

# DGFI-Beteiligung an den wissenschaftlichen Diensten der IAG

Detlef Angermann, Mathis Bloßfeld, Wolfgang Bosch, Michael Gerstl, Robert Heinkelmann, Rainer Kelm, Horst Müller, Laura Sánchez, Wolfgang Seemüller und Manuela Seitz

## Zusammenfassung

Das DGFI ist seit vielen Jahren an mehreren wissenschaftlichen Diensten der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG) beteiligt. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über die Arbeiten und Verantwortlichkeiten des DGFI in den IAG-Diensten und zeigt Ergebnisse aktueller Arbeiten.

## Summary

*Since many years DGFI is participating in several scientific services of the International Association of Geodesy (IAG). This paper gives an overview of the contributions and responsibilities of DGFI in the IAG services and presents results of current activities.*

## 1 Einleitung

In den letzten Jahren sind die geodätischen Raumberechnungsverfahren wie »Very Long Baseline Interferometry« (VLBI), »Satellite and Lunar Laser Ranging« (SLR/LLR), »Global Navigation Satellite Systems« (GNSS), »Doppler Orbitography and Radio positioning Integrated on Satellite« (DORIS) und Satellitenaltimetrie zusammen mit den entsprechenden Softwaresystemen, Modellen und Auswertestrategien weiterentwickelt worden. Die hohen Genauigkeiten erlauben es heute, viele Zustandsgrößen im System Erde, darunter die Gestalt der Erdoberfläche, den Meeresspiegel, das Schwerfeld und die Orientierung der Erde, in ihrer zeitlichen Veränderung zu messen und damit Folgen des globalen Wandels quantitativ zu erfassen.

Einen wesentlichen Anteil an diesem bemerkenswerten Fortschritt haben die wissenschaftlichen Dienste, die von der IAG eingerichtet wurden. Mit der neuen IAG-Struktur von 2003 wurden die Dienste auf die gleiche Stufe wie die Kommissionen gestellt, wodurch die Forschung in den Diensten deutlich an Bedeutung gewonnen hat (IAG Geodesist's Handbook 2008).

Nachfolgend werden die Dienste genannt, an denen das DGFI beteiligt ist: Im Jahr 1994 wurde der »International GNSS Service«, ehemals »International GPS Service for Geodynamics«, (IGS) gegründet, gefolgt vom »International Laser Ranging Service« (ILRS) 1998, dem »International VLBI Service for Geodesy and Astrometry« (IVS) 1999 und dem »International DORIS Service« (IDS) 2004; im Aufbau befindet sich der »International Altime-

ter Service« (IAS). Diese Dienste bestehen aus ähnlichen Komponenten, die von weltweit verteilten Institutionen betrieben werden. Sie koordinieren die Beobachtungsprogramme der global verteilten Stationen, sammeln und verteilen deren Messreihen, verrichten eine Vorprozessierung und Homogenisierung der Daten, berechnen geodätisch-geophysikalische Produkte, archivieren die Messreihen und Produkte und stellen sie für die kostenfreie Nutzung bereit. Die Daten und Produkte dieser Dienste fließen im »International Earth Rotation and Reference Systems Service« (IERS) zusammen, der daraus Lösungen für den zälestischen und den terrestrischen Referenzrahmen und die sie verbindenden Erdorientierungsparameter (EOP) berechnet.

Die Arbeiten in den wissenschaftlichen Diensten sind Bestandteil des »Global Geodetic Observing System« (GGOS), das als »Flaggschiff« der IAG dient und im Jahr 2007 als eigene Komponente der IAG installiert wurde. Es soll vor allem die Konsistenz der geodätischen Beobachtungen, Konventionen und Produkte als Grundlage für die Erforschung des Systems Erde gewährleisten. Unabdingbare Voraussetzung dafür ist die Verfügbarkeit hochgenauer und konsistenter Referenzsysteme.

Das DGFI beteiligt sich seit Jahren an mehreren Diensten der IAG und an GGOS (siehe Tab. 1). Es leistet damit einen Beitrag zur internationalen Kooperation in der For-

Tab. 1: Verantwortlichkeiten des DGFI in den Diensten der IAG und in GGOS

Dienst	Verantwortlichkeiten des DGFI
IERS	ITRS Combination Centre IERS Combination Research Centre
IGS	IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS (IGS RNAAC SIR) Tide Gauge Benchmark Monitoring Project (TIGA)
ILRS	Global Data Centre Operations Centre Analysis Centre Combination Centre
IVS	Analysis Centre Combination Centre (mit BKG)
IAS	Leitung des Komitees zum Aufbau des IAS
GGOS	GGOS Bureau for Standards and Conventions (mit FESG und IAPG, TU München)

schung und stellt zuverlässig geodätische Produkte von höchstem Niveau einer weltweiten Nutzergemeinschaft zur Verfügung. Dabei besteht eine enge Wechselwirkung zu den Forschungsarbeiten des DGFI. So fließen Forschungserkenntnisse direkt in die Arbeiten der Dienste ein, und Ergebnisse aus den Produkten der Dienste liefern Hinweise für weiteren Forschungsbedarf.

