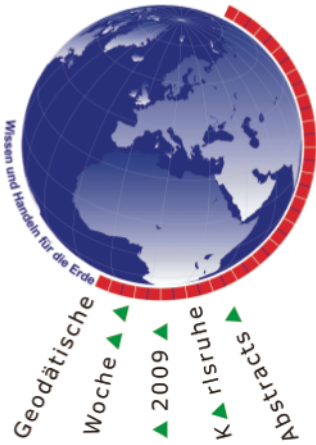


Universität Karlsruhe (TH)

Schriftenreihe des Studiengangs
Geodäsie und Geoinformatik
2009,2



Prof. Dr.-Ing. Bernhard Heck
Dr.-Ing. Michael Mayer
(Hrsg.)

Geodätische Woche

22. - 24. September 2009,
Messe Karlsruhe, Rheinstetten

Abstracts



Bernhard Heck, Michael Mayer (Hrsg.)

Geodätische Woche 2009

22. - 24. September 2009, Messe Karlsruhe, Rheinstetten

Abstracts

Universität Karlsruhe (TH)

Schriftenreihe des Studiengangs Geodäsie und Geoinformatik

2009, 2

Geodätische Woche

22. - 24. September 2009, Messe Karlsruhe, Rheinstetten
im Rahmen der INTERGEO – Kongress und Fachmesse für
Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement

Abstracts

Veranstaltet vom Arbeitskreis 7 (AK7)

Experimentelle, Angewandte und Theoretische Geodäsie
des Deutschen Vereins für Vermessungswesen e.V.

Hrsg. von
Prof. Dr.-Ing. Bernhard Heck
Dr.-Ing. Michael Mayer



Vorsitzender des AK 47
Prof. Dr.-Ing. Nico Sneeuw
Geodätisches Institut, Universität Stuttgart

Lokales Organisationskomitee:
Prof. Dr.-Ing. Bernhard Heck und Dr.-Ing. Michael Mayer
Geodätisches Institut, Universität Karlsruhe (TH)

Impressum

Universitätsverlag Karlsruhe
c/o Universitätsbibliothek
Straße am Forum 2
D-76131 Karlsruhe
www.uvka.de



Dieses Werk ist unter folgender Creative Commons-Lizenz
lizenziert: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/de/>

Universitätsverlag Karlsruhe 2009
Print on Demand

ISSN: 1612-9733
ISBN: 978-3-86644-411-9



Verzeichnis der Beiträge

Session 1: Geodätische Bezugssysteme	5
BLOBFELD et al. <i>Analyse der EOP-Zeitreihen aus Daten des ITRF2008</i>	7
HEINKELMANN <i>ICRF2: Der neue Himmelsreferenzrahmen</i>	8
KLEMMANN et al. <i>Contribution of glacial-isostatic adjustment to the geocenter motion</i>	9
Session 2: Schwerefeld und Geoid	11
ANTONI et al. <i>Analyse von GRACE-Beobachtungen durch optimierte radiale Basisfunktionen</i>	13
BAUR et al. <i>Punktmassenschätzung aus zeitvariablen GRACE Schwerefeldern</i>	14
BRIEDEN et al. <i>Validierung von GOCE-Gradienten – Qualitätsreports</i>	15
BRUNNABEND et al. <i>Abschätzung des Fehlers modellierter Veränderungen im Ozeanbodendruck und Vergleich mit in-situ Bodendruckmessungen</i>	16
DAHLE et al. <i>Tests und Ergebnisse im Hinblick auf die geplante Schwerefeldzeitreihe GFZ EIGEN-GRACE06S</i>	17
DEVARAJU et al. <i>Inter-catchment correlation estimates from filtered GRACE monthly solutions</i>	18
EINARSSON et al. <i>Case-based sensitivity analysis for different satellite gravity mission constellations</i>	19
FENOGLIO-MARC et al. <i>Attenuation and rescaling of mass change in small regions</i>	20
FLURY <i>Perspektiven für die Schwerefeldbestimmung in QUEST</i>	21
GERLACH et al. <i>Fluggravimetrie mit INS/GPS</i>	22
GROMBEIN et al. <i>Optimierte Tesseroidformeln zur Berechnung topographischer Effekte auf den Gradiententensor</i>	23
KNESCHKE <i>EuroQUASAR – Vergleich von Quantensensoren mit state-of-the-art Gravimetern</i>	24
KRASBUTTER et al. <i>Dekorrelationsfilter und ihre Validierung am Beispiel von GOCE Messreihen.....</i>	25
KURTENBACH et al. <i>Tägliche Schwerefeldlösungen aus GRACE L1B Daten</i>	26
MAYER-GÜRR et al. <i>Different representations of the time variable gravity field to reduce the aliasing problem in GRACE data analysis</i>	27
MÜLLER et al. <i>Terrestrische Schweremessungen mit dem Absolutgravimeter A-10 in Deutschland</i>	28
MURBOECK <i>Varianzfortpflanzung von satellitengestützten Gradiometerbeobachtungen aufs Schwerefeld</i>	29
PETERSEIM <i>Störbeschleunigungen an Bord der GRACE Satelliten durch Magnetic Torquers und weitere Störbeschleunigungen</i>	30
PETRICK <i>Sensitivity analysis of satellite gravity missions by application of the linear perturbation theory</i>	31
ROTH <i>Euler-Dekonvolution</i>	32
ROTHLEITNER et al. <i>Entwicklung neuer Freifall-Absolutgravimeter</i>	33
SCHUH et al. <i>REAL GOCE: Ziele und Partner des BMBF-Verbundprojektes zur Auswertung der GOCE-Messdaten</i>	34
SEITZ et al. <i>Spektrale Zerlegung und harmonische Fortsetzung im Kontext der regionalen Quasigeoidbestimmung</i>	35
VOIGT et al. <i>Regionales GOCE Validierungsexperiment mit astrogeodätischen Lotabweichungen in Deutschland</i>	36
WEIGELT et al. <i>Lokale Schwerefeldbestimmung mit Hilfe der Randelementemethode und radialen Basisfunktionen</i>	37





WILD-PFEIFFER et al. <i>Regional case study: Comparison of various topographic-isostatic effects over eastern Asia and Europe in terms of smoothing gradiometric observations</i>	38
XU et al. <i>The analysis of the gravity field recovery from CHAMP 31/2 repeat period based on the Torus method</i>	39

Session 3: Erdrotation und Geodynamik 41

BERGMANN et al. <i>Analyse der raum-zeitlichen Variationen simulierter ozeanischer Meereshöhenanomalien</i>	43
BLOBFELD et al. <i>Eigenschwingungen der Erde aus Beobachtungen mit dem 30-Meter Vertikalpendel in Berchtesgaden</i>	44
GÖTTL et al. <i>Bestimmung geophysikalischer Anregungsmechanismen der Erdrotation aus geodätischen Raumbereobachtungen</i>	45
HAGEDOORN et al. <i>Dekadische Variation in den Erdorientierungsparametern: Beiträge der elektromagnetischen und topographischen Kern-Mantel-Kopplung</i>	46
HEIKER et al. <i>Einfluss atmosphärischer und ozeanischer Anregungsmechanismen auf die Rotation der Erde</i>	47
HOFMANN et al. <i>Mondaufbau und Lunar Laser Ranging</i>	48
KIRSCHNER et al. <i>Modellansätze zur Inversion von Erdrotationsparametern</i>	49
KLEMANN et al. <i>The influence of lateral viscosity variations in the mantle on GIA induced surface motions</i>	50
KNÖPFLE et al. <i>GURN (GNSS Upper Rhine Graben Network) – Stand und erste Ergebnisse</i> ..	51
SCHNEIDER <i>Drehimpulskomponenten ozeanischer Partialtiden aus einer Assimilation von pelagischen Daten</i>	52
SPICAKOVA et al. <i>VieVS: VLBI-Software zur Bestimmung der Erdrotation und geodynamischer Parameter</i>	53

Session 4: Angewandte Geodäsie und GNSS 55

BÄHR et al. <i>Schätzung verbesserter Satellitenbahnen in der SAR-Interferometrie</i>	57
CAI <i>Bootstrap analysis methods for linear model and its applications in GNSS data processing</i>	58
DEPENTHAL <i>A-TOM - ein neues System zur 6DOF-Bestimmung</i>	59
ELHABIBY et al. <i>Wavelets for GPS Singularity Detection and Multipath Mitigation</i>	60
HORST <i>Indoor-Georeferenzierung von 3D-Laserscans</i>	61
KERSTEN et al. <i>Zum Einfluss von Nahfeldeffekten des Unterbaus FG ANA100B</i>	62
LÄUFER et al. <i>Vulkan-Monitoring mit GPS und bodengestütztem SAR</i>	63
LINDENTHAL et al. <i>Zum Monitoring von GNSS-Stationen mit unabhängigen geodätischen</i>	64
LUO et al. <i>Einfluss verschiedener Faktoren auf die zeitliche Korrelation von GNSS-Beobachtungen</i>	65
NAAB et al. <i>Kinematische Erfassung der Auslenkung eines mobilen Teleskopkrans</i>	66
PAFFENHOLZ et al. <i>Untersuchung von Positions- und Orientierungsinformationen abgeleitet aus kinematischen GNSS Trajektorien</i>	67
REUBNER et al. <i>Detektierung und Lokalisierung der Phasenmehrwegeeffekte auf GNSS-Referenzstationen</i>	68
RÖDELSPERGER et al. <i>Einfluss der Refraktion auf Messungen von Oberflächenbewegungen mit dem bodengestützten SAR IBIS-L</i>	69
SCHÖNEMANN et al. <i>GIOVE-A und B Signal-, Uhren- und Orbitgenauigkeiten</i>	70
SCHWEITZER et al. <i>Kinematische GPS Messungen als eine Methode zur Evaluierung eines globalen, digitalen Höhenmodells</i>	71
SEMMLING et al. <i>GPS Interferometry using Lake Reflections</i>	72
SHABANLOUI et al. <i>From pure kinematical to reduced kinematical LEO orbit determination</i>	73





