

Die 28. Generalversammlung der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG) – Internationale Assoziation für Geodäsie (IAG) 2023 in Berlin, Deutschland

Jürgen Müller (Redaktion)

1 Übersicht

Jürgen Müller

Nach 40 Jahren fand wieder eine Generalversammlung der **Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG)** in Deutschland statt. 1983 war es die 18. IUGG-Generalversammlung in Hamburg gewesen und nun die 28., durchgeführt vom 11. bis 20. Juli 2023 im City Cube auf dem Messegelände in Berlin.

Nach einigen Jahren mit größeren Einschränkungen aufgrund der Corona-Pandemie konnte endlich wieder eine große, weltweite geowissenschaftliche Konferenz organisiert werden; dementsprechend war das Motto *Together Again for Geosciences*. Die hervorragende Realisierung der IUGG-Generalversammlung oblag dem lokalen Organisationkomitee unter Leitung von Harald Schuh vom GFZ Potsdam, das vom professionellen Konferenz-Organisator C-IN aus Prag, Tschechien, unterstützt wurde. Das wissenschaftliche Programm der IUGG war traditionell von der Union und den acht Assoziationen aufgestellt und von einem internationalen Programmkomitee unter Vorsitz von Jürgen Müller, Leibniz Universität Hannover, umgesetzt worden. Die Vorträge und Poster wurden thematisch in 170 Symposien organisiert. Die Poster waren in derselben Halle wie die Aussteller und das Mittags-Catering untergebracht, was eine hervorragende Plattform für den Austausch unter den Teilnehmern bot.

Von insgesamt 5198 angemeldeten Wissenschaftlern registrierten sich 4884, wovon knapp 4600 vor Ort in Berlin erschienen. Das waren deutlich mehr als vier Jahre zuvor in Montreal (3952) oder vor acht Jahren in Prag (4231). Tatsächlich war es ein neuer Teilnehmerrekord für eine IUGG-Generalversammlung. Es kamen Vertreter aus 100 Nationen nach Berlin. Die größten Kontingente kamen aus Deutschland (947), China (535) und USA (425). Mehr als 1200 Nachwuchswissenschaftler aus 57 Ländern nahmen teil, für die zusätzlich eigene Events organisiert wurden.

Das wissenschaftliche Programm war stark interdisziplinär und fachübergreifend ausgerichtet. Außer den von den einzelnen Assoziationen organisierten Symposien wurden insgesamt neun *Union Lectures* und 50 *Joint Inter-Association Symposia* abgehalten. Ein neu eingeführtes Format waren die *Big Themes*, die übergeordnete Themen, wie Open Science, Internationale Zusammenarbeit, Nord-



Süd-Dialog, Stand bezüglich Diversität, Inklusion, Partizipation mit Bezug zu den Geowissenschaften, behandelten. Die Internationale Assoziation für Geodäsie organisierte – neben ihren sechs Kern-Symposien (G01 bis G06) – federführend 7 *Joint Inter-Association Symposia*; an weiteren 10 *Joint Inter-Association Symposia* war die IAG beteiligt. Insgesamt wurden ca. 4500 Beiträge auf der IUGG-Generalversammlung präsentiert, darunter etwa 3100 Vorträge, 1300 Poster sowie Präsentationen in speziellen Formaten, wie die *Union Lectures* oder die *Big Themes*. Die wissenschaftlichen Beiträge wurden in 795 Vortrags-sessions präsentiert, wovon bis zu 28 Sessions parallel liefen; hinzu kamen 167 Poster-Sessions. Details siehe unter www.iugg2023berlin.org. Begleitend gab es eine gute Ausstellung von Firmen, Wissenschaftseinrichtungen und Verlagen sowie Stände der Bewerber für die Ausrichtung der nächsten IUGG 2027.

Neben den wissenschaftlichen Beiträgen sind vor allem die Resolutionen der IUGG von Interesse, etwa zur Zugänglichkeit von geowissenschaftlichen Daten über Grenzen hinweg. Für die Geodäsie relevant ist, dass der Schutz von VLBI-Beobachtungen durch störende Radioquellen verbessert und die Überwachung des globalen Wasserspeichers durch Schwerefeldmissionen nachhaltig fortgeführt werden sollen. Die IUGG-Resolutionen im vollen Wortlaut sind unter https://iugg.org/wp-content/uploads/2023/09/2023_IUGG-GA-Resolutions.pdf publiziert.

Als neuer IUGG-Präsident für die Amtsperiode 2023 bis 2027 wurde mit Chris Rizos (Sydney, Australien) ein Geodät an die Spitze gewählt. Mioara Manda (Paris, Frankreich), deren Spezialgebiet das Erdmagnetfeld ist und die auch schon beim GFZ Potsdam beschäftigt war, wurde zur Chair-elect gewählt. Wiedergewählt als Generalsekretär wurde Alexander Rudloff vom GFZ Potsdam, wo seit 2012 auch das IUGG-Büro mit dem Geschäftsführer Franz Kuglitsch untergebracht ist. Monika Korte, ebenfalls vom GFZ Potsdam, ist weiterhin Generalsekretärin der IUGG-Assoziation IAGA (Erdmagnetfeld); auch der Generalsekretär der IAVCEI (Vulkanologie und Chemie des



Harald Schuh (Leitung des lokalen Organisationkomitees) und Jürgen Müller (Vorsitz des wissenschaftlichen Programmkomitees) bei der IUGG-Eröffnungszeremonie. Ganz rechts der neue IUGG-Präsident Chris Rizos

Erdinneren) Ulrich Küppers von der TU München kommt aus Deutschland, so wie die IAG-Generalsekretärin Daniela Thaller vom BKG in Frankfurt. Für weitere Informationen zur IUGG, inklusive der Struktur im Detail wird auf www.iugg.org verwiesen.

Die Generalversammlung der **Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG)** wird traditionell zusammen mit der IUGG-Generalversammlung durchgeführt. Offiziell waren 607 Teilnehmer für die IAG registriert. Dies waren deutlich mehr als vier Jahre zuvor in Montreal (437) oder vor acht Jahren in Prag (533). Zum Vergleich: Für die größte Assoziation in Berlin IAMAS (Atmosphärenwissenschaften) waren 877, für die IASPEI (Seismologie und Physik des Erdinneren) 694 Teilnehmer registriert. Mit einem Anteil von gut 12 % der Gesamt-IUGG-Teilnehmer war die IAG die drittgrößte Assoziation. Deutschland stellte mit 151 für die IAG registrierten Teilnehmern die größte Gruppe an Geodäten, gefolgt von China (117) und den USA (41).

Die IAG-Generalversammlung wurde am 12. Juli durch den Präsidenten Zuheir Altamimi, Frankreich, eröffnet. Ein Höhepunkt war die Verleihung der IAG-Auszeichnungen. Details hierzu werden im Bericht des Alt-Generalsekretärs Hermann Drewes im Abschnitt 2 gegeben.

Im wissenschaftlichen Programm der IAG fanden sechs dedizierte Geodäsie-Symposien statt, die – angelehnt an die IAG-Struktur – das gesamte Wirkungsspektrum der IAG abdeckten. In diesen IAG-Symposien sowie den IAG-geführten Joint Symposien wurden mehr als 600 Beiträge

präsentiert. Die größten IAG-Symposien waren G05 *Multi-Signal Positioning, Remote Sensing and Applications* und G06 *Monitoring and Understanding the Dynamic Earth with Geodetic Observations* mit 94 bzw. 82 Präsentationen. Über die wichtigsten für die Geodäsie relevanten Symposien wird in den Abschnitten 3 bis 5 berichtet. Proceedings mit ausgewählten geodätischen Beiträgen werden in einem Sonderband der Springer-Reihe veröffentlicht, der voraussichtlich Mitte 2024 erscheinen wird.

In den drei Resolutionen mit direktem IAG-Bezug (Abschnitt 6) wurden neben den bereits oben genannten Inhalten (Schutz vor störenden Radioquellen und Überwachung des Wasserspeichers mit Satelliten) die Einrichtung eines internationalen terrestrischen Schwerereferenzsystems verabschiedet.

Zum neuen IAG-Präsidenten wurde Richard Gross (JPL Pasadena, USA) gewählt. Im IAG-Exekutivkomitee sind weiterhin der Altpräsident Harald Schuh und der Alt-Generalsekretär Hermann Drewes beratend vertreten. Aus deutscher Sicht sind folgende Positionen interessant: Neue IAG-Generalsekretärin ist Daniela Thaller (BKG Frankfurt); Urs Hugentobler (TU München) ist neuer Präsident der Kommission 1 Referenzsysteme; Laura Sánchez (DGFI-TUM, München) ist neue Vorsitzende des *Global Geodetic Observing System (GGOS)* und bleibt Assistenz-Redakteurin der IAG-Symposia Series. Den neu eingeführten Posten des Assistenz-Chefredakteurs des *Journal of Geodesy* begleitet Hansjörg Kutterer (KIT Karlsruhe). Das Inter-Kommission-Komitee »Geodäsie für Klimaforschung« (ICCC)

© GFZ German Research Centre for Geosciences, Jan Pauls:
<https://www.picdrop.com/janpauls/fotografie/kksMFvVZ>



IUGG Council Mitglieder

wird weiterhin geleitet von der Präsidentin Annette Eicker (HCU Hamburg), ebenso wie das IAG-Projekt »Neuartige Sensoren und Quantentechnologie für die Geodäsie« von Jürgen Müller (Leibniz Universität Hannover). Weitere Informationen finden sich unter www.iag-aig.org/.

Für die nächste IAG *Scientific Assembly* 2025 wurde schon im Vorfeld Rimini, Italien, ausgewählt. Als Veranstaltungsort für die IUGG *General Assembly* 2027 hat sich Incheon, Südkorea gegen den Mitbewerber Hawaii, USA durchgesetzt.

2 Bericht aus den Sitzungen des IAG-Exekutivkomitees sowie des IAG-Council, Berlin 2023

Hermann Drewes

Gemäß den Statuten der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG) ist der IAG Council als gesetzgebendes Organ für die Führung und strategische Politik der IAG verantwortlich. Das IAG Executive Committee ist das ausführende Organ, dessen Mitglieder für vier Jahre vom Council gewählt werden. Beide Organe halten bei den vierjährigen Generalversammlungen satzungsgemäß Sitzungen ab. Das Executive Committee tagt normalerweise am Tag vor der Eröffnung der Generalversammlung zur Vorbereitung der Symposien und Tagungen, mindestens einmal während der Versammlung für notwendige Entscheidungen und das neu gewählte Executive Committee am Tag nach der Versammlung als Eröffnungssitzung für die nächste Vierjahresperiode. Der Council hält normalerweise eine Sitzung am Morgen der Eröffnung der IAG-Symposien zur allgemeinen Information und eine weitere Sitzung während der Generalversammlung für notwendige Entscheidungen ab.