Die folgenden Kapitel geben eine kurze Einführung zu den Diensten, wobei aus Platzgründen nicht näher auf deren Struktur und Komponenten eingegangen wird. Hierzu sei auf die angegebenen Webseiten der Dienste und die weiterführende Literatur verwiesen. Schwerpunkt dieses Artikels ist es, die Verantwortlichkeiten und Arbeiten des DGFI in den Diensten der IAG und in GGOS darzustellen.

## 2 International Earth Rotation and Reference Systems Service (IERS)

Der IERS wurde 1987 unter dem Namen »International Earth Rotation Service« als gemeinsamer Dienst der IAG und der Internationalen Astronomischen Union (IAU) eingerichtet und begann am 1. Januar 1988 seinen operationellen Betrieb. Der IERS ist verantwortlich für die Einrichtung und Laufendhaltung des »International Celestial Reference Frame« (ICRF) und des »International Terrestrial Reference Frame« (ITRF) sowie für die Bereitstellung der beide Rahmen verbindenden Erdorientierungsparameter (EOP). Die Standards und Konventionen sind in den »IERS Conventions« (IERS 2004) beschrieben. Einen Überblick über die Struktur und Mission des IERS gibt die vom Zentralbüro am Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) in Frankfurt am Main geführte IERS-Webseite ([www.iers.org](http://www.iers.org)). Weiterführende Informationen enthalten die IERS-Jahresberichte (u. a. IERS Annual Report 2007).

Am 1. Januar 2001 wurde die Struktur des IERS geändert. Auf den darauffolgenden »Call for Participation« haben sich die Forschungsgruppe Satellitengeodäsie (FGS) und das GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ) mit einem gemeinsamen Projektvorschlag beworben und sind vom »IERS Directing Board« ausgewählt worden, für den IERS ein Nutzerzentrum mit verschiedenen Komponenten aufzubauen (Rothacher et al. 2003). Das Verbundvorhaben wurde im Rahmen des Geotechnologienprogramms, Thema 2 »Beobachtung des Systems Erde aus dem Weltraum« durchgeführt und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. Das DGFI hat in diesem Vorhaben wesentliche Arbeiten zum Aufbau des »ITRS Combination Centre« und des »IERS Combination Research Centre« geleistet und nimmt diese beiden Funktionen im IERS seit 2001 wahr. Die dazu notwendigen Arbeiten sind langfristig angelegt und bilden eine zentrale Komponente im Forschungsprogramm des DGFI.

In diesem Beitrag sollen die Arbeiten des »ITRS Combination Centre« (ITRS-CC) besonders hervorgehoben werden, da die berechneten Realisierungen des terrestrischen Referenzsystems eine große Bedeutung für Wissenschaft und Praxis haben. Sie liefern die Grundlage für nahezu alle Arbeiten in der geodätischen Positionierung, insbesondere in der Landes-, Kataster- und Ingenieurvermessung (z. B. das deutsche Satellitenpositionierungssystem SAPOS), für die hochgenaue Navigation (z. B. Anwendungen des europäischen Systems Galileo) und für die Referenzierung in Geoinformationssystemen. Ebenso sind hochgenaue und konsistente Referenzsysteme unabdingbar für die Erforschung des Systems Erde und die Erfassung des globalen Wandels (z. B. globaler Meeresspiegelanstieg).

Bis zum Jahr 2001 wurden Realisierungen des terrestrischen Referenzsystems im IERS nur von einer Institution, dem »Institute Géographique National« (IGN) in Frankreich berechnet; es fehlte also eine unabhängige Kontrolle. Nach der neuen Struktur wird das terrestrische Referenzsystem von den »ITRS Combination Centres« am IGN und DGFI parallel berechnet. Damit ist eine unabhängige Kontrolle der Ergebnisse möglich geworden, besonders weil deren Kombinationsstrategien sich grundlegend unterscheiden: Am DGFI werden Normalgleichungen kombiniert (Angermann et al. 2004; Drewes et al. 2006 und 2009; Seitz et al. 2009 und 2010, in diesem Heft), während das IGN die Kombination auf Lösungsebene durchführt (Altamimi et al. 2007).

Im Rahmen des »ITRS Combination Centre« und des »IERS Combination Research Centre« hat das DGFI grundlegende Verbesserungen und Weiterentwicklungen der Kombinationsstrategie erreicht. Sie beruht auf der Kombination von Zeitreihen der Stationskoordinaten und EOP, die erstmals für die Berechnung des ITRF2005 angewendet wurde (Altamimi et al. 2007; Angermann et al. 2007 und 2009). Eingangsdaten dafür waren wöchentliche Lösungen für SLR, GPS und DORIS sowie 24-stündige VLBI-Normalgleichungen, die von den verfahrensspezifischen Diensten (IGS, ILRS, IVS, IDS) bereitgestellt wurden. Diese neue Vorgehensweise erlaubte eine gemeinsame Bestimmung des terrestrischen Referenzrahmens (Stationspositionen und -geschwindigkeiten) und der EOP. Durch eine Analyse der Zeitreihen konnten auch nicht-lineare Stationsbewegungen wie Sprünge durch Erdbeben oder Instrumentenwechsel sowie saisonale Bewegungen aufgedeckt werden. Dies war bei der bisherigen Kombination von Mehrjahreslösungen nicht möglich. Abb. 1 zeigt exemplarisch die Zeitreihe der GPS-Station »Yuzhno-Sakhalin« (YSSK) in Russland, die in einem geodynamisch sehr aktiven Gebiet liegt. Zwei starke Erdbeben mit einer Stärke von  $M_S=8.3$  im September 2003 und November 2006 haben Sprünge in der Position von 1 bis 2 cm verursacht und signifikante Änderungen der Stationsgeschwindigkeit bewirkt.

