future« als Panel-Diskussion junger Wissenschaftler angesetzt worden (siehe den entsprechenden Bericht), dies musste gerade aktiv in der Forschung tätige Nachwuchswissenschaftler vom Besuch einer historisch orientierten Veranstaltung abhalten. Umso erfreulicher war es, dass die erste der IAG gewidmete Sitzung des Symposiums mit 40 bis 50 Teilnehmern doch verhältnismäßig gut besucht war, wobei natürlich (sicher auch in Folge des gerade in der IAG stark ausgeprägten Corps-Geistes) geodätische Besucher überwogen. In den weiteren beiden Sitzungen ging dann die Zuhörerzahl laufend zurück, gegen Ende des Symposiums war nur noch ein Rest von fünf bis zehn Interessierten anwesend.

Kommen wir nun zum Inhalt der insgesamt acht Vorträge, die sämtlich mit historisch hochinteressanten Bil-

dern von Personen, Instrumenten und Ergebnissen illustriert waren, wobei dem Themenkomplex angemessen die ja heute bereits weitgehend als antiquiert angesehene Abbildung mit Overhead-Folien überwog.

Wolfgang Torge (Universität Hannover) führte mit dem Thema »The International Association of Geodesy 1862–1916: From a Regional Project to an International Organization« in die mit den Namen Baeyer und Helmert verknüpfte erste Periode organisierter Zusammenarbeit in der Geodäsie ein. Er ging hierbei von der mit dem Beginn der modernen Geodäsie (französische und andere Gradmessungen des 18. Jahrhunderts zum Nachweis der ellipsoidischen Erdfigur und erste staatlich organisierte Landesvermessungen auf der Grundlage einer Triangulation) einsetzenden internationalen Zusammenarbeit aus und zeigte, wie in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts ausgedehnte Gradbögen hoher Qualität insbesondere in Westeuropa, Russland und Indien entstanden, gleichzeitig entwickelte sich die auch heute noch gültige, das Schwerefeld berücksichtigende Definition der Figur der Erde. In Mitteleuropa entstanden – meist ausgehend von astronomischen Observatorien – zwar eine Vielzahl von lokalen oder regionalen Dreiecksnetzen oder -ketten, die politische Zersplitterung verhinderte aber den Zusammenschluss dieser Operate. Anregungen zur Verknüpfung und geodätischen Nutzung dieser Netze kamen u. a. von Schumacher, Gauß und W. Struve, die von Bessel unter Mitwirkung von Baeyer durchgeführte Gradmessung in Ostpreußen setzte dann neue Maßstäbe und brachte den befähigten Militärgeodäten, Wissenschaftler und Organisator Johann Jacob Baeyer ins Spiel. Mit der Denkschrift »Über die Größe und Figur der Erde« gelang dem »zur Disposition gestellten« General 1861 (im Alter von 67 Jahren) die organisierte Kooperation der meisten europäischen Staaten zur Durchführung des Projektes »Mittel-europäische« und bald darauf (1867) »Europäische Gradmessung«. Die bis zum Tod von Baeyer (1885) während erste Periode dieser internationalen, auf Regierungsebene organisierten Zusammenarbeit ist durch ein klares wissenschaftliches Programm (Anlage großräumiger Gradmessungen aus bestehenden und neu durchzuführenden Triangulationen, einheitliche Standards für die Maßeinheiten, die Bezugssysteme und die Genauigkeiten) gekennzeichnet. Besonders bemerkenswert ist, dass außer der geometrischen auch die physikalische Komponente der Geodäsie durch den Einschluss von Pendelmessungen einbezogen wird. Die damals eingeführten organisatorischen Regelungen finden sich z. T. noch heute in der IAG wieder (Generalversammlungen, Permanente Kommission, Zentralbüro: seit 1870 am Preußischen Geodätischen Institut mit Baeyer als Direktor, regelmäßige Berichterstattung der Länder und der mit besonderen Aufgaben betrauten Wissenschaftler). Von den Ergebnissen dieser Periode werden die Anlage ausgedehnter Dreiecksnetze (i. Allg. im Rahmen der nationalen Landesaufnahmen), die Berechnung erster Lotabweichungs- und Geoidprofile, die Berechnung eines europäischen Nivelle-

mentsnetzes mit Anschluss an zahlreiche Meerespegel, die Durchführung absoluter Schweremessungen mit Reversionspendeln, die Mitwirkung bei der Internationalen Meterkonvention (1875) und der Meridiankonferenz in Washington (1884) sowie der Vorschlag zur Bestimmung der Polbewegung und erste kontinuierliche Breitenbestimmungen hierzu erwähnt. Die folgende Periode ist mit dem Namen Friedrich Robert Helmert verknüpft, der von 1886 bis zu seinem Tod (1917) das Zentralbüro leitete. Mit der 1886 in Berlin abgehaltenen Allgemeinen Konferenz wird der Name der Vereinigung in »Internationale Erdmessung« (Association Géodésique Internationale) geändert, IAG-Präsidenten dieser Epoche sind General Carlos Ibañez, Hervé Faye und General Jean Bassot. Die wissenschaftliche Arbeit dieser Zeit lässt sich mit den Stichworten kontinentale Gradmessungen, Meeresspiegeluntersuchungen, Potsdamer Schweresystem, Schweremessungen auf See, Drehwaagemessungen, Schwere-reduktionen und Isostasie, Normalschwere, erste Geoidstudien, Erdzeitenmessungen und Einrichtung des Internationalen Breitendienstes zur Polbewegungsuntersuchung charakterisieren. Mit dem Auslaufen der IAG-Konvention im Jahre 1916 kommt die internationale Zusammenarbeit zum Erliegen, durch Initiative einiger neutraler Staaten kann jedoch insbesondere der Breiten-dienst seine Arbeit fortsetzen, bis dann 1922 die Geodäsie als eigene Sektion der IUGG beitrifft.

Der folgende Vortrag von James E. Faller (National Institute of Standards and Technology und University of Colorado), »Gravity Measuring Instruments and Gravity Reference Systems«, befasste sich mit der herausragenden Rolle der IAG bei der Entwicklung von Gravimetern und ihrem koordinierten Einsatz bei dem Aufbau von Schwerebezugssystemen und der globalen Überdeckung mit Schwerewerten. Der Vortragende war zur Darstellung dieser mit den Stichworten Reversionspendelapparat, Sterneck-Pendel, Federgravimeter, Seegravimeter, Freifall-Instrumente, Potsdamer Schweresystem, IGSN71, Schweredatenbank des Internationalen Gravimetrischen Büros gekennzeichneten faszinierenden Entwicklung besonders geeignet, gehört er doch zusammen mit Sakuma und Marson zu den Pionieren der Freifall-Absolutgravimetrie. Wie von Jim Faller gewohnt, wurde der Lauf durch rund 150 Jahre Gravimetrie mit einer Vielzahl von witzigen Skizzen und Bemerkungen aufgelockert, inzwischen historische Briefwechsel etwa mit Lucien LaCoste oder dem Institut für Erdmessung der Universität Hannover demonstrierten den von ihm in den 1960er Jahren eingeleiteten Siegeszug der transportablen Freifall-Gravimeter, an deren Weiterentwicklung er immer noch arbeitet.

Mit Gerhard Beutler (Astronomisches Institut der Universität Bern) kam dann der soeben für die Periode 2003–2007 gewählte Präsident der IAG zu Wort. Die von ihm gemeinsam mit Hermann Drewes (Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut München) und Andreas Verdun (Astronomisches Institut Bern) verfasste Studie

»History and Future of the Services of the International Association of Geodesy (IAG)« zeigte, welche bedeutende Rolle heute die IAG-Dienste bei der Überwachung der Erdrotation, der Realisierung zälestischer und terrestrischer Referenzsysteme, der Modellierung des Schwerfeldes und der Bestimmung globaler zeitlicher Veränderungen spielen. Es wurde deutlich, dass die IAG mit der Einrichtung des Internationalen Breitendienstes (1899) sehr früh diesen nutzerorientierten Weg einer kontinuierlichen Erdüberwachung beschritten und dann unter Einbeziehung neuentwickelter Technologien laufend verbreitert und vertieft hat. Ein Ausblick auf das soeben von der IAG eingerichtete »Integrated Global Geodetic Observation System (IGGOS)« schloss den Vortrag ab. In diesem langfristig angelegten Projekt sollen unter Einbeziehung sämtlicher Dienste laufend geometrische und gravimetrische Produkte mit einem relativen Konsistenz-Level von einem ppb (part per billion) gewonnen werden und u. a. als wissenschaftliche Basis zur »Global Change«-Forschung dienen.

Die zweite Sitzung des Symposiums war der Seismologie und der Physik der festen Erde gewidmet, organisatorisch ist dieser Bereich in der »International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior (IASPEI)« zusammengefasst.

Wie der Vortrag von Johannes Schweitzer (NORSAR), »The International Seismological Association (ISA) – Forerunner of IASPEI«, zeigte, war auch hier bereits kurz nach dem Identifizieren der ersten teleseismischen Signale in den 1890er Jahren die Notwendigkeit internationaler Zusammenarbeit erkannt worden, 1895 folgten entsprechende Vorschläge von John Milne in England und Ernst von Rebeur-Paschwitz in Deutschland. Georg Gerland lud dann 1901 zu einer ersten Internationalen Seismologischen Konferenz nach Straßburg ein, 1904 wurde die International Seismological Association (ISA) gegründet, bis 1914 waren der ISA 23 Staaten beigetreten. Gerland fungierte bis 1910 als Direktor des in Straßburg angesiedelten Zentralbüros, sein Nachfolger wurde Hecker. Zu den wesentlichen Ergebnissen der hier koordiniert durchgeführten Arbeiten gehören die auf instrumentellen und makroseismischen Beobachtungen basierenden Erdbebenkataloge, die Entwicklung und Erprobung neuer Instrumente, die Einrichtung seismischer Stationen, die Untersuchung ausgezeichneter Erdbeben und die Organisation internationaler Tagungen.

Eric Robert Engdahl (University of Colorado) leitete anschliessend mit der »History of IASPEI« zu der IUGG-Phase über, wobei die »Seismological Section« 1919 an der Gründung der IUGG beteiligt ist. 1951 wird für die Association of Seismology der heutige Name IASPEI eingeführt, ihr erster Präsident ist Beno Gutenberg. Eindrucksvoll dargestellt wird der seit den 1930er Jahren erzielte Fortschritt in der Entwicklung von Erdmodellen, der Aufbau eines weltweiten Netzes seismographischer Stationen und der eine Datenflut auslösende Eintritt der digitalen Breitband-Seismographie mit der seismischen

Tomographie des Erdkörpers und den geodynamischen Folgerungen sowie die gerade auch aus geodätischen Daten abgeleitete Welt-Stresskarte. Zur Erdbebenvorhersage bleibt allerdings immer noch die pessimistische Aussage: »... general solutions are not even in sight ...«.

Schließlich wies Josep Batllo (Dept. Matematica Aplicada I, Universitat Politècnica de Catalunya) mit dem Vortrag »The Introduction and Evolution of Instrumental Seismology in the Philippine Islands (1865–1902)« auf bisher kaum bekannte frühe seismische Arbeiten auf den Philippinen hin, die mit der Gründung des Manila-Observatoriums begannen. Neben instrumentellen Entwicklungen und großräumigen Registrierungen seismischer Wellen finden sich hier auch erste Versuche zur flächenhaften Darstellung seismischer Ereignisse.

Die letzte Sitzung brachte dann noch Beiträge zum Geomagnetismus, zur Ozeanographie und zur Vulkanologie.

Viktor N. Oraevsky und Vadim P. Golovkov (IZMIRAN) stellten mit »Nikolay Pushkov, Scientist and Organizer (1903–1981)« einen Wissenschaftler vor, der in der früheren Sowjetunion eine leistungsfähige Infrastruktur von Instituten zum Studium des Geomagnetismus und der Aeronomie aufbaute und die entsprechenden Forschungen organisierte. Als Direktor des Instituts für Terrestrischen Magnetismus war er einer der Organisatoren des Internationalen Geophysikalischen Jahres, dabei konnte er durch Einbeziehung der Wissenschaftler aus der Sowjetunion die International Association of Geomagnetism and Aeronomie (IAGA) zu einer wirklich international operierenden Vereinigung ausbauen.

Fred E. Camfield (IAPSO) führte die Zuhörer dann mit »The History of Oceanography and IAPSO« zunächst in das 17. und das 18. Jahrhundert, hier begann mit den großen wissenschaftlichen Entdeckungsreisen auch das Studium der Ozeane. Während die vielfältigen ozeanographischen und meteorologischen Beobachtungen dabei zunächst mehr zufälliger Art waren, wurde im 19. Jahrhundert die Notwendigkeit systematischer Datensammlung und gründlicherer theoretischer Arbeit in Bezug auf die Meeresphänomene (Wellen, Gezeiten, Strömungen, Tiefsee usw.) erkannt. Prinz Albert I. von Monaco finanzierte mehrere Forschungsreisen und führte im 19. und beginnenden 20. Jahrhundert umfangreiche Beobachtungen im Atlantik und im Mittelmeer durch. Bei Gründung der IUGG organisierte er die ozeanographische Sektion und fungierte als ihr erster Präsident. Bis in die 1950er Jahre hinein waren in der International Association for the Physical Sciences of the Oceans (IAPSO) Repräsentanten aus West- und Nordeuropa führend, danach konnte jedoch eine weltweite Beteiligung insbesondere auch durch Einschluss der USA und Japans erreicht werden, was zu global angelegten ozeanographischen Programmen führte.

Schließlich wurde noch der von Stephen R. McNutt (Geophysical Institute UAF) verfasste Beitrag »A Brief History of IAVCEI« verlesen. Als Sektion für Vulkanologie

zu den Gründungsvereinigungen bei der IUGG-Generalversammlung 1922 gehörend, bezeichnet sich diese Assoziation seit 1971 als International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior (IAVCEI). Zu den bis heute verfolgten Aufgaben gehören seit Beginn die gegenseitige Information der nationalen Komitees über wichtige Vulkanausbrüche, der Betrieb einer zentralen Vulkan-Bibliothek und die Herausgabe eines Bulletin Volcanologique sowie die Dokumentation sämtlicher vulkanischer Ereignisse. Auf den ersten Präsidenten Alfred Lacroix (Frankreich) folgten Präsidenten aus allen Teilen der Welt mit Bevorzugung der besonders in der vulkanologischen Forschung engagierten Länder (u. a. Italien, Japan, Russland, USA). Das Studium vulkanischer Systeme und Prozesse erfordert zwingend die Zusammenarbeit mit anderen Disziplinen, wie sie etwa in der IASPEI und der IAG organisiert sind, die IAVCEI ist deshalb besonders stark an dem durch die IUGG gegebenen interdisziplinären Rahmen interessiert.

3.3 Symposium U8 – Geosciences: The Future

Hermann Drewes

Im Sommer 2001 setzte das Exekutivkomitee der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG) eine Arbeitsgruppe junger Wissenschaftler ein, die aus je einem Mitglied der sieben Assoziationen der IUGG bestand und die Aufgabe hatte, aus ihrer Sicht den aktuellen Stand der Geowissenschaften zu beschreiben sowie die Aufgaben für die Zukunft zu definieren. Im Mittelpunkt sollten die interdisziplinäre Forschung und die internationale Zusammenarbeit, insbesondere unter Einbeziehung der Wissenschaftler aus weniger entwickelten Ländern, stehen. Dabei sollte vor allem auch untersucht werden, welche Rolle die IUGG zur Förderung der Geowissenschaften spielen kann. Die Ergebnisse dieser Arbeiten wurden im Symposium »Geosciences – The Future« am letzten Tag der Generalversammlung der IUGG in Sapporo, am 11. Juli 2003, präsentiert.

Die sieben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler waren Frau L. Sánchez (Kolumbien) für die Geodäsie (IAG), Herr A. J. Ridley (USA) für Geomagnetismus und Aeronomie (IAGA), Herr T. Oki (Japan) für die hydrologischen Wissenschaften (IAHS), Herr K. Yoshizawa (Japan) für die Seismologie und Physik des Erdinneren (IASPEI), Herr S. Adlen (England) für die Meteorologie und Wissenschaften der Atmosphäre (IAMAS), Frau C. Simionato (Argentinien) für die physikalischen Wissenschaften der Ozeane (IAPSO) und Frau E. E. Brodsky (USA) für die Vulkanologie und Chemie des Erdinneren (IAVCEI). Offizieller Repräsentant der IUGG war der damalige Vizepräsident und in Sapporo 2003 zum Präsidenten gewählte Uri Shamir (Israel). Er gab auch die Einführung zu dem Symposium. Anschließend berichteten die sieben Vertreter der Assoziationen, und zum Schluss folgten drei Übersichts-



Abb. 4: Wissenschaftliche Exkursion – Zerstörungen nach dem Ausbruch des Vulkans Mt. Usu, 2000

vorträge über die interdisziplinäre Forschung (S. Adlen), die gesellschaftliche Bedeutung (K. Yoshizawa) und die Einbeziehung der Entwicklungsländer (L. Sánchez). Das Symposium endete mit Schlussbemerkungen von E. E. Brodsky, der Koordinatorin der Gruppe.

Alle Berichte waren in gleicher Weise gegliedert. Zunächst wurden die langfristigen Ziele dargestellt, dann kurzfristige Prioritäten hervorgehoben und Empfehlungen für die zukünftige wissenschaftliche Forschung sowie die Aktivitäten der jeweiligen Assoziation gegeben. Insgesamt ergab sich so ein beeindruckender Überblick über die sieben geowissenschaftlichen Gebiete, die durchweg sehr gut recherchiert und hervorragend aufbereitet waren und auch mitreißend vorgetragen wurden, natürlich ausnahmslos als brillante Computer-Präsentation. So gab es eine rasante Reise von der Sonne zur Erde, um die Entstehung und Variabilität der Magnetosphäre darzustellen und die vielen offenen Fragen zu ihrer Erforschung aufzuzeigen. Der Kreislauf des Wassers aus wissenschaftlicher Sicht und seine Bedeutung für die Gesellschaft und Politik wurde diskutiert. Die Abhängigkeit der Qualität unseres Lebens von der Atmosphäre und die Interaktion der Ozeane mit der Kryosphäre, der Atmosphäre, der Biosphäre und der festen Erde als wesentlicher Faktor für das Klima kamen deutlich zum Ausdruck. Es wurde gefordert, die Physik unseres Planeten vom Erdinnern bis an die Erdoberfläche systematisch zu erforschen und die dynamischen Prozesse besser verstehen zu lernen, um schließlich ein integriertes Erdmodell aufzustellen. Es wurde klar gemacht, dass die Prozesse, die zu Vulkanausbrüchen führen, noch längst nicht hinreichend bekannt sind und deshalb intensiv studiert werden müssen, um rechtzeitige Warnungen aussprechen zu können.