2.1 Zusammenfassung der Sitzungen des IAG-Exekutivkomitees, Berlin 2023

Das IAG Executive Committee der Periode 2019 bis 2023 setzte sich aus 17 stimmberechtigten Mitgliedern zusammen:

- IAG-Präsident: Zuheir Altamimi (Frankreich);
- IAG-Vizepräsident: Richard Gross (USA);
- IAG-Generalsekretär: Markku Poutanen (Finnland);
- Vorheriger IAG-Präsident: Harald Schuh (Deutschland);
- Vorheriger IAG-Generalsekretär: Hermann Drewes (Deutschland);
- Präsident der Kommission 1 »Referenzsysteme«: Christopher Kotsakis (Griechenland);
- Präsident der Kommission 2 »Schwerefeld«: Adrian Jäggi (Schweiz);
- Präsident der Kommission 3 »Erdrotation und Geodynamik«: Janusz Bogusz (Polen);
- Präsident der Kommission 4 »Positionierung und Anwendungen«: Allison Kealy (Australien);
- Präsident des Inter-Kommission-Komitees »Theorie« (ICCT): Pavel Novác (Tschechien);
- Präsident des Globalen Geodätischen Observationssystems (GGOS): Basara Miyahara (Japan);
- Präsident des Bureaus für Kommunikation und Öffentlichkeit (COB): Szabolcs Rózsa (Ungarn);
- 3 Repräsentanten der IAG-Services: Johannes Böhm (Österreich), Tom Herring (USA) und Toshimichi Otsubo (Japan);
- 2 Mitglieder für den geographischen Ausgleich: Sonia Costa (Brasilien) und Yamin Dang (China).

Daneben gab es drei nicht-stimmberechtigte Mitglieder:

- Präsidentin des Inter-Kommission-Komitees »Geodäsie für Klimaforschung« (ICCC): Annette Eicker (Deutschland);
- Präsident des Inter-Kommission-Komitees »Marine Geodäsie« (ICCM): Yuanxi Yang (China);
- Präsident des Projekts »Neuartige Sensoren und Quantum-Technologie für Geodäsie« (QuGe): Jürgen Müller (Deutschland).

Bei der ersten Sitzung des Executive Committee am 11. Juli gab der IAG-Generalsekretär Markku Poutanen einen Überblick über die lokalen Gegebenheiten, die Vortrags- und Poster-Sitzungen, soziale Veranstaltungen, Teilnehmerzahl und Reisekostenzuschüsse. Die Generalversammlung hatte insgesamt etwa 5000 Teilnehmer, davon waren etwa 580 Personen für die IAG registriert, was nahe dem Höchststand aller bisherigen Generalversammlungen liegt. 88 junge Wissenschaftler erhielten einen Reisekostenzuschuss (insgesamt ca. 60.000 Euro). Die IAG organisierte sechs Symposien mit ausschließlich geodätischen Themen und sieben gemeinsame Symposien mit anderen Assoziationen. Insgesamt gingen 661 Abstracts ein, die auf Vorlesungs- und Poster-Sitzungen verteilt wurden.

Anschließend erläuterten der IAG-Präsident und der Generalsekretär die Tagesordnungen für die Sitzungen des IAG Council sowie der Eröffnungs- und Abschluss-Zeremonien. Satzungsgemäß gab der Generalsekretär den Finanzbericht für die Jahre 2019 bis 2023 und stellte den Budget-Plan für 2023 bis 2027 vor, die beide von einem vom IAG Council zu benennendem Komitee geprüft und danach vom Council genehmigt werden müssen. Für die vorgeschlagenen IAG- und IUGG-Resolutionen wurde ein weiteres Komitee zur Prüfung und endgültiger Formulierung benannt.

Der Editor-in-Chief des *Journal of Geodesy*, Jürgen Kusche (Deutschland), gab einen ausführlichen Bericht, der die hervorragende Stellung dieser Zeitschriftenreihe innerhalb der Geowissenschaften zeigt. Da er nach acht Jahren sein Amt aufgibt, dankte ihm der IAG-Präsident Zuheir Altamimi ausdrücklich für die ausgezeichnete Arbeit. Anschließend wurde ein Vorschlag für das neue Editorial Board diskutiert, der mit dem Springer-Verlag als Herausgeber abgestimmt wird. Danach gab der Editor der IAG-Symposien-Reihe, Jeff Freymueller, einen Bericht über die jüngsten Ausgaben.

Der vorherige IAG-Präsident Harald Schuh gab einen Bericht des sogenannten »Cassini Committee« über einen Review der IAG-Statuten und IAG-Satzung (Bylaws). Änderungen wurden vorgeschlagen und dem IAG Council zur Annahme empfohlen. Danach folgten die Berichte der IAG-Kommissionen, Inter-Kommissions-Komitees, Projekt, GGOS, COB und Service-Repräsentanten.

Bei der zweiten Sitzung des Executive Committee am 13. Juli wurden die Vorschläge aus der ersten Sitzung beschlossen. Die Redaktion des *Journal of Geodesy*, die von der vorhergehenden Redaktion bestimmt wird, wurde bestätigt. Neuer Editor-in-Chief ist Peiliang Xu (Japan). Die Editoren der IAG-Symposien-Reihe, Jeff Freymueller (USA) und Laura Sánchez (Deutschland) wurden wiedergewählt. Nach der Online-Wahl durch das Executive Committee wurde Laura Sánchez zur Präsidentin des Globalen Geodätischen Observationssystems (GGOS) ernannt.

2.2 Zusammenfassung der Sitzungen des IAG Council, Berlin 2023

Jedes reguläre Mitglied der IUGG, das sind die beitragszahlenden für die IUGG zuständigen Körperschaften (Adhering Bodies) der Mitgliedsländer, kann einen stimmberechtigten Delegierten in den IAG Council entsenden. Derzeit sind dies 58 reguläre Mitglieder, für Deutschland ist es das Bundesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe mit Prof. Jürgen Müller als Delegiertem. Daneben gibt es 15 assoziierte Mitglieder, die keinen Beitrag zahlen. Es fanden zwei Council-Sitzungen am 12. und 19. Juli statt, an denen 23 stimmberechtigte Delegierte teilnahmen. Das Quorum von einem Drittel der Stimmberechtigten wurde damit erreicht. Außerdem waren 7 Mitglieder des Executive Committee und 5 Gäste als Zuhörer anwesend. Die Sitzungen werden vom Präsidenten der IAG (zu der Zeit Zuheir Altamimi) geleitet, der nur bei einer Patt-Situation die entscheidende Stimme abgeben darf.

Bei der ersten Sitzung am 12. Juli wurden zunächst organisatorische Dinge der Generalversammlung, das wissenschaftliche Programm und der Ablauf der Eröffnungs- und Schluss-Sitzungen vom IAG-Generalsekretär Markku Poutanen erläutert. Es wurden dann die gewählten Gewinner der IAG-Auszeichnungen vorgestellt. Die höchste Auszeichnung, die Levallois-Medaille, wurde für hervorragende Dienste für die IAG und/oder die Geodäsie im Allgemeinen an Hermann Drewes (Deutschland) und Georges Balmino (Frankreich) verliehen. Die Preise für die besten jungen Autoren im *Journal of Geodesy* erhielten für 2021 Radoslaw Zajdel (Polen) und für 2022 Matthias Willen (Deutschland). Mit dem Guy Bomford Preis für hervorragende Leistung eines jungen Wissenschaftlers wurde Amir Khodabandeh (Australien) geehrt, und den neu eingeführten Preis für den besten Reviewer im *Journal of Geodesy* erhielt Jan Martin Brockmann (Deutschland). 23 Wissenschaftler erhielten den Status eines IAG-Fellows, der für verdienstvolle Arbeit als IAG-Officer verliehen wird.



Foto: privat

Text: IAG-Teilnehmer an der IUGG-Generalversammlung in Berlin



Foto: privat

Von links: Markku Poutanen, Zuheir Altamimi, Hermann Drees, Georges Balmino, Gerhard Beutler und Harald Schuh bei der Übergabe der Levallois-Medaillen 2023



Foto: privat

Von links: Radoslaw Zajdel (Young Author's Award 2021), Matthias Willen (Young Author's Award 2022), Amir Khodobandeh (Guy Bomford Prize), Jan M. Brockmann (Best Reviewer Award)

Der IAG-Generalsekretär Markku Poutanen präsentierte dann den Finanzbericht für die Jahre 2019 bis 2022, der mit einem hohen Überschuss von 79.000 Euro abschloss, was vor allem durch die Corona-Pandemie zu erklären ist. Sein Vorschlag für die Periode 2023 bis 2026 beläuft sich auf 83.000 Euro. Zur Prüfung wurde ein vierköpfiges Komitee eingesetzt, und es wurde vom IAG Council auf dessen zweiter Sitzung beschlossen. Als Komitee zur Prüfung und endgültigen Fassung vorgeschlagener IAG-Resolutionen wurde die Empfehlung des IAG Executive Committee angenommen.

Der Vorsitzende des Nominierungskomitees für die Wahl des neuen Executive Committee 2023–2027, der traditionell der vorherige IAG-Präsident (Harald Schuh) ist, präsentierte dann das Ergebnis der Wahlen durch den IAG-Council. Die Zusammensetzung ist wie folgt:

- IAG-Präsident: Richard Gross (USA);
- IAG-Vizepräsident: Peter Teunissen (Niederlande);
- IAG-Generalsekretärin; Daniela Thaller (Deutschland);
- Präsident der Kommission 1 »Referenzsysteme«: Urs Hugentobler (Deutschland);
- Präsident der Kommission 2 »Schwerefeld«: Srinivas Bettadpur (USA);
- Präsidentin der Kommission 3 »Erdrotation und Geodynamik«: Rebekka Steffen (Schweden);
- Präsident der Kommission 4 »Positionierung und Anwendungen«: Pawel Wielgosz (Polen);
- Präsident des Inter-Kommission-Komitees »Theorie«: Mattia Crespi (Italien);
- Präsidentin des Inter-Kommission-Komitees »Geodäsie für Klimaforschung«: Annette Eicker (Deutschland);

- Präsidentin des Inter-Kommission-Komitees »Marine Geodäsie«: Valerie Ballu (Frankreich);
- Präsident des Bureaus für Kommunikation und Öffentlichkeit (COB): Szabolcs Rózsa (Ungarn);
- 3 Repräsentanten der IAG-Services: Riccardo Barzaghi (Italien), Tom Herring (USA), Vincenza Luceri (Italien);
- 2 Mitglieder für den geographischen Ausgleich: Maria Virginia Mackern (Argentinien) und Masato Furuya (Japan).