Die Berechnung eines neuen ITRF2008 ist kurz vor der Fertigstellung. Die am IGN und DGFI gerechneten Lösun-

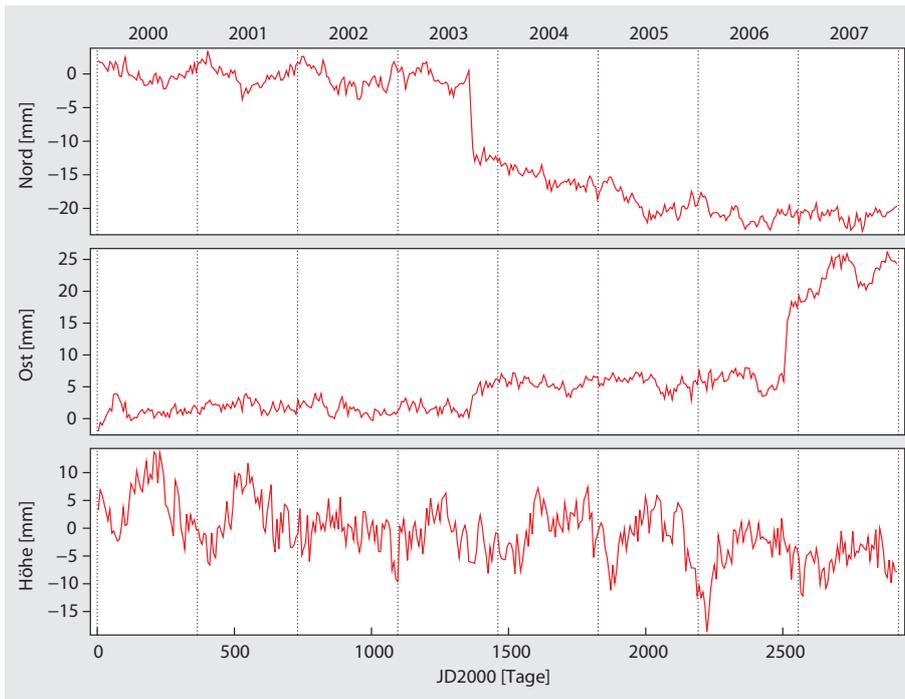


Abb. 1: Zeitreihe wöchentlicher Positionsbestimmungen für die GPS-Station »Yuzhno-Sakhalin« (YSSK), Russland

gen sind sehr konsistent und zeigen die hohe Qualität der Kombinationsergebnisse. Weitere Informationen zur ITRF2008-Berechnung am DGFI gibt die Veröffentlichung (Seitz et al., in diesem Heft).

### 3 International GNSS Service (IGS)

Der IGS wurde am 1. Januar 1994 unter dem Namen »International GPS Service for Geodynamics« als wissenschaftlicher Dienst der IAG eingerichtet. 1999 wurde er in »International GPS Service« umbenannt, um seiner erweiterten Zielstellung Rechnung zu tragen. Ab 2005 schließt der heutige Name »International GNSS Service« auch das russische Navigationssystem GLONASS und das europäische Galileo-System ein. Seit Gründung des IGS sind eindrucksvolle Fortschritte auf vielen Ebenen erzielt worden. So wurde das IGS-Stationsnetz kontinuierlich erweitert, die Auswerteverfahren und Modelle stetig verbessert und immer genauere IGS-Produkte für eine breite Nutzergemeinschaft zur Verfügung gestellt. Die Produktpalette umfasst u. a. hochgenaue Satellitenbahnen, Erdorientierungsparameter, Positionen und Geschwindigkeiten der Beobachtungsstationen, Informationen zu Satelliten- und Empfängeruhren sowie Troposphären- und Ionosphärenparameter (siehe IGS-Webseite <http://igsb.jpl.nasa.gov>; Dow et al. 2005).

Seit Juni 1996 beteiligt sich das DGFI an den Aufgaben des IGS in der Funktion als »IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS« (IGS RNAAC SIR)

für Lateinamerika (Seemüller und Drewes 2008). Hauptaufgabe ist die Berechnung von wöchentlichen Lösungen für den regionalen Referenzrahmen SIRGAS-CON (SIRGAS *Continuously Operating Network*). Diese Lösungen werden an die IGS-Datenzentren geliefert und mit Ergebnissen anderer IGS-Analysezentren zum globalen IGS-Polyhedron kombiniert. Es werden auch wöchentliche, auf den ITRF bezogene Lösungen mit Stationspositionen für verschiedene Anwendungen in Südamerika (Sánchez et al. 2009) sowie Mehrjahreslösungen mit Stationspositionen und Geschwindigkeiten für die Bestimmung der Kinematik des Netzes (z.B. Seemüller et al. 2009) berechnet.

Bis August 2008 wurde das gesamte SIRGAS-CON-Netz in einer Ausgleichung am DGFI prozessiert.