In der Geodäsie wurde die Hauptaufgabe darin gesehen, sämtliche Phänomene, die durch die dynamischen Prozesse im Erdinnern, an der Erdoberfläche und im Außenraum der Erde hervorgerufen werden, zu messen und so zu einem besseren Verständnis dieser Vorgänge zu kommen. Dies schließt die Beobachtung der Deformatio-

nen der Erdoberfläche, der Schwankungen der Erdrotation und der Variation des Erdschwerefeldes ein. Kurzfristige Ziele sind dabei die Integration der verschiedenen Beobachtungstechniken, Auswerteverfahren und Modelle, um die Konsistenz und langfristige Zuverlässigkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Die Beobachtungen (vor allem VLBI, GPS, SLR, InSAR, Satelliten-Altimetrie und Schwerefeldmissionen) müssen bezüglich der abgeleiteten geometrischen und physikalischen Parameter untereinander konsistent modelliert werden.

Es wurde dann ausführlich auf den Nutzen der geodätischen Produkte für die anderen Geowissenschaften und die Gesellschaft eingegangen. Dabei wurde insbesondere das neue IAG Projekt »Integrated Global Geodetic Observing System (IGGOS)« hervorgehoben. Durch dieses Projekt sollten den anderen Geowissenschaftlern die geodätischen Ergebnisse eindeutig und konsistent bereitgestellt werden. Für die gesellschaftlichen Entscheidungsträger sollten sie klar und verständlich aufbereitet werden, damit sie ihre Politik, z. B. für die Einschätzung von Naturgefahren wie El Niño oder zu erwartende Vulkanausbrüche, darauf gründen können. Dies hätte für weite Bereiche der Gesellschaft, z. B. Landwirtschaft und Wasserwirtschaft, große Bedeutung. Außerdem wird ein genauer und zuverlässiger Bezugsrahmen für die globale räumliche Dateninfrastruktur innerhalb des neuen Konzepts der »digitalen Erde« bereitgestellt, der z. B. in Navigation, Ingenieurbauwesen, Kataster und Geoinformationssystemen genutzt werden kann. Die weniger entwickelten Regionen sollten in dieses Konzept durch intensive Kooperation einbezogen werden.

Anschließend wurden die Forschungsschwerpunkte nach der neuen Struktur der IAG im Einzelnen angesprochen, nämlich Bezugssysteme, Erdschwerefeld, Erdrotation und Geodynamik sowie Positionierung und Anwendungen. Nach einer Beschreibung der größten Herausforderungen der nächsten Dekade, z. B. die Erstellung eines hochgenauen und zuverlässigen, weltweit homogenen Referenzsystems, eines präzisen Erdschwerefeldmodells und eines dreidimensionalen Deformationsmodells für Kontinente und Ozeane, wurden mögliche Strategien zum Erreichen der Ziele skizziert. Danach folgten einige Empfehlungen für die IUGG. Diese umfassen die Entwicklung eines konsistenten Modells für das System Erde, die Prädiktion von Naturgefahren, um deren Auswirkungen mildern zu können, die Verbreitung der geowissenschaftlichen Produkte, die Vertiefung der Beziehungen zu den anderen Geowissenschaften, das Werben um die Jugend und Wissenschaftler aus Entwicklungsländern, z. B. durch preiswerte Bereitstellung von Veröffentlichungen und Einbeziehung in Kooperationsprojekte, den freien und offenen Datenaustausch sowie die interdisziplinäre Forschung.

Die Möglichkeiten der interdisziplinären geodätischen Forschung, insbesondere mit den anderen Assoziationen der IUGG, wurden explizit an einigen Beispielen aufgezeigt: Modellierung der Meeresspiegelvariationen, der

Erdkrustendeformationen, der Atmosphäre (Troposphäre und Ionosphäre) und der kontinentalen Lithosphäre, Beobachtung der Wechselwirkungen des globalen Wandels und Prädiktion von Naturkatastrophen. Insgesamt wurde damit ein recht umfassender Überblick über die Geodäsie der Zukunft gegeben.

Der Beitrag zur allgemeinen interdisziplinären geowissenschaftlichen Forschung begann mit einem Abriss der großen gemeinsamen Aktivitäten in der Vergangenheit: Internationales Geophysikalisches Jahr (1957/58), Projekt Oberer Mantel (1964–70), Geodynamik-Projekt (1972–79), Forschungsprogramm Globale Atmosphäre (1970–80) und Internationales Lithosphärenprogramm (seit 1981). Als mögliche Programme der Zukunft wurden genannt: Planetare Exploration, integrierte mathematische Techniken und Beobachtungssysteme, Kommunikations- und Datensysteme sowie hochauflösende Erdsystem-Modelle. Bei jedem dieser Vorschläge wurde die Rolle der IUGG als koordinierende Institution hervorgehoben und die Aufgaben der einzelnen Disziplinen ausdrücklich genannt. Die Geodäsie wird als messende Wissenschaft gesehen, die in vielen Bereichen präzise Daten zur Verfügung stellt.

Die Bedeutung der Geowissenschaften für die Gesellschaft wird auf drei Schwerpunkte fokussiert: Naturgefahren, menschliches Leben und Umwelt, Erziehung und Bildung. Zur Vorbeugung gegen Naturgefahren wird eine enge Wechselbeziehung der Wissenschaft mit den gesellschaftlichen Entscheidungsträgern gefordert. Geowissenschaftlicher Fortschritt allein kann die Folgen von Naturkatastrophen nicht mildern, kann aber Methoden zur Vorsorge liefern (Lokalisierung möglicher Gefahren, Einrichtung von Vorwarnsystemen, Simulation der Auswirkungen). Für die Umweltforschung können die Geowissenschaften neben der Beobachtung des globalen Wandels vor allem bei der Wasserversorgung und Wettervorhersage wertvolle Beiträge liefern. Die Erziehung und Bildung soll insbesondere das Verständnis der Menschen für die Bedeutung des Systems Erde für unser Leben fördern.

Im Beitrag über die Entwicklungsländer wurde zunächst dargestellt, dass diese die meisten natürlichen Rohstoffe und Energiequellen beherbergen. Die geowissenschaftlichen Beobachtungen in der globalisierten Gesellschaft werden ebenfalls überwiegend in diesen Ländern durchgeführt. Bei der Modellierung geophysikalischer Phänomene spielen die Entwicklungsländer wegen ihrer geografischen Lage eine fundamentale Rolle. Das Bewusstsein der Bevölkerung für die Bedeutung der Geowissenschaften ist jedoch eher gering. Wegen der natürlichen und sozialen Bedingungen ist die Anfälligkeit der Entwicklungsländer für große Schäden durch Erdbeben, Überflutungen, Vulkanausbrüche usw. sehr groß. Es ist deshalb eine nachhaltige Entwicklung auf dem Gebiet der Geowissenschaften erforderlich. Die IUGG kann durch gezielte Projekte und Transfer von Wissen und Technologie erheblich dazu beitragen. Exemplarisch wurden eini-

ge Projekte genannt, mit denen die Entwicklung vorangetrieben wurde, unter ihnen als geodätischer Beitrag das Projekt SIRGAS, das für Südamerika ein einheitliches, hochpräzises Referenzsystem für alle Arbeiten der Geodäsie, Vermessung und Navigation gebracht hat.

Insgesamt war das Symposium eine hervorragende Darstellung der Geowissenschaften und zwar nicht durch routinierte Funktionsträger der IUGG, sondern durch junge Menschen, die ihre Zukunftsperspektiven darlegten. Zu dieser sehr gelungenen Darstellung muss man den Vortragenden ganz besonders gratulieren. Es ist nur zu bedauern, dass die Organisatoren der IUGG Generalversammlung diese Veranstaltung parallel zum Symposium U7 »Geschichte der IUGG« in weit auseinanderliegende Gebäude gelegt hatten, so dass die Zuhörer sich für Vergangenheit oder Zukunft entscheiden mussten. Vielen ist dadurch der Genuss vorenthalten worden, mit den jungen Leuten in die nächste Dekade zu blicken. Für Interessierte ist jedoch eine CD mit allen Beiträgen erhältlich, die auch beim Bericht bestellt werden kann.

4 Inter-Association Symposia

4.1 Session JSG02 – Interdisciplinary Earth Science From Improved Gravity Field Modeling

Karl-Heinz Ilk

Das Symposium bestand aus sechs »eingeladenen« Vorträgen, die einen Überblick über die wichtigsten Aspekte der in den nächsten Jahren zu erwartenden genauen und hochauflösenden Schwerefeldmodelle geben sollten. Daneben wurden drei weitere Vorträge gehalten, die die Bedeutung der zu erwartenden Schwerefelder unterstrichen. Schwerefeldmodelle neuer Generation werden durch die Satellitenmissionen CHAMP, GRACE und GOCE verfügbar sein, aber auch durch die Airborne-Gravimetrie, die in der Lage sein wird, die Informationslücke zwischen den terrestrischen Schwerefeldinformationen und den Satellitenlösungen zu schließen. Im ersten Vortrag von R. Rummel et al. wurde gezeigt, dass mit Hilfe der hochauflösenden und präzisen Schwerefelder, wie sie von den Satellitenmissionen CHAMP, GRACE und GOCE zu erwarten sind, zusammen mit den hochgenauen Positionierungsergebnissen auch die Möglichkeit eröffnet wird, die terrestrischen Schwerefeldinformationen und digitalen Höhenmodelle auf ein einheitliches Vertikaldatum zu beziehen. Damit wird es nicht nur möglich sein, die langwelligen Spektralbereiche des Schwerefeldes entscheidend zu verbessern, sondern auch die Genauigkeit der kurzwelligen Schwerefeldstrukturen zu steigern. R. Forsberg wies in seinem Vortrag über den Einfluss der Airborne-Gravimetrie auf Geodäsie und Ozeanographie auf die Fortschritte, basierend vor allem auf den Entwicklungen im Bereich der kinematischen GPS-Positionierung,

hin. Damit bietet sich dieses Messverfahren insbesondere in großen unzugänglichen Gebieten, in den arktischen Regionen und auch in küstennahen Ozeanbereichen an. Die Anwendungen der Airborne-Gravimetrie und die hierdurch erzielten Fortschritte werden an Hand einiger Projekte des KMS veranschaulicht. Die folgenden vier Vorträge befassten sich mit der Zeitveränderlichkeit des Gravitationsfeldes, die mit Hilfe der Satellitenmissionen CHAMP und GRACE voraussichtlich bestimmt werden können. R. W. Peltier führte aus, dass die Zeitveränderlichkeit der Geoidhöhen infolge der globalen glazialen Ausgleichsbewegungen durch Modelle erfasst und vorweg vom zeitveränderlichen Anteil des Schwerefeldes abgezogen werden soll, um die klimarelevanten Veränderungen des Schwerefeldes besser deuten zu können. Auf die Bedeutung der Zeitveränderlichkeit des Schwerefeldes für die Erfassung von Massentransporten unterschiedlichster Natur wies B. F. Chao hin. In einer Reihe von Beispielen wurde gezeigt, dass sich auf diese Weise eine deutlich höhere räumliche Auflösung erzielen lässt, als dies mit Hilfe der SLR-Techniken der letzten Jahre möglich war. Auf die Bedeutung der Satellitenmissionen für die Erfassung und Berücksichtigung kontinentaler Wassermassenvariationen wurde in einem Vortrag von T. M. van Dam und J. Wahr hingewiesen. Damit sollte es möglich sein, die langwelligen hydrologischen Loading-Signale in geodätischen Zeitreihen zu berücksichtigen. Auf die Bedeutung des zeitveränderlichen Schwerefeldes für die Erfassung von mittleren dreidimensionalen geostrophischen Zirkulationen im Nordatlantik wurde in einem Vortrag von S. R. Jayne eingegangen. T. Gruber et al. diskutierten die Auswirkungen der neuen Satellitenmissionen auf die Anwendungen der Altimetrie. Von besonderer Bedeutung seien vor allem die höheren radialen Bahngenaugkeiten der Altimetersatelliten durch verbesserte Gravitationsfeldmodelle und eine deutlich genauere Bestimmung des ozeanischen Geoides. Auf die Bedeutung des zeitveränderlichen Anteils des Schwerefeldes und des Geoides im Zusammenhang mit Erdbeben wurde in einem Vortrag von W. Sun und S. Okubo hingewiesen. Numerische Tests zeigten die Detektierbarkeit von seismischen Ereignissen in der Veränderung des Schwerefeldes. Die Ergebnisse von Messungen mit Supraleitenden Gravimetern in einem weltweiten Netz wurden für die Zeit von 1997 bis 2003 von J. Hinderer et al. vorgestellt. Der Wert dieser Messungen liegt unter anderem in der Möglichkeit, die Ergebnisse von CHAMP und GRACE zu validieren bzw. zu kalibrieren.

Neben den Vorträgen wurden acht Poster zur Thematik von JSG02 präsentiert. C. Vishnubotla et al. stellten eine neue 3-D Inversionsmethode zur Interpretation von Schwereanomalien in Form von Dichtestrukturen vor. Die Ergebnisse zweier Beispiele wurden an Hand von Bohrloch-Messungen verifiziert. Von L. Llubes et al. wurden Berechnungen vorgestellt, das Schwerefeld im Bereich der Antarktis basierend auf den Ergebnissen der CHAMP-Mission sowie weiteren geodätischen und geo-

physikalischen Informationen zu bestimmen. Die Thematik der Geoidbestimmung zusammen mit der Erfassung der Ozeanzirkulation im Nordatlantik wurde in einem von der EU geförderten Projekt mit dem Akronym GOCINA von P. Knudsen et al. vorgestellt. Es dient u. a. der Vorbereitung der Nutzung der Daten von ENVISAT und GOCE. H. J. Rim et al. diskutierten die Bahnbestimmung des Satelliten ICESAT, basierend auf den Messungen zu den Satelliten des Global Positioning Systems. Verbesserungen des Schwerefeldes, die mit Hilfe von GRACE erreicht wurden, zeigten eine Steigerung der Genauigkeit der Bahnbestimmung von ICESAT. Die Kombination von altimetrisch abgeleiteten Gravitationsfeldmodellen und Modellen, basierend auf den Analyseergebnissen der Schwerefeldsatelliten, wurde in einem Poster von W. Bosch dargestellt. Insbesondere wurden Stabilitätsprobleme behandelt und Möglichkeiten, die hohe Auflösung der altimetrischen Modelle in die Kombinationslösungen zu übertragen. Die Interpretation des zeitveränderlichen Anteils des Schwerefeldes, das mit Hilfe der Satellitenmissionen CHAMP und vor allem GRACE bestimmt werden soll, erfordert die Modellierung der unterschiedlichsten Mechanismen, die für die zeitveränderlichen Anteile verantwortlich sind. Nur so können beispielsweise atmosphärische Massenverlagerungen von entsprechenden ozeanischen und hydrologischen Effekten separiert werden. P. Gegout et al. stellten ein 3-D-asphärisches Erdmodell bei 3-D-Loading durch die Atmosphäre vor. Vergleiche mit räumlichen und erdbezogenen Schwerefeldinformationen wurden durchgeführt. Untersuchungen zur Aufdeckung zeitveränderlicher Effekte des Schwerefeldes und deren Bestimmbarkeit mit Hilfe der Satelliten CHAMP und GRACE wurden von S.-H. Han et al. durchgeführt. Die Aufdeckung einer Zeitveränderlichkeit des Schwerefeldes gelingt auch mit Hilfe von Schweremessungen, kombiniert mit genauen Positionsbestimmungen, basierend auf präzisen GPS-Messungen. Eine sorgfältige Fehleranalyse mit dieser Zielsetzung wurde in dem Poster von P. Gettings et al. ausgeführt.

4.2 Session JSG03 – Interdisciplinary Science From Remote Sensing – Radar Altimetry, ATSR, SAR, Ocean Color and Other Sensors

Markus Roland

Dieses gemeinsame Symposium von fünf Assoziationen (IAG, IAHS, IAPSO, IASPEI, ISPRS), das von Per Knudsen (Dänemark) geleitet wurde, beschäftigte sich mit interdisziplinären Projekten in der Fernerkundung. Dabei wurden alle Bereiche unserer Umwelt einbezogen – das Land, die Ozeane und die Atmosphäre. Durch die Vielfalt der beteiligten Assoziationen umfasste das Symposium ein breites Spektrum an Fachdisziplinen, wie z. B. Glaziologie, Hydrologie, Geodynamik, Ozeanbiologie, -dynamik u. a. Für all diese Gebiete stehen mittlerweile diverse



Abb. 5: Wissenschaftliche Exkursion – Zerstörungen nach dem Ausbruch des Vulkans Mt. Usu, 2000

Fernerkundungssensoren zur Verfügung, deren Nutzung in 11 Vorträgen und 18 Postern vorgestellt wurden.

Ein in mehreren Beiträgen bearbeitetes Thema war die Bestimmung und Überwachung des Wasserstandes auf Meeren, Seen und Flüssen. J. Magome et al. entwickelten verschiedene Methoden zur Überwachung des Wasserstands in Stauanlagen am Beispiel des Voltasees in Ghana. Durch Kombination von digitalen Geländemodellen, Satellitenbildern und Altimeterbeobachtungen wurden Funktionen für das Verhältnis von Stauvolumen, Wasseroberfläche und Wasserstand bestimmt, mit deren Hilfe zu späteren Zeitpunkten das aktuelle Stauvolumen aus Satellitenbildern oder Altimeterbeobachtungen abgeleitet werden kann. Die Möglichkeiten der nahezu Echtzeitprozessierung der neuesten Altimetermissionen ENVISAT und JASON-1 zeigten P. A. Berry und R. A. Pinncock auf. Diese Beobachtungen lassen bei Beachtung der unterschiedlichen Wellenformen auf Seen und Flüssen, die die Reflexion des Signals beeinflussen, auch die Überwachung des Wasserstands dieser kleinflächigen Gewässer zu. Weitere Beiträge beschäftigten sich mit dem Pegel des Aralsees (J. F. Cretaux et al.) und dem Meeresspiegel in der Barentssee und dem Weißen Meer (S. A. Lebedev et al.).

Zur Untersuchung der Chlorophyllkonzentration im Wasser steht der Ozeanfarbensensor SeaWiFS (Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor) zur Verfügung. Lösungswege zur Klassifizierung von küstennahen Gewässern zeigten L. Y. Ametistova und G. S. Karabashev am Beispiel des Weißen Meeres auf. Neben der Klassifizierung war es ihnen möglich, die zeitliche und räumliche Variation der unterschiedlichen Wassertypen zu dokumentieren.

Mit der Anwendung des Synthetic Apertur Radar (SAR) in der Ozeanographie beschäftigten sich z. B. A. Nadai, M. L. Heron et al., D. J. Kim und W. M. Moon sowie C. Kameshima et al. Dabei zeigten sie auf, wie SAR beispielsweise die Untersuchung von verschiedenartigen Meeresströmungen und des Meereswellenspektrums ermöglicht.