Daneben gehören zum Executive Committee:

- Vorheriger IAG-Präsident: Zuheir Altamimi (Frankreich);
 - Vorheriger IAG-Generalsekretär: Markku Poutanen (Finnland);
 - Präsidentin »Globales Geodätisches Observationssystem« (GGOS): Laura Sánchez (Deutschland), die satzungsgemäß durch das IAG Executive Committee gewählt wurde;
- und als nicht-stimmberechtigtes Mitglied:
- Präsident des Projekts »Neuartige Sensoren und Quantum-Technologie für Geodäsie« (QuGe): Jürgen Müller (Deutschland).

Der Vorsitzende des Cassinis Committee zum Review der IAG-Statuten und der IAG-Satzung, Harald Schuh, gab einen Bericht über die vorgenommenen Änderungen, und der IAG-Generalsekretär Markku Poutanen fasste die Berichte der Editoren des Journal of Geodesy und der IAG-Symposien-Serie zusammen. Er lobte den »Impact Factor« des Journal of Geodesy von 4,8 (2021) ausdrücklich und erwähnte, dass mehr als 100 Artikel pro Jahr veröffentlicht werden. Die derzeitige Redaktion hat 27 Mitglieder aus 16 Ländern. Er informierte dann darüber, dass der IAG-Council durch elektronische Wahl Rimini (Italien) als Austragungsort der nächsten IAG Scientific Assembly 2025 bestimmt hat.

Bei der zweiten Sitzung des IAG-Council am 19. Juli 2023 wurden im Wesentlichen die Prüfungsergebnisse der Komitees für Finanzen, der überarbeiteten Statuten und der Satzung, und der Resolutionen präsentiert. Es wurden drei Resolutionen verabschiedet:

- IAG-Resolution für ein Internationales Terrestrisches Schwere-Referenzsystem (ITGRS).
- IUGG-Resolution: Verbesserung des Schutzes geodätischer Observatorien vor aktiven Radiodiensten.
- IUGG-Resolution: Nachhaltige Terrestrische Wasserspeicher-Überwachung (TWS) durch dedizierte Schwere-Satelliten-Konstellationen.

Diese Resolutionen wurden vom IAG Council einstimmig angenommen.

Zum Abschluss der Sitzungen des IAG Council 2019–2023 informierte der IAG-Präsident Zuheir Altamimi über die Sitzungen des IUGG Council und IUGG Executive Committee; der IAG-Generalsekretär Markku Poutanen präsentierte das Programm der IAG- und IUGG-Schluss-Sitzungen.



Foto: privat

Neues IAG Executive Committee

Am Morgen des Tages nach der Generalversammlung, dem 20. Juli, tagte das neue Executive Committee für die Jahre 2023 bis 2027. Dabei ging es vor allem um organisatorische Dinge, insbesondere die detaillierte Struktur der Kommissionen, der Inter-Kommissions-Komitees, des Globalen Geodätischen Observationssystems (GGOS) und des Projekts »Neuartige Sensoren und Quantum-Technologie für Geodäsie« (QuGe), deren ausführliche Beschreibungen im Journal of Geodesy als Sonderheft »The Geodesist's Handbook 2024« veröffentlicht werden.

3 IUGG Union Events

Alexander Rudloff und Franz Kuglitsch

Ein Highlight jeder IUGG Generalversammlung bilden die so genannten **Gold Medal & Union Lectures**. Die jeweilige Einführung erfolgt traditionell durch die/den Präsidenten der IUGG bzw. der Assoziationen.

Die Gold Medal Lecture am 15. Juli 2023 hielt Valérie Masson-Delmonte aus Paris mit dem Titel: »From the IPCC AR6 to the IPCC AR7: the physical science basis of climate change empowering transformations«. Inhalt des Vortrages waren u. a. die Entwicklungen des Globalen Klimas zwischen den Sachstandsberichten des Weltklimarates.

Am 14. Juli 2023 fanden drei Union Lectures statt: Ricarda Winkelmann vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung trat für die IACS an. Ihr Thema war die Rolle von Grönland und der Antarktis beim Meeresspiegelanstieg. Für die IAHS berichtete Luz Adriana Cuartas aus Lund, Schweden, über das Zusammenspiel zwischen Oberflächen- und Grundwasser, in Verbindung mit topografischen Strukturen. Den dritten Vortrag hielt »Ravi« A. R. Ravishankara aus Fort Collins, USA für die IAMAS.

Sein Thema waren atmosphärische Gase in der Klimabilanz sowie als Gesundheitsfaktor.

Drei weitere Union Lectures folgten am 16. Juli 2023: Rakiya Abdullahi Babamaaji aus Abuja, Nigeria, referierte für die IUGG zum Einsatz von Fernerkundungsmethoden zur Katastrophenvorsorge. Max Moorkamp von der LMU München berichtete für die IAGA. Er zeigte den erfolgreichen Einsatz elektromagnetischer Methoden an verschiedenen Einsatzorten weltweit. Den Abschluss bildete Martin Visbeck vom GEOMAR in Kiel für die IAPSO. Sein zentraler Fokus war seine Komiteearbeit für die die UN-Ozean-Dekade mit unterschiedlichen wissenschaftlichen Beiträgen.

Der dritte und letzte Block der Union Lectures folgte am 18. Juli 2023: Geoffrey Blewitt aus Reno, USA, hob in seinem Vortrag für die IAG die Bedeutung der zeitlichen Präzision in der Geodäsie hervor. Philippe Lognonné aus Paris berichtete für die IASPEI. Sein Fokus lag auf den spannenden seismologischen Beobachtungsergebnissen der NASA Mission InSight. Abschließend hielt Robin Matoza aus Santa Barbara, USA, für IAVCEI seinen Vortrag über verbesserte Beobachtungen an weltweiten Vulkanen mit Infrasound-Techniken.

Alle Vorträge können auf YouTube (<https://www.youtube.com/playlist?list=PLq21CaS0LzEJL5ZAqvCNlv0Mr33lQyae2>) angesehen werden.

Ein neu eingeführtes Format der IUGG2023 waren die »Big Themes«. Hierbei wurden relevante Themen in einem kompakten Format eingeführt sowie mit Gästen vertieft und abschließend mit dem Auditorium diskutiert. Die Sessionleitung und Moderation lag für alle sechs Big Themes beim Generalsekretär der IUGG, Dr. Alexander Rudloff vom GFZ.

In der Session »BT#1 | Open Science, changing practices in science?« am 13. Juli 2023 waren Monika Sester (Vorsit-

zende der Senatskommission für Erdsystemwissenschaften der DFG und Leibniz Universität Hannover) und Wolfgang zu Castell (Vorsitzender der Arbeitsgruppe Open Science der Helmholtz Gemeinschaft und Deutsches Geoforschungszentrum GFZ, Potsdam) zu Gast. Diskutiert wurden die Chancen und Risiken von Open Science, Open Data und der aktuelle Stand der Forschung.

Beim »BT#2 | Reflection of the International Year of Basic Sciences for Sustainable Development (IYBSSD)« am 14. Juli 2023 empfing Alexander Rudloff auf der Bühne Michel Spiro, den Vorsitzenden des Steuerungskreises der Internationalen Jahres für Grundlagenwissenschaften für Nachhaltige Entwicklung und Präsidenten der Internationalen Union für Reine und Angewandte Physik (IUPAP). Sein zweiter Gast war Kathy Whaler, die Präsidentin der IUGG und Mitglied der Universität Edinburgh. Stand der Diskussion waren die rund anderthalbjährigen Aktivitäten des Internationalen Jahres sowie die Entwicklung zu einer kürzlich verkündeten Dekade.

Die Session »BT#3 | Contribution to International Frameworks – Are we effective?« am 15. Juli 2023 empfing Mark Shimamoto, Direktor des Global Outreach Programs der American Geophysical Union (AGU) sowie Valérie Masson-Delmotte von der Université Paris Saclay, LSCE (CEA-CNRS-UVSQ) und Autorin des IPCC-Reports auf der Bühne. Beherrschende Frage war, in wie weit die Forschungsbeiträge zu internationalen Rahmenwerken erfolgreich und sichtbar sind.

Bühnenfüllend war die Session »BT#4 | Early Career Scientists – Needs, Wishes and Demands!« am 16. Juli 2023. Hier waren neben dem Moderator und seiner Ko-Leitung Hannah Rogers von der Universität Grenoble, zugleich IUGG-ECS Koordinatorin, weitere acht Vertretungen der

jüngeren Generation zu Gast: Erik Loebel (Technische Universität Dresden) für IACS; Hugo Lecomte (Universität Strassburg) für IAG; Irena Dallo (Schweizer Erdbendienst/ETH Zürich) für IASPEI; Jamie Farquharson (Universität Strassburg) für IAVCEI; Jew Das (Nationales Technikinstitut von Warangal) für IAHS; Jing Li (Peking University) für IAMAS; Malin Odalen (GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung) für IAPSO; und Shivangi Sharan (Imperial College London) für IAGA. Hauptthema des Austausches war das ECS Social Event vom Vorabend und die bei diesem erzielten Umfrageergebnisse (»Sticky dots«).

Die Session »BT#5 | Where do we stand on EDI = Equality, Diversity, Inclusion?« am Sonntag, den 17. Juli 2023 bestand aus einem Dialog mit Janice Lachance, der Interim-Exekutivdirektorin (CEO) der American Geophysical Union (AGU). Im Mittelpunkt dieser Diskussion standen Erfahrungswerte, und wie es gelingt, konkrete Ziele mit Bezug auf Diversität, Inklusion und Partizipation in vertretbaren Zeithorizonten umzusetzen.

Die letzte Folge der »Big Themes« Reihe fand am 18. Juli 2023 statt. Sie widmete sich dem Thema »BT#6 | Strengthening the North-South Dialogue! What are the Needs and Challenges?«. Gemeinsam mit seiner Ko-Leitung Abdelkrim Aoudia vom Internationalen Zentrum für Theoretische Physik (ICTP) in Trieste empfing Alexander Rudloff zwei Vertreter des Globalen Südens auf der Bühne: Atalay Ayele von der Addis Ababa Universität und Maria Sol Trad Malmod von der argentinischen National-Universität aus San Juan. Im Fokus dieser Diskussion standen mögliche Maßnahmen zur Stärkung der Forschung und der Forschenden auf der Südhalbkugel.



Impression vom Early Career Scientists Event

© GFZ German Research Centre for Geosciences, Jan Pauls;
<https://www.picdrop.com/janpaulsfotografie/kHksMfvcWZ>

4 Joint Inter-Association Symposia

JG01 Interactions of the Solid Earth With Ice Sheets and Sea Level (IAG, IACS, IASPEI)

Rebekka Steffen und Jeff Freymueller

The joint symposium JG01 on »Interactions of the Solid Earth With Ice Sheets and Sea Level« was organized by the IAG sub-commission 3.4 on »Cryospheric deformation«, the IAG joint study group 3.1 on »Geodetic, seismic and geodynamic constraints on Glacial Isostatic Adjustment« and the »Earth-Ice-Sea level« sub-committee from the SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research) scientific research program INSTANT (Instabilities and Thresholds in Antarctica). The symposium invited contributions using observations of mass changes in the cryosphere and oceans, and their interaction with solid Earth deformation, showing the influence of glacial isostatic adjustment on paleo and modern observations of sea level or ice sheet behavior, discussing seismicity induced by ice-mass and sea-level changes, as well as presentations highlighting geophysical studies of the rheology of the solid Earth in the context of sea-level and ice-sheet studies.