SHAHZAD <i>Combined simulation of terrestrial laser scans and digital close range images in project planning phase</i>	74
SPOHN et al. <i>Deformation Integrity and Hazard Monitoring for GNSS-Networks by the Karlsruhe Approach (MONIKA)</i>	75
STOSIUS et al. <i>GNSS Reflectometry as tsunami detection system from space: a simulation study</i>	76
WILLERT <i>Genauigkeitsuntersuchungen einer Handykamera</i>	77
WUITE et al. <i>Geodynamic studies at the University of Luxembourg</i>	78
Session 5: GGOS (Global Geodetic Observing System)	79
DETTMERING et al. <i>Kombination von Beobachtungen unterschiedlicher Raumverfahren für die Erzeugung von VTEC-Modellen</i>	81
PASSARO <i>Steric sea level variations in the Mediterranean Sea from ARGO observations</i>	82
PLANK et al. <i>VieVs - Die neue VLBI Software aus Wien</i>	83
SAVCENKO et al. <i>Gezeiten am Patagonischen Schelf aus Multi-Missions-Altimetrie</i>	84
SCHUH <i>The IVS on its way to the next generation VLBI system</i>	85
SCHWATKE et al. <i>OpenADB – eine offene Datenbasis für Multi-Missions Altimetrie</i>	86
Session 6: Theoretische Geodäsie	87
ERNST et al. <i>Präzise statistische Analyse von Rundungsfehlern bei inversen Problemen</i>	89
IRAN POUR et al. <i>The EOF-based filtering of GRACE solutions – Properties and applications</i> ..	90
KARGOLL et al. <i>Genauigkeitsuntersuchungen zu datenadaptiven robusten M-Schätzern</i>	91
LIN et al. <i>Application of Wavelet Support Vector Regression on SAR data Denoising</i>	92
LUO et al. <i>Modellierung von GNSS-Residuen mit ARMA-Prozessen unter Verwendung verschiedener Identifikationskriterien</i>	93
ROESE-KOERNER et al. <i>Quadratische Programmierung mit Ungleichungen als Restriktionen</i> ..	94





INTERGEO®

Kongress und Fachmesse für Geodäsie,
Geoinformation und Landmanagement
Karlsruhe, 22. – 24. September 2009

GEODÄTISCHE WOCHE 2009



WISSENSCHAFTLICHES PROGRAMM

Session 1: Geodätische Bezugssysteme

CONVENER:

D. ANGERMANN, A. NOTHNAGEL, H. DREWES, J. IHDE



Universität Karlsruhe (TH)
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Geodätisches Institut





Analyse der EOP-Zeitreihen aus Daten des ITRF2008

Mathis BLOßFELD, Manuela SEITZ, Detlef ANGERMANN

Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, München
blossfeld@dgfi.badw.de

Die Erdorientierungsparameter (EOP) stellen das Bindeglied zwischen dem terrestrischen und dem zälestischen Referenzrahmen dar und beschreiben so die Orientierung der Erde im Raum. Um Satellitenbeobachtungen oder Beobachtungen zu extra-galaktischen Radioquellen, deren Koordinaten im "International Celestial Reference Frame" (ICRF) gegeben sind, in Bezug zu Koordinaten auf der Erde setzen zu können, ist eine Transformation der Beobachtungen vom quasi-inertialen System ins erdfeste System mit den EOP nötig. Bei der Berechnung des "International Terrestrial Reference Frame 2008" (ITRF2008) werden in einer gemeinsamen Ausgleichung global verteilte Stationskoordinaten und -geschwindigkeiten sowie EOP aus Beobachtungen der geodätischen Raumverfahren GPS, VLBI, SLR und DORIS geschätzt. Aus den Beobachtungen dieser Verfahren wird zuerst jeweils eine mehrjährige technik-spezifische Lösung berechnet und in einem zweiten Schritt durch inter-technische Kombination eine verfahrensübergreifende Gesamtlösung erzeugt. Die Kombination der verschiedenen Beobachtungsverfahren unter Ausnutzung ihrer jeweiligen Sensibilität auf bestimmte Parameter ermöglicht eine Schätzung hoch genauer und konsistenter EOP. Zur Validierung der gemeinsam mit dem ITRF2008 bestimmten EOP werden die geschätzten Zeitreihen mit der offiziellen Lösung des "International Earth Rotation and Reference System Service" (IERS), der EOP 05C04-Reihe und mit den Zeitreihen der einzelnen Beobachtungsverfahren verglichen. Zudem werden Wavelet-Analysen durchgeführt, die Aufschlüsse über mögliche zeitliche Variationen der Frequenzen in den EOP-Zeitreihen zulassen.



***ICRF2: Der neue Himmelsreferenzrahmen***

Robert HEINKELMANN

Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, München
heinkelmann@dgfi.badw.de

Innerhalb einer gemeinsamen Arbeitsgruppe von IVS (International VLBI Service for Geodesy and Astrometry) und IERS (International Earth Rotation and Reference Systems Service) wurde kürzlich ein neuer Himmelsreferenzrahmen fertig gestellt. Der neue internationale Himmelsreferenzrahmen, ICRF2, soll der IAU (International Astronomical Union) im August 2009 während der Generalversammlung in Rio de Janeiro, Brasilien, zur Annahme vorgelegt werden. Die Basis des aktuellen Kataloges bildet die vorangehende Realisierung des Internationalen Himmelsreferenzsystems (ICRS) im Jahre 1998, die in der Folge zweimal erweitert wurde: ICRF-Ext.1 (1999), ICRF-Ext.2 (2004). Die ursprüngliche Orientierung des ICRF wurde durch die Erweiterungen jedoch nicht verändert, d.h. die Anzahl und Position der defining sources wurde beibehalten. Die jetzige Realisierung unterscheidet sich dahingehend, bezüglich des zur Verfügung stehenden Beobachtungsmaterials und hinsichtlich der für die Analyse herangezogenen Modelle. Die Orientierung wird durch die Forderung der globalen Rotationsfreiheit bezüglich des Vorgängerkatalogs erwirkt. Bei der Bestimmung des ICRF2 wurde insbesondere auf die Konsistenz zum aktuellen terrestrischen Bezugsrahmen ITRF2005 und den zugehörigen Erdorientierungsparametern (IERS C04-05) geachtet. Der für Geodäsie und Astronomie gleichermaßen fundamentale Katalog liefert eine bisher unerreichte präzise raumfeste Orientierung und ermöglicht dadurch die hochgenaue Navigation von Raumsonden und die konsistente simultane Bestimmung aller Erdorientierungsparameter (Nutation, Polbewegung, Erdrotation). Die konventionellen Planeten- und Mondphemeriden des Astronomischen Almanachs werden ebenso bezüglich der Achsen des ICRF orientiert. Die für die beobachtende Astronomie wesentlichen Bezugspunkte in den optischen Frequenzbereichen können über optische Entsprechungen (optical counterparts) der extragalaktischen Radioquellen abgeleitet werden. Der Vortrag geht neben den Grundlagen der Astrometrie mit dem geodätischen Raumverfahren Very Long Baseline Interferometry (VLBI) auf die Entstehung des neuen Himmelsreferenzrahmens (ICRF2) im Rahmen der IVS/IERS Arbeitsgruppe ein. Dabei werden insbesondere die für die Realisierung herangezogenen Qualitätskriterien angesprochen. Abgerundet wird die Präsentation durch einen kurzen Ausblick auf die anstehenden optischen astrometrischen Missionen: GAIA (ESA) und SIM lite (NASA).



***Contribution of glacial-isostatic adjustment to the geocenter motion***Volker KLEMMANN, Zdenek MARTINECHelmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
volkerk@gfz-potsdam.de

The geocenter motion describes the net-displacement of the entire surface of the Earth with respect to the center of mass. Therefore, it resembles an integrative quantity of surface displacement and mass redistribution inside the Earth as at its surface. Seasonal variations of this quantity are understood to originate mainly from mass redistribution in the water cycle. In contrast, a secular trend of the geocenter motion is possible to originate also from the dynamics of the Earth's interior. One mechanism inducing a secular geocenter motion is the glacial-isostatic adjustment, describing the deformation and mass redistribution in the Earth's interior due to glaciations during the Pleistocene. Focussing on this contribution, we determine the geocenter motion from the displacement and gravity-potential fields calculated for a spherical, self-gravitating, incompressible and viscoelastic Earth model loaded by the last Pleistocene glacial cycle. We discuss the fluid-core approximation usually adopted and assess the influence of a list of modelling parameters which are the upper- and lower-mantle viscosity, lithosphere thickness, and glaciation history. We find a rather robust geocenter motion with respect to parameter variations, which is directed towards Northeast Canada and shows velocities that vary between 0.1 and 1 mm/yr depending on the adopted Earth- and glaciation-model parameterisation.





INTERGEO®

Kongress und Fachmesse für Geodäsie,
Geoinformation und Landmanagement
Karlsruhe, 22. – 24. September 2009

GEODÄTISCHE WOCHE 2009



WISSENSCHAFTLICHES PROGRAMM

Session 2: Schwerefeld und Geoid

CONVENER

TH. GRUBER, H. DENKER, H. WILMES, J. KUSCHE, L. TIMMEN



Universität Karlsruhe (TH)
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Geodätisches Institut



***Analyse von GRACE-Beobachtungen durch optimierte radiale Basisfunktionen*****Markus ANTONI, Wolfgang KELLER, Matthias WEIGELT**Geodätisches Institut, Universität Stuttgart
markus.antonio@gis.uni-stuttgart.de

Das Erdschwerefeld bzw. dessen Funktionale werden üblicherweise durch eine Reihenentwicklung in Kugelflächenfunktionen beschrieben. Durch die Begrenzung der Summation auf eine endliche Reihe und das globale Verhalten der Funktionen entsteht eine geglättete Version des Feldes. Für eine höhere Auflösung kann man die mathematische Modellierung in einen globalen und einen residualen Anteil aufspalten. Dazu wird eine synthetische Beobachtung über einem bekannten Referenzfeld aus sphärisch-harmonischen Koeffizienten berechnet und vom eigentlichen Signal subtrahiert.

Das Residualsignal enthält neben den Fehlern der Vorprozessierung auch ein regionales Schwerefeldsignal, welches durch die radialen Basisfunktionen analysiert werden soll. Deren Positionen sowie Form- und Skalierungsparameter werden durch eine nichtlineare Optimierung aus den Daten geschätzt, wobei wegen der minimalen Anzahl an Basen eine Regularisierung nicht erforderlich ist. Nach der Bestimmung der Startwerte werden diese in einem iterativen Prozess verbessert, bis die Abbruchkriterien (Approximationsgüte, Schrittweite, Anzahl der Iterationen, ...) erfüllt sind.