Ein weiteres Thema des Symposiums war die Vorstellung neuer Sensoren bzw. Satellitenmissionen. M. L. Heron et al. stellten ein neuartiges, flugzeuggetragenes Mikro-

wellenradiometer zur Bestimmung des Salzgehalts an der Meeresoberfläche (engl.: Sea Surface Salinity) vor. Diesen praktische Anwendung wurde am Beispiel der Untersuchung des Mischverhaltens von Süß- und Salzwasser im Bereich einer Flussmündung illustriert. Der Sensor kann dabei den Salzgehalt mit einer Auflösung von 1 psu bestimmen. Über den aktuellen Status des im Januar 2003 gestarteten ICESat (Ice, Cloud and land Elevation Satellite) berichtete B. E. Schutz. Der mit drei Lasern ausgestattete Satellit befindet sich momentan (Mitte 2003) in der Kalibrierungsphase. Gegenüber der ursprünglichen Planung wird er in einem sich alle 92 Tage wiederholenden Orbit fliegen. Dadurch werden die Punkte entlang der Bodenspur des Satelliten nun vier Mal im Jahr überflogen.

Ein Projekt anderer Art stellten G. L. Rochon et al. vor. Das »Purdue Terrestrial Observatory« hat sich das Ziel gesetzt, Fernerkundungsdaten zu sammeln, einfach handhabbare Werkzeuge zu entwickeln und diese in Entwicklungsländern verfügbar zu machen. Dabei soll der Umstand genutzt werden, dass Satellitendaten, im Gegensatz zu terrestrischen Daten, global gleich verteilt, also nicht nur in Industrieländern, zur Verfügung stehen. Durch die Bereitstellung von Technik und Know-How soll einheimisches Personal anstehende Entwicklungsmaßnahmen besser steuern können.

Neben den verschiedenen Anwendungen der Fernerkundungsdaten wurden auch Fehlereinflüsse der Sensoren untersucht. M. H. Ahn et al. ergründeten den Einfluss von Schmutzpartikeln in der Atmosphäre auf Sensoren zur Bestimmung der Meeresoberflächentemperatur (engl.: Sea Surface Temperature). Der Fehler für stündliche Mittelwerte wurde hierbei mit einer Größenordnung von 3 K bestimmt. Er verringert sich jedoch deutlich für Mittelwerte über längere Zeiträume und kann dann vernachlässigt werden. Die Identifizierung und Korrektur atmosphärischer Effekte in der Umgebung hoher Berge bei JERS-1 Messungen gelang S. Kobayashi et al. Diese Korrekturen sind notwendig, um beispielsweise Oberflächendeformationen an hochaktiven Vulkanen aufdecken zu können.

Die vorgestellten Beiträge zeigten deutlich die vielfältigen Möglichkeiten, die uns Fernerkundungssensoren in vielen Bereichen der Geowissenschaften heute eröffnen und uns helfen, das System Erde besser zu verstehen.

4.3 Session JSP05 – Worldwide Sea Level Change

Wolfgang Bosch

Das gemeinsame Symposium der IAG (International Association of Geodesy) und der IAPSO (International Association for the Physical Science of the Ocean) war mit 20 Vorträgen, verteilt auf drei Sitzungen über eineinhalb Tage, angesetzt. Die Sitzungsleitung lag mit Le Provost, Woodworth und Bewis bei Wissenschaftlern mit ausgewiesener Expertise auf diesem Gebiet. Der Meeresspiegel

kann als der prominenteste Indikator für einen globalen Wandel angesehen werden. Ein großer Teil der Weltbevölkerung lebt im küstennahen Flachland, das durch einen Meeresspiegelanstieg von wenigen Metern überflutet würde. Die damit verbundenen sozialen und ökonomischen Konsequenzen begründen das starke Interesse an einer gesicherten Kenntnis über globale Veränderungen im System Erde. Um so bedauerlicher war es, dass alle drei Sitzungen unter zahlreichen Ausfällen litten, die zu Zwangspausen führten, um den Zeitplan synchron mit Parallelveranstaltungen der IUGG zu halten. Leider wurde das Problem des globalen Meeresspiegelanstiegs auch nur von wenigen Vorträgen aufgegriffen; die meisten Beiträge beschäftigten sich mit regionalen oder gar lokalen Änderungen des mittleren Meeresspiegel. In einigen Vorträgen kamen aber dennoch die Widersprüche zwischen verschiedenen Verfahren, das Ausmaß des Meeresspiegelanstiegs verlässlich abzuschätzen, zum Ausdruck. Insofern vermittelte das Symposium trotz der Ausfälle einen repräsentativen Eindruck über den derzeitigen Stand der Wissenschaft.

Le Provost verglich für die Periode 1954–1994 Abschätzungen für den sterischen (d. h. durch Änderungen der Wassertemperatur und des Salzgehaltes verursachten) Anstieg des Meeresspiegels mit dem an ausgesuchten Pegelstationen erkennbaren Meeresspiegelanstieg. Lokal stimmen Pegelbeobachtungen und sterische Änderungen des Meeresspiegels sehr schlecht überein. Die großräumig sehr unterschiedlichen Entwicklungen des Meeresspiegels können aber zum Teil durch die Erwärmung der obersten Schichten des Meerwassers erklärt werden. An den Vergleichspegeln, die lange, kontrollierte Zeitreihen aufweisen, wird der sterische Anstieg im Mittel jedoch systematisch um den Faktor zwei überschätzt. Damit wurde deutlich, dass eine bessere geografische Verteilung der Pegel, wie sie das »Global Sea Level Observing Systems« (GLOSS) anstrebt, sehr wichtig ist.

Shum erläuterte die vielfältigen Prozesse des Systems Erde, die Auswirkungen auf den Meeresspiegelanstieg haben. Er wies auf Widersprüche und unzureichende Kenntnisse einzelner Einflüsse hin: Schätzt man die thermohaline Ausdehnung des Wassers ab, bleiben etwa 0,7–1,2 mm/Jahr des beobachteten Meeresspiegelanstiegs von +1,8 mm/Jahr (Douglas) unerklärt. Die thermische Ausdehnung des Wassers kann alleine nicht den Meeresspiegelanstieg erklären. Die wegen post-glazialen »Uplift« korrigierten Pegelregistrierungen ergeben für die letzten hundert Jahre einen Trend von +(1,1–1,3) mm/Jahr, während die nur 18 Jahre umfassende Zeitreihe von sorgfältig korrigierten Altimeterdaten einen Meeresspiegelanstieg von +1,6 (Topex) bis +1,8 (ERS-1) mm/Jahr anzeigen. Defizite für eine zuverlässige Abschätzung bestehen in der räumlichen Verteilung (Pegel), in zu kurzen Zeiträumen (Altimetrie) und in unzureichenden geophysikalischen Modellen für den globalen Wasserhaushalt.

Auch Munk wies in seinem Vortrag daraufhin, dass die durch Abschmelzen von Gletschern verursachte Frisch-



Abb. 6: Wissenschaftliche Exkursion – Zerstörungen nach dem Ausbruch des Vulkans Mt. Usu, 2000

wasserzufuhr nicht im Einklang steht mit Beobachtungen der Erdrotationsschwankungen, die durch eine entsprechende Verlagerung von Wassermassen verursacht werden müsste. Munk vermutet, dass die Frischwasserzufuhr durch bisher unzureichend modellierten Zufluss von Flüssen falsch abgeschätzt wird.

Es folgten Berichte von Peneva und Lebedev über die dramatischen Änderungen des Wasserspiegels im Aralsee und dem Kaspischen Meer, die seit 1993 durch Altimetrie analysiert werden können. Im Aralsee führte eine Reduktion des Zuflusses zu einer Absenkung des Wasserspiegels von -50 cm/Jahr. Bis Mitte 1995 stieg der Wasserspiegel im Kaspischen Meer mit einer Rate von $+19$ cm/Jahr. Die dann einsetzende Absenkungsrate erreichte Werte bis zu -33 cm/Jahr.

Meredith untersuchte die großräumige Variabilität der Atmosphäre über dem Antarktischen Zirkumpolarstrom (ausgedrückt durch den »Southern Hemisphere Annual Mode«, SAM) und deren Auswirkungen auf den Meeresspiegel. Dabei wurden Daten des GLOSS-Pegelnetzwerks, von Meeresboden-Drucksensoren, der Satellitenaltimetrie und von numerischen Modellen analysiert. Offensichtlich wirken sich die Änderungen des Atmosphärendrucks unmittelbar auf den Meeresspiegel aus.

Die gleiche Wechselwirkung zwischen großräumigen atmosphärischen Schwankungen (hier dem »North Atlantic Oscillation Index«, NAO) und dem Europäischen Meeresspiegel wurde von Jevrejeva untersucht. Durch Singulärwert-Zerlegung und Wavelet-Analyse kann gezeigt werden, dass 20–40 % der Varianz der Meeresspiegelschwankungen durch atmosphärische Einflüsse verursacht werden. Dabei werden dominante Signale mit einer Periode von 2,3, 3,5, 5,2 und 7,8 Jahren erkannt.

De Mesquita wendete statistische Verfahren auf die Zeitreihen des »Permanent Service of Mean Sea Level«, PSMSL an und berechnete die »proximity«, ein Maß für die Ähnlichkeit der Zeitreihen, sowie Koeffizienten der »collinearity«. Es ergab sich eine signifikant negative Bilanz für den globalen relativen (d. h. auf das Land bezogenen) Meeresspiegelanstieg.

Teferle berichtete über ein britisches Projekt mit dem Ziel, durch kontinuierlich messende GPS Empfänger und absolute Schweremessungen die vertikalen Bewegungsraten von 17 britischen Pegelstationen zu bestimmen, um aus den Registrierungen wahre Meeresspiegeländerungen ableiten zu können. Trotz sorgfältiger Analyse der fünfeinhalbjährigen GPS-Messreihe erwiesen sich die Schätzungen der vertikalen Geschwindigkeiten sehr anfällig für die Art der Anbindung an das ITRF2000. Absolute Schweremessungen und isostatische Ausgleichsmodelle wurden ebenfalls genutzt, um Vertikalbewegungen abzuschätzen und mit den GPS-Ergebnissen zu vergleichen.

Nicht ganz passend zum Thema des Symposiums berichtete Geiger dann über Kampagnen für ein Projekt zur Kalibration von JASON und andere Altimetersatelliten über Gavdos, einer Insel südlich von Kreta. Laser-Altimeter, GPS-Empfänger und Inertialsysteme wurden auf Flugzeugen eingesetzt, um den Meeresspiegel und das Geoid in der Nachbarschaft des Kalibrationspunktes zu bestimmen.

Schließlich gab Schöne einen Überblick über den Stand von TIGA, ein Pilotprojekt des »International GPS Service«, bei dem kontinuierlich messende GPS-Empfänger an Pegelstationen installiert und betrieben werden. Mehrere Zentren analysieren die Daten mit der Zielsetzung, verlässliche vertikale Bewegungsraten für die Pegel zu bestimmen und damit wahre Meeresspiegelschwankungen ableiten zu können. Kombinationen und Vergleiche zwischen den Lösungen zeigen, dass selbst aus mehrjährigen Messreihen eine Genauigkeit von 1 mm/Jahr für die Vertikalbewegungen noch nicht bestimmt werden können.

4.4 Session JSP06 – The Global Ocean Observing System

Thomas Gruber

Das Symposium »The Global Ocean Observing System« wurde gemeinsam von der »International Association for Physical Sciences of the Oceans (IAPSO)«, der »International Association of Geodesy (IAG)« und der »Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO (IOC)« veranstaltet. Es war aufgeteilt in insgesamt vier Blöcke, davon drei mit Vorträgen und einem mit Postern. Insgesamt waren 29 Beiträge angemeldet (20 Vorträge und 9 Poster), wovon vier Vorträge und zwei Poster storniert wurden.

Es werden derzeit große internationale Anstrengungen unternommen, ein globales ozeanisches Überwachungssystem (»Global Ocean Observing System« GOOS), bestehend aus Beobachtungskomponenten im Weltraum und in den Ozeanen zu implementieren. Wichtige internationale Wissenschaftsprogramme (mit substanzieller deutscher Beteiligung), die zu einem derartigen Beobachtungssystem beitragen, sind GODAE (»Global Ocean Data

Assimilation Experiment«), ARGO (»Global Array of Profiling Floats«) und CLIVAR (»Climate Variability and Predictability«). Die wichtigsten Parameter, die dabei großflächig bestimmt werden sollen, sind Ozeantemperatur, Salzgehalt, Zirkulation (alle drei in verschiedenen Ozeanschichten) und Anomalien der Meereshöhen. Das Symposium gab einen Überblick über den derzeitigen Stand der Arbeiten zu den Messsystemen sowie den Datenzentren. Es wurden Konzepte und wissenschaftliche Analysen für das globale ozeanische Beobachtungssystem von Wissenschaftlern aus den USA (11), aus Japan (9), aus China (1) sowie aus Frankreich (2) vorgestellt.

Satelliten werden heute schon in großem Ausmaß für die globale Beobachtung der Ozeane eingesetzt. So werden Windfelder mit Scatterometern (QuickSCAT, ADEOS-2), Meerestemperaturen mit Radiometern (AVHRR, GMS, TRMM) und Meereshöhen mit Altimetern (JASON-1, ENVISAT) von Satelliten aus großflächig vermessen. Für 2007 ist auch der Start von zwei Missionen zur Bestimmung des Salzgehaltes geplant (SMOS, AQUARIUS-SAC-D). Diese werden eine große Lücke im Bereich der Satellitenbeobachtungen schließen. Jedoch reichen die Satelliten wegen ihrer Bahngeometrie nicht aus, um sowohl eine gute räumliche als auch zeitliche Auflösung für die Ozeanüberwachung zu erhalten. Aus diesem Grund war ein Schwerpunkt des Symposiums die Verknüpfung der Satellitenmessungen mit In-situ-Beobachtungen in den Ozeanen mit Hilfe von Bojen. Hier ist besonders das ARGO-Projekt mit Beteiligung von 15 Staaten bzw. internationalen Einrichtungen zu nennen (siehe auch <http://argo.jcommops.org>). Es werden insgesamt etwa 3000 frei driftende Bojen ausgesetzt (derzeitiger Stand 839), die auf 1–2 km Tiefe absinken, dort Salzgehalt- und Temperaturprofile sowie das Strömungsverhalten messen und alle 10 Tage zur Oberfläche aufsteigen, um die Daten über Satellit an die Datenzentren zu übertragen. Die Lebensdauer der Bojen und aller Instrumente liegt bei etwa 4 Jahren, so dass etwa 100 Profile pro Boje gemessen werden können. Derzeit ist die Überdeckung auf der Nordhalbkugel schon relativ gut, so dass bereits erste Analysen mit diesen Daten vorgestellt wurden. Als weitere Datenquelle werden seit vielen Jahren XBT-Temperaturprofile (»Expendable Bathythermograph«-Temperaturprofile) genutzt, die in der Regel entlang bestimmter festgelegter Fahrtrprofile mit Hilfe von Forschungsschiffen gemessen werden. Diese Daten werden für regionale Untersuchungen (Nordatlantik, Nordpazifik) von Ozeanströmungen eingesetzt, sind aber auch für das globale Überwachungssystem von Bedeutung. Im Rahmen des globalen Ozeanbeobachtungssystems werden derzeit auch Datenbanken aufgebaut, über die Zugang zu all den oben erwähnten Daten gewährleistet wird. Hier wurden Pilotprojekte vorgestellt, über die quasi in Echtzeit Zugang zu den Daten ermöglicht wird. Besonders Wert wird auf eine schnelle Datenaufbereitung aller Satelliten- und In-situ-Beobachtungen gelegt, um die gesamte Fülle an Information innerhalb kürzester Zeit (1 Tag) zur Analyse

des Ozeanzustandes verfügbar zu haben. Der Aufbau der Datenzentren ist im Gange.

Das Symposium machte deutlich, wie wichtig der Aufbau eines globalen ozeanischen Beobachtungssystems und der freie Datenzugang hierzu auch für geodätische Anwendungen ist. Insbesondere im Zusammenhang mit den neuen Schwerefeldmissionen spielen zeitvariable Effekte im Erdschwerefeld durch Umverteilung von Ozeanwassermassen eine wichtige Rolle (sowohl als Korrekturgröße als auch als Messgröße). Die derzeit und in Zukunft verfügbaren globalen ozeanischen Beobachtungen können hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten, um beispielsweise Masseneffekte von Volumenänderungen (sterischer Effekt) zu separieren. Das Zusammenspiel aller Sensoren für Schwerefeld-, Meereshöhen-, Ozeantemperatur- und Salzgehaltmessung eröffnet in stärkerem Ausmaß als bisher ein gemeinsames Arbeitsfeld für Geodäten und Ozeanographen.

4.5 Session JSM07 – Application of GPS Techniques in the Atmosphere

Jens Wickert, Gottfried Kirchengast, Norbert Jakowski

In der Session JSM07 wurden insgesamt 37 Beiträge präsentiert (19 Vorträge, 18 Poster). Das Spektrum spiegelt die vielfältigen Techniken und Anwendungsmöglichkeiten der GPS-basierten Atmosphärenfernerkundung (boden- und satellitengestützte Verfahren) wider. Den Schwerpunkt bildete die Sondierung der elektrisch neutralen Atmosphäre, als nahezu gleichwertig sind jedoch die zahlreichen repräsentativen Beiträge zur Ionosphärensondierung einzuschätzen.

Im Mittelpunkt der bodengestützten Aktivitäten zur Neutralgassondierung stehen die Ableitung des vertikal integrierten Wasserdampfes mit globalen und lokal verdichteten GPS-Bodennetzen. Ergebnisse hierzu wurden präsentiert aus den USA, Japan, Deutschland und im Rahmen des IGS. Vielfach hat sich die Nahezu-Echtzeit-Bereitstellung der Daten etabliert (z. B. Deutschland), erste erfolgreiche Assimilationsstudien zur Verbesserung der lokalen Wettervorhersage, speziell zur Niederschlagsvorhersage, konnten durchgeführt werden (Deutschland). Auch wurden Ergebnisse von tomographischen Untersuchungen mit Daten engmaschiger Bodennetze zur zeitlich und räumlich hochaufgelösten Atmosphärensondierung präsentiert (China, Japan).