During the one-day long symposium, 16 oral presentations were given, and 10 posters presented. Two-thirds of the presentations covered research done in the currently glaciated regions of Antarctica and the Arctic (including Greenland), while the other third presented research from the previously glaciated regions of North America and Europe. An invited presentation also highlighted the effect of the past and future sea-level change in South-East Asia, a region in the far field of the ice sheets that is primarily sensitive to the total mass transferred as a function of time from the large ice sheets in Antarctica and Greenland. Many presentations covered research on Antarctica, indicating the high importance of understanding ice sheet change there. However, it was highlighted that future research will become even more challenging as many of the GNSS (Global Navigation Satellite Systems) stations on the continent are scheduled to be removed. The measurements of these stations are of critical importance to constrain models of past and future ice-mass loss and to understand and predict future sea-level change based on ice-mass changes of the Antarctic Ice Sheet. Likewise seismic stations will be removed and thus the stability of the Antarctic continent can no longer be monitored. Next to geodetic data, presentations in the symposium showed the usage of geologic observations to constrain the Earth and the ice-mass changes, e.g., using relative sea-level data, which show the change in sea level at a specific location in time with respect to today. It was shown that such observations in northern Canada contained also an offset produced by an earthquake, which was induced by the previous ice-mass changes in that region.

In general, it was shown that geodetic data are a valuable tool to understand the deformation of the Earth related to

ice-mass changes and to infer the structure of the Earth in more detail. That knowledge can be further refined by an increase in the availability of geodetic data products and the evaluation of them over a wide region (e.g., a combined GNSS analysis of stations covering entire northern Europe (including Germany)). The current distribution of stations in northern Europe is challenging as only a few stations from Germany contribute to the European wide GNSS analysis centers and local GNSS networks are not included. Access to existing geodetic datasets is however an important tool to increase our understanding of ice-mass changes and their associated deformations and sea-level change.

JG02 Theory and Methods of Potential Fields (IAG, IAGA)

Dimitrios Tsoulis

Das gemeinsame Symposium JG02 *Theory and Methods of Potential Fields* wurde von der IAG und der Internationalen Assoziation für Geomagnetismus und Aeronomie (IAGA) veranstaltet. Das Symposium wurde von Dimitrios Tsoulis (Griechenland, IAG) und Maurizio Fedi (Italien, IAGA) geleitet. In drei Sessions wurden sowohl theoretische Beiträge wie auch Fallstudien aus dem Schwerpunkt Potentialfelder in der Geodäsie und Geophysik präsentiert. F. Simons (Princeton University) sprach von der Abtastung stationärer Zufallsfelder, mit Anwendung auf die Darstellung von Topographie und Bathymetrie. P. Zhang (Wuhan University) berichtete über eine begrenzte Sphärische Harmonische Analyse für die Validierung von luftgestützten Messungen des Magnetfelds. L. Wu (University of Leeds) schlug eine Gaußsche Summe vor, die er für die Durchführung einer Spaltung der Newtonschen Kernfunktion bei der FFT Berechnung von Geländekorrekturen einsetzte. G. Gavriilidou (Aristotle University of Thessaloniki) stellte, im Rahmen einer dynamischen Schwerefeld-darstellung einer Polyederförmigen Massenverteilung, ein stochastisches Verfahren vor, um Variationen in der entsprechenden Kugelfunktionskoeffizienten zu bestimmen. C. Förste (GFZ Potsdam) beschrieb die Entwicklung hochauflösender topographischer Modelle, welche die Darstellung statischer globaler Schwerefeldmodelle verbessern. Z. Yin (China University of Mining and Technology) diskutierte die Einsetzung von Potentialströmungstheorie um die geometrischen Merkmale der gravimetrischen Lotlinie zum Vorschein zu bringen. S. Buoninfante (Università degli Studi di Napoli Federico II) evaluierte Schwerefelddaten aus NASA's Messenger Mission um die Krustenstruktur von Merkur zu untersuchen und die Präsenz von Dichtehomogenitäten nachzuweisen. Alle Präsentationen (13 Oral und 8 Poster) waren hochwertige wissenschaftliche Beiträge, die einen fruchtbaren Dialog veranlasst haben und die Plattform für einen Austausch zwischen den Teilnehmern, darunter auch vielen jungen Wissenschaftlern, geschaffen haben.

JG03 Remote Sensing and Modelling of the Atmosphere (IAG, IAGA, IAMAS, IAVCEI)

Michael Schmidt

Das Symposium JG03 *Remote Sensing and Modelling of the Atmosphere* fand am 15. und 16. Juli 2023 statt und bestand aus sieben Vortragsessions und einer Postersession. Es wurde gemeinsam von den Assoziationen IAG (insbesondere durch die IAG-Kommission 4 *Positioning and Applications* und die IAG-GGOS Focus Area *Geodetic Space Weather Research*, FA-GSWR), IAGA, IAMAS und IAVCEI organisiert und von Michael Schmidt (Deutschland, IAG), Ehsan Forootan (Dänemark, IAG), Loren Chang (Taiwan, IAGA), Claudia Stubenrauch (Frankreich, IAMAS) und Fabio Dioguardi (Italien, IAVCEI) geleitet. Es gab insgesamt 39 Vorträge, die durch vier Posterbeiträge ergänzt wurden. Inhaltlich behandelten die ersten drei Vortragsessions die obere Atmosphäre, d. h. die Plasmasphäre und die Ionosphäre, die folgenden Sessions konzentrierten sich auf die untere Atmosphäre, also hauptsächlich auf die Troposphäre. Allgemein lässt sich feststellen, dass ein hoher Prozentsatz der Studien, die in den Beiträgen vorgestellt wurden, Methoden des Maschinellen Lernens verwenden.

Bei der Betrachtung der Vortragsinhalte im Bereich Plasma- und Ionosphäre zeigte sich, dass zunehmend die Modellierung der Elektronendichte im Vordergrund aktueller Forschungen steht und nicht mehr nahezu ausschließlich der vertikale Gesamtelektronengehalt (»Vertical Total Electron Content«, VTEC), wie es noch vor einigen Jahren der Fall war. Dies ist auch sehr sinnvoll, denn wäre die Elektronendichte überall im erdnahen Raum zu jedem Zeitpunkt bekannt und könnte sie für zukünftige Zeitpunkte hochgenau vorhergesagt werden, ließen sich nicht nur moderne Anwendungen, wie z. B. autonomes Fahren oder »Precision Farming« hochpräzise realisieren, sondern auch Weltraumwetterereignisse frühzeitig erkennen. Im Folgenden wird daher nur über relevante Beiträge zur Elektronendichtemodellierung berichtet.

Bei der Modellierung der Elektronendichte der Plasma- und Ionosphäre wurden große Fortschritte erzielt. In einem Vortrag wurde gezeigt, wie bei der voxel-basierten Tomographie durch die Technik der komprimierten Abtastung (»Compressed Sensing Technique«, CST) die global ungleichmäßige Verteilung von GNSS-Beobachtungen verbessert werden kann (D. Mei, China). In weiteren Beiträgen wurde gezeigt, wie (1) durch die Einbeziehung zusätzlicher Beobachtungstechniken und Satellitenmissionen, z. B. Swarm, GRACE-FO, Sentinel, Jason, COSMIC und Cube-Sats (L. Schreiter, Deutschland) und/oder (2) durch die Einführung sorgfältig festgelegter Restriktionen für Schlüsselparameter der Elektronendichte, z. B. der Maximalwert und dessen Höhe sowie die Skalenhöhe der F2-Schicht (M. Schmidt, Deutschland) hochaufgelöste Modelle der Elektronendichte entwickelt und realisiert werden können. In einem weiteren Vortrag wurde ein neuartiges neuronales Netzwerkmodell der Elektronendichte



© GFZ German Research Centre for Geosciences, Jan Pauls, <https://www.picdrop.com/janpauls/fotografie/AHksMFvcvZ>

Impressionen von der IUGG

der oberen Ionosphäre vorgestellt, das auf einem Trainingsdatensatz aus Radio-Okkultationsmessungen basiert, die über 19 Jahre aus CHAMP, GRACE und COSMIC gesammelt wurden. Während üblicherweise die Skalenhöhe als konstant angenommen wird, geht das hier entwickelte Modell von einem wesentlich realistischeren Ansatz, nämlich der linearen Abnahme mit der Höhe aus (A. Smirnow, Deutschland). Schließlich sei noch ein Beitrag erwähnt, der auf der Kriging-Interpolation von vertikalen Elektronendichteprofilen bzw. sogenannten Gestaltfunktionen, berechnet aus COSMIC-Messungen, basiert. Unter Berücksichtigung von hochgenauen VTEC-Karten erlaubt dieses Modell in Gegensatz zu Vorgängermodellen, u. a. die Rekonstruktion der ionosphärischen E-Schicht (H. Lyu, China). Dieses Modell beruht auch auf der fruchtbaren Zusammenarbeit verschiedener Arbeitsgruppen innerhalb der FA-GSWR.

JG04 Satellite Gravimetry for Groundwater Monitoring (IAG, IAHS)

Adrian Jäggi

Die gemeinsame Session JG04 »Satelliten-Gravimetrie für Grundwasser Monitoring« der IAG und der Internationalen Assoziation der Hydrologischen Wissenschaften (IAHS) fand am 14. Juli statt. Die Session wurde von Seiten der IAG von Adrian Jäggi (Schweiz) und Andreas Güntner (Deutschland) und von Seiten der IAHS von Felipe de Barros (Brasilien/USA) geleitet. Insgesamt gab es 11 Vorträge und 1 Poster. Dabei wurde u. a. berichtet, dass im Rahmen des Horizon 2020 Projekts *Global Gravity-based Groundwater Product* (G3P) ein satellitengestützter Datensatz für Grundwasserspeicheranomalien (GWSA) als Prototyp für ein künftiges operationelles Produkt im Rahmen des Climate Change Service (C3S) des europäischen Erdbeobachtungsprogram Copernicus entwickelt wurde. Mehrere Beiträge schlugen Methoden zur Abschätzung der Grundwasserspeicherung vor oder versuchten Grundwasserdaten auf verschiedenen Skalen zur Schätzung der Grundwasserspeicherung zu verwenden. Speziell erwähnenswert ist

auch ein Beitrag zur Quantifizierung des terrestrischen Massenverlusts durch Sedimenttransport in den Flüssen Ganges und Brahmaputra und die Schlussfolgerung, dass dieser über der Nachweisgrenze aktueller Satelliten Missionen, wie der GRACE-FO-Mission, liegt.