In einer Simulationsstudie werden zu einem bekannten Referenzfeld einige radiale Basisfunktionen hinzuaddiert und zwei Orbitintegrationen für ein GRACE-ähnliches Szenario durchgeführt. Die Auswertung erfolgt einerseits durch das Energie-Integral, also das Potential im Orbit, und andererseits durch die direkte Verwendung der Range-Rate-Messungen von GRACE. Letztere können dazu genutzt werden, die gemessenen Abstandsänderungen auf das unbekannte Residualfeldes zurückzuführen und dessen Parameter zu bestimmen. Abschließend wird das ursprüngliche Residualsignal, die Approximation durch die optimierte Basisfunktionen und deren Differenz im Orbit und am Boden auf absolute Werte und statistische Merkmale untersucht.





Punktmassenschätzung aus zeitvariablen GRACE Schwerefeldern

Oliver BAUR, Nico SNEEUW

Geodätisches Institut, Universität Stuttgart
O.Baur@gis.uni-stuttgart.de

Seit mehr als sieben Jahren liefert die Satellitenmission GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment) Beobachtungen zur Bestimmung des zeitvariablen Erdschwerefeldes, und damit Informationen über Massenänderungen an der Erdoberfläche. Besonderes Interesse erfahren in diesem Zusammenhang die starken Signale über Grönland, welche eindeutig auf das Abschmelzen der dortigen Eisschilde hinweisen. Eine Methode zur Quantifizierung der Massenvariationen besteht in der Schätzung einzelner Punktmassenänderungen an der Erdoberfläche aus Schwereänderungen in Satellitenhöhe. Im Rahmen einer Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen führt die inverse Problemstellung auf die Notwendigkeit zur Regularisierung des entsprechenden Normalgleichungssystems. Alternativ dazu widmet sich dieser Beitrag der Punktmassenschätzung unter Anwendung genetischer Algorithmen. Das Vorgehen ist derart angesetzt, dass aus einer Vielzahl potentieller Geometrien iterativ diejenige gefunden wird, welche in optimaler Weise die Beobachtungen wider gibt. Das Prinzip der genetischen Algorithmen ist dem in der Natur häufig zu beobachtenden Selektionsprozess entnommen. Das mathematische Verfahren ist unter anderem dadurch charakterisiert, dass einerseits die globale Lösung des behandelten Problems erhalten wird. Andererseits basiert die Lösungsfindung allein auf Funktionswerten, was die Linearisierung des funktionalen Modells hinfällig macht.





Validierung von GOCE-Gradienten - Qualitätsreports

Phillip BRIEDEN, Focke JARECKI, Jürgen MÜLLER

Institut für Erdmessung, Leibniz Universität Hannover
brieden@ife.uni-hannover.de

Das Ziel der im März 2009 gestarteten Satellitenmission GOCE ist die Bestimmung des statischen Erdschwerefelds mit einer globalen Genauigkeit von 1 mGal für die Schwereanomalien und von 1-2 cm für das Geoid bei einer Auflösung von 100 km. Um dieses Ziel zu erreichen, sind Kalibrierungen und Validierungen der Messdaten sowie der daraus bestimmten Schwerefeldmodelle erforderlich. In diesem Zusammenhang wird am Institut für Erdmessung (IfE) im Rahmen des deutschen Forschungsverbundvorhabens REAL-GOCE (Realdatenanalyse GOCE) die Qualität der gemessenen GOCE-Gradienten beurteilt. Dabei erfolgt eine externe Validierung durch den Vergleich realer GOCE-Gradiometermesswerte mit Referenzwerten, die aus europäischen terrestrischen Schweredaten in Satellitenhöhe berechnet werden. Eine interne Validierung erfolgt, indem die Differenzen zwischen den gemessenen GOCE-Schweregradienten in den Satellitenbahn-Kreuzungspunkten (XO) analysiert und beurteilt werden. Die Validierungsergebnisse werden in sogenannten Qualitätsreports zusammengefasst.

Aktuelle Arbeiten behandeln die Integration vorbereiteter Programmpakete in den Missionsdatenfluss, sowie die operationelle Bereitstellung von XO-Qualitätsreports während der Messphase. Am Beispiel von XO-Validierungsergebnissen wird die Art und der Aufbau der Reports dargestellt.



***Abschätzung des Fehlers modellierter Veränderungen im Ozeanbodendruck und Vergleich mit in-situ Bodendruckmessungen***

S.-E. BRUNNABEND, J. SCHRÖTER, R. RIETBROEK, J. KUSCHE, Ch. DAHLE, F. FLECHTNER,
C. BÖNING, R. TIMMERMANN

Alfred-Wegener-Institut, Bremerhaven
Sandra-Esther.Brunnabend@awi.de

Unter Verwendung des Modells FESOM (finite element sea-ice ocean model) werden wöchentliche Veränderungen im Ozeanbodendruck (OBP) simuliert. Die Ergebnisse werden in einer kombinierten Inversion verwendet, um wöchentliche Masseveränderungen der globalen Ozeanmasse für einen Zeitraum von der ersten GPS Woche in 2003 bis zur ersten GPS Woche in 2007 zu berechnen. Hierbei ist die Angabe des Fehlers der modellierten Daten von Bedeutung, da dieser zur Gewichtung innerhalb der Inversion verwendet wird. Weil der Fehler des modellierten Ozeanbodendrucks bisher weitestgehend unbekannt ist, wird zurzeit eine einheitliche diagonale Kovarianzmatrix mit einem unkorreliertem Fehler verwendet. Verschiedene Experimente wurden durchgeführt, um den Fehler des simulierten OBP zu bestimmen. Insbesondere wurde in einer zweiten Simulation ein alternativer atmosphärischer Antriebsdatensatz verwendet, da die Bedingungen in der Atmosphäre hohen Einfluss auf die regionalen Variationen der Ozeanmasse haben. Die Inversion liefert ebenfalls einen Korrekturterm zur globalen Ozeanmasse, der verwendet wird, um die Süßwasserbilanz des Modells zu verbessern. Außerdem werden alle Ergebnisse mit Ozeanbodendruckmessungen von sogenannten „Pressure sensor equipped Inverted Echo Sounders“ (Pies) verglichen.





***Tests und Ergebnisse
im Hinblick auf die geplante Schwerfeldzeitreihe GFZ EIGEN-GRACE06S***

Ch. DAHLE, F. FLECHTNER, K.H. NEUMAYER, R. KÖNIG, Ch. GRUBER

Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
dahle@gfz-potsdam.de

Das Deutsche GeoForschungsZentrum GFZ als Teil des GRACE Science Data System (SDS) hat nahezu die kompletten Daten der GRACE Mission prozessiert. Die daraus entstandenen aktuellen Zeitreihen monatlicher und wöchentlicher Schwerfeldlösungen mit der Bezeichnung EIGEN-GRACE05S (bzw. RL04 in der SDS Namensgebung) umfassen fast 7 Jahre und liefern klare Hinweise auf verschiedene zeitvariable Massenveränderungen im System Erde, wie z. B. den kontinentalen hydrologischen Kreislauf, Eismassenverluste in der Antarktis und Grönland oder das Sumatra-Erdbeben im Dezember 2004.

Aufgrund der Tatsache, dass das aktuelle Fehlerniveau der RL04 Zeitreihen immer noch in etwa um den Faktor 15 oberhalb der vor dem Start der Mission simulierten sog. „Baseline-Genauigkeit“ liegt, werden demnächst am GFZ sämtliche GRACE Schwerfelder reprozessiert. Die neuen GFZ RL05 Zeitreihen unterscheiden sich von den bisherigen Zeitreihen durch neue, verbesserte Hintergrundmodelle, Optimierungen in der Level-1B Datenprozessierung sowie geänderten Prozessierungsstandards. Die Neuberechnung soll im Herbst 2009 beginnen und bis Anfang 2010 abgeschlossen sein.

Im Vortrag werden die verschiedenen Tests und Ergebnisse für die RL05 Zeitreihe erläutert sowie die bisherigen Verbesserungen gegenüber der RL04 Zeitreihe vorgestellt.





INTERGEO[®]

Kongress und Fachmesse für Geodäsie,
Geoinformation und Landmanagement
Karlsruhe, 22. – 24. September 2009

GEODÄTISCHE WOCHE 2009

Abstract No. 2009.Session2.22

Inter-catchment correlation estimates from filtered GRACE monthly solutions

Balaji DEVARAJU, Nico SNEEUW, and Johannes RIEGGER

Geodätisches Institut, Universität Stuttgart
devaraju@gis.uni-stuttgart.de

The mass changes due to continental hydrology are well observed by the GRACE twin satellites; however the mass changes are retrieved only after certain amount of filtering. The final mass change estimates are biased towards the method of filtering. In this investigation, the inter-catchment correlation computed from filtered hydrological mass changes are analysed.



Universität Karlsruhe (TH)
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Geodätisches Institut





Case-based sensitivity analysis for different satellite gravity mission constellations

Indriði EINARSSON, Christof PETRICK

Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
indridi@gfz-potsdam.de

With the GRACE mission reaching the end of its predicted lifespan in the next few years, studies of possible follow-up missions are well underway.

We investigate the sensitivity of different possible orbit constellations w.r.t. a given geophysical signal. We use the Sumatra-Andaman and Nias earthquakes - strongly localised signals which are known to be near the accuracy limits of GRACE.

We use Kaulas linear perturbation theory to generate error characteristics for different possible orbit constellations in the form of full covariance matrices. Both the covariance matrices, as well as a model describing both earthquakes are expanded in a directional wavelet basis to get series of spatio-spectral signal-to noise ratios. Based on these, as well as comparison with GRACE data, we suggest to which extent the events would be detectable by each mission.





Attenuation and rescaling of mass change in small regions

L. FENOGLIO-MARC, R. RIETBROEK, M. BECKER, J. KUSCHE

Institute of Physical Geodesy, TU Darmstadt
fenoglio@ipg.tu-darmstadt.de

Mass change from GRACE are attenuated due to pre-processing procedures applied by the data centres and by further smoothing.

The truncation to a given degree and order significantly affects GRACE-estimated basin scale water storage change in small basins. The Gaussian and anisotropic smoothing further attenuates the GRACE-estimated basin scale water storage change.

In the Black Sea the reduction factor for the basin average is 0.68 for an expansion to degree 50 when computed for a uniform signal of amplitude 1. The Gaussian smoothing further reduces the factor to a value of 0.44.

Here we investigate the reduction effects in small regions corresponding to both the GRGS and GFZ solutions by testing various degrees of expansion and filter approaches.