Etabliert haben sich die satellitengestützten Methoden (GPS-Radiokulturationstechnik, GPS-RO) zur präzisen Vertikalsondierung der Atmosphäre (Refraktivität, Temperatur, Wasserdampf) im globalen Maßstab. Es gibt vielfältige internationale Aktivitäten zur Auswertung der Daten von CHAMP und SAC-C (Deutschland, USA, Österreich, Dänemark). Eine Vielzahl von Validierungsstudien mit meteorologischen Analysen und Radiosonden stellen das hohe Genauigkeitspotential der Okkultationsdaten

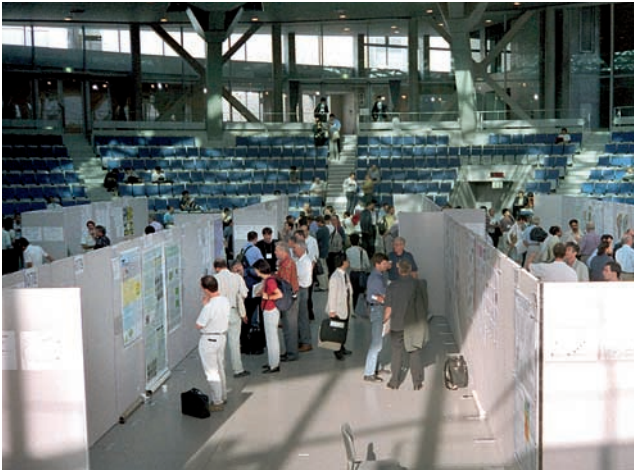


Abb. 7: Die Poster-Präsentationen fanden in einem eigenen kreisförmigen Gebäude statt.

unter Beweis. Einen Schwerpunkt der Forschung bildet die Verbesserung der Datenanalyse in der unteren Troposphäre (Deutschland, Russland, USA, Dänemark), aber auch in der oberen Stratosphäre gibt es durch Verbesserungen der Dateninitialisierung wichtige Fortschritte (Österreich). Vor allem die CHAMP-Daten bilden für diese Arbeiten eine wertvolle Basis. Einen wichtigen Beitrag stellte die erstmalige Demonstration einer Nahezu-Echtzeit-Datenbereitstellung von CHAMP-Okkultationsanalysen dar (Deutschland/GFZ Potsdam). Dies wird durch eine komplexe, operationell betriebene Bodeninfrastruktur erreicht. Das Zukunftspotential der GPS-RO-Methode wurde durch Beiträge der zukünftigen bzw. geplanten RO-Missionen, wie der US-taiwanesischen COSMIC oder der europäischen ACE+ deutlich. Diese Missionen werden täglich mehrere Tausend GPS-RO-Messungen durchführen (ACE+ auch mit GALILEO) und Analysedaten operationell bereitstellen. ACE+ wird dabei erstmals Okkultationsmessungen zwischen zwei niedrigfliegenden Satelliten (LEO-LEO) durchführen und die Wasserdampfabsorption ausnutzen, um vertikale Wasserdampfprofile bis in Tropopausenhöhe abzuleiten (Dänemark, Österreich). Weiterhin wurden Ergebnisse von Messungen von Bergen (Japan) bzw. Flugzeugen (Japan) aus vorgestellt.

Anwendungen der Okkultationsdaten wie zur Verbesserung der globalen Wettervorhersage (Großbritannien) wurden zum Großteil in anderen Sitzungen präsentiert. In JSM07 wurde über die Ableitung globaler Charakteristika von Schwerewellen berichtet, die aus GPS-RO-Messungen von CHAMP und SAC-C abgeleitet wurden (Japan, Argentinien, Großbritannien). Ebenso wurde das große Potential von GPS-RO-Daten zum langfristigen Monitoring des Klimawandels vorgestellt, wozu die CHAMP-Mission einen ersten mehrjährigen Datensatz liefert, der als Basis für die Erstellung von ersten globalen Klimamodellen dient (Österreich, Deutschland).

Die Sitzung machte deutlich, dass sowohl boden- als auch satellitengestützte GPS-Techniken einen wachsenden Beitrag zum Monitoring der ionosphärischen Elektronendichteverteilung oder der vertikalen Gesamtelek-

tronenzahl (TEC) liefern. Die in Japan laufenden Aktivitäten zur Erforschung der Ionosphäre mit modernen Messtechniken sind bemerkenswert. Hierbei sind die Resultate zum Monitoring klein- bis mittelskaliger ionosphärischer TIDs hervorzuheben, die mit dem nationalen hochdichten GPS-Empfängernetzwerk GEONET (ca. 1000 Empfänger) erhalten werden.

In mehreren Vorträgen wurde deutlich, dass GPS-Techniken für ein operationelles Monitoring der globalen Ionosphäre, insbesondere auch zur Ableitung von Zusatzinformationen für GPS-Anwender hervorragend geeignet sind (Kanada, Deutschland). Die GPS-Messungen gestatten nicht nur eine effektive Untersuchung großskaliger Stürme, sondern, falls das Bodennetz dicht genug ist, auch den Nachweis sehr kleiner TEC-Störungen als Folge von Kopplungsprozessen der Lithosphäre und Atmosphäre mit der Ionosphäre (Frankreich, Japan).

4.6 Session JSM11 – Global Sea Level Rise, Global Climate Change and Polar Ice Sheet Stability

Reinhard Dietrich

Das Inter-Assoziations-Symposium JSM 11 stand unter der Überschrift »Global Sea Level Rise, Global Climate Change and Polar Ice Sheet Stability«. Die Beiträge auf diesem Symposium machten deutlich, dass der im Titel postulierte Zusammenhang von globaler Klimaänderung, dem Meeresspiegelanstieg und der Stabilität polarer Eismassen eher einen Bereich offener wissenschaftlicher Fragen umreißt, als dass Ergebnisse, gar quantitativer Art, zur Charakterisierung dieses Zusammenhangs bereits vorliegen würden.

Eine erste Gruppe von Vorträgen befasste sich mit den großen Landeismassen unserer Erde. Auf der Grundlage von Radar-Altimeterdaten der Satelliten ERS-1 und ERS-2 über neun Jahre stellten Zwally (USA) u. a. Ergebnisse zur rezenten Eismassenbilanz Antarktikas vor. Insbesondere für die Einzugsgebiete einiger Gletscher in der Westantarktis ist eine signifikante Höhenabnahme zu verzeichnen. Schwimmende Eiskörper im Bereich der antarktischen Halbinsel (z. B. Larsen- und Dotson-Schelfeis) werden jährlich etwa 23 bzw. 65 cm dünner. Remy und Legresy (Frankreich) diskutierten den Einfluss zufälliger Schwankungen in der Akkumulationsverteilung und anderer dynamischer Kenngrößen des antarktischen Eisschildes auf daraus resultierende Variationen des Meeresspiegels, die selbst für Zeiträume von 30 Jahren Langzeitrends überlagern und daher nicht vernachlässigt werden können. Die Reaktion des Grönländischen Eisschildes auf verschiedene Klimaszenarien (Temperaturanstieg, CO₂) stellten Ridley (Belgien) u. a. in einer umfassenden Modellstudie vor. Naruse (Japan) und Skvarza (Argentinien) konnten für den Perito-Moreno-Gletscher des Südlichen Patagonischen Eisfeldes eine gegenwärtige Mächtigkeitszunahme von bis zu 1,5 m/Jahr nachweisen.

Die zweite Gruppe von Beiträgen betraf den Meeresspiegel und seine Variabilität. Ponte (USA) u. a. betrachteten den beobachteten globalen Meeresspiegelanstieg vor dem Hintergrund der langzeitigen (dekadischen) Veränderungen. Sie betonten, dass nur eine Kombination aus Modell, Satellitendaten (Altimetrie) und Pegelreihen helfen kann, die dekadischen Variationen vom säkularen Trend zu separieren. Plag (Norwegen) zeigte, dass die unterschiedlichen Eismassen der Erde bei Zu- oder Abnahme jeweils regional charakteristische Muster in Pegelregistrierungen erzeugen (»Fingerprints«). Regionale Studien von Meeresspiegeländerungen stellten Peltier und Proschutinsky (Kanada) für die russische Arktis, Iwasaki (Japan) u. a. für Japan, Harari (Brasilien) u. a. für Brasilien sowie Manurung (Indonesien) u. a. für den indonesischen Archipel vor.

In der korrespondierenden Postersession stand ebenfalls der Meeresspiegel im Mittelpunkt. Cazenave (Frankreich) u. a. konnten belegen, dass der für die letzten zehn Jahre beobachtete Meeresspiegelanstieg von +3 mm/Jahr aus der Satellitenaltimetrie (TOPEX/POSEIDON) nahezu vollständig mit thermischer Expansion des Weltmeeres erklärt werden kann. Anthropogene Einflüsse (große Reservoirs) sind ebenfalls in Betracht zu ziehen. Die starke Korrelation von Erwärmung und Anstieg des Weltozeans wurde von Andersen (Dänemark) u. a. auf der Basis von Satellitendaten ebenfalls – auch regional aufgelöst – eindeutig belegt. Auch Schröter (Deutschland) u. a. wiesen auf die Zusammenhänge von Temperatur und Meereshöhe hin und stellten als eine neue Qualität der ozeanographischen Modellierung die Assimilation von Altimeterdaten vor.

Insgesamt machte das Symposium deutlich, dass Welt-ozean und kontinentale Eismassen Schlüsselkomponenten im System Erde darstellen. Die besondere Herausforderung, aus den jetzt bereits vorliegenden bzw. in naher Zukunft zu erwartenden Daten aktueller Satellitenmissionen auf Langzeitveränderungen zu schließen, kann nur durch anspruchsvolle Modelle und die intensive Einbeziehung von In-situ-Daten, z. B. Langzeitpegelreihen, geleistet werden.

5 IAG Symposia

5.1 Session G01 – Positioning

Johannes Ihde

Das Meeting der Section I »Positioning« (Convenor: A. Dodson) hatte drei Sessions mit insgesamt 30 Präsentationen. Eine Postersession mit 35 Beiträgen rundete das Gesamtbild der Aktivitäten der IAG auf dem Gebiet der Anlage von Referenznetzen und der Anwendung von Positionierungsverfahren ab.

In der ersten Session »Data Modelling and New Technologies« (Chair: C. Rizos) waren die Schwerpunkte auf

Fragen der Modellbildung bei der Auswertung von GPS-Beobachtungen und technologische Entwicklungen, insbesondere für RTK- und DGPS-Anwendungen, gerichtet. Der Bericht des Präsidenten der IAG-Sektion I, A. Dodson, informierte über die Aktivitäten insbesondere der Commission X, der Special Commission IV und der vier Spezialstudiengruppen der letzten vier Jahre.

Die IAG SSG 1.179 »Wide Area Modelling for Precise Satellite Positioning« befasste sich mit der Eliminierung bzw. Verringerung unterschiedlicher Fehlerquellen aus GPS-Beobachtungen auf kurze bis große Entfernungen zwischen den Referenzstationen und mobilen Empfängern. Es stehen neue Modelle für das Subzentimeter-Genauigkeitslevel zur Verfügung. Der in der Studiengruppe sichtbar gewordene Fortschritt für RTK-Netze widerspiegelte sich insbesondere auch in den Beiträgen »Point Real-Time Kinematic Positioning« (Y. Gao), »Long Range Differential GNSS for Positioning of Airborne Sensors« (N. Kjørsvik, O. Øvstedal, J. G. G. Svendsen) und »Toward More Reliable Estimation of GPS Positioning Accuracy« (J. S. Krynski, Y. M. Zanimonskiy).

Fortschritte in der Modellierung wurden durch den Einsatz von stochastischen Modellen erreicht: »The Analysis of GPS Permanent Network Solutions: The Impact of Temporal Correlations« (M. Crespi, R. Barzaghi, A. Borghi, G. Pietrantonio, F. Riguzzi), »Alternatives for the Modeling of Uncertainty in Geodetic Positioning« (H. Kutterer, S. Schön), »Modeling Differential GPS Errors using Kriging and Biharmonic Model to Support RTK Positioning with Multiple Reference Stations« (A. D. Grejner-Brzezinska, Y. Yi).

In verschiedenen Beiträgen konnte die Bedeutung des Internets für die Datenkommunikation deutlich gemacht werden, wie bei »Networked Transport of RTCM via Internet Protocol« (G. Weber, H. Gebhard, D. Dettmering).

In der Session »GNSS for Atmospheric Remote Sensing and Deformation Monitoring« (Chair: S. H. Skone) wurden zehn Vorträge gehalten. Der erste Teil befasste sich mit der Modellierung von Troposphären- und Ionosphärenparametern sowie GPS-Beobachtungen, sowohl für die Ableitung von »integrated water vapour« und »total electron content« der Erdatmosphäre sowie der Verbesserung der Positionierungsgenauigkeit für Einzelpunktbestimmungen und DGPS/RTK-Lösungen. Einen guten Überblick über die Gesamtproblematik wurde von H. van der Marel (»GPS as an Atmospheric Remote Sensing Tool«) gegeben. Zu erwähnen sind die Beiträge »Troposphere Modelling Using a Regional GPS Network« (S. H. Skone, V. Hoyle, S. M. Shrestha) und »Numerical Weather Predictions for GPS Positioning« (A. B. O. Jensen).

Der zweite Teil der Session befasste sich mit Deformationsmessungen an Bauwerken und der Kombination von GPS-Messungen mit terrestrischen Verfahren. Einen zusammenfassenden Überblick gab der Bericht über die Aktivitäten der IAG-Special-Commission IV über die Anwendung der Geodäsie in der Ingenieurvermessung (H. Kahmen). Stellvertretend für die Beiträge sollen ge-

nannt werden: »Combined Evaluation of Geodetic and Geotechnical Data During Tunnel Excavation by Use of a Knowledge-based System« (K. Chmelina, H. Kahmen), »Local Deformation Monitoring Using Real-Time GPS Kinematic Technology« (R.B. Langley, D. Kim, J. Bond, A. Chrzanowski), »Hybrid Sensor System for Bridge Deformation Monitoring: Interfacing with Structural Engineers« (X. Meng, A. Dodson, G. Roberts, E. Cosser).

Die Session »Datum and Network« (Chair: Z. Altamimi) wurde durch den Bericht der Commission X »Global and Regional Geodetic Networks« (C. Boucher, Z. Altamimi) eingeleitet, der eine Zusammenfassung zu den regionalen Aktivitäten (Afrika, Antarktis, Europa, Nord- und Südamerika, Südostasien, Pazifik), den Beiträgen zur Standardisierung, der Realisierung des terrestrischen Referenzsystems und der Rolle der Produkte der IAG-Dienste gab. D. Angermann informierte über den Stand bei der Kombination von Daten für das ITRF und Empfehlungen für die zukünftige Vorgehensweise. GPS-Permanentstationsnetze haben im Wesentlichen die Aufgabe der Realisierung von regionalen Bezugssystemen übernommen und lassen damit Analysen von zeitlichen Variationen verschiedener Parameter aus GPS-Zeitreihen zu (»Scale Variation of GPS Time Series«, J. Jokela). Dadurch besteht zukünftig die Möglichkeit, die dynamischen/kinematischen Referenzsysteme zu realisieren (»Practical Limitations with the Implementation of a Semi-Dynamic Datum for New Zealand«, G. Blick; »Evolution of Japanese Geodetic Reference System to Support Information Society on Dynamic Earth«, K. Komaki).

Die Postersession untersetzte die Vorträge des G01-Meetings. Zusätzlich zu den Themen der drei Sessions wurden auch Fragen der Nutzung von VLBI- und SLR-Beobachtungen und der Ableitung von Krustenbewegungen behandelt. Einen breiten Raum nahm die Realisierung von regionalen Höhenbezugssystemen ein.

Insgesamt ist einzuschätzen, dass in der GPS-Positionierung in den letzten Jahren ein erheblicher Fortschritt durch die Anlage von GPS-Permanentnetzen, die damit verbundenen Dienste und die daraus folgende Möglichkeit der Anwendung von DGPS- und RTK-Positionierungen in Real- oder Near-Real-Time erreicht werden konnte. Diese Verfahren erfordern eine Verfeinerung der Modellbildung und geben die Möglichkeit, kinematische und dynamische Prozesse zu erfassen. Die nächsten Jahre werden zeigen, dass auch bei kürzeren Messzeiten höhere Genauigkeiten und Zuverlässigkeiten in der Positionierung erreicht werden können.

5.2 Symposium G02 – Advanced Space Technology

Hansjörg Kutterer

Wie die anderen Symposien war G02, das wissenschaftliche Treffen der bisherigen Sektion II der IAG, Forum sowohl für wissenschaftliche Präsentationen als auch für

die Berichte verschiedener zugeordneter Arbeitsgruppen und internationaler Datendienste. Convenor des Symposiums war C.K. Shum (Ohio State University, USA). Die präsentierten Arbeiten reflektieren den vielfältigen Nutzen, aber auch die zahlreichen Aufgaben und Anforderungen, die die aktuellen und zu erwartenden technologischen Entwicklungen der geodätischen Satellitenverfahren mit sich bringen.

Die insgesamt präsentierten 37 Vorträge und 12 Poster waren fünf Themenbereichen zugeordnet:

- (A) Raumgeodätisches System und Dienste,
- (B) GPS-Bojen und Satellitenaltimetrie,
- (C) SAR-Interferometrie,
- (D) Schwerefeld,
- (E) Planetare Instrumente.

Der Themenblock (A) nahm innerhalb des Symposiums den größten Raum ein. Zunächst erstatteten die Vorsitzenden der zugeordneten Kommissionen, Dienste und Arbeitsgruppen ihre Berichte, die über die IAG auch in schriftlicher Form erhältlich sind. H. Drewes gab einen Überblick über die »Commission on International Coordination of Space Techniques for Geodesy and Geodynamics (CSTG)«, deren Tätigkeit in Sapporo formal endete, aber in der neuen Struktur der IAG innerhalb der Kommission 1 »Reference Frames« weitergeführt werden wird. R. Neilan zeigte den Status des »International GPS Service (IGS)« und wies auf dessen zehnjähriges Jubiläum hin, das im März 2004 in Bern mit einer Festveranstaltung begangen wird. Künftige Aktivitäten liegen in der Umsetzung des im Jahre 2002 vorgelegten Strategieplans. So sollen z.B. GPS-Netze für besondere Anwendungen (hohe zeitliche Auflösung, Monitoring von Meeresspiegelvariationen) eingerichtet werden.

Das »IGS GLONASS Pilot Project«, über das R. Weber referierte, zeigte, dass IGS über den reinen GPS-Bereich hinaus auch weitere Mikrowellensysteme erfolgreich bearbeiten kann. Für den »International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IVS)« stellte H. Schuh die Ergebnisse des »Troposphere Pilot Project« vor, bei dem es um die Bereitstellung troposphärischer Parameter aus VLBI-Beobachtungen auf operationeller Basis ging. Neu eingerichtet wurde in Sapporo der »International DORIS Service (IDS)«, über dessen Ziele und Struktur G. Tavernier referierte. Der Bericht über den »International Laser Ranging Service (ILRS)« war abgesagt worden. Erklärtes gemeinsames Ziel der internationalen Dienste, die in der neuen IAG-Struktur auf derselben Ebene wie die Kommissionen angesiedelt sind, ist der Ausbau und die Vertiefung ihrer Zusammenarbeit.