JG05 Geodesy for Climate Research (IAG, IAMAS, IACS, IAPSO, IAHS)

Annette Eicker

Das Joint Symposium JG05 *Geodesy for Climate Research* hatte mit insgesamt 33 Vorträgen und 12 Postern das Ziel, die innovative Nutzung geodätischer Beobachtungsverfahren für die Klima- und Erdsystemforschung aufzuzeigen. Um dem stark interdisziplinären Charakter des Themas Rechnung zu tragen, wurde das Symposium unter Leitung der IAG gemeinsam mit den Nachbardisziplinen Hydrologie (IAHS), Ozeanographie (IAPSO), Atmosphärenwissenschaften (IAMAS) und Kryosphärenforschung (IACS) organisiert. Hervorzuheben ist dementsprechend auch die große Bandbreite der diskutierten Beobachtungsverfahren und die beeindruckende Vielfalt der daraus entstehenden Nutzungsmöglichkeiten. Vorgestellte ozeanische Anwendungen reichten von der Kombination von Satellitengravimetrie und -altimetrie zur Ableitung von Meeresspiegeländerungen und der daraus resultierenden Berechnung von Veränderungen des Wärmehalts der Ozeane bis hin zu der Bestimmung von Langzeitvariationen der ozeanischen Umwälzzirkulation. Da sich starke Klimasignale in dem Abschmelzen der Gletscher und polaren Eisschilde niederschlagen, war deren Quantifizierung mit gravimetrischen und altimetrischen Verfahren ein weiterer wichtiger Bestandteil des Symposiums. Vielfältige Einsatzmöglichkeiten wurden für GNSS-Beobachtungen vorgestellt. So konnten durch Auflasteffekte hervorgerufene und mit GNSS beobachtete Krustendeformationen zur Ableitung regionaler Wassermassenvariationen herangezogen werden. In diesem Zusammenhang lässt sich erkennen, dass die Kombination von GNSS mit Wasserspeicheränderungen aus GRACE im Sinne einer gemeinsamen Inversion der beiden Beobachtungstypen zunehmende Bedeutung gewinnt. Laufzeitverzögerungen der GNSS-Signale in der Troposphäre, die für die Positionsbestimmung eine Unsicherheitsquelle darstellen, wurden in mehreren Beiträgen des Symposiums genutzt, um Aufschluss über die Wasserdampfverteilung in der Atmosphäre und insbesondere deren langzeitlichen Veränderungen zu erhalten. Im Sinne der GNSS-Reflektometrie kann mit den Mehrwegeeffekten eine weitere vermeintliche Fehlerquelle der Positionsbestimmung wichtige Informationen über klimarelevante Signale, wie beispielsweise die Veränderung von Wasser- und Eishöhen oder Variationen der Bodenfeuchte, liefern. Dass die zuvor beschriebenen klimabedingten Änderungen der Massenverteilung auch die Rotation der Erde beeinflussen und sich somit in geodätischen Beobachtungen der Erd-

orationsparameter widerspiegeln, wurde darüber hinaus in mehreren Beiträgen dargestellt. Ferner zeigte sich, dass das Zusammenführen geophysikalischer Modelle mit (geodätischen) Beobachtungen im Sinne einer Datenassimilation schon heute eine zunehmend wichtige Rolle einnimmt, und es lässt sich erahnen, dass sich diese Tendenz auch in Zukunft fortsetzen wird.

JG06 Monitoring Sea Level Changes by Satellite and In-Situ Measurements (IAG, IAPSO)

Denise Dettmering

Der Meeresspiegel ist eine wesentliche Klimavariablen (ECV, Essential Climate Variable) und ein wichtiger Indikator für den globalen Wandel. Die Beobachtung von Meeresspiegeländerungen ermöglicht ein besseres Verständnis des Klimasystems und unterstützt die Entwicklung von Anpassungsstrategien an den Klimawandel. Neben der Beobachtung der Meereshöhen an Pegelstationen oder durch die Satellitenaltimetrie spielen weitere Messgrößen eine entscheidende Rolle, wie zum Beispiel die Daten der Schwerefeldmissionen GRACE und GRACE-FO oder von Tauchbojen (sogenannten ARGO-Floats), die wichtig für eine Trennung von thermischer Ausdehnung und Massenänderung sind.

Das gemeinsame Symposium JG06 der IAG und der IAPSO (International Association for the Physical Science of the Ocean) fand mit 24 Vorträgen in 5 Sessions und einer Postersession mit weiteren 9 Beiträgen an zwei Tagen statt. Es wurden viele interessante Studien vorgestellt, die sich mit der Beobachtung und Interpretation von Meeresspiegeländerungen auf unterschiedlichen räumlich und zeitlichen Skalen beschäftigten. Dabei wurden sowohl Satellitendaten (Altimetrie, Gravimetrie, GNSS) als auch bodengestützte Beobachtungen (Pegel, ARGO, Drifter) verwendet. Im Folgenden werden die wichtigsten diskutierten Themen kurz zusammengefasst. Alle Messsysteme erfassen einen linearen globalen Meeresspiegelanstieg von ca. 3 mm pro Jahr. Dieser ist lange bekannt und momentan mit einer Genauigkeit im Submillimeterbereich nachweisbar. Ein neuer Schwerpunkt der Arbeiten liegt nun auf der Quantifizierung und Analyse der Beschleunigung des Meeresspiegelanstiegs. Während der Effekt aus sehr langen Pegelzeitreihen mathematisch signifikant geschätzt werden kann, ist die Ableitung aus den kürzeren Satellitenaltimeter-Zeitreihen noch mit größeren Unsicherheiten behaftet. Vor allem auf regionalen und lokalen Skalen verhindern hier die Messunsicherheiten und die natürliche Variabilität der Meereshöhen nach Ansicht der meisten Wissenschaftler derzeit noch eine statistisch belastbare Quantifizierung. Zumindest auf globaler Skala reichen die mittlerweile vorhandenen ca. 30 Jahre an Satellitenaltimeter-Daten aber bereits aus, um den Meeresspiegelanstieg für die Zukunft vorherzusagen, und das ohne Zuhilfenahme von Modellen. Helfen können dabei auch unabhängige Messdaten

anderer Systeme, wie zum Beispiel Temperaturmessungen. Ein weiterer Themenschwerpunkt des Symposiums lag auf der Analyse der Ursachen des Meeresspiegelanstiegs und dessen einzelner Komponenten. So konnte beispielsweise nachgewiesen werden, dass die jüngste Verlangsamung der von GRACE-FO beobachteten Massenzunahme des Ozeans auf die Variabilität der terrestrischen Wasserspeicherung zurückzuführen ist. Diverse Beiträge beschäftigten sich zudem mit Möglichkeiten zur verbesserten Auswertung von Satellitenaltimeter-Messungen, insbesondere in Küstenregionen. Hier gibt es besonders um die Prozessierung und Validierung der neueren SAR-Altimetermissionen (vor allem Sentinel-3 und Sentinel-6) und um deren fokussierte Auswertung (sogenanntes FF-SAR). Diese Technik ermöglicht eine deutlich verbesserte Auflösung entlang der Bodenspur und damit mehr zuverlässige und hochgenaue Messungen auch sehr nah an der Küste. Des Weiteren wurden Verbesserungen der bodengebundenen Messsysteme gezeigt. Dabei ging es in erster Linie um Pegelstationen, aber es wurde auch eine Studie vorgestellt, die die Eignung schwimmender Oberflächenbojen (sogenannter Drifter) zur Ableitung des globalen Meeresspiegel-trends untersucht. Momentan basiert dies hauptsächlich auf Simulationen, weil die existierenden Systeme lediglich GNSS-Lagekoordinaten aber keine Höhen bereitstellen. Die möglichen Genauigkeitsanforderungen könnten aber von marktüblichen GNSS-Empfängern erreicht werden. Weiterhin wurden einige Anwendungsstudien zu Meeresspiegeländerungen in unterschiedlichen Regionen der Ozeane vorgestellt, die auf Pegelmessungen und Daten der Satellitenaltimetrie basierten. Insgesamt war es ein gelungenes, gut besuchtes und sehr vielfältiges Symposium mit vielen interessanten und hochwertigen Beiträgen.

In diesem Zusammenhang interessant, wenn auch nicht Teil des JG06 Symposiums, ist sicherlich die Information, dass das IAG Executive Committee (EC) in seiner Sitzung in Berlin der Einrichtung eines Internationalen Altimeter Services (IAS) als Pilotservice zugestimmt hat. Dieser neue IAG Dienst, der seit einiger Zeit durch eine Planungsgruppe der Subkommission 2.5 vorbereitet wurde, hat das Ziel, Informationen über Altimeterdaten und -produkte sowie deren wissenschaftliche und operationelle Anwendungen in der Geodäsie und anderen Gebieten bereitzustellen. Zudem soll die Weiterentwicklung von Verarbeitungsalgorithmen für neue wissenschaftliche Datensätze vorangetrieben werden. In einem nächsten Schritt sollen die für einen Service notwendigen Dokumente und Zentren erstellt werden.

JG07 Modern Gravimetric Techniques for Geosciences (IAG, IAVCEI, IAPSO, IASPEI)

Rudolf Widmer-Schmidrig und Jürgen Müller

The symposium consisted of one poster session and five oral sessions and was jointly organized by IAG, IAVCEI,

IAPSO and IASPEI. Advances and applications related to three techniques based on quantum technology stood at the center of this interdisciplinary symposium.

The first technique consists of gravity sensors based on cold atom interferometry, partly using Bose-Einstein condensates. The major benefit of these quantum sensors is that they can provide absolute gravity values in short time and do not show any drift, which often is a limiting factor of the classical instruments. First quantum gravimeters based on atom interferometry have by now advanced to the stage of commercially available sensors. Various projects study their potential benefit and demonstrate their use, e.g., in volcano surveys or for monitoring ground water changes. Also, efforts for space applications are under way, where quantum accelerometers will be used to measure the non-gravitational forces in gravity field missions, or they will be combined for future gradiometry in GOCE-like missions. The EU-funded CARIOQA-PMP mission to be launched within five years will be the first one having an atom-interferometric accelerometer on board.

The second technique (»chronometric leveling«) consists of pairs of ultra-stable optical clocks which – based on Einstein's general relativity – can be used to measure the gravitational potential or physical height differences between the clock locations. This is possible by exploiting the gravitational redshift which leads to a frequency shift of the clock measurements. A requirement of this technique is the need to compare clocks over large distances to determine the frequency differences, which is achieved via fiber optical links. Also, free-space links are under development, but they do not achieve the high precision of the ground links, yet. On the applications side, studies are run to use the clocks for unifying height systems or to monitor mass variations, e.g., in Greenland or in the Amazon region, in a novel way.