INTERGEO®

Kongress und Fachmesse für Geodäsie,
Geoinformation und Landmanagement
Karlsruhe, 22. – 24. September 2009

GEODÄTISCHE WOCHE 2009

Abstract No. 2009.Session2.20

Perspektiven für die Schwerefeldbestimmung in QUEST

Jakob FLURY

Institut für Erdmessung, Leibniz Universität Hannover
flury@ife.uni-hannover.de

Im Centre for Quantum Engineering and Space-Time Research (QUEST), Hannover, wird Forschung zur Gravitation und zum Schwerefeld der Erde aus physikalischer und geodätischer Sicht zusammengeführt. In QUEST werden erd- und weltraumgestützte Sensorsysteme zur Entdeckung von Gravitationswellen entwickelt. Die Sensorik dieser Systeme weist viele Gemeinsamkeiten mit den geodätischen Schwerefeldmissionen GRACE und GOCE auf. Neue Technologien auf den Gebieten Interferometrie und drag-free Steuerung von Satelliten sollen zur Entwicklung von zukünftigen Schwerefeldmissionen genutzt werden. In diesem Zusammenhang wird an der Modellierung der Satellitendynamik auf einem neuen Genauigkeitsniveau geforscht. Weitere Themen in QUEST sind die Entwicklung von quantenoptischen Trägheits- und Schweresensoren, sowie die Nutzung hochgenauer Uhren zur Bestimmung des Schwerepotentials



Universität Karlsruhe (TH)
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Geodätisches Institut





Fluggravimetrie mit INS/GPS

Christian GERLACH, Raul DOROBANTU, Christian ACKERMANN,
Narve KJÖRSVIK, Gerd BOEDECKER

Bayerische Akademie der Wissenschaften, BEK
gerlach@bek.badw.de

Mit Hilfe der Fluggravimetrie lassen sich räumliche und spektrale Lücken im Schwerefeld füllen. Damit dient die Fluggravimetrie nicht nur der global lückenlosen Datenabdeckung, sondern auch der Kombination verschiedener boden- und satellitengestützter Beobachtungen. Im Rahmen eines GPS/INS Experiments in den Bayerischen Alpen wurden Schwerestörungen entlang einer Flugtrajektorie bestimmt. Das Experiment, sowie die bisher erstellten Ergebnisse werden präsentiert. Anhand von Kreuzungspunkten der Trajektorie wurde eine innere Genauigkeit im Bereich von 3 mGal für eine räumliche Auflösung von ca. 2 km abgeschätzt. Im Weiteren sollen neben der vertikalen Komponente auch die Qualität der horizontalen Schwerestörungskomponenten bestimmt werden und die Beobachtungen mit den im Beobachtungsgebiet dicht vorliegenden terrestrischen Daten verglichen werden.





***Optimierte Tesseroidformeln
zur Berechnung topographischer Effekte auf den Gradiententensor***

Thomas GROMBEIN, Kurt SEITZ und Bernhard HECK

Geodätisches Institut, Universität Karlsruhe (TH)
thomas.grombein@gik.uni-karlsruhe.de

Mit der im März 2009 gestarteten Satellitengradiometriemission GOCE werden zur Bestimmung des Erdschwerefelds erstmals Gravitationsgradienten in Satellitenhöhen gemessen. Durch die topographischen und isostatischen Erdmassen werden in den Gradienten hoch- und mittelfrequente Signalanteile induziert. Bisherige Untersuchungen haben gezeigt, dass diese Effekte auch in Satellitenhöhe signifikant messbar sind und dadurch eine stabile Fortsetzung der Gradienten nach unten (z. B. auf das Geoid) sowie die stochastische Modellbildung erschwert wird. Zur Glättung des Signals ist es daher sinnvoll topographische (und isostatische) Reduktionen an die gemessenen Gradienten anzubringen.

Die Bestimmung topographischer Reduktionen beruht auf der Auswertung von Funktionalen des Newton-Integrals, wobei im Fall von GOCE die zweiten Ableitungen des Gravitationspotentials (Komponenten des Marussi-Tensors) zu bilden sind. Zur numerischen Berechnung ist eine Modellierung und Diskretisierung des gestellten Problems durchzuführen. Die Topographie wird hierzu in endlich große Massenkörper unterteilt und der Gesamteffekt durch die Summe der Beiträge dieser einzelnen Massenelemente berechnet. In sphärischer Approximation eignen sich vor allem Tesseroiden (sphärische Prismen) zur Modellierung. Da die auszuwertenden Volumenintegrale für Tesseroiden analytisch nicht lösbar sind (elliptische Integrale), werden hierfür Verfahren der numerischen Integration (z. B. Taylorreihenentwicklung, Gauß-Legendre-Kubatur) oder weitere Approximationen (z. B. Punktmasse) verwendet.

Die Berechnung von topographischen Reduktionen gehört mit zu den zeitintensivsten Prozessen innerhalb der Schwerefeldmodellierung. Besonders vor dem Hintergrund der Auswertung der GOCE-Gradienten nahezu in Echtzeit stellt sich die Frage nach einer numerisch effizienten und stabilen Berechnungsmöglichkeit.

Im Gegensatz zu bisherigen Ansätzen wird in diesem Beitrag eine neue Variante vorgeschlagen, um mittels Tesseroiden möglichst effizient topographische Reduktionen von Gravitationsgradienten berechnen zu können. Die Anzahl der notwendigen Integrationsauswertungen wird hierdurch verringert, die Formelstruktur wesentlich vereinfacht, die numerische Stabilität erhöht und die benötigte Rechenzeit signifikant reduziert.

Neben den formelmäßigen Ableitungen und einer geometrischen Interpretation wird ein Vergleich zwischen den Varianten präsentiert sowie erste Ergebnisse numerischer Untersuchungen bezüglich der erreichbaren Genauigkeit in den einzelnen Komponenten des Marussi-Tensors vorgestellt.





EuroQUASAR – Vergleich von Quantensensoren mit state-of-the-art Gravimetern

Matthias KNESCHKE

Institut für Erdmessung, Leibniz Universität Hannover
kneschke@ife.uni-hannover.de

Atom-Interferometer bekommen mehr und mehr Bedeutung für multidisziplinäre Anwendungen, da sie nahezu ideale Freifall-Inertialreferenzsysteme zur Messung von Gravitationskräften mit hoher Sensitivität und Genauigkeit darstellen.

Ein internationales Forscherteam ansässig in Frankreich, Italien und in Deutschland beschäftigt sich unter Anderem mit der Entwicklung neuer Quantensensorik im Bereich der Gravimetrie.

An der Leibniz Universität Hannover wird an dieser Thematik auch im Zusammenhang mit der Exzellenzinitiative QUEST gearbeitet.

Während des Projektes kommt es zur Durchführung von vergleichenden Schweremessungen durch klassische „state-of-the-art“ Gravimetern parallel zu Registrierungen mit den neuen Sensoren. Diese Ergebnisse sind dann qualitativ und quantitativ zu analysieren. Ziel dieser Messungen ist es, mögliche geophysikalische Anwendungen für zukünftig verfügbare gravimetrische Quantensensoren abzuschätzen und Genauigkeiten sowie Vor- und Nachteile zu den bereits existierenden Gravimetern gegenüberzustellen.



***Dekorrelationsfilter und ihre Validierung am Beispiel von GOCE Messreihen***Ina KRASBUTTER, Wolf-Dieter SCHUHInstitut für Geodäsie und Geoinformation (Theoretische Geodäsie), Universität Bonn
ik@geod.uni-bonn.de

Messsensoren, die eine hohe Abtastrate besitzen, liefern häufig stark korrelierte Messreihen. Speziell bei der sequentiellen Ausgleichung erlauben diskrete Filter eine effiziente Modellierung der Korrelationen. Diese Filter können bestmöglich an die Signal- oder Residuenreihen angepasst werden, um die Messreihen zu dekorrelieren. Durch ihre Flexibilität können auch komplexe Korrelationsmuster, wie sie zum Beispiel die Gradiometermessungen von GOCE aufweisen, sehr gut modelliert werden. Die Verwendung von unterschiedlichen Filtertypen und die Kombination mehrerer Filter zu Filterkaskaden erlaubt eine schrittweise Anpassung an die Signale. Die Güte der Dekorrelation durch die Filtermodelle muss anschließend durch objektive Verfahren überprüft werden. Zur Validierung der Ergebnisse können statistische Tests, wie „Test auf Autokorrelation“ oder „Weißes Rauschen“ verwendet werden. Außerdem müssen zeitvariable Korrelationsmuster detektiert werden, worauf man mit zeitveränderlichen Filtern reagiert. In diesem Beitrag soll die Methodik der datenadaptiven Filteranpassung in Kombination mit geeigneten Validierungswerkzeugen am Beispiel von GOCE Daten diskutiert werden.





Tägliche Schwerefeldlösungen aus GRACE L1B Daten

Enrico KURTENBACH, Torsten MAYER-GÜRR, Annette EICKER

Institut für Geodäsie und Geoinformation, Universität Bonn
enrico@geod.uni-bonn.de

Different GRACE data analysis centers provide temporal variations of the Earth's gravity field as monthly, 10-day or weekly mean fields. These gravity field solutions are derived independently for each time span, i.e. no time dependent correlation between the analyzed time spans is considered. Following this procedure, an increase in temporal resolution is accompanied by a loss in accuracy. To avoid this problem, a new approach is followed, which takes into account the temporal correlations of the gravity field variations thus enabling the enhancement of the temporal resolution up to daily snapshots. The GRACE L1B data processing is performed within the framework of a Kalman filter estimation procedure, where the information about the temporal correlation patterns can be derived from geophysical models. As the temporal variations in the GRACE solutions are dominated by hydrological signal, the WaterGAP hydrological model (WGHM) was analyzed to derive the required information in terms of an empirical auto-covariance function.

First results of the Kalman filter approach are presented and compared to GFZ-RL04 monthly and weekly gravity field solutions.





Different representations of the time variable gravity field to reduce the aliasing problem in GRACE data analysis

Torsten MAYER-GÜRR, Enrico KURTENBACH

Institut für Geodäsie und Geoinformation, Universität Bonn
tmg@geod.uni-bonn.de

The satellite mission GRACE is used for the determination of the static gravity field and its temporal variations. Commonly those temporal variations are provided as a time series of monthly mean fields. It is well known those GRACE solutions are disturbed by high frequency temporal gravity field variations (aliasing problem). Several groups try to overcome this problem by increasing the sampling of the mean solutions (e.g. 10-days or weekly means). The drawback of this approach is the fact that the increased temporal resolution involves a loss in spatial resolution and accuracy.