Der zweite Schwerpunkt innerhalb des Themenblocks (A) lag im Ausbau und der Erweiterung der raumgeodätischen Systeme und ihrer Nutzung. Zunächst wurden mehrere aktuelle Entwicklungen vorgestellt, wie z.B. die gemeinsame Nutzung von GPS und VLBI (H. Tsuji, S. Matsuzaka), Raum-VLBI (Y. Kono, M. Kulkarni) sowie

Internet-VLBI (H. Takaba, Y. Koyama). U. Hugentobler berichtete über die kombinierte Auswertung von GPS-Messungen auf Bodenstationen und auf niedrig fliegenden Erdsatelliten (LEO) und wies auf Probleme hin, wie z. B. den recht hohen Rechenaufwand bei gleichzeitig geringer Verbesserung der Ergebnisse. Die Bestimmung von ionosphärischen Parametern aus VLBI-Beobachtungen war Gegenstand des Vortrags von T. Hobiger. Der Themenblock (A) wurde von R. Dietrich beschlossen mit der Präsentation eines in der Ostsee installierten Systems zur Meeresspiegelüberwachung, das auch zur Validierung von Altimeterdaten verwendet werden soll.

GPS-Bojen wurden ausführlich in Themenblock (B) vorgestellt und diskutiert, beispielsweise von T. Schöne, K. Novotny und P. Bonnefond. Ihr Hauptanwendungsbereich ist die Kalibrierung von Altimetersatelliten durch geeignete (permanente oder temporäre) Positionierung im Bereich der Kreuzungspunkte. Die heute erreichbaren Genauigkeiten liegen bei wenigen Zentimetern.

Zu Themenblock (C), der mit der SAR-Interferometrie (InSAR) befasst war, gab es drei Vorträge, von denen zwei von R. Hanssen gehalten wurden, dem diesjährigen Träger des renommierten Bomford-Preises der IAG. In seinem ersten Vortrag gab er einen Überblick über die bisherige Nutzung der InSAR-Technologie für geodätische Anwendungen (Beispiel: Ermittlung von Wasserstandsvariationen im Hafen von Rotterdam) und zeigte neben aktuellen Problemen, wie dem recht eingeschränkten Zugang zu Datenarchiven, auch künftige Herausforderungen, wie die Integration von InSAR und anderen geodätischen Beobachtungsverfahren, auf. Der zweite Vortrag war der Auflösung der bei InSAR auftretenden Mehrdeutigkeiten gewidmet. T. Wright referierte über eine realitätsnahe Modellierung von Fehlern bei InSAR, bei der räumlich korreliertes Rauschen in Simulationsrechnungen eingeführt wurde.

Die Vorträge zum Schwerefeld im Rahmen des Themenblocks (D) waren deutlich von den aktuellen Satellitenmissionen CHAMP und GRACE geprägt. C. Reigber stellte die neuesten, am GeoForschungsZentrum Potsdam aus CHAMP-Daten gerechneten Schwerefeldmodelle vor, R. Schmidt sprach über erste Ergebnisse aus Schweredaten der GRACE-Mission, R. Biancale über die (gescheiterten) Anläufe zur Bestimmung von Zeitreihen der langwelligen Schwerefeldvariationen aus CHAMP-Daten (Zeitspanne: zwei Jahre). J. Müller referierte über absolute Schweremessungen in Fennoskandien zur Validierung zeitlicher Schwereänderungen, die aus GRACE-Daten abgeleitet werden sollen. Weitere Beiträge befassten sich mit der Kalibrierung von GOCE-Daten mittels Drehwaagen (G. Toth) sowie der Orbitbestimmung für LEO-Satelliten (D. Svehla, A. Jaeggi).

Geplante planetare Missionen waren schließlich Thema von Block (E), insbesondere die RSAT/VRAD-Instrumentierung der SELENE-Mission, die auf der extensiven Nutzung von VLBI-Satelliten beruhen wird. T. Iwata sprach über die auf den Satelliten zu installierende Instrumen-

tierung, K. Matsumoto über die zu erwartende Genauigkeit des lunaren Schwerefeldmodells. J.-P. Barriot berichtete über Vorstudien zu NEIGE, einem geplanten geodätischen Netz auf dem Mars, das im Rahmen der für 2009/2010 vorgesehenen Netlander-Mission installiert werden soll und aus einer Panorama-Kamera, Magnetometern, Seismometern und anderen Instrumenten bestehen soll.

Die Postersession zu G02 war, wie bei den anderen Symposien auch, dadurch geprägt, dass eine Reihe angekündigter Poster nicht präsentiert wurde. Zudem waren während der gesamten Ausstellungszeit der Poster Vortragsveranstaltungen angesetzt, so dass der ansonsten über die Poster gut funktionierende wissenschaftliche Austausch recht eingeschränkt war. Gegenstand der präsentierten Arbeiten waren Studien zum »Satellite Laser Ranging« (T. Otsubo und G. Appleby) und zu VLBI-Satelliten (R. Ichikawa et al., T. Yoshino et al., M. Sekido und T. Fukushima) sowie die Modellierung von GPS-Satelliten-Uhren (V. Bröderbauer und R. Weber).

5.3 Symposium G03 – Determination of the Gravity Field

Heiner Denker

Das Symposium G03 »Determination of the Gravity Field« der Sektion III der IAG (Convenor M. G. Sideris) umfasste drei Vortragssessions und eine Postersession. Die erste Session begann mit den Berichten über die Aktivitäten innerhalb der Sektion III seit der letzten IUGG-Generalversammlung in Birmingham 1999. Einen Überblick über die in der Sektion bearbeiteten Themen gab zunächst der Sektionspräsident M. G. Sideris. Darauf folgten die Berichte über die Arbeiten in der Schwere- und Geoidkommission (M. Vermeer, J. Liard) sowie in den Spezialstudiengruppen 3.167 »Regional Land and Marine Geoid Modelling« (I. N. Tziavos), 3.177 »Synthetic Modelling of the Earth's Gravity Field« (W. Featherstone), 3.184 »Use of Remote Sensing Techniques for Validating Heights and Depths« (P. A. Berry), 3.185 »Merging Data From Dedicated Satellite Missions With Other Gravimetric Data« (N. Sneeuw) und 3.186 »Altimetry Data Processing for Gravity, Geoid and Sea Surface Topography Determination« (C. Hwang). Die anschließenden Fachvorträge der ersten Session befassten sich mit Themen aus dem Bereich Gravimetrie. S. Takemoto berichtete über die japanischen Absolutschwere- und Superconducting-Messungen in Ostasien. J. Segawa beschrieb den Einsatz eines in Japan entwickelten Fluggravimetersystems in Helikoptern zur Identifizierung von aktiven tektonischen Spalten und zur Geoidverbesserung in Küstenzonen. J. E. Faller erläuterte die Entwicklung eines neuen kleineren Absolutgravimeters mit einer Genauigkeit von etwa $50\text{--}100\text{ nm s}^{-2}$. Die Bestimmung von Schwerewerten mit Hilfe von Multisensorsystemen (Airborne und marine



Abb. 8: Der berühmte Glockenturm von Sapporo, errichtet 1878

GPS-, INS- und Gravimetersysteme) mit Genauigkeiten im Bereich von $10\text{--}50\text{ }\mu\text{s}^{-2}$ diskutierte M. J. Fernandes. Auf die Berechnung von Luftdruckeffekten für Superconducting-Gravimeter mittels 3-D-Daten ging J. Neumeyer ein.

In der zweiten Vortragsession wurden im Wesentlichen Themen im Zusammenhang mit den neuen Schwerfeldmissionen CHAMP, GRACE und GOCE sowie der Satellitenaltimetrie behandelt. Mit der GOCE-Gradiometermission befassten sich drei Vorträge. H. Denker berichtete über mögliche Kalibrierungs- und Validierungsstrategien für GOCE, P. N. Visser diskutierte den Einfluss von Filtern im Gradiometerinstrument auf globale Schwerfeldanalysen, und C. C. Tscherning untersuchte die Vergitterung und Filterung von GOCE-Gradiometerdaten mit Hilfe der Kollokation und simulierten Daten. Mit der Analyse von CHAMP-Daten zur Schwerfeldbestimmung beschäftigten sich die Beiträge von J. Luo sowie L. Földvary. S. Zhu ging dann allgemeiner auf die Schwerfeldbestimmung mittels GPS-Daten von Bodenstationen und LEOs ein. B. Heck erläuterte die Anwendung topographisch-isostatischer Reduktionen für Satellitengradiometerbeobachtungen auf der Basis eines Kondensationsmodells. Ultrahochauflösende Kugelfunktionsmodelle bis zum Entwicklungsgrad 3600 diskutierte Y. Lu. Das Themengebiet Satellitenaltimetrie wurde eingeleitet mit einem Beitrag von A. Kilicoglu über den Vergleich und die Kombination von marinen und altimetrischen Schwerewerten für das Schwarze Meer. Über die Berechnung globaler und lokaler Schwereanomalien aus verschiedenen Altimetermissionen berichtete C. Hwang. Eine verbesserte globale Berechnung von Schwereanomalien mittels einer Neuprozessierung der sogenannten Altimeterwavedaten stellte D. Sandwell vor. X. Deng referierte über die Nutzung der Satellitenaltimetrie in den küstennahen

Gewässern Australiens. Eine numerische Studie zur Lösung des Altimetrie-Gravimetrie-Randwertproblems in küstennahen Gebieten legte R. S. Grebenitcharsky vor.

Die dritte Vortragsession befasste sich schwerpunktmäßig mit vertikalen Referenzsystemen und der Geoidmodellierung. Über die Ableitung von digitalen Höhenmodellen mittels raumbezogener Verfahren referierte P. A. Berry. Die erreichten Fortschritte bei der Einrichtung eines neuen vertikalen Datums für Neuseeland stellte M. Amos vor. W. Jiang diskutierte die Verbindung vertikaler Datumssysteme über große Entfernungen. Mit einer integrierten Bestimmung des Schwerfeldes und vertikaler Datumskonstanten befasste sich T. Faulenbach. Die Definition eines neuen vertikalen Datums für Südamerika beschrieb L. Sánchez. Die Vorwärtsmodellierung des Schwerfeldes aus Masseninformationen behandelte M. Kuhn. Auf die Konstruktion isostatischer Erdmodelle ging D. Tsoulis ein. Im zweiten Teil der Sitzung diskutierte dann G. Finn die Nutzung heterogener Daten zur Geoidmodellierung. Die beiden folgenden Vorträge von C. K. Shum und M. Roland behandelten die Nutzung von Wavelets bei der Schwerfeldmodellierung. Es folgte dann die Vorstellung verbesserter Geoidmodelle für Afrika (C. L. Merry), Japan (Y. Kuroishi) und die Arktisregion im Rahmen des »Arctic Gravity Project« (R. Forsberg).

Zur Sitzung G03 gehörte außerdem eine Postersession mit insgesamt 75 Postern. Schwerpunkte bildeten dabei Beiträge zu gravimetrischen Messtechniken (Absolut- und Relativgravimeter, Superconducting-Gravimeter, Kalibrierung der Messsysteme, Reduktionen, zeitliche Schwereänderungen), die Aufbereitung und Evaluierung regionaler Schweredatensätze, die Nutzung topographischer Informationen bei der Schwerfeldmodellierung, neue Ergebnisse der Satellitenaltimetrie, die Resultate und Möglichkeiten der neuen Satellitenmissionen CHAMP, GRACE und GOCE sowie eine große Zahl von Postern zur Entwicklung verbesserter regionaler Geoidmodelle einschließlich neuer Techniken zur Geoidmodellierung (z. B. Wavelets).

5.4 Symposium G04 – General Theory and Methodology

Bernhard Heck

Im Symposium G04 (Convenor B. Heck), gleichzeitig Arbeitssitzung der IAG-Sektion IV, wurden in 29 Vorträgen und 15 Postern Arbeiten und Ergebnisse auf dem Gebiet der geodätischen Theorie vorgestellt. Anstelle einer rein »geschäftlichen« Sitzung wurden die Berichte zu den Untergruppierungen der Sektion IV in die regulären Sitzungen thematisch integriert. Das Symposium erstreckte sich über eineinhalb Tage (7./8. Juli 2003).

Die erste Sitzung wurde mit einem Übersichtsvortrag des bisherigen Sektionspräsidenten B. Heck über die Entwicklung der IAG-Sektion IV »General Theory and

Methodology« eingeleitet. Neben thematischen Schwerpunkten wurde auch die Rolle der geodätischen Theorie in der künftigen Struktur der IAG beleuchtet. In einem weiteren Übersichts Vortrag präsentierte P. Holota als Vorsitzender der Special-Commission 1 »Mathematical and Physical Foundations of Geodesy« seinen Bericht über den Stand der Forschungsarbeiten in den fünf SC1-Subkommissionen. Es folgten Einzelbeiträge aus dem Arbeitsbereich der SC1-Subkommission 1 und der Spezialstudien-Gruppe 4.190 zum Thema »Statistik und Optimierung«. B. Schaffrin (Ko-Autor: Y. Felus) stellte das von Golub & Loan begründete Verfahren der »Total Least-Squares« mit Bedingungen im geodätischen Kontext vor und zeigte Möglichkeiten auf, um das resultierende Gleichungssystem zu stabilisieren. P. Xu befasste sich mit grundsätzlichen Problemen und neuen Ergebnissen bei der nichtlinearen Filterung kontinuierlicher Systeme und wies einige grundlegende Fehler in früheren Publikationen zu diesem Thema nach. Der Beitrag von P. Teunissen widmete sich der Schätzung von Basislinien aus GNSS (Global Navigation Satellite System)-Beobachtungen unter Berücksichtigung der ganzzahligen Natur der Phasenmehrdedeutigkeiten. Eine weitere Präsentation zu dieser Thematik von J. Wang et al. behandelte das Problem der Qualitätskontrolle bei der Lösung von Phasenmehrdedeutigkeiten; anstelle des üblichen F-Tests wurde der wesentlich robustere W-Test vorgeschlagen.

In der zweiten Sitzung wurde die Thematik der ersten Sitzung fortgeführt. Zunächst gab H. Kutterer einen Überblick über die Arbeiten der Spezialstudien-Gruppe 4.190, die sich mit nichtstochastischen Konzepten der Datenanalyse (Intervallanalyse, Impräzision, Fuzzy-Theorie u. a.) und deren Anwendung in der Geodäsie befasste. C. Kotsakis (Ko-Autor: I. Tziavos) verglich parametrische mit nicht-parametrischen Methoden bei der optimalen Kombination multipler Datensätze, die aus verrauschten Messungen eines gegebenen Signals resultieren; insbesondere stellte er ein Verfahren vor, das auf der Minimierung eines empirischen Signal/Rausch-Verhältnisses beruht. Die kombinierte Ausgleichung von GPS-, Geoid- und Nivellementshöhen stand im Mittelpunkt des Beitrags von G. Fotopoulos et al., die eine Varianzkomponentenschätzung mittels des MINQUE-Algorithmus empfahlen.

Inverse Probleme und geodätische Randwertprobleme standen im Mittelpunkt der dritten Sitzung. Zunächst berichtete G. Strykowski über die Arbeiten der Spezialstudien-Gruppe 4.188 zur Bestimmung der Massendichte aus gravimetrischen und anderen Daten. In einem weiteren Vortrag befasste er sich speziell mit Genauigkeitsverbesserungen bei der Geoidbestimmung durch Nutzung von Dichteinformationen, die mit dem beobachteten Schwerefeld im Außenraum konsistent sind. Auch der Beitrag von O. Jamet (Ko-Autor: M. Diament) behandelte Aspekte des inversen gravimetrischen Problems: Um eine eindeutige Lösung zu erzwingen, verwendete er eine Bedingung, die auf der Minimierung der potentiellen Energie

beruht. P. Holota referierte über die Lösung eines schwach, d. h. über ein Variationsprinzip, formulierten geodätischen Randwertproblems mittels sukzessiver Approximation, wobei er ellipsoidische Harmonische als Basisfunktionen verwendete. P. Knudsen untersuchte die Zusammenfassung verschiedener lokaler Kovarianzfunktionen bei der Verarbeitung von Altimeterdaten in einem größeren, aus mehreren Teilbereichen zusammengesetzten Untersuchungsgebiet. Abschließend stellte B. Heck (Ko-Autor: K. Seitz) ein Verfahren zur Berücksichtigung ellipsoidischer Effekte bei der Berechnung von Schwereanomalien aus Altimeterdaten auf der Grundlage von Kugelfunktionsreihen vor.

Die vierte Sitzung befasste sich im Wesentlichen mit Anwendungen der Mechanik und der Potentialtheorie auf Probleme der Geodäsie. V. P. Dimitri (Ko-Autor: R. Srivastava) verallgemeinerte die Voronoi-Unterteilung auf L^p -Normen und wandte dieses Verfahren auf die Berechnung des Schwerefeldes von komplex strukturierten Massen an. Danach präsentierte B. Heck in Vertretung von D. Wolf den Bericht der Spezialstudien-Gruppe 4.189 »Dynamische Theorien der Deformations- und Schwerefelder«. Eine theoretisch interessante, analytische Lösung in asymptotischer Näherung für die Berechnung des coseismischen Verschiebungsfeldes in einem sphärischen Erdmodell wurde von W. Sun (Ko-Autor: S. Okubo) vorgestellt. F. Sanso (Ko-Autor: G. Venuti) wies nach, dass der Regularitätsgrad bei der Lösung geodätischer Randwertprobleme um die Hälfte abnimmt, sobald der Spuroperator angewandt wird, und erweiterte diese Aussage für allgemeine topologische Räume harmonischer Funktionen. K.-H. Ilk (Ko-Autor: A. Löcher) schlug vor, für die Validierung von Schwerefeldmodellen und Satellitenbahnberechnungen den Energieerhaltungssatz bzw. dessen Erweiterung in Form des Jacobi-Integrals heranzuziehen; die Anwendbarkeit dieses Verfahrens wurde am Beispiel der kinematischen Bahnbestimmung (CHAMP bzw. GPS-Satelliten) eindrucksvoll belegt. Zuletzt gab C. Jekeli einen Überblick über die Arbeiten der Spezialstudien-Gruppe 4.191 »Theorie fundamentaler Höhensysteme«.