The third technique uses laser interferometry for precise distance measurements between satellites (GRACE-like) and subsequent gravity field modeling. In this context, the use of advanced laser interferometry as well as optical-electrostatic accelerometers are investigated as well as of special constellations of satellites to suppress the measurement errors and reduce the negative effect of insufficient background models. The benefit for better gravity field recovery and an improved monitoring of mass-change processes have been shown, e.g., for better understanding of variations in the hydrological cycle or of weather extremes.

Zusätzlich zu diesen IAG-geführten Symposien war die Geodäsie an weiteren Symposien beteiligt, wie etwa JA03, JA04, JH04, H06, JS03, JS04, JS05, JS06, JS07 und JV06, in denen geodätische Methoden vor allem zur Unterstützung der anderen Disziplinen eingesetzt werden. Beispiele sind in der Atmosphärenforschung, der Hydrologie, der Geophysik und der Vulkanologie.

5 IAG Symposia

G01 Reference Systems and Frames

Susanne Glaser

Die Session G01 *Reference Systems and Frames* war bei dieser Generalversammlung mit 47 gehaltenen Vorträgen in 8 Sessionen sowie mit 17 Posterpräsentationen sehr gut vertreten. Wie sich in der letzten Generalversammlung 2019 bereits angedeutet hatte, stellt der ITRF2020 als nun aktuelle offizielle Realisierung des Internationalen Terrestrischen Referenzsystems (ITRS) eine deutliche Verbesserung gegenüber der Vorgängerversion ITRF2014 dar. Dies betrifft vor allem die Maßstabsdiskrepanz zwischen SLR und VLBI, welche von 1,37 ppb (entspricht ~9 mm auf der Erdoberfläche) im ITRF2014 auf 0,15 ppb (~1 mm) signifikant reduziert werden konnte. Ebenfalls zeigt sich eine Verbesserung in der Genauigkeit des Ursprungs und es ergeben sich Genauigkeiten von 5 mm und 0,5 mm/Jahr. Dies ist vor allem einer verbesserten Modellierung bei der Reprozessierung von allen vier geodätischen Weltraumverfahren innerhalb der Dienste der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG) als Beitrag zum ITRF2020 zu verdanken. Allerdings werden zur Realisierung des Maßstabes nicht die Daten über die gesamte Zeit verwendet, da sich z. B. im ITRF2020 ab Ende 2013 in der VLBI-Lösung eine Drift zeigt mit bisher nicht eindeutig geklärter Ursache. Die Arbeitsgruppe »VLBI-Scale« (Leitung: Karine Le Bail, Schweden) des IVS (International VLBI Service for Geodesy and Astrometry) beschäftigt sich intensiv mit diesem Thema. Die weiteren Realisierungen JTRF2020 vom JPL der NASA, sowie DTRF2020 des DGFI-TUM wurden ebenfalls vorgestellt. Eine Besonderheit ist, dass der Maßstab im DTRF2020 aus VLBI und GNSS realisiert wurde. Dies ist möglich durch die veröffentlichten Antennenkalibrationen der GSA (European GNSS Agency). Die Referenzrahmen sollten sich durch eine sehr gute Langzeitstabilität auszeichnen, allerdings besteht auch die Notwendigkeit von häufigeren Updates, vor allem für den ITRF. Es gibt Bestrebungen, im besten Fall jährliche Updates ermöglichen zu können.

Trotz aller Verbesserungen zeigte sich, dass die wichtigen Ziele des Globalen Geodätischen Beobachtungssystems GGOS an ein ITRS noch nicht erfüllt werden. Es gab viele Vorträge und Poster zu Weiterentwicklungen der geodätischen Weltraumverfahren, ihrer Kombinationsstrategie sowie der theoretischen Grundlagen. Die Weiterentwicklungen betreffen z. B. bei VLBI die Beobachtung von Satelliten und bei GNSS den Einfluss von Inter-Satelliten-Links und Akzelerometern auf Satellitenbahnen und weitere Zielgrößen. Aktuell finden sich in den geschätzten Parametern, wie beispielsweise u. a. den Erdrotationsparametern, Artefakte (engl. »draconitics«), die sich auf Unsicherheiten in der Satellitenbahnbestimmung bei GNSS zurückführen lassen. Im Zusammenhang der Beobachtung mit VLBI ist auch eine IUGG-Resolution zu nennen »Im-

proving Protection of Geodetic Observatories from Active Radio Services«, siehe IUGG-Resolution 1 in Abschnitt 6.

Verschiedene Beiträge behandelten alternative Kombinationsstrategien, wie die Kombination im Weltraum über spezielle Satelliten (engl. »space ties«). Es ist zu erwarten, dass die GENESIS-Mission, die im November 2022 von der ESA grünes Licht bekommen hat, zukünftig in der geodätischen Forschung eine wichtige Rolle spielen wird. Eine Kombination über Troposphärenparameter (engl. »tropospheric ties«) eröffnet weiterhin Chancen für genauere und stabilere Lösungen, zeigt allerdings ebenfalls Herausforderungen. Die aktuelle Kombination über Stationspositionen (engl. »local ties«) wird weiterhin sehr wichtig bleiben, und auch hier wird an Verbesserungen gearbeitet.

Weitere Themen betrafen u. a. die regionalen Referenzrahmen, Geozentrumsbewegung, die Umformung von kartesischen zu ellipsoidischen Koordinaten auf nicht-iterativem Wege, und die Behandlung der Ozeangezeitenmodellierung bei der Auswertung geodätischer Raumverfahren.



© GFZ German Research Centre for Geosciences, Jan Paulis; <https://www.picdrop.com/janpaulisfotografie/kHksMFvCWZ>

Impressionen von der IUGG

G02 Static Gravity Field and Height Systems

Laura Sanchez

Die Hauptthemen des Symposiums G02 waren die Fortschritte bei der Einrichtung des Internationalen Terrestrischen Schwerefeld-Referenzsystems (ITGRS) und dessen Realisierung, der Internationale Terrestrische Schwerefeld-Referenzrahmen (ITGRF), die erste Lösung des Internationalen Höhenreferenzrahmens (IHRF) und die Bestimmung des Geopotentials mit optischen Frequenzen. Zu diesen drei Themen war jeweils ein Übersichtsvortrag eingeladen worden. Daneben wurden 64 Beiträge (34 Vorträge und 30 Poster) präsentiert, die sich auf sechs Gebiete verteilten: Globale Schwerefeldmodellierung, regionale Geoidbestimmung, mathematische Methoden und stochastische Modellierung, Gravimetrie, terrestrische Schwerereferenzrahmen und physikalische Höhensysteme.

Die in den Sessions zur Modellierung des globalen Schwerefelds diskutierten Themen konzentrierten sich auf



© GFZ German Research Centre for Geosciences, Jan Pauls; <https://www.picdrop.com/janpauls/fotografie/IKHksMvCWZ>

Impressionen von der IUGG

die Auswirkungen des GRACE-FO Laser Ranging Interferometers (LRI) auf die höheren Harmonischen statischer globaler Schweremodelle, eine aktualisierte Version des globalen Ozeanschwerfelds der DTU (Technische Universität Dänemark), Entwicklungen hin zu einem globalen topographischen 3D-Dichtemodell und Strategien zur Verbesserung und Erweiterung der Dienste des International Centre for Global Earth Models (ICGEM). In den Sitzungen zur regionalen Geoidbestimmung wurden Aktualisierungen der Geoidmodelle für Europa, Nordamerika, den asiatisch-pazifischen Raum (Indonesien, Hongkong und Japan), Saudi-Arabien und Afrika vorgestellt. Die stochastische Modellierung und die Anwendung hochentwickelter mathematischer Werkzeuge, wie z. B. die Darstellung in mehreren Auflösungen mit Hilfe des Pyramidenalgorithmus, die Spektralkombination, die Finite- und Infinite-Element-Methode und die Finite-Volumen-Methode waren die Schwerpunkte der Sessions über mathematische Methoden und stochastische Modellierung. Zu dieser Thematik gehörten auch Beiträge über die Topographie des Meeresbodens, die Inversion der Bathymetrie und die Geoidbestimmung am Future Circular Collider (FCC) am CERN (Europäische Organisation für Kernforschung).

Die Beiträge zur Gravimetrie befassten sich mit den neuesten Entwicklungen in der Sensortechnologie, sowohl für bodengebundene als auch für satellitengestützte Systeme, und mit neuen Messkonzepten, wie Quantengravimetern und optischen Uhren, zur Ergänzung und Unterstützung von gravimetrischen Kampagnen und -netzen, die auf absoluten, supraleitenden und anderen relativen Gravimetern sowie auf astrogeodätischen Beobachtungen mit digitalen Zenitkameras basieren. Die Sitzungen über terrestrische gravimetrische Referenzrahmen beinhalteten Beiträge über absolute Schwerereferenznetze, die Stabilität von absoluten Freifallgravimetern, die Kalibrierung von supraleitenden Gravimetern und einige Experimente zur flugzeuggestützten absoluten Gravimetrie mit Quantumsensoren.

In den Sitzungen über Höhensysteme wurden Beiträge über die Verknüpfung bestehender Höhensysteme mit dem globalen IHRE, Simulationsstudien zur Vereinheitlichung von Höhensystemen unter Verwendung optischer

Frequenzen und einige Diskussionen über die Zweckmäßigkeit der Verwendung von orthometrischen oder Normalhöhen bzw. des Geoids oder Quasi-Geoids gehalten. Die Vortrags- und Postersitzungen fanden an drei Tagen in sieben Vortrags- und einer Postersession statt. Alle Sitzungen waren mit durchschnittlich 80 bis 100 Teilnehmern gut besucht.