In this talk other approaches to the modeling of the temporal gravity variations will be discussed. One alternative is the smooth representation of the temporal variations by continuous base functions such as splines. A further approach describes the process of GRACE data analysis in terms of a Kalman filter. First results will be presented.





Terrestrische Schweremessungen mit dem Absolutgravimeter A-10 in Deutschland

Jan MÜLLER, Reinhard FALK, Hartmut WZIONTEK, Herbert WILMES

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
Jan.Mueller@bkg.bund.de

In den Jahren 2006 – 2008 bot das GOCE-GRAND Projekt erstmals die Möglichkeit, durch Messungen mit dem für den Feldeinsatz entwickelten A10-Absolutgravimeter im gesamten Bundesgebiet die Schwerewerte von ca. 100 gravimetrischen Festpunkten direkt zu bestimmen. Somit konnten nicht nur Erkenntnisse über das Schwerefeld, sondern auch Erfahrungen im Umgang mit dem A10-Gravimeter gewonnen werden und es wurde eine teilweise Validierung des gravimetrischen Netzes möglich.

Im Rahmen der von der AdV beschlossenen Erneuerung des Deutschen Haupthöhennetzes DHHN92 (zwischen 2006-2011) wurde das BKG beauftragt, Absolutschweremessungen mit dem A10-Absolutgravimeter auf 100 gravimetrischen Neupunkten mit einem Punktabstand von durchschnittlich 50 bis 100km auszuführen. Um die geforderte Genauigkeit von $\pm 10\mu\text{Gal}$ erreichen zu können, werden regelmäßige Bestimmungen der Instrumenten-Standards (Laser- und Rubidiumfrequenz) gegen genauere Vergleichsstandards sowie Vergleichsmessungen auf der gravimetrischen Referenzstation des BKG in Bad Homburg durchgeführt. Dort ist der Absolutwert der Schwere durch wiederholte Messungen mit FG5-Gravimetern seit nunmehr 16 Jahren sehr präzise bestimmt, gleichfalls werden die zeitlichen Variationen des Schwerefeldes von supraleitenden Gravimetern mit höchster Genauigkeit registriert.

Es werden die Ergebnisse der Messungen im Rahmen des GOCE-GRAND Projektes sowie erste Ergebnisse der Neubestimmung der Netzpunkte des DHHN92 mittels Absolutschweremessungen mit dem A-10 vorgestellt. Dabei wird besonderes auf das oben beschriebene Messregime eingegangen, um die erreichbare Genauigkeit der Feldmessung zu illustrieren. Weiterhin soll ein Ausblick auf die Weiternutzung der Daten im Rahmen der Geoidmodellierung für Deutschland gegeben werden.





Varianzfortpflanzung von satellitengestützten Gradiometerbeobachtungen aufs Schwerefeld

Michael MURBOECK

Astronomische und Physikalische Geodäsie, TU München
murboeck@bv.tum.de

GOCE ist die erste Satellitenmission, die mit einem Gravitationsgradiometer ausgestattet ist. Mit ihm sind die zweiten Ableitungen des Gravitationspotentials direkt von einem Satelliten aus messbar.

Mit dem semi-analytischen Ansatz nach Sneeuw (2000) können die Fehler dieser Beobachtungen entlang einer nominellen Satellitenbahn auf eine Kugelfunktionsreihenentwicklung des Schwerefeldes fortgepflanzt werden. Somit besteht ein Werkzeug, mit dem die Auswirkungen solcher Gradienten auf die Schwerefeldmodellierung simuliert werden können.

Der Vortrag soll kurz die Theorie hinter dem Simulator erklären. Durch Transformation der Kugelfunktionsreihenentwicklung des Gravitationspotentials in ein bahnbegleitendes System entsteht eine zweidimensionale Fourierreihendarstellung. Somit erhält man eine Abbildung des Potentials auf die zugehörigen Koeffizienten im Bahnsystem, den so genannten lumped coefficients. Diese beschreiben eine Linearkombination von Transferfunktionen und Kugelfunktionskoeffizienten. Durch diesen Zusammenhang kann ein Ausgleichungsmodell aufgestellt werden, mit dem sich die Varianz-Kovarianz-Matrizen der Kugelfunktionskoeffizienten als Ergebnis des Simulators schätzen lassen.

Für bestimmte Gravitationstensorelemente und deren Kombinationen werden diese Kugelfunktionskoeffizientenfehler untersucht. Dabei wird eingegangen auf Auswirkungen bestimmter Bahnkonfigurationen und Annahmen zu den Beobachtungsgenauigkeiten.

Sneeuw N (2000). A semi-analytical approach to gravity field analysis from satellite observations, Deutsche Geodätische Kommission, Reihe C, Nr. 527, München.





Störbeschleunigungen an Bord der GRACE Satelliten durch Magnetic Torquers und weitere Störbeschleunigungen

Nadja PETERSEIM

Institut für Erdmessung, Leibniz Universität Hannover
nadja.peterseim@gmx.de

Die Gravity Recovery And Climate Experiment (GRACE) Mission ist vor 7 Jahren gestartet, um das Schwerefeld der Erde einschließlich seiner zeitlichen Variationen zu erfassen. Damit das Erdschwerefeld zuverlässig bestimmt werden kann, dürfen Störbeschleunigungen auf die Satelliten (z. B. Atmosphärenreibung) nicht in das Erdschwerefeldsignal eingehen. Zu diesem Zweck besitzen die beiden GRACE-Satelliten jeweils ein Akzelerometer um die Störbeschleunigungen auf den Satelliten zu bestimmen. In dieser Arbeit wird der Einfluss der Magnetic Torquers auf die Akzelerometer untersucht. Magnetic Torquers sind elektromagnetische Steuerelemente, die zur Lageregelung ein Drehmoment auf den Satelliten ausüben. Jeder Satellit besitzt drei zueinander orthogonal und parallel zu den Akzelerometerachsen angeordnete Torquers. In den Untersuchungen dieser Arbeit wird ersichtlich, dass Veränderungen des Stromflusses in den Magnetic Torquers eine Störbeschleunigung in der jeweils parallel zu dem untersuchten Torquer liegenden Akzelerometerkomponente hervorrufen. Da diese Störbeschleunigungen ($< 10\text{nm/s}^2$) sehr gering ausfallen, müssen die Akzelerometerdaten zuvor von anderen Störbeschleunigungen bereinigt werden. Für genauer werdende Schwerefeldmissionen ist es bedeutsam, alle auf den Satelliten wirkenden Störbeschleunigungen zu kennen und zu verstehen. Deshalb sollen im Rahmen dieser Arbeit die Störbeschleunigungen durch Magnetic Torquers modelliert werden und wenn möglich ihre physikalische Ursache bestimmt werden.





Sensitivity analysis of satellite gravity missions by application of the linear perturbation theory

Christof PETRICK

Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
petrick@gfz-potsdam.de

Kaula's linear orbit perturbation theory describes the variation of the Keplerian elements with respect to a variable gravity field in a linear setting. Kaula's theory has been applied on range rate changes between two satellites by Wang and Hwang (2006). Their results provide the opportunity to compute the impact of any gravity field variations on range rate measurements between a pair of GRACE-like satellites. Based on this we can evaluate the sensitivity of range rate measurements with respect to given gravity perturbations, as well as estimate a full covariance matrix. This can be done for various satellite orbits, e.g. cartwheel orbits.

Here a comparison between results of this linear perturbation approach with outcomes of real GRACE data analyses is presented. Furthermore, results of a range rate sensitivity analysis for different satellite orbits are given.





Euler-Dekonvolution

Matthias ROTH

Geodätisches Institut, Universität Stuttgart
matt.roth@web.de

Die Euler-Dekonvolution ist ein Standardwerkzeug der geophysikalischen Prospektion. Die Euler-Dekonvolution ist ein halbautomatischer Prozess, der die Interpretation von Magnetfeld-, Gravimetrie- oder Gradiometriedaten unterstützt. Sie wird eingesetzt, um aus diesen Daten den Ort der Quelle einer Störung im Magnetfeld- oder Schwerfeld zu schätzen. Dieser Ort ist bei der Prospektion gleichbedeutend mit einem potentiellen Bodenschatz.

Obwohl in der Geodäsie viel mit Gravimetrie- oder Gradiometriedaten gearbeitet wird, hat diese Methode hier bisher wenig Beachtung gefunden.

Die Untersuchungen an simulierten Daten zeigen, dass die Euler-Dekonvolution gut geeignet ist, den Ort einer Störmasse zu detektieren. Bei der Detektion mehrerer Störmassen müssen diese jedoch einen gewissen Abstand zueinander besitzen, damit die Methode zuverlässig funktioniert.

In der weiteren Untersuchung wurde die Methode auf einem realen Seegradiometrie-Datensatz angewendet, der zudem eine Genauigkeitsuntersuchung durchlief. Trotz vorhandener Messungenauigkeiten und des starken Messrauschens zeigt sich auch hier ein Nutzen der Euler-Dekonvolution.



***Entwicklung neuer Freifall-Absolutgravimeter***

Christian ROTHLEITNER, Sergiy SVITLOV, Habib MÉRIMÈCHE, Hua HU, Lijun WANG

Universität Luxemburg
christian.rothleitner@uni.lu

Zwei Freifall-Absolutgravimeter, die im Rahmen einer Dissertation am „Max-Planck-Institut für die Physik des Lichts“ in Erlangen gebaut wurden, werden vorgestellt.

Ein stationäres Gravimeter, das eine Freifalllänge von bis zu 30 cm hat, kann als Referenzsystem genutzt werden. Das zweite Gravimeter ist kompakt und portabel und ist für Feld- und Vergleichsmessungen konzipiert.

Das hier angewandte Messprinzip zur Bestimmung des absoluten Schwerewertes beruht auf der Beziehung zwischen Fallhöhe, Fallzeit und Schwerebeschleunigung. Mit Hilfe eines Michelson-Interferometers wird die Entfernungsänderung zwischen einem fallenden Objektspiegel und dem inert gelagerten Referenzspiegel gemessen. Als Längenstandard dient hier ein Helium-Neon-Laser (633 nm). Das komplette Interferenzsignal wird mittels eines ultraschnellen Analog-Digital-Wandlers, der durch eine Rubidium-Uhr stabilisiert wird, digitalisiert. Der Schwerewert wird anschließend durch eine eigens entwickelte Software ermittelt. Diese Interferenzsignal-Erfassung ist eine Besonderheit im Vergleich zu herkömmlichen Gravimetern, die üblicherweise eine analoge Erfassung der Nulldurchgänge anwenden.