Die fünfte Sitzung (Thematik: Numerische und Approximationsverfahren) begann mit einer Vorstellung des von W. Keller verfassten Berichts zu den Arbeiten der Spezialstudien-Gruppe 4.187 »Wavelets in Geodäsie und Geodynamik« (vorgetragen von B. Heck). B. Schaffrin et al. verglichen verschiedene Approximationsverfahren zur Generierung kontinuierlicher Flächen aus diskreten Datenpunkten und diskutierten vor allem die Eigenschaften biharmonischer Spline-Wavelets und verallgemeinerter Multi-Quadriken. W. Sun präsentierte eine Studie zur Fortsetzung des Schwerefeldes nach unten mit Hilfe des Poisson-Integrals und stellte mehrere Diskretisierungstechniken gegenüber. R. V. Garcia et al. zeigten verschiedene Anwendungen der Berechnung geodätischer Integrale mittels eindimensionaler schneller Fourier-Transformation auf und schlugen für die Schwerefeldfort-

setzung nach unten eine Inversionsmethode mittels 1D-FFT-Verfahren vor. Den Abschluss bildete der Beitrag von G. Blewitt et al. zur Verwendung der Clebsch-Gordan-Koeffizienten in der Geodäsie und Geodynamik; als Beispiel diente die Bestimmung der kontinentalen hydrologischen Auflast aus dem mittels GPS-Beobachtungen abgeleiteten Verschiebungsfeld.

Die Themen der mündlich präsentierten Beiträge wurden großenteils auch in den Postern des Symposiums G04 aufgegriffen. M. Gerasimenko et al. wiesen auf die Bedeutung physikalischer Korrelationen bei der Auswertung von GPS-Beobachtungen hin. S. Verhagen und P. Teunissen verglichen verschiedene Schätzverfahren bei der Berechnung von GPS-Basislinien und wiesen die Überlegenheit des BIEU (Best Integer Equivariant Unbiased)-Schätzers nach. C. Jekeli und X. Li wandten Wavelets der 2. Generation auf einer Kugel bei der Zerlegung des Schwereanomalienfeldes an. S. Claessens und W. Featherstone befassten sich mit dem Problem, Geopotentialkoeffizienten aus den auf dem Erdellipsoid gegebenen Schwereanomalien abzuleiten. S. Kudryavtsev entwickelte das Gezeitenpotential nach Partialtiden und stellte eine neue Lösung mit ca. 27 000 Termen vor, die die Genauigkeit früherer Entwicklungen um den Faktor 3 übertrifft. K. Nozaki verallgemeinerte das Konzept der Bouguer-Anomalie; während in einem ersten Teil dieser Ansatz theoretisch begründet wurde, befasste sich der zweite Teil mit der simultanen Schätzung der Bouguer-dichte, der Geoidhöhe und der Bouguer-Anomalie auf dem Erdellipsoid. H. Abd-Elmotaal benutzte das Prinzip der inversen Isostasie, um aus digitalen Geländemodellen und globalen Geopotentialmodellen die isostatische »Antwortfunktion« zu berechnen. M. Quintas verwendete ein geografisches Informationssystem bei der Modellierung isostatischer Strukturen des Paraná-Beckens in Brasilien. F. Migliaccio et al. verglichen zwei Verfahren auf der Grundlage der Kollokation und der numerischen Integration zur Bearbeitung von Daten der Satellitengradiometrie mit GOCE. F. Deleflie et al. leiteten geodynamische Parameter, insbesondere die zeitlichen Änderungen zonaler Kugelfunktionskoeffizienten, aus sehr langen Bahnbögen geodätischer Lasersatelliten ab. J. Janak et al. schlugen ein Verfahren zur Fortsetzung des Schwerefeldes nach unten auf der Grundlage des Dirichlet-Integrals und einer Multiskalen-Stabilisierung vor. M. Tobita stellte ein Programmsystem zur Datumstransformation vom Tokio-Datum in das ITRF vor. Schließlich diskutierten J. Awange und E. Grafarend die Rolle der Algebra in der modernen Geodäsie und zeigten verschiedene Anwendungsgebiete auf.

Das Symposium G04 belegte höchst eindrucksvoll den aktuellen Stand und das außerordentliche Niveau der theoretischen Arbeiten in den verschiedenen Themenbereichen der Geodäsie. Es zeigte sich, dass nach wie vor ein großer Bedarf für eine theorieorientierte Gruppe in der IAG vorhanden ist, in der anwendungsorientierte Mathematiker und Physiker einerseits und theoretisch aus-

gerichtete Geodäten andererseits zusammenarbeiten, auch wenn ein großer Teil der theoretisch orientierten Arbeiten künftig in den neuen IAG-Commissions durchgeführt werden soll. Die verbleibenden, kommissionsübergreifenden Aufgaben auf dem Gebiet der geodätischen Theorie und Methodenlehre sind in der neuen IAG-Struktur dem »Inter-Commission Committee on Theory« (siehe Abschnitt 7, Struktur der IUGG und IAG) zugeordnet, das – in eingeschränkterem Umfang – die Nachfolgeeinrichtung der IAG-Section IV repräsentiert.

5.5 Symposium G05 – Geodynamics

Bernd Richter

Die Session G05 »Geodynamics« umfasste das gesamte Tätigkeitsfeld der gleichnamigen IAG-Sektion 5. Die 29 Vorträge und mehr als 25 Poster zeigten die breite Spanne ausgehend von terrestrischen Schwerebeobachtungen und ihren Interpretationen, über die Berichte zur Erdrotation und Nutation, die Techniken zur Erfassung von geodynamischen Prozessen bis hin zur Darstellung und Interpretation von Krustendeformationen. Bei der Vielzahl der Vorträge können hier nur die Schwerpunkte und Einzelbeispiele aufgezeichnet werden. Alle Beiträge zur Session G05 mit ihren Kurzfassungen sind auf der Internetseite <http://www.jamstec.go.jp/jamstec-e/iugg/html/abstract/main.html> (3. und 4. Juli, S. A 245 ff) nachzulesen.

Da die IAG-Sektion 5 zukünftig neu organisiert wird, gab der Präsident C. Wilson einen ausführlichen Bericht über die Arbeiten 1999–2003 der vier Kommissionen (Kommission 5: Earth Tides, Kommission 14: Crustal Deformation, Spezialkommission 3: Fundamental Parameter, Spezialkommission 8: Sea Level and Ice Sheets), der gemeinsam mit der IASPA geführten Arbeitsgruppe »Non-Tidal Ocean Processes« und der der Sektion zugeordneten Dienste (International Earth Rotation and Reference Systems Service (IERS), Permanent Service for Mean Sea Level (PSMSL), BIPM Time Section, Earth Tide Centre).

Als neue Projekte galt es hervorzuheben: das »Global Geodynamic Projekt (GGP)«, ein Netzwerk von über 20 supraleitenden Gravimetern mit 26 Langzeitserien, die regionalen Arbeiten zu Krustenbewegungen in Asien, Süd- und Nordamerika, Europa und in der Antarktis, die Festlegung der Gravitationskonstanten, basierend auf Experimenten von 1969 bis 2002, die Verbindung von Gezeitenpegeln mit GPS und dem daraus resultierenden GPS-»Tide Gauge Benchmark Monitoring Pilot Project« (TIGA-PP), die Reorganisation des IERS und die Ergänzung der »Geophysical Fluid«-Aktivitäten um das Spezialbüro »Loading«, die globalen Raten des Meeresspiegelanstiegs aus den Daten des PSMSL und die Bereitstellung von Datensätzen zur Kalibrierung der Altimeter- und Schwerefeldmissionen sowie die Verbesserung der Zeit-

übertragung über GPS und mittels Zweiwege-Zeit- und Frequenzübermittlung. Ergänzt wurde der Übersichtsvortrag durch Beiträge zu den fundamentalen geodätischen Konstanten und nicht-gezeitenbedingten ozeanischen Prozessen. Hier verglich R. Gross u. a. die aus dem ECCO-Modell (Meeresbodendruckmodell) abgeleitete Drehimpulsfunktion mit den Erdrotationsschwankungen.

Die Vorträge zur Nutation und Erdrotation beschrieben zum einen die Stetigkeit der »IERS C04«-Referenzserie als verbindendem Element zwischen dem terrestrischen und zälestischen Referenzrahmen (ITRF, ICRF) auf einem Niveau von 100–300 Mikrobogensekunden für die Polbewegung und einigen Mikrosekunden für den Erdrotationsparameter UT1, zum anderen die Ableitung von kurzperiodischen Nutationsparametern aus GPS-Beobachtungen und die Verbesserung des Modells zur Präzession um Terme von einigen 10 Millibogensekunden/Jahrhundert.

Permanente GPS-Netzwerke erlauben die Bestimmung von Krustenbewegungen mit einer bisher nicht erreichten Auflösung. Zeitserien aus Zentraleuropa in Kombination mit dem durch EUREF organisierten europäischen Permanent-Netz EPN stellen ein sehr detailliertes Geschwindigkeitsfeld für geodynamische Interpretationen bereit. Eingebettet sind diese Beobachtungen in den internationalen terrestrischen Referenzrahmen ITRF. Die Gesamtanalyse der Zeitserien der individuellen Raumverfahren führt zu einer kombinierten Zeitserie für die Stationskoordinaten und Erdrotationsparameter, die zukünftig eine neue Betrachtungsweise des ITRF erlauben wird.

Untersuchungen am Beispiel der Station Moxa in Thüringen bewiesen, dass das Rauschen in den Messserien meist nicht durch die Messgeräte vorbestimmt ist, sondern durch die Umweltparameter. Deshalb müssen verstärkt diese Parameter erfasst und ihre Auswirkungen auf geodätische Messungen, z. B. auf GPS- und Schwerebeobachtungen, studiert und modelliert werden. Umgekehrt können aber auch geodätische Beobachtungen Randwerte für Umweltmodelle bilden, wie eine Untersuchung von vielen beispielhaft für Indonesien zeigte. Die aus einer dreijährigen GPS-Beobachtungsreihe abgeleitete vertikale Krustenbewegungen von 10 cm pro Jahr und mehr lassen sich mit Grundwasserentnahmen im Großraum Jakarta in Verbindung bringen. Um eine bessere flächenbezogene Aussage zu erhalten, wird das Netz der Permanentstationen durch GPS-Kampagnen verdichtet und durch die INSAR-Technologie ergänzt. So können durch die geodätischen Messserien Empfehlungen für ein verbessertes Wassermanagement erarbeitet werden.

Gestützt auf langjährige internationale Kooperationen präsentierten chinesische Wissenschaftler Interpretationen für die Geodynamik im asiatisch-pazifischen Raum, im Tien Shan-Gebiet und dem tibetanischen Plateau. Die im Wesentlichen aus Raumverfahren abgeleiteten Geschwindigkeits- und Spannungsfelder stellen die Eingangswerte für die Plattenmodelle dar. Für die Platten in den Bereichen des Pazifik, Eurasiens, des Philippinischen

Meers, Indiens und Australiens kann gezeigt werden, dass die Bewegungsmuster auf den Platten denen an den Plattenrändern entsprechen. Das Verständnis der Plattendynamik ist die Grundlage für das Studium der schweren und häufigen Erdbeben an den Plattenrändern in diesem Bereich. Die Modelle für das Tien-Shan- und Tibet-Gebiet werden durch Schweremessungen, vornehmlich absolute Schweremessungen, ergänzt. Dadurch werden die Erdbeben in den Gebieten selbst bzw. in den angrenzenden Gebieten besser charakterisiert und verstanden.

5.6 Symposium G06 – Insight Into Earth System Science: Variations in the Earth's Rotation and its Gravity Field

Harald Schuh

Ein Schwerpunkt der insgesamt 15 Vorträge der Session G06 »Insight into Earth System Science: Variations in the Earth's Rotation and its Gravity Field« lag im Bereich der Erdrotation. So zeigte U. Schreiber (Wetzell), wie sich in hochaufgelösten Ringlaser-Messungen Signale der Erdrotation detektieren lassen. Zu erwähnen ist weiterhin der Beitrag von F. Seitz (München), der das am DGFI entwickelte freie Kreiselmodell zur Beschreibung der Erdrotation vorstellte und damit eine Sensitivitätsanalyse über die Abhängigkeit der numerischen Ergebnisse von der Wahl der Anfangswerte durchgeführt hat; außerdem die Vorträge von D. Thaller (München), über die rigorose Kombination von GPS- und VLBI-Beobachtungen im Rahmen der 15-tägigen VLBI-Kampagne CONT02 im Oktober 2002 und von C. Walter (Dresden) zur hydrologischen Anregung von Polbewegung und Tageslängenvariationen. Auch wenn die vergleichsweise kleinen Auswirkungen von Schwankungen der Bodenfeuchte und des Grundwassers auf die Erdrotationsparameter als Sekundäreffekte bezeichnet werden können, ist es heute durchaus sinnvoll, sich damit zu beschäftigen, da für die Primäreffekte, verursacht durch ozeanische und atmosphärische Anregung, inzwischen zahlreiche ausgereifte Modelle vorliegen. Dies wurde eindrucksvoll im Beitrag von A. Brzezinski (Warschau) mit dem Vergleich mehrerer Ozeanmodelle gezeigt, während J. Nastula (Warschau) die atmosphärische Anregung der Polbewegung untersucht hat, die sich aus insgesamt 19 unterschiedlichen Modellen ergeben würde. M. Thomas (Dresden), behandelte die dynamischen Einflüsse der Weltozeane sowohl auf die Erdrotation als auch auf das Schwerfeld der Erde. Neben den vom Luftdruck angetriebenen Meeresströmungen sind hierbei nichtlineare Wechselwirkungen zu berücksichtigen.

Hiermit war der Bogen gespannt zu den zeitlichen Variationen des Schwerfeldes, wobei von N. Sneeuw (Calgary) berichtet wurde, dass aus Daten des Schwerfeld-Satelliten CHAMP bisher noch keine signifikanten zeitlichen Veränderungen abgeleitet werden können.

In zwei Vorträgen amerikanischer Kollegen (Ch. Cox, GSFC/Greenbelt und J. Dickey, JPL/Pasadena) wurde eingeräumt, dass die vor etwa zwei Jahren publizierte »Umkehrung« der langfristigen Veränderung des Stokesschen Koeffizienten J_2 sich nun doch nicht bestätigt habe. Mit großem Presserummel war damals anhand von Satellitendaten gezeigt worden, dass dJ_2/dt plötzlich zunehmen würde, was eine stärkere Erdabplattung zur Folge hätte, entgegen dem üblicherweise beobachteten Trend der Abnahme der Erdabplattung auf Grund der postglazialen Landhebung. Inzwischen zeigt sich, dass die damaligen Ergebnisse eher durch die numerische Unschärfe der Bestimmung von dJ_2/dt verursacht wurden und innerhalb der durch globale Massenverlagerungen bedingten »natürlichen« Schwankungsbreite lagen. Auch die von X. Wu (JPL/Pasadena), vorgetragene Beschreibung von Krustendeformationen der Erde mittels Kugelfunktionen bis zum Grade 6 wird in Fachkreisen sehr kontrovers diskutiert; sie deutet nämlich auf eine fehlerhafte Modellierung von Auflast-Deformationen bei der GPS-Auswertung hin. Wären die Deformationen entsprechend den »IERS Conventions 2000« sauber und korrekt modelliert worden und bei der Auswertung vorab berücksichtigt worden, müssten alle Kugelfunktionskoeffizienten nahezu verschwinden. Im abschließenden Vortrag von V. Dehant (Brüssel), wurde der derzeitige Stand der Nutationsmodelle beschrieben und mit den Ergebnissen von VLBI-Messungen verglichen. Die von der Referentin angekündigte »Entdeckung« der retrograden freien Nutation auf Grund des inneren Erdkerns (Free Inner Core Nutation, FICN) mit einer Periode von ~830 Tagen wurde von Prof. Dehant allerdings noch mit einem großen Fragezeichen versehen. Die zum Teil spektakulären Resultate der Forschungsarbeiten in den letzten Jahren, die andererseits manchmal mit ernüchternden Folge-Ergebnissen einhergehen, zeigen, in welcher spannender Phase sich die internationale Forschung im Bereich Erdrotation und Schwerefeld derzeit befindet. Hier ist noch mit weiteren neuen interessanten und möglicherweise auch unerwarteten Erkenntnissen bei der Untersuchung des Systems Erde zu rechnen, insbesondere wegen der heutzutage extrem hohen Messgenauigkeiten. Die Vorträge wurden durch insgesamt 18 Poster ergänzt, auf denen Arbeiten zu den oben beschriebenen Themenschwerpunkten vertieft wurden.

5.7 Symposium G07 – Integrated Global Geodetic Observing System

Reiner Rummel

Die neue Struktur der IAG ermöglicht die Schaffung von zentralen Forschungsprojekten. IGGOS ist das erste Projekt dieser Art. In ihm sollen die drei klassischen Grundpfeiler der Geodäsie, Form und Formveränderungen der Erdfigur, Erdrotation sowie Schwere und Geoid mit

höchster Genauigkeit in einem globalen terrestrischen Koordinatensystem verknüpft werden. Es soll ein globales Beobachtungssystem entstehen, in dem alle Formveränderungen von Ozeanen, Eisflächen und fester Erde und alle Massen anomalies bzw. Massentransporte im Erdsystem erfasst werden. Damit könnte die Geodäsie einen wesentlichen Beitrag zum Verständnis des Erdsystems leisten. In einem einführenden Beitrag von Rummel, Beutler und Rothacher wurden die wissenschaftlichen Grundlagen für dieses Projekt und die daraus resultierenden Forschungsaufgaben dargestellt. Voraussetzung für eine einheitliche Darstellung von Form, Rotation und Schwerefeld der Erde ist der durch den Internationalen Erdrotations- und Referenzsystem-Dienst (IERS) der IAG erarbeitete terrestrische Bezugsrahmen. Er wird über die Kombination der Beiträge aller geodätischen Raumverfahren realisiert. Boucher und Altamimi analysierten die heutigen Stärken und Schwächen der Raumverfahren VLBI, SLR, GPS und DORIS bei der Umsetzung dieser Vereinheitlichung. Sie gingen auch auf die notwendige Verbindung mit den Höhennetzen ein. Dow, Gurtner und Schlüter stellten die Produkte der drei auf jeweils ein geodätisches Raumverfahren spezialisierten IAG-Dienste dar, des GPS-Dienstes IGS, des SLR-Dienstes ILRS und des VLBI-Dienstes IVS. Die Palette reicht von höchstgenauer Erfassung der Erdrotationsschwankungen über die Bestimmung der zeitlichen Variationen der Erdabplattung und von Plattenbewegungen bis zum Monitoring der Ionosphärendichte. Dennoch: Jedes der drei Raumverfahren hat neben Stärken auch für das jeweilige Verfahren typische Schwachpunkte. Im Rahmen von IGGOS soll aus der Verknüpfung ein Optimum entstehen. Dieser Aufgabe widmet sich der IERS. Rothacher, Richter und Vondrak zeigten in ihrem Beitrag den Stand dieser Bemühungen. In gezielten Untersuchungen werden die Ver-