G03 Time Variable Gravity Field

Frank Flechtner und Adrian Jäggi

Die Session G03 »Zeitvariables Schwerefeld« fand vom 17. bis 19. Juli statt und wurde von Adrian Jäggi (Schweiz), Srinivas Bettadpur (USA), Frank Flechtner (Deutschland) und Shuanggen Jin (China) geleitet. Insgesamt gab es 44 Vorträge und 16 Poster, die von durchschnittlich mehr als 100 Teilnehmern besucht wurden. Dabei wurde u. a. berichtet, dass die GRACE Follow-On Mission ihre nominale fünfjährige Missionsdauer im Mai 2023 erreicht hat und sich nun in ihrer erweiterten Missionsphase befindet. Die kombinierten GRACE- und GRACE-FO-Datensätze umfassen nun über 21 Jahre und liefern einzigartige Beobachtungen von monatlichen bis dekadischen globalen Massenänderungen und -transporten, die zahlreiche Anwendungen in den Geowissenschaften ermöglichen. Mehrere GRACE- und GRACE-FO-Analysezentren berichteten über verbesserte Schwerefeldlösungen durch Anwendung von z. B. stochastischer Modellierung von Instrumentendaten und Hintergrundmodellen oder der zusätzlichen Schätzung von täglichen Koeffizienten niedrigen Grades. Außerdem wurden beträchtliche Fortschritte bei der Schließung von Datenlücken in der GRACE/GRACE-FO-Zeitreihe auf der Grundlage von HLSST- (High-Low Satellit-to-Satellite Tracking) und SLR-Datenanalysen gemacht. Um Datenkontinuität und eine höhere räumliche und zeitliche Auflösung der Schwerefeldzeitreihen zu erzielen, arbeiten verschiedene Raumfahrtagenturen wie NASA, ESA und DLR an der Realisierung künftiger Schwerkräftmissionen wie GRACE-C (Continuity), NGGM (Next Generation Gravity Mission) und MAGIC (Mass change And Geosciences International Constellation).

G04 Earth Rotation and Geodynamics

Michael Schindelegger

Massenverlagerungen und dynamische Prozesse im Erdsystem sind neben lunisolaren Einflüssen die Hauptursache für zeitliche Veränderungen der Erdrotation, des Erdschwerfeldes und der geometrischen Erdfigur. Die exakte Abbildung dieser Effekte in a priori Modellen ist ein Kernelement heutiger geodätischer Analysen, gleichzeitig können nicht modellierte (aber beobachtete) Restsignale Aufschlüsse über noch unbekannte bzw. nicht hinreichend

genau genug bekannte geodynamische Prozesse geben. Das Symposium G04 »Erdrotation und Geodynamik« bot mit 20 Vorträgen und 9 Poster-Präsentation ein Forum zur Diskussion dieser komplementären Facetten der modernen Geodäsie, wobei Fragestellungen aus den Bereichen Erdrotation und Geokinetik (beispielsweise die einheitliche Schätzung von regionalen Geschwindigkeitsfeldern aus GNSS-Beobachtungen oder die Modellierung von ozeanischen Auflasteffekten) bedient wurden. Die im Symposium betrachteten Beobachtungsverfahren, Zeitskalen und Erdsystemkomponenten spiegelten ganz allgemein die Breite des Faches von der Atmosphäre bis zum Erdkern und von Trends zu hochfrequenten Phänomenen wider.

Mit insgesamt fünf Beiträgen war die Thematik der Prädiktion von geophysikalisch angeregten Erdrotationschwankungen, wie sie etwa für Navigationsaufgaben im Weltraum erforderlich ist, ein zentraler Diskussionspunkt. Bemühungen um verlässlichere Vorhersagen von Polbewegung und Tageslängenschwankungen (ΔLOD , changes in length-of-day) wurden in den letzten Jahren insbesondere durch die neu aufkommenden Möglichkeiten aus dem Bereich Deep Learning befeuert. Die in G04 vorgestellte Konsolidierung von 58 verschiedenen Prädiktionsmethoden zeigte jedoch, dass Erdrotationsvorhersagen auf Bögen von 10 Tagen basierend auf Methoden des maschinellen Lernens im Vergleich zu klassischen Prädiktionsverfahren zwar generell gut abschneiden, diese aber nicht kategorisch übertreffen. Wichtiger als die konkrete Wahl des Schätzers ist es, den zugrundeliegenden Algorithmus auch mit Informationen um Drehimpulsveränderungen in Atmosphäre und Ozeane zu speisen.

Weitere Schwerpunkte in G04 lagen in der geophysikalischen Interpretation von zeitlichen Veränderungen der dominanten Rotationsmoden der Erde (Chandler Wobble, Free Core Nutation), sowie den aktuellen Forschungen zum Großringlaser an der Fundamentalstation Wettzell. Der von externen Referenzsystemen unabhängige Großringlaser stellt eine mittlerweile erprobte Technik zur absoluten Messung von Schwankungen des Erdrotationsvektors dar, insbesondere Oszillationen in der Polbewegung auf täglichen und sub-täglichen Zeitskalen. Jüngste Anstrengungen zur Steigerung der Genauigkeit und Stabilität dieses inertialen Rotationssensors haben es nun ermöglicht, erstmals den Effekt der Erdzeiten in der lokal gemessenen Drehgeschwindigkeit (ΔLOD) mit Perioden von $\sim 9,1$ und $\sim 13,7$ Tagen und Amplituden von fünf Bruchteilen einer Milliarde nachzuweisen. Die gewonnene ΔLOD -Reihe über einen Zeitraum von 120 Tagen weist bemerkenswerte Ähnlichkeiten mit konventionellen Modellen für Gezeiteneffekte in der Erdrotationsrate auf. Die dokumentierten Unterschiede zur Referenzlösung unterstreichen allerdings die Notwendigkeit von weiteren technologischen Verbesserungen zur Reduktion systematischer Fehlereinflüsse, speziell im Zusammenhang mit den Umlenkspiegeln des Lasersystems.

G05 Multi-Signal Positioning, Remote Sensing and Applications

Johannes Kröger und Tobias Kersten

Das Symposium G05 *Multi-Signal Positioning, Remote Sensing and Applications* unter der Leitung von Allison Kealy (Convener) und den Co-Convenern Safoora Zaminpardaz, Pawel Wielgosz und Beata Milanowska gliederte sich in insgesamt 11 Sessions mit Vorträgen sowie einer Postersession. Die Sessions des Symposiums G05 erstreckten sich von Mittwoch, 12. Juni 2023 bis zum Freitag, 14. Juni 2023. Das Symposium konzentrierte sich auf theoretische und praktische Fortschritte sowie innovative Anwendungen in den Bereichen Multi-GNSS-Positionierung und Fernerkundung.

Eines der aktuellsten Themen, das in zahlreichen Vorträgen behandelt wurde, war »PPP-RTK«. So wurden nicht nur verbesserte Algorithmen für die Positionsbestimmung vorgestellt, sondern es wurde auch auf die Bereitstellung von atmosphärischen Korrekturen und satellitenbasierten Daten, wie z. B. Orbits und Uhren, eingegangen. Darüber hinaus wurde auch der aktuelle Stand zum geplanten PPP-RTK-Dienst in Deutschland vorgestellt (Grundlegende Informationen finden sich dazu im *zfv*-Heft 4/2020, 145. Jahrgang: »Ein neuer Satellitenpositionierungsdienst für Deutschland«).

Die verbesserte Positionsbestimmung unter herausfordernden Bedingungen (z. B. in urbanen Gebieten), sei es mit der Verwendung von zusätzlichen Satellitensystemen und Frequenzen oder der Hinzunahme zusätzlicher Sensoren, hat nach wie vor nicht an Aktualität verloren. Dies spiegelt sich in den zahlreichen Vorträgen, aber auch den ergiebigen Diskussionen während der Postersession, wider. Dabei wurden auch neuere Methoden aus dem Bereich des maschinellen Lernens vorgestellt.

Ein weiterer Schwerpunkt war die Vorstellung unterschiedlichster stochastischer Modelle für GNSS-Beobachtungen. Dies wurde an Beispielen der relativen und absoluten Positionierung, letztere auch unter der Verwendung von Smartphones, gezeigt. Auch die Performance-Analyse verschiedener Positionierungsansätze sowie Integritäts-



Impressionen von der IUGG

© GFZ German Research Centre for Geosciences, Jan Paulus;
https://www.picdrop.com/janpaulusfotografie/kHksMFvcWZ

maße wurden behandelt. Außerdem wurden unterschiedliche Modelle und Ansätze präsentiert, mit denen ionosphärische Irregularitäten vorhergesagt werden können und wie die Schätzung des Zenith Wet Delays dazu beitragen kann, den Wasserdampfgehalt zu bestimmen und vorherzusagen.

Abgerundet wurde das Symposium durch die Vorstellung zahlreicher, praktischer Anwendungsbeispiele und deren Herausforderungen in der Prozessierung. Beispiele hierfür sind die kinematische Positionierung in städtischen Gebieten, die Frequenzübertragung mit GNSS, die GNSS-Reflektometrie zur Bestimmung von Schneehöhen, die Orbitbestimmung von LEO-Satelliten, Deformationsanalysen (mit Massenmarkt-equipment) und die Bestimmung von Meereshöhen.

G06 Monitoring and Understanding the Dynamic Earth with Geodetic Observations

Detlef Angermann und Hansjörg Kutterer

Das Symposium G06 umfasste 12 Sessions mit insgesamt 60 Vorträgen, die durch 24 Posterbeiträge ergänzt wurden. Es gehörte damit zu den größten Symposien der IUGG. Organisiert wurde das Symposium von Basara Miyahara (Japan), Detlef Angermann (München), Allison Craddock (USA) und Hansjörg Kutterer (Karlsruhe). Im Fokus standen aktuelle Arbeiten und Forschungsaktivitäten im Umfeld von GGOS, dem Globalen Geodätischen Beobachtungssystem der IAG. Dabei ging es vor allem um die Nutzung geodätischer Beobachtungsverfahren für die Erforschung des Systems Erde, die Erfassung von Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels sowie Risiken von Naturgefahren. Ein zentrales Ziel von GGOS ist, die einzelnen Messverfahren unter Verwendung einheitlicher Standards zu einem globalen Beobachtungssystem zu integrieren, um konsistente geodätische Produkte für das Monitoring von Veränderungen der Geometrie, des Schwerfeldes und der Orientierung der Erde auf allen relevanten Raum- und Zeitskalen zu generieren. Damit liefert die Geodäsie auch für benachbarte Geowissenschaften (u. a. Geophysik, Ozeanographie, Hydrologie, Klimatologie) fundamentale Beiträge, um in interdisziplinärer Zusammenarbeit ein verbessertes Verständnis der dynamischen Prozesse im Erdsystem und der komplexen Wechselwirkungen zwischen seinen Subkomponenten zu gewinnen. Weitere GGOS-Ziele umfassen die Bereitstellung einer zentralen Zugangsstelle (one-stop-shop) für geodätische Daten und Produkte (GGOS-Portal) und Outreach-Maßnahmen, wie Social Media Beiträge und Videos, um die Sichtbarkeit der Geodäsie in der Öffentlichkeit zu verbessern. Die neu konzipierte GGOS-Webseite (www.ggos.org) enthält u. a. anschauliche Beschreibungen der geodätischen Beobachtungsverfahren und Produkte und dient damit als Informationsportal für einen breiten Nutzerkreis.