Angesichts der inzwischen auf über 200 gestiegenen Anzahl von SIRGAS-CON-Stationen wurde das Netz in ein kontinentales Hauptnetz und drei Verdichtungsnetze

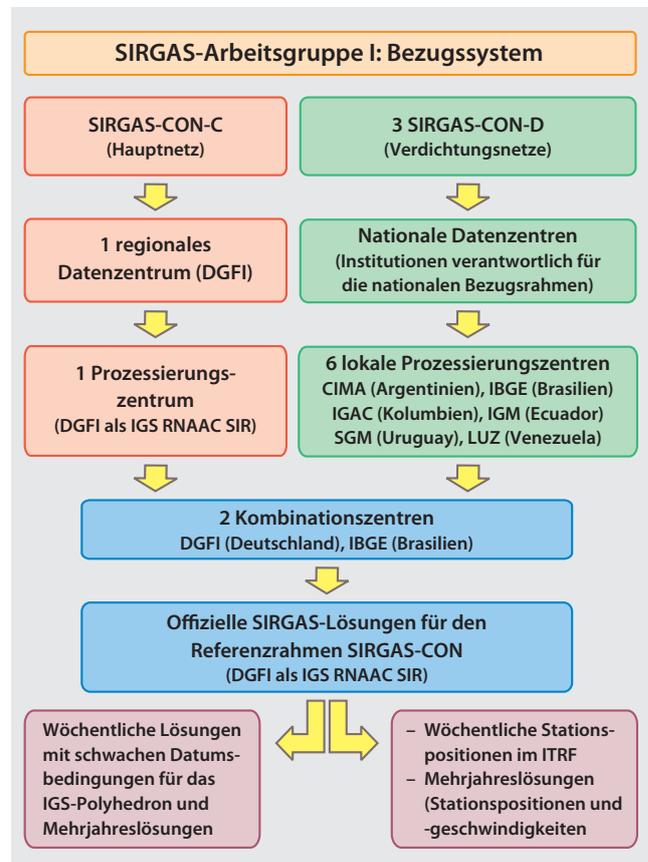


Abb. 2: Datenfluss in der wöchentlichen Analyse des Referenzrahmens SIRGAS-CON (SIRGAS Continuously Operating Network) für Lateinamerika

in Lateinamerika aufgespaltet (Brunini et al. 2009). Das Hauptnetz wird am DGFI gerechnet, für die Verdichtungsnetze wurden SIRGAS-Prozessierungszentren eingerichtet. Für die Verknüpfung der Netze sind zwei parallel arbeitende Kombinationszentren, DGFI und IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) zuständig (siehe Abb. 2). Das DGFI liefert als IGS RNAAC SIR die offiziellen SIRGAS-Lösungen, die bei den IGS-Datenzentren,

den Bezug zum ITRF sicherzustellen. Das Netz wird auf wöchentlicher Basis mit der Bernese GPS Software ausgewertet und die Ergebnisse an die TIGA-Datenzentren geliefert. Am DGFI werden daraus Mehrjahreslösungen gerechnet, deren terrestrische Höhenbewegungen mit den durch Pegel und Satellitenaltimetrie gemessenen Meeresspiegelvariationen verglichen werden (Sánchez und Bosch 2009).