Eine vollständige Messunsicherheitsanalyse wurde für beide Gravimeter ermittelt. Für das tragbare Gravimeter beträgt diese 38.8 μGal . Für das stationäre Gravimeter sind 16.6 μGal anzugeben. Hierbei wurden für das tragbare Gerät ein Standardfehler von 1.6 μGal (Messdauer von 24 Stunden) und beim stationären Gerät von 0.6 μGal (Messdauer von 1 Monat) gemessen. Dies ist mit der Auflösung der besten Absolutgravimeter weltweit vergleichbar.

Das tragbare Gravimeter nahm an einem europäischen Vergleich von Absolutgravimetern (ECAG), der 2007 in Luxemburg abgehalten wurde, teil und wurde mit dem Gravimeter des Deutschen Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie (BKG) verglichen, wobei es eine gute Übereinstimmung innerhalb der ermittelten Messunsicherheit zeigte.



***REAL GOCE: Ziele und Partner des BMBF-Verbundprojektes
zur Auswertung der GOCE-Messdaten***

Wolf-Dieter SCHUH, Boris KARGOLL

Institut für Geodäsie und Geoinformation (Theoretische Geodäsie), Universität Bonn
schuh@uni-bonn.de

Die Bestimmung der Detailstruktur des Erdschwerefeldes ist sowohl für die Erforschung von dynamischen Vorgängen im Erdsystem (Ozeanographie, Geophysik, Glaziologie und Geodäsie) als auch für die präzise Vorhersage der Bahnen erdnahe Satelliten von fundamentaler Bedeutung. Daher wurde von der europäischen Raumfahrtagentur ESA als erste Kernmission des Living Planet Programms die Satellitenmission GOCE (Gravity and steady-state Ocean Circulation Explorer) ins Leben gerufen. GOCE, der am 18. März 2009 in seine Umlaufbahn befördert wurde, soll eine Darstellung des Erdschwerefeldes in einer bisher unerreichten Genauigkeit liefern. Dabei soll z. B. das Geoid als Referenzfläche mit einer Genauigkeit von etwa 1-2 cm bei einer Auflösung von 100 km ermittelt werden. Dieses Ziel wird durch eine Kombination von Bahnbestimmung durch GPS-Satelliten (Satellite-to-Satellite Tracking (SST) im High-low modus) und der indirekten Messung der zweiten Ableitung des Gravitationspotentials (Satellite Gravity Gradiometry - SGG) in sehr niedriger Bahnhöhe von 260 km (als Low Earth Orbiter – LEO) erreicht. Im Zeitraum von 2001 bis 2007 entstanden innerhalb der Verbundprojekte GOCE Gravitationsfeld-Analyse Deutschland (GOCE-GRAND), die vom Geotechnologien-Programm des BMBF und der DFG gefördert wurden, die Hauptelemente einer maßgeschneiderten GOCE-Datenverarbeitungskette. Während GOCE-GRAND I (2001-2004) wurden insbesondere Standardverfahren für verschiedene Aufgaben hinsichtlich der Analyse, Prozessierung, Kalibration bzw. Validation von GOCE-Daten sowie deren Kombination mit GRACE-Daten implementiert. Für GOCE-GRAND II (2005-2008) standen Anpassungen der Methodik, der Algorithmen und der Softwaremodule an die endgültige Konfiguration des GOCE-Satelliten und seiner Instrumente im Vordergrund. Das Ziel des ebenfalls durch das BMBF und die DFG geförderten REAL-GOCE-Programms ist nun die vollständige Implementierung der bisher konzipierten Datenverarbeitungskette, sowie deren Anwendung auf die GOCE-Echtdaten im Rahmen einer kooperativen wissenschaftlichen Auswertung. Dieses Poster gibt einen Überblick über die wichtigsten wissenschaftlichen Ziele der REAL-GOCE Projektpartner und deren Organisationsstruktur.



***Spektrale Zerlegung und harmonische Fortsetzung
im Kontext der regionalen Quasigeoidbestimmung***Kurt SEITZ, Klaus LINDNER und Bernhard HECKGeodätisches Institut, Universität Karlsruhe (TH)
kurt.seitz@kit.edu

Zielsetzung der skalar freien geodätischen Randwertaufgabe ist die Bestimmung der physikalischen Erdoberfläche (Randfläche S) und des äußeren Schwerefeldes aus Messungen von Funktionalen des Schwerefeldes auf oder in der Nähe der Erdoberfläche. Bei der gravimetrischen Quasigeoidbestimmung werden aus Schwereanomalien Δg in der Definition nach Molodenskii Höhenanomalien ζ erhalten.

Bei der praktischen Berechnung von regionalen Quasigeoidlösungen hat sich das Konzept der *spektralen Zerlegung* durchgesetzt. Dabei werden im remove-step die Schwereanomalien um den Beitrag eines Geopotentialmodells (GPM) sowie Nahfeldeffekten aus einer residualen Topographie (RTM) reduziert. Die erhaltenen residualen Schwereanomalien werden unter Anwendung des Stokes-integrals im compute-step in residuale Höhenanomalien umgerechnet. Aus dem GPM sind die langwelligen Beiträge zur Höhenanomalie zu berechnen, während die hochfrequenten Anteile an der Höhenanomalie mittels RTM auszuwerten sind. Im abschließenden restore-step werden die entsprechenden spektralen Anteile der Höhenanomalie zusammengefügt.

Mit dem remove-Auswerteschritt gehen gedanklich Massenverlagerungen einher, wodurch konsequenter Weise auch der Aufpunkt P von der Erdoberfläche auf die sogenannte RTM-Fläche (P') verschoben werden muss. Hierbei ist zu beachten, ob sich der Aufpunkt P nach der RTM-Reduktion in freier Luft befindet oder „eingegraben“ ist. Um Randwerte eines harmonischen Außenraumpotentials zu erhalten, muss im zweiten Fall die RTM-Auswertung in P' erfolgen.

Im restore-step werden zur Berechnung der kurzwelligen RTM-Anteile an der Höhenanomalie die Massen zwischen Erdoberfläche und RTM-Fläche gedanklich resubstituiert. Auch dabei ist zu beachten, ob die Auswertung in P oder P' zu erfolgen hat.

Die residualen Höhenanomalien, welche im compute-step aus der Feldtransformation der residualen Schwereanomalien erhalten werden, beziehen sich zunächst auf die RTM-Fläche. Sie sind harmonisch auf die originäre Randfläche, in der Theorie von Molodenskii ist das die Erdoberfläche, fortzusetzen. Dabei werden zwei Varianten vorgestellt. Zum einen kann die Fortsetzung über den lokalen Gradienten des residualen Störpotentials vorgenommen werden. Zum anderen kann nach Moritz ein Fortsetzungsoperator aus den Randdaten numerisch generiert werden, mit dem die residualen Höhenanomalien harmonisch fortgesetzt werden.

Auswirkungen einer Missachtung des korrekten Auswertepunktes (P oder P') werden am Fallbeispiel einer regionalen Quasigeoidbestimmung für Baden-Württemberg aufgezeigt. Des Weiteren werden die beiden genannten Möglichkeiten zur harmonischen Fortsetzung numerisch untersucht und ihre Einflüsse auf die Quasigeoidlösung diskutiert.



***Regionales GOCE Validierungsexperiment
mit astrogeodätischen Lotabweichungen in Deutschland***

Christian VOIGT, Heiner DENKER

Institut für Erdmessung, Leibniz Universität Hannover
voigt@ife.uni-hannover.de

Von der Schwerefeldmission GOCE werden verbesserte hochauflösende globale Schwerefeldmodelle mit Genauigkeiten von 1-2 cm im Hinblick auf Geoidhöhen und 1 mgal für die Schwere bei einer Auflösung von ca. 100 km erwartet. Mit der Kombination dieser Modelle (bis Grad und Ordnung 250) mit regionalen terrestrischen Datensätzen wird eine Genauigkeit von 1 cm für das gesamte Geoidspektrum angestrebt. In diesem Zusammenhang haben entsprechend genaue und unabhängige terrestrische Datensätze eine herausragende Bedeutung.

In den Jahren 2006 bis 2008 wurde im Rahmen des Forschungsverbundvorhabens GOCE-GRAND II ein regionales Validierungs- und Kombinationsexperiment in Deutschland durchgeführt, für das u.a. im Rahmen von umfangreichen Messkampagnen etwa 300 astrogeodätische Lotabweichungen mit dem Zenitkmerasystem TZK2-D bestimmt worden sind. Die Lotabweichungsstationen waren dabei entlang eines regionalen Nord-Süd und eines West-Ost Profils in Abständen von 2,5 bis 5 km angeordnet.

Die astrogeodätischen Lotabweichungen sind vollkommen unabhängig von allen anderen Verfahren und daher besonders nützlich für verschiedene Validierungszwecke. Einerseits wurden mit Hilfe des Verfahrens des astronomischen Nivellements Differenzen von Quasigeoidhöhen berechnet und mit GPS/Nivellementsdaten sowie den gravimetrischen Quasigeoidmodellen GCG05 und EGG08 verglichen. Andererseits wurden die astrogeodätischen Lotabweichungen den aus verschiedenen globalen Geopotentialmodellen berechneten Lotabweichungen gegenübergestellt, wobei vor allem der unterschiedliche spektrale Gehalt zu berücksichtigen war.

Die durchgeführten Arbeiten und erzielten Ergebnisse werden dargestellt. Darüber hinaus erfolgt eine Qualitätsbeurteilung aller Datensätze, die Gegenstand der verschiedenen Validierungen waren. Dabei liegt der Schwerpunkt auf der Genauigkeitsbeurteilung des astronomischen Nivellements im regionalen Bereich, speziell im Hinblick auf den Abstand benachbarter Lotabweichungsstationen. Abschließend wird ein Ausblick gegeben hinsichtlich der zukünftigen Arbeiten, die innerhalb des Verbundvorhabens REAL-GOCE durchgeführt werden sollen.