Abb. 9: Der Fernsehturm von Sapporo im Odori-Park

einheitlichung von Datenformaten, Datumsdefinition, Reduktions- und Ausgleichungsmodellen, Fehleranalysen und lokalen Anbindungen vorbereitet, mit dem Ziel, ein höheres Niveau an Genauigkeit und Konsistenz zu erreichen. Während also an der Homogenisierung der beiden Komponenten Form und Rotation schon intensiv gearbeitet wird, steht eine vergleichbare Kopplung mit Schwere und Geoid noch am Anfang. Die optimale Nutzung der neuen Generation Schwerefeldsatellitenmissionen CHAMP, GRACE und GOCE setzt aber eine hochgenaue Integration der Schwerefeldkomponente in das Gesamtsystem voraus. Forsberg, Sideris und Shum untersuchten diesen Aspekt. Die Fragen reichen von der Integration der Höhenetze in das terrestrische Bezugssystem, der Bandbegrenzung der Satellitensysteme, der regionalen Verdichtung mit Fluggravimetrie bis zur neuen Rolle von Absolutgravimetrie und von permanenten Schweremessungen. Ein neuer, übergeordneter IAG-Dienst zum Thema Schwere und Geoid soll diese Aufgabe bewältigen, möglichst »auf gleicher Augenhöhe« mit dem IERS. Eines der erfolgreichsten geodätischen Satellitenverfahren ist die Altimetrie. Bosch und Shum diskutierten die notwendigen Schritte, um die globalen Zeitreihen der Ozeanaltimetrie, die über eine Reihe von Satellitenmission in den letzten 15 Jahren entstanden sind, homogenisiert und nutzerfreundlich anbieten zu können. Ein neu zu gründender IAG-Dienst könnte dabei eine wichtige Rolle spielen. Barriot stellte in einem Beitrag von Dehant die Grundlagen von Polbewegung, Erdrotationsschwankungen und Nutation und den Bezug dieser Phänomene zur Dynamik des Erdsystems dar. Ihde, Drewes und Sanchez wiesen in ihrem Beitrag auf die Notwendigkeit eines globalen Höhensystems mit eindeutiger und nachvollziehbarer Definition des Bezugsdatums hin. Das Problem untergliedert sich in die Themen ellipsoidische Höhen, Geoid und physikalische Höhen sowie in die Festlegung eines physikalisch definierten, ellipsoidischen Referenzsystems. Beutler skizzierte den historischen Bezug von IGGOS. Er zeichnete die Rolle von Baeyer und Helmert bei der Entstehung der IAG nach und erinnerte an die lange Tradition internationaler geodätischer Zusammenarbeit am Beispiel der Beobachtung der Polbewegung von 1900 bis heute. Woodworth, Aarup und Rummel untersuchten, ob und wie IGGOS in die »Integrated Global Observing Strategy (IGOS)« eingebracht werden könnte, einerseits um die optimale Nutzung von IGGOS in Wissenschaft und Gesellschaft sicherzustellen, andererseits um die Sichtbarkeit dieses Projekts und des geodätischen Beitrags zu den Erdwissenschaften zu erhöhen. Reigber, der gewählte erste Projektleiter von IGGOS, erläuterte die Möglichkeiten, die »Modular Earth Science Infrastructure (MESI)« des GeoForschungsZentrums in Potsdam für IGGOS nutzbar zu machen. Zeitgleich mit der Entwicklung des Konzeptes für IGGOS wurde innerhalb der betroffenen Gruppen der NASA diskutiert, wie die geodätischen Raumverfahren besser aufeinander abgestimmt werden können. Hieraus entstanden in den

USA Projektvorschläge, die zu einem wesentlichen Element des IGGOS-Vorhabens werden könnten. Yunck und Neilan erläuterten diese Vorschläge. Mit der Genehmigung des Projektvorschlags INDIGO wurde auf amerikanischer Seite ein wesentlicher Schritt getan; er gibt Planungssicherheit und stellt die geodätischen Raumverfahren in ein Gesamtkonzept.

Eine Postersitzung mit 20 hervorragenden Beiträgen ist ein Beweis für das große internationale Interesse an IGGOS. Die Beiträge reichten von Projekten regionaler Verfeinerung und Verdichtung, der Verbindung von IGGOS und IGOS, über spezielle wissenschaftliche Fragestellungen zu den Referenzsystemen, der Rolle der IAG-Dienste und von Multitechnikobservatorien, bis zu neuen Satellitenvorhaben und Technologievorschlägen.

6 Resolutionen der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik¹

Helmut Hornik (Zusammenstellung und Übersetzung)

Resolution 1: Geophysikalische Beobachtung des Meeresbodens (IAG, IAPSO, IAGA, IASPEI²)

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik stellt fest, dass

1. Messungen der zeitlichen Änderungen des Erdschwerefeldes durch die Satellitenmissionen CHAMP und GRACE in naher Zukunft verfügbar sein werden, und
2. sowohl das Schwerefeld über den Ozeanen als auch der Druck auf dem Meeresboden abhängen von der Massenverteilung innerhalb der Ozeane, und
3. das täglich von etlichen Satelliten überwachte Magnetfeld über den Flächen der Ozeane Änderungen unterliegt infolge von Aktivität des Erdkerns, Induktion und globalen ozeanischen Strömungen, und
4. eine signifikante Verbesserung seismologischer Beobachtungen ermöglicht wird durch eine vergrößerte Überdeckung von Messungen über die Ozeanbecken, und

¹ Bei den bisherigen Generalversammlungen der IUGG verabschiedete die Internationale Assoziation für Geodäsie (IAG) stets eigene Resolutionen. Bei dieser Generalversammlung sind die Resolutionen der IAG in denen der IUGG enthalten. Resolution Nr. 3 betrifft die IAG im besonderen.

² Die in Klammern angegeben Assoziationen (deren ausführliche Bezeichnung ist im Bericht »Struktur der IUGG« wiedergegeben) betreffen diejenigen Assoziationen, die die Resolution eingebracht haben. Bei etlichen Bezeichnungen im folgenden Text der Resolutionen sind des besseren Verständnisses halber mitunter Bezeichnungen in deutsch und englisch samt ihres Akronymes wiedergegeben.

anerkennt

1. den Wert vergleichender Daten für Ozeanmodelle, und
2. die Bedeutung der Gewichtung und Kalibrierung von Satellitendaten und Ozeanmodellen durch *in situ*-Messungen, und
3. den Gewinn durch eine vergrößerte globale Überdeckung an Informationen über seismische Ursachen und die Struktur der Erde, und

empfiehlt, dass

1. regionale und globale Netze multidisziplinärer geophysikalischer Meeresbodenobservatorien in allen Ozeangebieten eingerichtet werden, und
2. durch das Internationale Komitee für Ozeanische Netze koordinierte Aktivitäten unternommen werden.

Resolution 2: Modellierung der Ozeane

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik anerkennt

1. die Bedeutung von Ozeanmodellen für derzeit laufende, zukünftige und rückwirkende Studien des Einflusses der Ozeane auf Rotation, Deformation, Schwerfeld und Geozentrum der Erde, und
2. die Wichtigkeit, über massenerhaltende Modelle zu verfügen, die den atmosphärischen Flächendruck wiedergeben, und

bemerkt

1. die hohe Investition in Ressourcen, die benötigt werden um die zu derartigen Studien benötigten Modelle zu entwickeln, zu pflegen und anzuwenden, und
2. den Wert vergleichender Daten für Ozeanmodelle, und

empfiehlt, dass

die Unterstützung bei den Aktivitäten zu diesen Modellierungen fortgesetzt werden, hierzu zählt auch die Unterstützung für die Entwicklung ozeanischer massenerhaltender Vorhersagemodelle, die den atmosphärischen Flächendruck wiedergeben, und

unterstützt

die Weiterführung der Zusammenarbeit geodätischer und ozeanographischer Modellierungsgruppen.

Resolution 3: Integriertes Globales Geodätisches Beobachtungssystem (IGGOS)

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik anerkennt

1. den innerhalb der letzten Jahrzehnte erzielten großen Fortschritt in der Anwendung von Raum- und terrestrischen Techniken zur Überwachung der Phänomene und ablaufenden Prozessen im System Erde, und

2. dass Anstrengungen unternommen werden in Richtung der Integration von Raumtechniken in das Management von Beobachtungsverfahren, die Prozessierung und Schätzung von Daten sowie die Modellierung von Beobachtungsparametern, insbesondere durch die verschiedenen internationalen Dienste, und
3. den dringenden Bedarf an der weiteren Entwicklung und Stärkung der wissenschaftlichen und organisatorischen Zusammenarbeit der Geodäsie innerhalb der Geowissenschaften, und
4. die Notwendigkeit zur Generierung und Bereitstellung konsistenter Daten für Nutzer innerhalb der Geowissenschaften, Nachbardisziplinen und der Gesellschaft insgesamt, und

betrachtet

die Initiative der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG) zur Realisierung der auf der 22. Generalversammlung 1999 in Birmingham angenommenen IUGG-Resolution Nr. 1 zur Einrichtung eines Integrierten Globalen Geodätischen Beobachtungssystem (IGGOS), und

unterstützt nachdrücklich

die Einrichtung eines IAG-Projektes IGGOS innerhalb der neuen Struktur der IAG als Beitrag der Geodäsie für ein breites Gebiet der Geowissenschaften und als metrologische Grundlage für die Erdbeobachtungsprogramme der IUGG und internationalen Organisationen wie sie in der betreffenden Resolution von 1999 erwähnt wurden, und

fordert auf zur

1. Kooperation der Assoziationen über dieses neue Projekt, indem sie Daten, Modelle, Produkte und Wissen bereitstellen, soweit diese sich für IGGOS und die Geowissenschaften als nützlich erweisen, und
2. Mitarbeit am IGGOS-Projekt durch Vereinigung der relevanten strukturellen Komponenten und Teilnahme an den entsprechenden Symposien und anderen Veranstaltungen.

Resolution 4: Annahme der Resolutionen B 1.1– B 1.9 der 24. Generalversammlung der IAU 2000

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik anerkennt

1. die Annahme der nachstehend anfügten Resolutionen durch die Internationale Astronomische Union (IAU) auf ihrer 24. Generalversammlung vom August 2000 in Manchester, England³, die die Definition des zäles-

³ In Abweichung zum Text von IUGG-Nr. 4 sind hier die IAU-Resolutionen B 1.1– B 1.9 nicht aufgeführt, sie sind im Internet etwa unter http://synte.obspm.fr/IAU_resolutions/Resol-UA1.htm, <http://www.iers.org/iers/publications/tm/tm29/Annex1.pdf>, <http://maia.usno.navy.mil/conv2000.html> zu finden.

tischen Referenzsystems, der Zeitskalen sowie der Präzession und Nutation der Erde betreffen, und

2. den Einfluss des zälestischen Referenzsystems und des Präzession-Nutation-Modells auf geodätische Beobachtungsverfahren und deren geodynamische Interpretation, und

bemerkt, dass

1. der Internationale Erdrotationsdienst (IERS) als ein mit der IAU und IAG gleichermaßen verbundener Dienst diese Resolutionen in seine Berechnungen und Publikationen aufgenommen hat, gleichzeitig aber die Berechnungen im bisherigen System fortführt, und
2. die Annahme dieser IAU-Resolutionen durch den IERS in einer Weise vonstatten ging, die den reibungslosen Übergang in geodätischen Zeitreihen, Almanachpublikationen und anderen Dienstleistungen für die angewandte Navigation, Geodäsie und Geodynamik ermöglicht, und
3. die vollständige operationelle Durchführung dieser IAU-Resolutionen noch mehr Zeit benötigt als ursprünglich in diesen Resolutionen vorgesehen, und

billigt

die Resolutionen B 1.1, B 1.2, B 1.3, B 1.4, B 1.5, B 1.6, B 1.7, B 1.8, B 1.9 der 24. Generalversammlung der IAU, und

empfiehlt, dass

der IERS weiterhin den Nutzern Daten und Algorithmen zur Verfügung stellt für konventionelle Transformationen und ebenso für solche wie sie durch die 24. Generalversammlung der IAU empfohlen wurden, um damit den kontinuierlichen Bestand der astronomischen und geodätischen Systeme zu sichern.

Resolution 5: Einfluss der durch die Verbrennung von Biomasse entstehenden Aerosole auf den Niederschlag (IAMAS, IAHS, IAPSO)

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik betrachtet

die Entstehung erheblicher Mengen von Aerosolpartikeln infolge von Verbrennung von Biomasse durch die Landwirtschaft, Haushalte und Schadenfeuer, die die Tröpfchenkonzentration kleiner Wolken erreichen können, und

bemerkt, dass

höhere Konzentrationen kleiner Tröpfchenwolken deren Verschmelzung bewirken können und sich damit auf den Niederschlag und somit wieder auf den Wasserhaushalt auswirken, und

begrüßt

die Beobachtung des potentiellen Effektes aller Aerosolquellen auf den Niederschlag durch den XIV. Kongress

der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) im Mai 2003 und dessen geplante Aktionen, die sich mit durch Verbrennung von Biomasse entstandenen Rauchfahnen befassen, und

fordert

die wissenschaftliche Gemeinschaft auf, systematische Studien über den Einfluss von Aerosolpartikeln durch Verbrennung von Biomasse auf die Ausbildung von Niederschlag jeder Art durchzuführen. Dabei sollten auch Rückkoppelungseffekte auf das Klima ebenso wie hinzukommende Effekte durch industriell entstandene, als Feinpartikel auftretende Aerosole und auf natürlichem Wege entstandene Grobpartikel wie Salz und Bodengrausch mit eingeschlossen werden, und

empfiehlt, dass

1. eine Einrichtung gegründet wird, die ein internationales Programm zum Studium und zur Abschätzung von Regen in Abhängigkeit des Einflusses der Verbrennung von Biomasse durchführt in Zusammenarbeit mit der WMO und anderen internationalen Organisationen, und
2. diese Einrichtung ein Verfahren entwickelt, um eine wissenschaftliche Aussage zu formulieren, die wiederum die Grundlage einer von den UN unterstützten Konferenz bildet, die sich mit dem Einfluss von Luftverschmutzung auf den Niederschlag und daraus folgend den Wasserhaushalt beschäftigt, und
3. diese Einrichtung in den IUGG-Newsletters sowie auf der Generalversammlung 2007 über die eingeleiteten Schritte und erzielten Erfolge berichtet.

Resolution 6: Datenzugriff unter dem Gesamtatomtestsperrvertrag

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik erkennt, dass

1. der freie, offene, internationale Datenaustausch die Grundlage für den Fortschritt in der Seismologie und verwandten Wissenschaften darstellt, und
2. das Internationale Überwachungssystem für den der Gesamtatomtestsperrvertrag (Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty – CTBT) ein bedeutendes globales Netz seismischer, Infraschall-hydroakustischer Sensoren darstellt, und
3. Artikel IV Sektion A.10 des Gesamtatomtestsperrvertrags bestätigt, dass »die Bestimmungen dieses Vertrages nicht dahingehend ausgelegt werden sollen, dass der internationale Austausch zu wissenschaftlichen Zwecken eingeschränkt werde«, und
4. der Verband Digitaler Seismographischer Netze (Federation of Digital Seismographic Networks – FDSN) dafür eingerichtet ist, Daten über Wellen und Parameter zu empfangen und an die wissenschaftliche Gemeinschaft weiterzugeben, und

beschließt, dass

die Vorbereitungskommission der CTBT gebeten werden soll, Möglichkeiten für den freien wissenschaftlichen Zugriff auf Daten über Wellen und Parameter durch das Internationale Datenzentrum mit möglichst geringem Zeitverzug zu eröffnen. Im Fall vorliegender Notlagen infolge von Naturkatastrophen sollten die Daten in nahezu Echtzeit verfügbar sein.

Resolution 7: Überwachung der Erde mittels Synthetic Aperture Radar

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik anerkennt, dass

1. sich das Internationale Geophysikalische Jahr in naher Zukunft zum 50. Mal jährt, das den Beginn der internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Erforschung der Erde aus dem Raum markierte, und
2. die neue Technologie des »Synthetic Aperture Radar Interferometry (InSAR)« eine einzigartige Möglichkeit der Erfassung von Oberflächenverlagerungen infolge von Erdbeben, vulkanischen Aktivitäten, Grundwasserentnahme, Eisströmen und Hochwasser bietet, die Hinweise geben auf natürliche und anthropogene Veränderungen, die für die Gesellschaft und Wissenschaft von Bedeutung sind, und
3. Japan als Gastland dieser IUGG-Generalversammlung seine InSAR-Daten allen Wissenschaftlern zur Verfügung gestellt und damit einen Modellfall für andere Staaten geschaffen hat, und

bemerkt

mit Sorge, dass diese Technologie durch ihre Bedeutung für den militärischen Gebrauch wie kommerzielle Anwendungen Einschränkungen unterliegt, und

empfiehlt

1. den Zugang zu allen InSAR-Daten zu ermöglichen, und
2. dass die Raumagenturen uneingeschränkten Datenaustausch unter Wissenschaftlern gestatten, und
3. die Integration von InSAR-Beobachtungen mit anderen geodätischen Systemen, und
4. die Koordination von Raum- und terrestrischen InSAR-Systemen der Mitgliedsländer zum Zweck einer optimalen wissenschaftlichen Nutzung dieser Daten zum Wohle der Gesellschaft.

Resolution 8: MST/IS-Radar in der Antarktis

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik anerkennt, dass

1. planetarische Wellen, Atmosphärengezeiten und Gravitationswellen für die polare mittlere Atmosphäre einschließlich der Bildung und Rückbildung von

Ozonlöchern und Koppelungseffekte zwischen unteren und oberen Atmosphärenschichten eine wesentliche Rolle spielen, und

2. unser Wissen über die Physik von Wolken, die ausschließlich in der polaren Stratosphäre und Mesosphäre auftreten und die bedeutsam sind für die Überwachung natürlicher und anthropogener Einflüsse auf das Klima, begrenzt ist, und
3. »Mesosphere-Stratosphere-Troposphere/Incoherent Scatter (MST/IS)«-Radargeräte die einzige Beobachtungsmöglichkeit für quantitative Studien der Dynamik der Atmosphäre von der Troposphäre zur Ionosphäre darstellen, und
4. die orographische Kräftewirkung auf Wellen zwischen den Hemisphären unterschiedlich ist und dass die Abweichung der geografischen und geomagnetischen Pole darauf schließen lässt, dass der Einfluss der Dynamik auf die mittleren und oberen Atmosphärenschichten zwischen den Hemisphären ebenfalls unterschiedlich ist, und
5. eine beträchtliche Energiemenge durch solaren Wind von der Magnetosphäre in die polare Ionosphäre gelangt und dadurch Nordlichter, starke Strömungen, Stürme und Wellen durch Plasma-neutrale Kopplungseffekte hervorruft, und
6. kombinierte inkohärente Scatter/MST-Radarbeobachtungen von miteinander verbundenen Stationen in polaren Regionen eine unvergleichliche Möglichkeit bieten, diese komplexen Prozesse zu untersuchen, und

stellt fest, dass

in der gesamten Antarktis keinerlei MST/IS-Radarsystem vorhanden ist, wodurch innerhalb des globalen Radarnetzes eine wesentliche Lücke besteht, und

empfiehlt, dass

sobald wie möglich MST/IS-Radargeräte in der Antarktis aufgestellt werden, um diese Lücke zu schließen und dadurch wertvolle Informationen für die wissenschaftliche Gemeinschaft zu gewinnen.