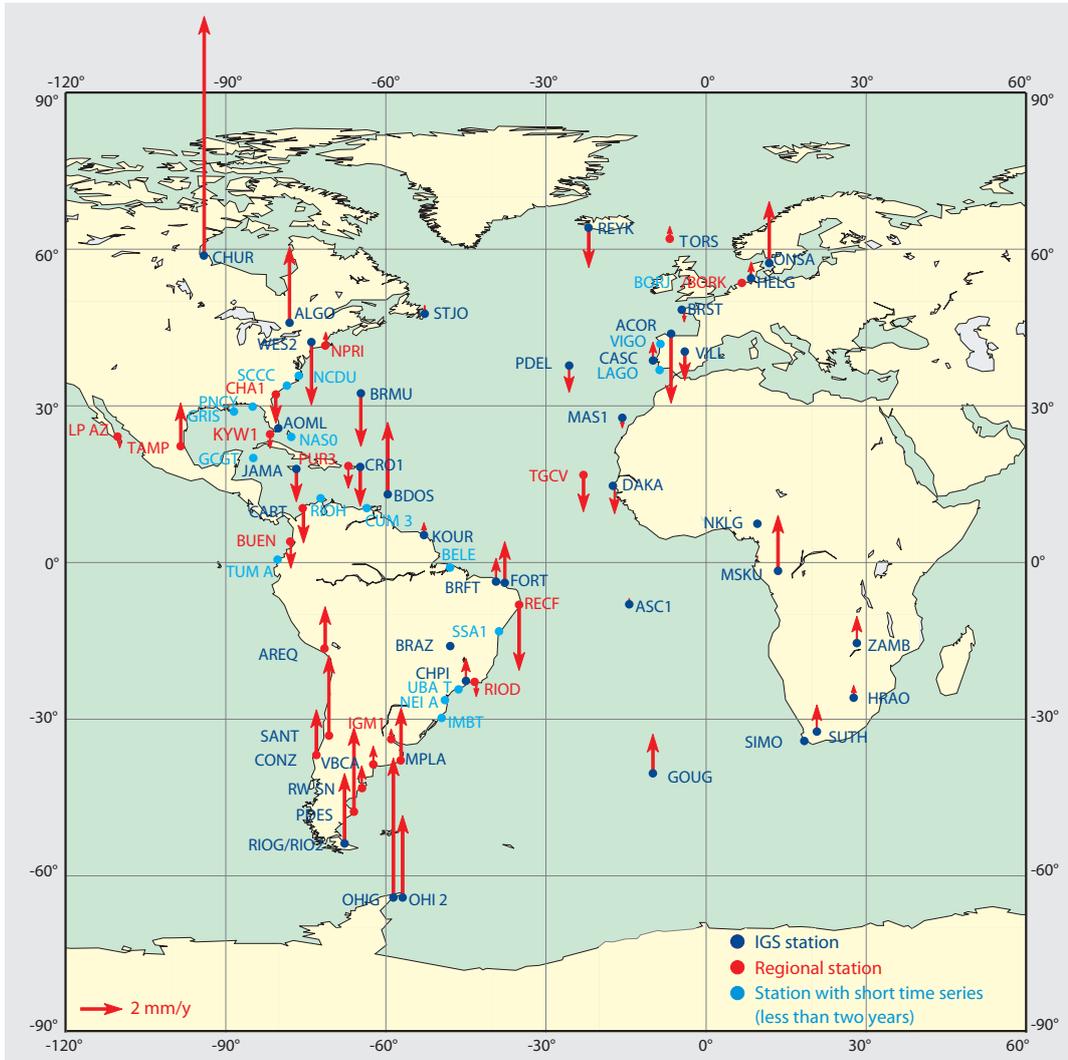


Abb. 3:  
Am DGFI prozessiertes GPS-Netz  
im Rahmen des  
TIGA-Projektes

auf dem DGFI ftp-Server (<ftp://ftp.dgfi.badw-muenchen.de/pub/gps/SIRGAS>) sowie über die SIRGAS-Webseite ([www.sirgas.org](http://www.sirgas.org)) zugänglich sind. Die IBGE-Kombinationen dienen zur Redundanz und Kontrolle (Sánchez et al., in diesem Heft).

Das TIGA-Projekt des IGS hat als primäres Ziel die Überwachung der Vertikalbewegung von Meeresspiegeln durch GPS-Positionierung (Schöne et al. 2009). Das DGFI beteiligt sich durch den Betrieb von TIGA-Beobachtungsstationen, die als GPS-Empfänger in der Nähe von Pegeln im Atlantik (zusammen mit örtlichen Institutionen) installiert wurden. Als TIGA-Analysezentrum prozessiert das DGFI ein Netz von 65 Stationen, das zusätzlich zu den Pegelstationen weitere IGS-Stationen enthält (Abb. 3), um

#### 4 International Laser Ranging Service (ILRS)

Der ILRS arbeitet seit 1998 als wissenschaftlicher Dienst der IAG. Die Hauptaufgaben des ILRS sind der Betrieb des globalen Stationsnetzes, die Sammlung und Archivierung der »Satellite and Lunar Laser Ranging« (SLR/LLR)-Daten sowie die Koordination und Durchführung der Datenauswertung und die Bereitstellung von ILRS-Produkten für eine weltweite Nutzergemeinschaft. Durch die internationale Koordination konnten erhebliche Fortschritte bei den Laserentfernungsmessungen und eine kontinuierliche Ausweitung und Qualitätsverbesserung der SLR-Produkte erzielt werden. Die ILRS-Produkte umfassen u. a. Satellitenbahnephemeriden, EOP, Positionen

und Geschwindigkeiten der SLR-Stationen, niedere harmonische Schwerefeldkoeffizienten, fundamentale physikalische Konstanten und Ephemeriden für den Mond. Bei der Realisierung des terrestrischen Referenzsystems ist SLR besonders wichtig, um den Koordinatenursprung im Massenmittelpunkt (Geozentrum) und den Maßstab festzulegen. Weiterführende Informationen geben die ILRS-Webseite (<http://ilrs.gsfc.nasa.gov>) sowie zahlreiche Publikationen (z.B. Pearlman et al. 2002).

Das DGFI beteiligt sich an den Arbeiten des ILRS in verschiedenen Funktionen. Es betreibt das »EUROLAS Data Centre« (EDC) als eines der beiden globalen ILRS-Datenzentren. Zu seinen Aufgaben gehören die Sammlung aller SLR-Beobachtungsdaten, die Bereitstellung der abgeleiteten Produkte sowie aller Informationen, die für den Betrieb der SLR-Stationen nötig sind, und die Spiegelung des anderen Datenzentrums »Crustal Dynamics Data Information System« (CDDIS) bei der NASA. Daraus ergibt sich ein intensiver Datenverkehr mit CDDIS und den Beobachtungsstationen, für den die Prozesse und die Hardware fortlaufend den wachsenden Anforderungen angepasst werden müssen.

Seit 2009 hat das DGFI auch die Funktion eines »Operations Centre« übernommen: Sobald Laserstationen Daten übermitteln, erfolgt eine Qualitäts- und Formatüberprüfung, um die Stationsbetreiber bei Problemen sofort aufmerksam zu machen. Bei der täglichen Auswertung von Messungen zu den Satelliten LAGEOS 1 und 2 werden passagenweise »Bias-Werte« berechnet und veröffentlicht. Bei auffälligen Bias-Werten wird die entsprechende Station informiert, um eine schnelle Problembehebung einzuleiten.