Lokale Schwerefeldbestimmung mit Hilfe der Randelementemethode und radialen Basisfunktionen

Matthias WEIGELT, Wolfgang KELLER, Markus ANTONI

Geodätisches Institut, Universität Stuttgart
weigelt@gis.uni-stuttgart.de

Eine lokale Schwerefeldmodellierung wird meist mit Hilfe von Basisfunktionen mit nützlichen spektralen Eigenschaften durchgeführt. Jedoch bleiben diese Funktionen im eigentlichen Sinne immer global, auch wenn Sie außerhalb eines Gebietes rasch abklingen. Als Folge entstehen Leakage und Randeffekte. Alternativ können Basisfunktionen eingesetzt werden, die im Raumbereich streng begrenzt sind, d.h. die Oberfläche wird mit Hilfe von Blöcken, Dreiecken oder Rechtecken modelliert. Die Unbekannten der Schwerefeldmodellierung sind dabei die Oberflächendichten der Blöcken bzw. in den Ecken der sogenannten Randelementen. In diesem Beitrag werden simulierte Schwerewert mit unterschiedlichen Elementen ausgewertet und mit positionsoptimierenden radialen Basisfunktionen verglichen.





Regional case study: Comparison of various topographic-isostatic effects over eastern Asia and Europe in terms of smoothing gradiometric observations

F. WILD-PFEIFFER, J. JANÁK, B. HECK

Institute of Navigation, University of Stuttgart
wild-pfeiffer@nav.uni-stuttgart.de

In terrestrial and airborne gravity field determination the formulae for the gravitational potential and its first order derivatives have been employed, while the second order derivatives are related to the analysis of upcoming satellite gravity gradiometry missions of GOCE type. Especially there, the reduction of topographic and isostatic effects is important to produce a smooth gravity field suitable for downward continuation.

In this presentation, various isostatic models, namely the models of Airy-Heiskanen (A-H) and Pratt-Hayford (P-H), the combination of the Airy-Heiskanen model (land area) and the Pratt-Hayford model (ocean area) and the first (H1) condensation model of Helmert as well as a crust density model are analyzed for a GOCE-like satellite orbit in two selected regions: Japan and central part of Europe.

The different topographic-isostatic effects are compared with respect to the degree of smoothing the measured satellite gradiometric data. The suitability of particular reduced gradiometric data for downward continuation is investigated and the regularization of the gradiometric inverse problem is discussed.





The analysis of the gravity field recovery from CHAMP 31/2 repeat period based on the Torus method

Xinyu XU, Nico SNEEUW

Geodätisches Institut, Universität Stuttgart
xyxu@sgg.whu.edu.cn

We analyze the gravity field recovery from repeat orbit data using the lumped coefficient formulation. Lumped coefficients (LC) are obtained from 2D-Fourier analysis of the gravity function on a torus. We compare 2D LS-Fourier analysis with a 2D-FFT algorithm that was adopted for non-rectangular grid data. Results from the CHAMP 31/2 repeat period data reveal the peculiar sampling and inversion behavior.





INTERGEO®

Kongress und Fachmesse für Geodäsie,
Geoinformation und Landmanagement
Karlsruhe, 22. – 24. September 2009

GEODÄTISCHE WOCHE 2009



WISSENSCHAFTLICHES PROGRAMM

Session 3: Erdrotation und Geodynamik

CONVENER

M. THOMAS, R. DIETRICH, D. WOLF, H. SCHUH



Universität Karlsruhe (TH)
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Geodätisches Institut



***Analyse der raum-zeitlichen Variationen
simulierter ozeanischer Meereshöhenanomalien***Inga BERGMANN, Henryk DOBSLAW, Maik THOMASTechnische Universität Dresden, Studiengang Geodäsie
uni-luna@freenet.de

Die dynamischen Prozesse im Ozean haben aufgrund der hohen Wärmekapazität von Wasser einen herausragenden Einfluss auf die klimatischen Verhältnisse auf der Erde. Für die Untersuchungen der komplexen Wechselwirkungen mit der Atmosphäre und anderen klimatisch relevanten Teilsystemen wie der kontinentalen Hydrosphäre werden numerische Klimamodelle verwendet. Eine realistische Einschätzung der Resultate dieser Klimamodelle ist allerdings nur nach umfangreicher Validierung mit einer Vielzahl von unterschiedlichen Beobachtungsdaten möglich, zu der unter anderem auch geodätische Messverfahren wertvolle Beiträge liefern können. Unter Verwendung von Topex/Poseidon Altimetermessungen wurden beispielsweise von Kuragano und Kamachi (J. Geophys. Res., 2000) charakteristische Kennzahlen über die raum-zeitliche Variabilität der Meeresoberfläche veröffentlicht.

Im Rahmen einer Studienarbeit im Fachgebiet Geodäsie an der Technischen Universität Dresden waren vergleichbare Werte aus simulierten Meereshöhen des Ozeanmodells für Zirkulation und Gezeiten (OMCT) zu bestimmen und mit den altimetrie-basierten Kennzahlen zu vergleichen. Dazu waren für jeden Datenpunkt des numerischen Modellgitters Autokorrelationskoeffizienten in zwei Raum- und einer Zeitkoordinate zu berechnen. Anschließend wurde für jede dieser Punktwolken ein im Sinne der kleinsten Quadrate bestanpassendes dreiachsiges Ellipsoid bestimmt, aus dessen sechs Parametern die entsprechenden Kennzahlen zu zweidimensionalen räumlichen Korrelationslängen, zeitlicher Korrelation und Advektion von Meeresoberflächensignalen abgeleitet werden konnten.

Dargestellt werden neben einer ersten Einschätzung der Realitätstreue der vorliegenden OMCT-Simulationen vor allem die zu lösenden Probleme bei der iterativen Ausgleichung des nichtlinearen Gleichungssystems. Die Wahl des Iterationsverfahrens, der zu verwendenden Näherungswerte und das Festsetzen des Abbruchkriteriums hatten dabei entscheidenden Einfluss auf die Dauer und Anzahl der Iterationsschritte und letztlich den Erfolg der Untersuchungen.





***Eigenschwingungen der Erde
aus Beobachtungen mit dem 30-Meter Vertikalpendel in Berchtesgaden***

Mathis BLOßFELD, Michael SCHMIDT

Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, München
blossfeld@dgfi.badw.de

Nach einem Erdbeben mit einer Magnitude größer als 6,5 auf der Richter-Skala wird die Erde zu so genannten Eigenschwingungen angeregt; die daraus resultierende Verschiebung eines Messpunktes lässt sich in eine horizontale und eine vertikale Komponente aufspalten. Durch die weltweite Kombination der Messungen dieser Eigenschwingungen ist es möglich, Rückschlüsse auf physikalische Parameter im Erdinneren zu ziehen (Dichte, Elastizität, Viskosität). Grundsätzlich lassen sich die Eigenschwingungen der Erde, die durch Erdbeben angeregt werden, in spheroidale (radiale) und toroidale (horizontale) Moden aufteilen. Da mit Gravimetern nur spheroidale Eigenschwingungen gemessen werden können, betreibt das Deutsche Geodätische Forschungsinstitut (DGFI) seit einiger Zeit ein 30-Meter langes Vertikalpendel in einem stillgelegten Schacht im Salzbergwerk Berchtesgaden. Der besondere Vorteil dieses Instruments liegt darin, dass zu einer radialen Komponente der Verschiebung auch eine horizontale Komponente gemessen werden kann, da die eigentliche Messgröße des Pendels die Abweichung des Lots in Nordsüd- und Ostwestrichtung ist. Zudem zeichnet sich der Messort besonders durch seine guten geologischen und physikalischen Bedingungen aus. Als Beispiel einer Detektion von Eigenschwingungen wurde ein Messzeitraum nach dem Erdbeben vor der Küste Sumatras am 12. September 2007 gewählt. Da die Eigenschwingungen der Erde einer gedämpften Schwingung entsprechen, wurde die Analyse der Messdaten mit so genannten Wavelets durchgeführt. Der Vorteil der Wavelet-Analyse liegt darin, dass Signale mit zeitvariablen Amplituden und/oder Frequenzen untersucht werden können.





Bestimmung geophysikalischer Anregungsmechanismen der Erdrotation aus geodätischen Raumbereobachtungen

Franziska GÖTTL, Michael SCHMIDT

Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, München
goettl@dgfi.badw.de

Erdrotationschwankungen werden von Massenverlagerungen und -bewegungen im System Erde hervorgerufen. Mit Hilfe der Schwerefeldmission GRACE können Gravitationsfeldänderungen identifiziert werden, die ebenfalls von Massenverlagerungen im System Erde verursacht werden. Folglich können zeitvariable Gravitationsfeldmodelle (GFZ RL04, CSR RL04, JPL RL04, ITG-Grace03, GRGS, ...) zur Bestimmung von bestimmten Anregungsmechanismen der Erdrotation genutzt werden. Die Satellitenaltimetrie liefert genaue Informationen über Meereshöhenänderungen (AVISO, DGFI), die von Massen- und Volumenänderungen in den Ozeanen hervorgerufen werden. Da die Erdrotation lediglich von Massenverlagerungen und -bewegungen beeinflusst wird, müssen bei der Bestimmung von ozeanischen Anregungsfunktionen der Erdrotation die Altimeterbeobachtungen um die Volumenänderungen (sterischer Effekt) reduziert werden. Der sterische Effekt wird von 3-dimensionalen Temperatur- und Salzgehaltfeldern der Ozeane (WOA05, Ishii) abgeleitet. In dieser Studie werden mit Hilfe zahlreicher präziser geodätischer Raumbereobachtungen individuelle geophysikalische Beiträge zu Erdrotationsänderungen bestimmt. Es wird gezeigt, dass die Methode der kleinsten Quadrate altimetrische und/oder gravimetrische Lösungen liefert, die die Anregungsfunktionen der Polbewegung verbessern.





Dekadische Variation in den Erdorientierungsparametern: Beiträge der elektromagnetischen und topographischen Kern-Mantel-Kopplung

Jan M. HAGEDOORN, Hans GREINER-MAI, Maik THOMAS, Judit SCHNEIDER

Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
jschneider@gfz-potsdam.de

Dekadische Variationen der Erdorientierungsparameter (EOP) können nicht durch Wechselwirkungen der Geofluiden (Atmosphäre, Hydrosphäre, Ozeane) mit der Erde erklärt werden. Die elektromagnetische Kern-Mantel-Kopplung ist einer der Mechanismen, die üblicherweise zur Erklärung herangezogen wird. Hierbei wird ein Drehmoment auf den Mantel ausgeübt, das aufgrund von Lorentz-Kräften durch die im elektrisch leitfähigen Mantel induzierten Ströme und deren Wechselwirkung mit dem zeitveränderlichen Erdmagnetfeld entsteht. Jedoch beeinflusst diese Kopplung die Variation der Tageslänge (LOD) wesentlich stärker als sie zur Variation der Polbewegung beiträgt.