Resolution 9: Freigabe aus dem Raum beobachteter und mariner magnetischer Daten

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik anerkennt

die Bedeutung der Aufzeichnung magnetischer Anomalien für die globale geologische und tektonische Interpretation, und

bemerkt

1. das Vorhandensein zahlreicher Sätze aus dem Weltraum beobachteter und mariner magnetischer Daten untergeordneter Genauigkeit und den raschen Fortschritt in der Speicherung und Zusammenfassung solcher Daten, und

2. dass viele Datensätze als unzugänglich oder vertraulich klassifiziert sind, selbst wenn ihr ursprünglicher Zweck zeitlich überholt ist, und
3. dass die diesbezügliche Situation seit Beschluss der Resolution Nr. 3 der Internationalen Assoziation für Geomagnetismus und Aeronomie (IAGA) von 1997 sich nicht wesentlich verbessert hat, und

empfiehlt, dass

die Verwalter dieser Datensätze geeignete Verfahrensweisen entwickeln, um die Daten sobald wie möglich dem öffentlichen Zugriff zugänglich zu machen.

Resolution 10: Übergreifender Zugriff und Schutz von Signalen globaler Navigationssatellitensysteme

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik anerkennt

1. den umfassenden Gebrauch des Globalen Positionierungssystems (GPS) während der letzten Dekade und das hohe Potential, das in der Kombination mehrfacher globaler Navigationssatelliten-Systeme (GNSS) liegt und das durch das Hinzukommen des Europäischen GNSS Galileo zu erwarten ist, und
2. den breitgefächerten Gebrauch des GPS/GNSS-Systems innerhalb der IUGG und Schwesterorganisationen als Werkzeug für die Wissenschaft, für multidisziplinäre Anwendungen und zum gesellschaftlichen Nutzen, und

bemerkt

die Notwendigkeit, das GNSS-System zu fördern und zu schützen, und

empfiehlt, dass

1. die GNSS-Betreiber nachdrücklich bestärkt werden, miteinander zusammenzuarbeiten und zusammenzuwirken hinsichtlich
 - übergreifendem Zugriff und Kompatibilität bei Entwicklung, Einsatz und Betrieb der Systeme sowohl jetzt als auch in Zukunft,
 - Maximierung gemeinsamer Frequenzen und Signale, und
2. Wissenschaftler in der IUGG und Schwesterorganisationen darin bestärkt werden, sich anhaltend darum zu bemühen, Signale und Spektrum gemeinschaftlicher GNSS aufrechtzuerhalten und die langfristige Verfügbarkeit dieser Satellitensignale zu sichern.

Resolution 11: Dankresolution

Die Internationale Union für Geodäsie und Geophysik verzeichnet dankbar ihre Wertschätzung für die Organisation, Vorbereitung und großzügige Unterstützung für die XXIII. Generalversammlung. Die IUGG anerkennt

insbesondere die wohlwollende Anwesenheit Ihrer Majestäten des Kaisers und der Kaiserin von Japan, ihren freundlichen Willkommensgruß und ihre Botschaft an alle Teilnehmer sowie ihre zwanglosen Kontakte mit Delegierten aus aller Welt. Im Namen aller Teilnehmer übermittelt das Council der IUGG seinen tiefsten Dank an das Japanische IUGG-Nationalkomitee, den Japanischen Wissenschaftsrat sowie 16 japanische geophysikalische Gesellschaften, an das Japanische Meereswissenschaften- und Technologiezentrum, an das örtliche Organisationskomitee, das Programmkomitee und alle, die zum Erfolg der XXIII. Generalversammlung und zum angenehmen Aufenthalt in Sapporo beitrugen.

7 Struktur der IUGG und IAG für den Zeitraum 2003–2007

Helmut Hornik (Zusammenstellung und Übersetzung)

7.1 Struktur der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG) für den Zeitraum 2003–2007⁴

Das Büro

Präsident:	U. Shamir (Israel)
Vizepräsident:	T. Beer (Australien)
Generalsekretär:	J. A. Joselyn (USA)
Schatzmeister:	A. Hansen (Dänemark)
Weitere Mitglieder des Exekutivkomitees:	A. Tealeb (Ägypten)
	H. Gupta (Indien)
	Y. T. Chen (China)
Finanzkomitee:	M. Hamlin (Großbritannien)
	(Vorsitz)
	D. Jackson (USA)
	B. Kennett (Australien)
	K. Suyehiro (Japan)
	J. Vilas (Argentinien)

Die Assoziationen der IUGG

- **IAG (Internationale Assoziation für Geodäsie)**
 - Präsident: G. Beutler (Schweiz)
 - Generalsekretär: C. C. Tscherning (Dänemark)
- **IAGA (Internationale Assoziation für Geomagnetismus und Aeronomie)**
 - Präsident: C. Barton (Australien)
 - Generalsekretär: B. Hultqvist (Schweden)

⁴ Weitere Informationen über die IUGG sind unter <http://www.iugg.org/july03a.html> zu finden.

- **IAHS (Internationale Assoziation für Hydrologie)**
 derzeitiger Präsident: K. Takeuchi (Japan)
 zukünftiger Präsident: A. J. Askew (Schweiz)
 Generalsekretär: P. Hubert (Frankreich)
- **IAMAS (Internationale Assoziation für Meteorologie und die Atmosphäre)**
 Präsident: M. MacCracken (USA)
 Generalsekretär: R. List (Kanada)
- **IAPSO (Internationale Assoziation für die Physik der Ozeane)**
 Präsident: S. Imawaki (Japan)
 Generalsekretär: F. Camfield (USA)
- **IASPEI (Internationale Assoziation für Seismologie und die Physik des Erdinnern)**
 Präsident: R. Engdahl (USA)
 Generalsekretär: P. Suhadolc (Italien)
- **IAVCEI (Internationale Assoziation für Vulkanologie und die Chemie des Erdinnern)**
 Präsident: O. Navon (Israel)
 Generalsekretär: St. McNutt (USA)

7.2 Struktur der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG) für den Zeitraum 2003–2007⁵

Vorbemerkung: Auf der XXIII. Generalversammlung der IUGG, Juli 2003, Sapporo/Japan, wurde nach bereits erarbeiteten Plänen die Struktur der IAG grundlegend umgestaltet. Die bisherige Einteilung in Sektionen, Kommissionen, Spezialkommissionen, Subkommissionen, Spezialstudiengruppen, Projekte und Dienste wurde aufgelöst und in eine einfachere Struktur überführt. Im Folgenden werden die neue strukturelle und personelle Zusammensetzung der IAG dargestellt.

1. Zusammensetzung

a) Vier Kommissionen

Die Kommissionen unterstützen die Weiterentwicklung in Wissenschaft, Technologie und internationaler Zusammenarbeit innerhalb ihres Bereiches:

- Kommission 1: Bezugssysteme,
- Kommission 2: Schwerefeld,
- Kommission 3: Erdrotation und Geodynamik,
- Kommission 4: Positionierung und Anwendungen.

⁵ Weitere Angaben sind im »Geodesist's Handbook« (<http://www.gfy.ku.dk/~iag/HB2004/newsun.htm>), herausgegeben von der IAG sowie unter <http://www.gfy.ku.dk/~iag/addres.htm> zu finden.

Jede Kommission setzt sich zusammen aus einem Steering Committee und Teilbereichen wie

- Subkommissionen,
- Studiengruppen,
- Kommissionsprojekten.

Es wird angeregt, interdisziplinäre, mit anderen Bereichen verbundene »Joint Sub-Commissions«, Studiengruppen und Projekte zu bilden.

b) Dienste

Die Dienste stellen Produkte bereit für die Geodäsie und andere Bereiche in Wissenschaft und Anwendung:

- Internationaler Dienst für Erdrotation und Bezugssysteme (Internationaler Earth Rotation and Reference Frame Service – IERS),
- Internationaler GPS Dienst (International GPS Service – IGS),
- Internationaler Laser Ranging Dienst (International Laser Ranging Service – ILRS),
- Internationaler VLBI-Dienst für Geodäsie und Astrometrie (International VLBI-Service for Geodesy and Astrometry – IVS),
- Internationaler Dienst für DORIS (Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite) (International DORIS Service – IDS),
- Internationaler Erdschwerefeld-Dienst (Internationaler Gravity Field Service – IGFS),
- Internationales Gravimetrisches Büro (International Gravimetric Bureau – BGI),
- Internationaler Dienst für das Geoid (International Geoid Service – IGeS),
- Internationales Zentrum für Erdzeiten (International Center for Earth Tides – ICET),
- Ständiger Dienst für den Mittleren Meeresspiegel (Permanent Service for Mean Sea Level – PSMSL),
- Zeitdienst des Internationalen Büros für Gewichte und Maße (Time Section of the International Bureau of Weights and Measures – BIPM),
- IAG-Dienst für Bibliographie (IAG Bibliographic Service – IBS).

Jeder Dienst ist mit mindestens einer Kommission verbunden. Die Dienste stellen insgesamt drei Repräsentanten im Exekutivkomitee der IAG.

c) IAG-Projekte

Die Projekte gelten als »Flaggschiffe« der IAG für einen längeren Zeitraum, sie sind groß angelegte Unternehmen und sind von höchstem Interesse und Bedeutung für das gesamte Gebiet der Geodäsie:

- Integriertes Globales Geodätisches Beobachtungssystem (Integrated Global Geodetic Observing System – IGGOS).

d) Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

Diese Abteilung ist zuständig für Kommunikation, Aus-

bildung, Information und Öffentlichkeitsarbeit; sie stellt Verbindungen her zu den Mitgliedern und anderen wissenschaftlichen Assoziationen:

- Werbung,
- Publikationen (newsletters),
- Mitglieder,
- Allgemeiner Informationsdienst.

e) Inter-Kommissionskomitees (ICC)

Die Inter-Kommissionskomitees befassen sich mit genau definierten, bedeutenden und langfristigen Aufgaben, die alle Kommissionen gleichermaßen betreffen:

- ICC für Theorie (ICCT),
- ICC für Geodätische Standards (ICCGS),
- ICC für Planetare Geodäsie (ICCPG).

2. Administration

a) Mitglieder

- Staaten
- Mitgliedskandidaten
- Persönliche Mitgliedschaften
- Fellows

b) Generalversammlung

Auf der Generalversammlung wird über die Arbeiten der Teilbereiche der IAG berichtet. Die Versammlung setzt sich zusammen aus Fellows, Mitgliedern und Mitgliedskandidaten.

c) Vorstand

Der Vorstand besteht aus den Nationaldelegierten, die formell von der Gemeinschaft der Mitgliedsländer benannt werden. Jedes Mitgliedsland entsendet einen Delegierten. Aufgaben des Vorstands sind:

- Erörterung von Fragen allgemeiner Wissenschaftspolitik oder Verwaltung,
- Wahl der Mitglieder des Büros und des Exekutivkomitees sowie der Kommissionspräsidenten,
- Bestätigung der Einrichtung von Inter-Kommissionskomitees und IAG-Projekten.

d) IAG-Büro

Das Büro behandelt die Angelegenheiten der Assoziation. Es setzt sich zusammen aus

- Präsident,
- Vizepräsident,
- Generalsekretär.

e) Exekutivkomitee (EC)

Das Exekutivkomitee fördert die Ziele der Assoziation durch effiziente Koordination und die Formulierung allgemeiner Vorgehensweisen, es richtet Inter-Kommissionskomitees und IAG-Projekte etc. ein. Das EC setzt sich zusammen aus

- Büro,
- letzter IAG-Präsident,

- Kommissionspräsidenten,
- 3 Repräsentanten der Dienste,
- Präsident für Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit,
- 2 zusätzliche Mitglieder.

ICC-Präsidenten, Leiter von IAG-Projekten und Assistenzsekretäre nehmen an den Versammlungen des EC mit Recht auf Anhörung, aber ohne Stimmrecht teil.

3. Personelle Zusammensetzung für den Zeitraum 2003–2004

a) Exekutivkomitee

Präsident:	G. Beutler, Schweiz
Letzter Präsident:	F. Sanso, Italien
Vizepräsident:	M. Sideris, Kanada
Generalsekretär:	C. Tscherning, Dänemark
Assistent des Generalsekretärs:	O. Andersen, Dänemark

Kommissionen

- Kommission 1: Bezugssysteme

Präsident:	H. Drewes, Deutschland
Vizepräsident:	C. K. Shum, USA
- Kommission 2: Schwerefeld

Präsident:	C. Jekeli, USA
Vizepräsident:	E. Tziavos, Griechenland
- Kommission 3: Erdrotation und Geodynamik

Präsident:	V. Dehant, Belgien
Vizepräsident:	M. Bevis, USA
- Kommission 4: Positionierung und Anwendungen

Präsident:	C. Rizos, Australien
Vizepräsident:	P. Willis, Frankreich

Weitere Mitglieder des Exekutivkomitees

- Drei Vertreter der Dienste: R. Neilan, USA; M. Rothacher, Deutschland; H. Schuh, Österreich
- Zwei zusätzliche Mitglieder: P. Fortes, Brasilien; C. Merry, Südafrika
- Chefredakteur des Journal of Geodesy: W. Featherstone, Australien

Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit

Chairman: J. Adam, Ungarn

b) Dienste

- Internationaler Dienst für Erdrotation und Bezugssysteme (Internationaler Earth Rotation and Reference Frame Service – IERS)

Präsident:	J. Vondrak, Tschechische Republik
Direktor des Zentralbüros:	B. Richter, Deutschland
- Internationaler GPS Dienst (International GPS Service – IGS)

Präsident:	J. Dow, Deutschland
Direktor des Zentralbüros:	R. Neilan, USA

- Internationaler Laser Ranging Dienst (International Laser Ranging Service – ILRS)
Präsident: W. Gurtner, Schweiz
Direktor des Zentralbüros: M. Pearlman, USA
Sekretär: C. Noll, USA
- Internationaler VLBI-Dienst für Geodäsie und Astrometrie (International VLBI-Service for Geodesy and Astrometry – IVS)
Präsident: W. Schlüter, Deutschland
Direktor des Koordinierungsbüros: N. Vandenberg, USA
- Internationaler Dienst für DORIS (Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite) (International DORIS Service – IDS)
Direktor des Governing Boards: G. Tavernier, Frankreich
- Internationaler Erdschwerefeld-Dienst (Internationaler Gravity Field Service – IGFS)
Präsident: R. Forsberg, Dänemark
- Internationales Gravimetrisches Büro (International Gravimetric Bureau – BGI)
Direktor: J.-P. Barriot, Frankreich
- Internationaler Dienst für das Geoid (International Geoid Service – IGeS)
Präsident: F. Sanso, Italien
Direktor: R. Barzaghi, Italien
- Internationales Zentrum für Erdzeiten (International Center for Earth Tides – ICET)
Präsident: B. Ducarme, Belgien
- Ständiger Dienst für den Mittleren Meeresspiegel (Permanent Service for Mean Sea Level – PSMSL)
Präsident: P. Woodworth, Großbritannien
- Zeitdienst des Internationalen Büros für Gewichte und Maße (Time Section of the International Bureau of Weights and Measures – BIPM)
Präsident: E.F. Arias, Frankreich
- IAG-Dienst für Bibliographie (IAG Bibliographic Service – IBS)
Präsident: A. Korth, Deutschland

c) Inter-Kommissionskomitees (ICC)

- ICC für Theorie (ICCT)
Präsident: P. Xu, Japan
Vizepräsident: A. Dermanis, Griechenland
- ICC für Geodätische Standards (ICCGS)
Präsident: NN
- ICC für Planetare Geodäsie (ICCPG)
Präsident: D. Smith, USA
Vizepräsident: G. Balmino, Frankreich

d) IAG-Projekte

- Integriertes Globales Geodätisches Beobachtungssystem (Integrated Global Geodetic Observing System – IGGOS)
Chairman: Ch. Reigber, Deutschland

Anschrift der Mitarbeiter dieses Beitrages

- Dr.-Ing. Wolfgang Bosch
Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, Marstallplatz 8,
80539 München, bosch@dgfi.badw.de
- Dr.-Ing. Heiner Denker
Universität Hannover, Institut für Erdmessung, Schneiderberg 50,
30167 Hannover, denker@ife.uni-hannover.de
- Prof. Dr.-Ing. Reinhard Dietrich
Technische Universität Dresden, Institut für Planetare Geodäsie,
01062 Dresden, dietrich@ipg.geo.tu-dresden.de
- Prof. Dr.-Ing. Hermann Drewes
Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, Marstallplatz 8,
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, Marstallplatz 8,
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. Karl-Heinz Ilk
Universität Bonn, Institut für Theoretische Geodäsie, Nussallee 17,
53115 Bonn, ilk@theor.geod.uni-bonn.de
- Dr.-Ing. Norbert Jakowski
GeoForschungsZentrum Potsdam, Telegrafenberg, 14473 Potsdam,
jakowski@gfz-potsdam.de
- Prof. Dr.-Ing. Gottfried Kirchengast
University of Graz, Institute for Geophysics, Astrophysics, and
Meteorology, Universitätsplatz 5, A-8010 Graz, Austria,
gottfried.kirchengast@uni-graz.at
- Dr.-Ing. Hansjörg Kutterer
Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, Marstallplatz 8,
80539 München, kutterer@dgfi.badw.de
- Prof. Dr.-Ing. Jürgen Müller
Universität Hannover, Institut für Erdmessung, Schneiderberg 50,
30167 Hannover, mueller@ife.uni-hannover.de
- Dr.-Ing. Bernd Richter
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Richard-Strauss-
Allee 11, 60598 Frankfurt am Main, richter@iers.org
- Dipl.-Ing. Markus Roland
Universität Hannover, Institut für Erdmessung, Schneiderberg 50,
30167 Hannover, roland@ife.uni-hannover.de
- Prof. Dr.-Ing. Reiner Rummel
Technische Universität München, Institut für Astronomische und
Physikalische Geodäsie, Arcisstraße 21, 80290 München,
rummel@bv.tum.de
- Dr.-Ing. Tilo Schöne
GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ), Division 1, Section 1.2,
c/o DLR Oberpfaffenhofen, 82234 Wessling
- Prof. Dr.-Ing. Harald Schuh
Vienna University of Technology, Institute of Geodesy and
Geophysics, Gusshausstr. 27–29, A-1040 Wien, Austria,
harald.schuh@tuwien.ac.at
- Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Torge
Universität Hannover, Institut für Erdmessung, Schneiderberg 50,
30167 Hannover, torge@ife.uni-hannover.de
- Dr.-Ing. Jens Wickert
GeoForschungsZentrum Potsdam, Telegrafenberg, 14473 Potsdam,
jens.wickert@gfz-potsdam.de