Als ILRS-Analysezentrum rechnet das DGFI wöchentliche Lösungen aus den Laserbeobachtungen zu den Satelliten LAGEOS-1/2 und Etalon-1/2 (Müller et al. 2007). Die Parameter umfassen Polkoordinaten, Variation der Tageslänge, Koordinaten der Beobachtungsstationen und Satellitenbahnen. Für spezielle Analysen werden die Daten weiterer Satelliten (z.B. Starlette) einbezogen, um die niederen harmonischen Koeffizienten des Erdschwerefeldes zu bestimmen oder die Stabilität des SLR-Netztes zu untersuchen (Angermann und Müller 2009). Die SLR-Auswertungen erfolgen mit der institutseigenen Software DOGS-OC, die ständig den aktuellen Modellen und neuesten Standards und Konventionen angepasst wird. Für

jede neue Realisierung des terrestrischen Referenzsystems (ITRF) wird die gesamte SLR-Beobachtungsreihe mit einheitlichen Konventionen reprozessiert.

Von derzeit acht ILRS-Analysezentren werden Wochenlösungen berechnet, die von zwei ILRS-Kombinationszentren zu einer Lösung mit Stationskoordinaten und EOP kombiniert werden. Das DGFI fungiert als »Backup Combination Centre« (Kelm 2009), d. h. seine kombinierte

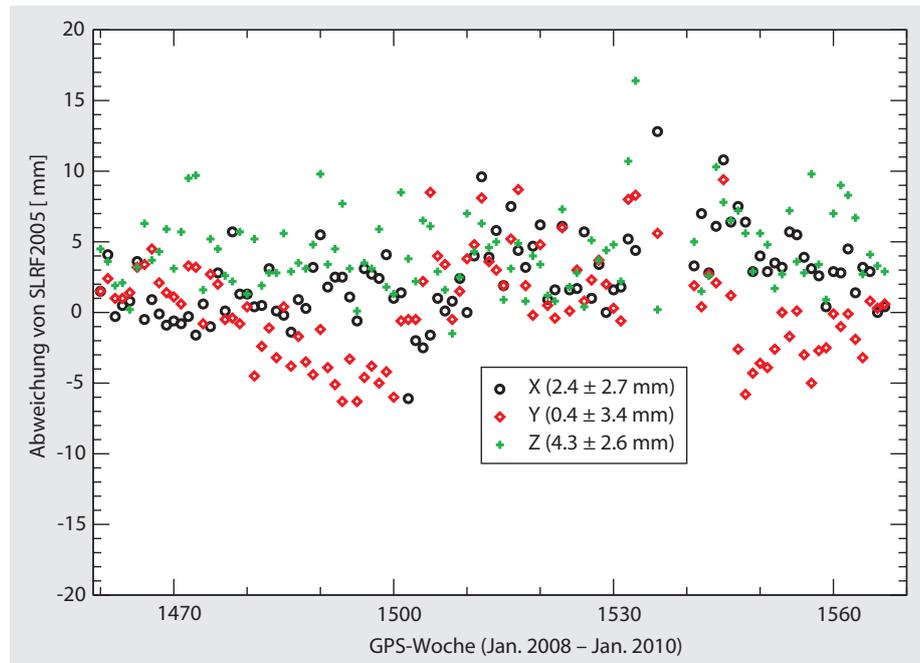


Abb. 4: Zeitreihe wöchentlich kombinierter Stationskoordinaten für die SLR-Station Yarragadee, Australien. Dargestellt sind die Abweichungen gegenüber der SLR-Referenzlösung (SLRF2005)

Wochenlösung dient zur Qualitätskontrolle der Lösung des »Primary Combination Centre« (ASI, Italien) und ersetzt bei Ausfall das offizielle ILRS-Produkt. Abb. 4 zeigt eine Zeitreihe wöchentlich berechneter Positionen für die SLR-Station Yarragadee in Australien.

## 5 International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IVS)

Bei der Radiointerferometrie auf langen Basislinien (VLBI) werden kompakte extragalaktische Radioquellen von interkontinentalen Basislinien aus beobachtet, um eine möglichst hohe Winkelauflösung der astronomischen Objekte zu erreichen. Bei keinem anderen geodätischen Beobachtungsverfahren spielt die Entfernung der Antennen eine vergleichbar wichtige Rolle. Neben den Koordinaten der Radioquellen und der Antennen lassen sich die Präzession, die Nutationen, einschließlich der Nutation des freien Erdkerns (free core nutation, FCN, siehe Abb. 5), und die Rotation der Erde ausschließlich mit VLBI bestimmen. Die langen und konsistenten Beobachtungszeitreihen von ungefähr 30 Jahren bilden zudem einen

unverzichtbaren Beitrag zur Realisierung des zälestischen und terrestrischen Referenzsystems.

Aufgrund der interkontinentalen Ausdehnung der Beobachtungsnetze war und ist VLBI stets ein internationales Unterfangen. Die relativ späte Gründung des IVS 1999 (IVS-Webseite <http://ivscc.gsfc.nasa.gov/>, Schlüter und Behrend 2007) lässt sich durch die bereits davor bestehende gute internationale Zusammenarbeit zwischen

»IVS Combination Centre«. Das DGFI-Programmsystem DOGS-CS wird am BKG zur Kombination der datumsfreien VLBI-Normalgleichungen und zur Berechnung der IVS-Produkte genutzt.