Die Beiträge der 12 Vortrags-Sessions und die Poster deckten ein weitgefächertes Spektrum von GGOS-bezoge-



Impressionen von der IUGG

nen Themen ab. In den ersten beiden Sessions wurde ein genereller Überblick über GGOS gegeben. Themen waren u. a. DOIs für geodätische Daten, das GGOS-Portal, die Definition von »Essential Geodetic Variables« (EGVs), die Realisierung von Höhensystemen sowie Konzepte zur Vorbereitung eines IAS (International Altimetry Service). Ergänzt wurde der Einführungsteil durch Beiträge der beiden GGOS Affiliates in Japan und in der D-A-CH Region sowie des in Planung befindlichen Affiliates auf der iberischen Halbinsel. Die anschließende Session widmete sich dem UN-GGCE (United Nations – Global Geodetic Centre of Excellence) und dem GGRF (Global Geodetic Reference Frame). In den beiden nachfolgenden Sessions zum Thema Klimawandel wurde anhand zahlreicher Studien und Anwendungen gezeigt, wie wichtig geodätische Beobachtungen und Produkte sind, um die Ursachen und Auswirkungen der Erderwärmung quantitativ zu erfassen und zu einem besseren Verständnis beizutragen. Gegenstand der anschließenden Session war das Thema Atmosphäre, wobei das Weltraumwetter und die Bestimmung ionosphärischer und troposphärischer Parameter im Fokus standen. In zwei weiteren Sessions wurden gegenwärtige und zukünftige Arbeiten der beiden GGOS Büros (»Bureau of Networks and Observations« und »Bureau of Products and Standards«) präsentiert, die bezüglich Beobachtungsinfrastruktur und der Generierung konsistenter geodätischer Produkte eine zentrale Rolle spielen. In der Session »Neue Technologien« ging es um die Anwendung geodätischer Methoden für die marine Geodäsie sowie um die Entwicklung neuer Sensoren wie etwa Quantengravimeter und optische Uhren, die völlig neue Anwendungsfelder eröffnen. Die drei abschließenden Sessions umfassten ein breites Themenfeld zur Bestimmung von Krustendeformationen und vertikalen Bewegungsraten, Erdbebenanalysen sowie Beiträge zur Risikoabschätzung von Naturgefahren. Einige Studien stützten sich dabei neben rein geodätischen Daten auch auf InSAR oder Sentinel-1 SAR-Bilder sowie die Kombination von GNSS und InSAR.

© GFZ German Research Centre for Geosciences, Jan Pauls, <https://www.picdrop.com/janpauls/fotografie/AHksMFvcvZ>

6 Resolutionen der IAG und von der IAG eingebrachte Resolutionen der IUGG

Bei der IUGG/IAG Generalversammlung 2023 wurden drei Resolutionen der IAG, davon zwei über die IUGG, verabschiedet.

IAG Resolution for the International Terrestrial Gravity Reference System (ITGRS)

The International Association of Geodesy,

Noting

- the importance of an International Terrestrial Gravity Reference System (ITGRS) for geodesy and geosciences,
- that with state-of-the-art absolute gravimeters a relative accuracy of 10^{-8} and better is achievable,

Acknowledging

- the IAG resolution No. 9.2 and 16.3 adopted at the 18th IUGG General Assembly in Hamburg in August 1983, recommending the use of a common standard atmosphere and the zero-tide concept,
- the IAG Resolution No. 2 for the establishment of a global absolute gravity reference system adopted at the 26th IUGG General Assembly in Prague in July 2015,
- the IAG Resolution No. 4 on the establishment of the Infrastructure for the International Terrestrial Gravity Reference Frame, adopted at the 27th IUGG General Assembly in Montreal in July 2019,

Resolves

- that the definition of the ITGRS be based on the instantaneous acceleration of free-fall expressed in SI and related to the zero-tide concept, a standard atmosphere, and Earth orientation in the ITRS (International Terrestrial Reference System),

Recommends

- that the ITGRS be adopted as the reference system for gravity acceleration in geosciences and metrology,

Requests

- that Commission 2 together with IGFS, BGI and IGETS prepare and disseminate guidelines and conventions for the establishment of the International Terrestrial Gravity Reference Frame (ITGRF) as the realization of the ITGRS.

IUGG Resolution 1: Improving Protection of Geodetic Observatories from Active Radio Services

The International Union of Geodesy and Geophysics,

Considering

- that the United Nations General Assembly Resolution 69/266 »A global geodetic reference frame for sustainable development« invites member states »to commit to improving and maintaining appropriate national geodetic infrastructure as an essential means to enhance the global geodetic reference frame«, and
- that the Global Geodetic Observing System (GGOS) of the International Association of Geodesy (IAG) is based on geodetic observatories employing radio telescopes for the method of Very Long Baseline Interferometry (VLBI) which is fundamental for the Global Geodetic Reference Frame (GGRF),

Acknowledging

- that a multi-national best-effort endeavour to provide the needed products has been carried out by the International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IVS) since 1999, and
- that the IVS is developing a new observing system, the VLBI Global Observing System (VGOS), to improve and enhance the global network capabilities in order to meet the accuracy goals needed for geodesy in the context of sustainable development,

Noting

- that the use of the electromagnetic spectrum is administered globally by the International Telecommunication Union (ITU), depending on inputs from national administrations,
- that the electromagnetic spectrum is a limited resource, and the increasing number of ground and space-based transmitters endanger the undisturbed VLBI observations of cosmic radio sources in the universe, and hence endanger the GGRF, and
- that there is no supra-national administration for the protection of global networks such as the global network of geodetic observatories,

Urges

- the affiliated scientific associations to advocate spectrum management issues at national, regional and international administration levels for the protection of their interests in the use of the electromagnetic spectrum.

Resolves

- to support the introduction and conservation of local radio quiet zones or local coordination zones around the VLBI global network stations; and
- to bring this Resolution to the attention of the Director of the United Nations Statistical Commission (UNSC), to the Director of the United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA) and to the Secretary General of the ITU.

IUGG Resolution 2:**Sustained Terrestrial Water Storage (TWS) Monitoring by Dedicated Gravity Satellite Constellations**

The International Union of Geodesy and Geophysics,

Considering

- the interest of the IUGG scientific community to understand the processes of changes in global Terrestrial Water Storage (TWS), comprising all the water storage on the Earth's continental areas in frozen and liquid state, including ice caps, glaciers, snow cover, soil moisture, groundwater and the storage in surface water bodies and the interaction with ocean mass and sea level,
- that satellite gravimetry missions are a unique observing system to directly measure TWS on a regional to global scale,
- the ongoing efforts of national and international institutions and space agencies to extend the GRACE/GRACE-FO program of record that runs already for more than two decades and enhance it with improved satellite gravimetry products, and
- the significant efforts of the International Association of Geodesy (IAG) in developing and maintaining fundamental geodetic products, in particular snapshots of the Earth's time-variable gravity field providing TWS maps for scientific and societal benefits,

Acknowledging

- the adoption by the IUGG of Resolution 2 in Prague 2015 on Future Satellite Gravity and Magnetic Mission Constellations, and the adoption of TWS as a new Essential Climate Variable (ECV) in the implementation plan 2022 of the Global Climate Observing System (GCOS),

Noting

- that satellite gravimetry missions such as GRACE and GRACE-FO successfully demonstrated the ability to globally observe the spatial and temporal variations of TWS from time-variable gravity on all continental areas,
- that improved temporal and spatial resolution and significantly increased accuracy are urgently needed by the user community and by operational services for, e.g., flood and drought monitoring and forecasting and water resources management, and
- that new technologies have been developed (such as laser ranging interferometry) or are currently being investigated (such as quantum gravimetry),

Urges

national and international space agencies and decision makers to

- implement and maintain long-term sustained observing systems of the Earth's time-variable gravity field realized by dedicated gravity satellite constellations with improved measurement technology to enable new science and applications of enormous societal benefit; and
- evolve them into sustainable operational services in the longer term.

Kontakt

Dr.-Ing. Detlef Angermann | Dr.-Ing. Denise Dettmering |
Hon.-Prof. Dr.-Ing. Hermann Drewes | Dr.-Ing. Laura Sanchez |
Dr.-Ing. Michael Schmidt
Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen
Universität München, Arcisstraße 21, 80333 München
detlef.angermann@tum.de | denise.dettmering@tum.de | hermann.
drewes@tum.de | lm.sanchez@tum.de | mg.schmidt@tum.de

Prof. Dr.-Ing. Frank Flechtner | Dr.-Ing. Susanne Glaser |
Dr. Alexander Rudloff | Dr. Franz Kuglitsch
Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum
GFZ, Telegrafenberg A17, 14473 Potsdam
frank.flechtner@gfz-potsdam.de | susanne.glaser@gfz-potsdam.de |
alexander.rudloff@gfz-potsdam.de | fgkugl@gfz-potsdam.de

Dr.-Ing. Tobias Kersten | M. Sc. Johannes Kröger | Prof. Dr.-Ing.
habil. Jürgen Müller
Leibniz Universität Hannover, Institut für Erdmessung, Schneider-
berg 50, 30167 Hannover
kersten@ife.uni-hannover.de | kroeger@ife.uni-hannover.de |
mueller@ife.uni-hannover.de

Prof. Dr.-Ing. Annette Eicker
HafenCity Universität Hamburg, Ausgleichsrechnung und Höhere
Geodäsie, Überseeallee 16, 20457 Hamburg
annette.eicker@hcu-hamburg.de

Prof. Jeff Freymueller
Department of Earth and Environmental Sciences, Michigan State
University, 288 Farm Lane, East Lansing, MI 48824, USA
freymuel@msu.edu

Prof. Dr.-Ing. Susanne Glaser (seit September 2023) | Jun.-Prof.
Dr. Michael Schindelegger
Universität Bonn, Institut für Geodäsie und Geoinformation, Nuss-
allee 17, 53115 Bonn
sglaser@uni-bonn.de | schindelegger@igg.uni-bonn.de

Prof. Dr. Adrian Jäggi
Universität Bern, Astronomisches Institut, Hochschulstrasse 6,
3012 Bern, Schweiz
adrian.jaeggi@aiub.unibe.ch

Prof. Dr.-Ing. habil. Hansjörg Kutterer
Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Geodätisches Institut,
Kaiserstraße 14, 76131 Karlsruhe
hansjoerg.kutterer@kit.edu

PhD Rebekka Steffen
Lantmäteriet (The Swedish Mapping, Cadastral and Land Registration
Authority), Geodetic Infrastructure, Lantmäterigatan 2c, 80182 Gävle,
Schweden
rebekka.steffen@lm.se

Prof. Dr.-Ing. Dimitris Tsoulis
Aristotle University of Thessaloniki, Department of Geodesy and
Surveying, Univ Box 440, 54 124 Thessaloniki, Griechenland
tsoulis@auth.gr

Dr. Rudolf Widmer-Schnidrig
Schwarzwald-Observatorium Schiltach, Heubach 206, 77709 Wolfach
widmer@gis.uni-stuttgart.de

Dieser Beitrag ist auch digital verfügbar unter www.geodaesie.info.