Am DGFI erfolgt auch die Kombination und Bereitstellung der Troposphären-Produkte für den IVS (Heinkelmann et al. 2007). Die Troposphäre ist einerseits eine große Fehlerquelle bei der Auswertung geodätischer Raumverfahren, andererseits ein wichtiges interdisziplinäres Forschungsthema.

Schwerpunkte der VLBI-Forschungsarbeiten am DGFI betreffen den International Celestial Reference Frame ICRF2 (Tesmer 2007; IERS 2009), die Bestimmung der Interaktionen zwischen TRF, CRF und EOP (Tesmer et al. 2004) und die Untersuchung der Einflüsse auf die VLBI-Referenzrahmen durch verschiedene Analyseoptionen (Tesmer et al. 2007; Heinkelmann et al. 2009).

Mit VLBI können auch Beiträge zur Grundlagenforschung geleistet werden, wie etwa die Bestimmung des Raumkrümmungsparameters  $\gamma$  der parametrisierten post-Newton'schen (PPN) Theorie (Heinkelmann und Schuh 2009).

Aufgrund der Länge und der Konsistenz der durch VLBI bestimmten Zeitreihen ergeben sich neue Anwendungsmöglichkeiten dieses geodätischen Raumbeobachtungsverfahrens im Hinblick auf Klimatologie und globalen Wandel (Heinkelmann 2008).

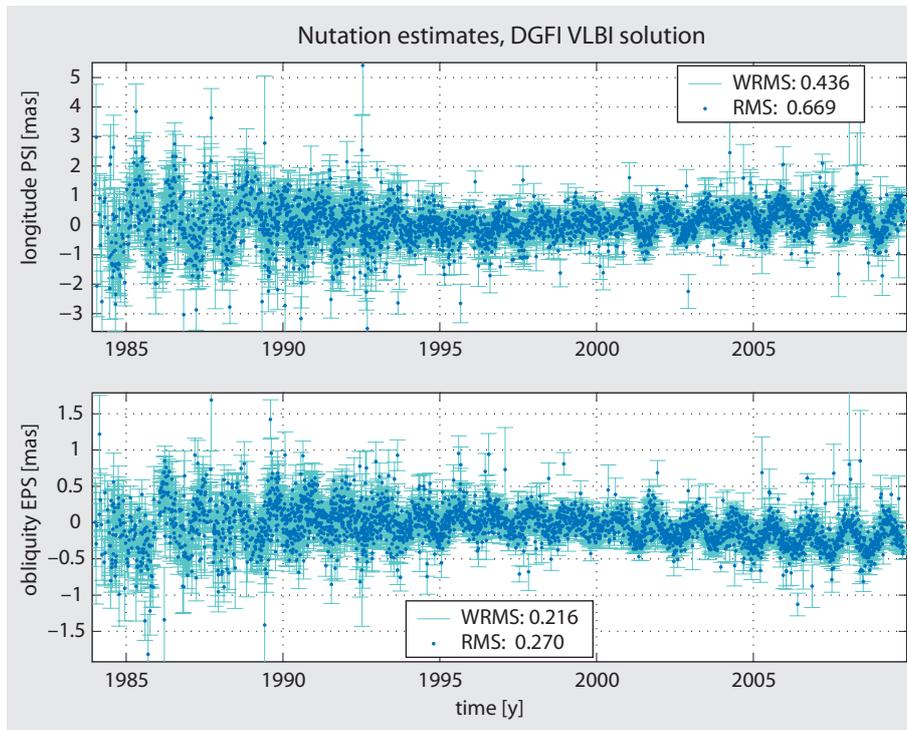


Abb. 5: Verbesserungen zum Nutationsmodell IAU2000A (Mathews et al. 2002). Das Signal mit der Periode von ca. 430 Tagen resultiert aus der freien Nutation des Erdkerns.

den einzelnen VLBI-Gruppen erklären. Die heutige hohe Effizienz kann jedoch nur noch innerhalb eines internationalen Dienstes erreicht werden. Die Koordinierung durch den IVS ermöglicht z. B. die Spezialisierung einzelner VLBI-Gruppen, die Organisation regelmäßiger internationaler Tagungen und Workshops, auf denen aktuelle Erkenntnisse ausgetauscht werden, sowie das Erstellen der Beobachtungspläne für die aufwändigen Messkampagnen, und erlaubt dadurch eine effiziente Arbeitsteilung und Einsparung von Kosten.

Innerhalb des IVS ist das DGFI ein operationelles Analysezentrum zur kontinuierlichen Auswertung von VLBI-Messkampagnen. Die VLBI-Auswertung erfolgt mit der Software OCCAM, die am DGFI weiterentwickelt und optimiert wird. Die aktuellen Arbeiten an OCCAM betreffen die Kompatibilität mit 64bit-Betriebssystemen, numerische Optimierungen und die Anpassung an die DGFI-Software DOGS (Gerstl et al. 2000).

Weiterhin betreibt das DGFI gemeinsam mit dem Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) ein

## 6 International Altimeter Service (IAS)

Die Satellitenaltimetrie hat für die Geodäsie große Bedeutung, weil damit nicht nur die geometrische Form der Meeresoberfläche, sondern auch die Feinstruktur des Schwerfeldes bestimmt wird. Es liegt deshalb nahe, für die Satellitenaltimetrie ebenfalls einen internationalen Dienst einzurichten.

Viele Institute erbringen bereits seit langem Dienstleistungen für die Altimetrie: Sie wirken bei der Kalibrierung mit, bereiten Daten auf, leiten Produkte ab und stellen diese für die weitere Nutzung bereit. Sie arbeiten zum Teil mit erheblichen Ressourcen im Auftrag von NASA (National Aeronautics and Space Administration), ESA (European Space Agency) oder CNES (Centre National d'Études Spatiales) und wollen oder können ihre Aktivitäten nicht in eine wissenschaftliche Organisation

einordnen. Weil die Satellitenaltimetrie aber ein wesentlicher Bestandteil des von der IAG verfolgten »Global Geodetic Observing System« (GGOS) werden muss, beschloss die IAG 2007 die Einrichtung eines »International Altimeter Service« (IAS). Der IAS soll (i) keine Konkurrenz zu existierenden Diensten aufbauen, sondern integrativ wirken, (ii) Nutzer informieren, wo welche Daten, Produkte und Dokumente verfügbar sind, und (iii) Defizite in den Diensten identifizieren und Pilotprojekte ins Leben rufen, um die Dienstleistungen zu verbessern.

Ein siebenköpfiger Lenkungsausschuss (dessen Leitung beim DGFI liegt) überwacht für den IAS die Einrichtung eines Internetportals (<http://ias.dgfi.badw.de>), schreibt erste Pilotprojekte aus, bereitet Aufrufe zur Mitarbeit vor und bemüht sich um den Aufbau einer Organisationsstruktur.

Eines der ersten IAS-Pilotprojekte wird sich auf globale Modelle der Meereszeiten beziehen. Die Satellitenaltimetrie kann selbst solche Modelle empirisch bestimmen. Andererseits müssen alle geodätischen Raumverfahren wegen der Meereszeiten und den dadurch verursachten Auflasteffekten korrigiert werden. Das Pilotprojekt soll ein einheitliches Format für Meereszeitenmodelle entwickeln und Werkzeuge bereitstellen, um solche Modelle vergleichen, überprüfen und auswerten zu können.

## 7 GGOS Bureau for Standards and Conventions

Innerhalb von GGOS wurde das »Bureau for Standards and Conventions« (BSC) als neue Komponente in die bereits bestehende Struktur (siehe [www.iag-ggos.org](http://www.iag-ggos.org)) integriert. Vorgänger des BSC war die GGOS »Working Group on Conventions, Models and Analyses«, die vom Direktor des DGFI geleitet wurde.

Das BSC wird seit Januar 2009 gemeinsam von der Forschungseinrichtung Satellitengeodäsie (FESG) und dem Institut für Astronomische und Physikalische Geodäsie (IAPG) der Technischen Universität München sowie dem DGFI betrieben (Hugentobler et al. 2010). Die Leitung des BSC wird von FESG/IAPG wahrgenommen, das Sekretariat ist am DGFI angesiedelt. Das Team besteht aus fünf weiteren Mitarbeitern, die mit ihrer Expertise die Bereiche Geometrie, Schwerefeld und Erdrotation abdecken.

Das Ziel des BSC ist es, die Verwendung einheitlicher und konsistenter Konstanten, Standards, Modelle und Referenzsysteme zu gewährleisten. Es wird u. a. die Konsistenz unterschiedlicher geodätischer Produkte im geometrischen und gravimetrischen Bereich untersucht, um bestehende Defizite aufdecken und beseitigen zu können.

Dazu sind z. B. Orts- und Geschwindigkeitskoordinaten der Stationen, Erdorientierungsparameter und Schwerefeldmodelle hinsichtlich der verwendeten Konstanten, Modelle und Referenzsysteme zu überprüfen sowie deren Auswirkungen abzuschätzen. Falls erforderlich, soll das BSC die Erstellung neuer Standards und Konventionen initiieren und deren Annahme vorschlagen.

Die Arbeiten erfordern eine enge Kooperation mit den Kommissionen und Diensten der IAG sowie auf externer Ebene, u. a. mit der IAU, BIPM (Bureau International des Poids et Mesures), CODATA (Committee on Data for Science and Technology) und ISO/TC211 (International Organization for Standardization, standard technical committee Geographic Information/Geomatics).

## 8 Schlussbemerkungen

Mit den wissenschaftlichen Diensten hat die IAG eine hervorragende Organisationsstruktur geschaffen, in der das gesamte Spektrum von der Entwicklung der Raumbeobachtungsverfahren bis zur Bereitstellung kostenfreier und hochgenauer geodätischer Produkte effektiv bearbeitet wird. Der Erfolg der Dienste stützt sich ganz wesentlich auf eine intensive Beteiligung von Institutionen aus aller Welt, die mit ihren Beiträgen die Komponenten der Dienste abdecken. Der angestrebte Aufbau eines globalen geodätischen Beobachtungssystems (GGOS) sowie die zuverlässige Bereitstellung von hochgenauen und konsistenten geodätischen Produkten ist nur durch eine nachhaltige Sicherung und einen weiteren Ausbau der geodätischen Infrastruktur zu realisieren.