In unserer Untersuchung haben wir deshalb ein Modell entwickelt, das um die topographische Kern-Mantel Kopplung erweitert ist. Hierbei werden die Wechselwirkungen zwischen den Strömungen des fluiden Außenkernmaterials und der Topographie der Kern-Mantel-Grenze (KMG) berücksichtigt. Der durch die Fließbewegung verursachte dynamische Druck bewirkt ein Drehmoment auf die Topographie der KMG und somit auf den Erdmantel. Da zur Berechnung der notwendigen geomagnetischen Felder an der KMG auch das Geschwindigkeitsfeld des fluiden Außenkerns benötigt wird, können diese beiden Kopplungsmechanismen konsistent in einem Kopplungsmodell berücksichtigt werden.

Des Weiteren haben wir einen Formalismus der äquivalenten Anregungsfunktionen entwickelt, der es uns erlaubt die resultierenden Kopplungsdrehmomente in Anregungsfunktionen zu überführen, die einen direkten Vergleich mit reduzierten EOP Beobachtungen erlauben. Für die Zeitreihe von 1983 bis 1998 ist zu beobachten, dass die resultierenden äquivalenten Anregungsfunktion in der Größenordnung der EOP liegen, jedoch einige KMG Topographiemodelle zu unrealistischen Ergebnissen führen. Für eine weiterreichende Interpretation des Zeitverhaltens ist die zur Verfügung stehende Zeitreihe des zeitvariablen Erdmagnetfeldes zu kurz.





Einfluss atmosphärischer und ozeanischer Anregungsmechanismen auf die Rotation der Erde

Andrea HEIKER, Hansjörg KUTTERER

Geodätisches Institut, Leibniz Universität Hannover
heiker@gih.uni-hannover.de

Die Euler-Liouville-Gleichung beschreibt den funktionalen Zusammenhang der Erdrotationsparameter, des Trägheitstensors der Erde und den durch Atmosphäre und Ozeanen (sowie Hydrologie, Kern-Mantel-Kopplung, ...) verursachten relativen Drehimpulsen. Die Schwerefeldkoeffizienten zweiten Grades sind ebenfalls funktional von dem Trägheitstensor abhängig, so dass für drei der sechs Elemente des Trägheitstensors eine Überbestimmung besteht. Eine konsistente Integration dieser drei Datengruppen erfolgt mit Hilfe eines linearen Gauß-Markov-Modells, das auch eine Varianz-Kovarianz-Komponentenschätzung umfasst. Die relativen Drehimpulse können nicht direkt beobachtet werden und müssen aus Modellen für die Atmosphäre und den Ozean abgeleitet werden.

Vorgestellt werden die Ergebnisse der integrierten Auswertung, die bei sonst identischen Eingangsdaten auf unterschiedlichen Modellen für die atmosphärischen und ozeanischen Drehimpulse beruhen. Dabei werden die zwei Modellkombinationen NCEP/ECCO und ECMWF/OMCT betrachtet. Die Ozeanmodelle ECCO und OMCT werden durch atmosphärische Modelle NCEP bzw. ECMWF angetrieben, in die beobachtete Daten assimiliert werden. Durch die Assimilation sollen die Modelle an die Realität angepasst werden. Eine gute Übereinstimmung der relativen Drehimpulse mit den Erdrotationsparametern und den Schwerefeldkoeffizienten ist ein Indiz dafür, dass die Atmosphären- und Ozeanmodelle die Realität gut abbilden.





Mondaufbau und Lunar Laser Ranging

Franz HOFMANN, Liliane BISKUPEK, Weimin LI, Jürgen MÜLLER

Institut für Erdmessung, Leibniz Universität Hannover
hofmann@ife.uni-hannover.de

Vor 40 Jahren wurde im Rahmen der Apollo 11 Mission der erste Laserreflektor auf dem Mond installiert. Aus den Lasermessungen (LLR) zu diesem und drei weiteren Reflektoren können verschiedene Parameter im Erde-Mond-System mit einer hohen Genauigkeit bestimmt werden. Dazu gehören beispielsweise die Stationskoordinaten auf der Erde, die Reflektorkoordinaten auf dem Mond, die Bahn und Rotation des Mondes, das Gravitationsfeld des Mondes und die säkulare Gezeitenbeschleunigung. Weiterhin besteht die Möglichkeit einige Aussagen der Relativitätstheorie zu testen.

Im bisher am Institut für Erdmessung (IfE) der Leibniz Universität Hannover verwendeten Modell für den Mondaufbau wird dieser als homogener, elastischer und dissipativer Körper betrachtet. Neuere Untersuchungen weisen auf die Existenz eines flüssigen Mondkerns bzw. einer flüssigen Grenzschicht zwischen Kern und Mantel hin. Dies kann die Rotation des Mondes aufgrund von zusätzlichen Drehmomenten beeinflussen, was zu einer mit LLR beobachtbaren Distanzänderung zwischen Bodenstation und Reflektor führt.

Vorgestellt werden die Erweiterungen in der Modellierung des Mondinneren sowie die daraus resultierenden Ergebnisse für ausgewählte Mondparameter.





Modellansätze zur Inversion von Erdrotationsparametern

Stephanie KIRSCHNER, Florian SEITZ

Institut für Astronomische und Physikalische Geodäsie, TU München
stephanie.kirschner@bv.tum.de

Präzise geodätische Beobachtungen der Erdrotationsparameter stehen über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten zur Verfügung. Bisher werden diese Zeitreihen durch Vorwärtsmodellierungen interpretiert. Die Vorwärtsmodellierungen hängen von geophysikalischen Parametern (z. B. Love-zahlen) ab, die bisher noch nicht genau genug bekannt sind. Im Rahmen der Forschergruppe Erdrotation und Globale Dynamische Prozesse (FOR 584 Projekt 9) werden die präzisen geodätischen Beobachtungen verwendet, um mittels einer Inversion die geophysikalischen Parameter besser bestimmen zu können. Dabei wird die Euler-Liouville Differentialgleichung invertiert. Zuvor werden mit Hilfe einer Sensitivitätsanalyse die geophysikalischen Parameter ermittelt, die einen großen Einfluss auf die numerischen Ergebnisse haben. Auf Grund der sehr genauen geodätischen Beobachtungen erwarten wir, dass die Abschätzung der geophysikalischen Parameter über die Inversion signifikant verbessert wird.

Der Vortrag stellt das Konzept der Inversion und die eingehenden Daten vor. Die benötigten prozessierten Daten und Modelle werden von den Projektpartnern DGFI (Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut München, F. Göttl) und GIH (Geodätisches Institut, Leibniz Universität Hannover, A. Heiker) bereitgestellt.





The influence of lateral viscosity variations in the mantle on GIA induced surface motions

Volker KLEMANN, Zdenek MARTINEC, Detlef WOLF

Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
volkerk@gfz-potsdam.de

Lateral heterogeneities in the Earth's crust and mantle are demanded from seismic tomographic models, surface data and constraints derived from mantle dynamics. Nevertheless, such structural features are often neglected in GIA and only a 1D structure is assumed for the prediction of the earth's response to glacial loading as for the inversion of mantle viscosity. 1D model assumption is valid when focussing on vertical motions which are less sensitive to lateral variations in mantle structure but it is questionable for the prediction of horizontal motions. In this presentation, we discuss the consequences which arise for the deformational behaviour of the Earth's interior if we consider lateral viscosity variations. In particular, our study focusses on viscosity variations in the upper mantle including the mantle lithosphere.



***GURN (GNSS Upper Rhine Graben Network) – Stand und erste Ergebnisse***

A. KNÖPFLER, M. MAYER, F. MASSON, G. FERHAT, P. ULRICH und B. HECK

Geodätisches Institut, Universität Karlsruhe (TH)
knoepfler@gik.uka.de

Im Jahr 2008 wurde vom Institut de Physique du Globe de Strasbourg und dem Geodätischen Institut der Universität Karlsruhe (TH) eine internationale Kooperation mit dem Namen GURN (GNSS Upper Rhine Graben Network) ins Leben gerufen. Durch diese Kooperation wird das interdisziplinäre und internationale Projekt URGENT (Upper Rhine Graben Evolution and NeoTectonics) fortgeführt und erweitert. Im Rahmen von URGENT bildete der Oberrheingraben das verbindende Element für die geowissenschaftlichen Institute der so genannten EUCOR-Universitäten (Basel, Freiburg, Strasbourg, Karlsruhe), um z. B. seine Entstehung sowie das regionale Gefährdungspotenzial zu untersuchen.

Während zu Beginn des Projekts EUCOR-URGENT kaum permanent betriebene GNSS-Stationen im Bereich des Oberrheingrabens vorhanden waren, hat sich deren Zahl in den letzten Jahren stetig erhöht. Mit den aktuell vorhandenen ca. 80 GNSS-Permanentstationen verschiedener – auch kommerzieller – Betreiber (z. B. SAPOS[®], Teria) ist im Bereich des Oberrheingrabens eine Datenbasis mit ausgezeichneter räumlicher und zeitlicher Auflösung gegeben. Im Rahmen von GURN werden alle verfügbaren GNSS-Daten im Bereich des Oberrheingrabens mit dem Ziel ausgewertet, rezente Krustenbewegungen zu detektieren.

Der Vortrag gibt einen Überblick über den aktuellen Ausbau von GURN, die bisherigen Arbeiten sowie die ersten Ergebnisse und wird mit einem Ausblick schließen.





Drehimpulscomponenten ozeanischer Partialtiden aus einer Assimilation von pelagischen Daten

Judit SCHNEIDER

Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
jschneider@gfz-potsdam.de

Die Ozeane haben einen signifikanten Einfluss auf die Erdrotation. Neben der mit dem globalen Wasserkreislauf verbundenen Dynamik führen interne Bewegungsvorgänge und damit einhergehende Massenverlagerungen zu einer Änderung des Drehimpulses und nach dem Prinzip der Erhaltung des Gesamtdrehimpulses zu einer Änderung der Erdrotationsparameter.

Das ozeanische Bewegungsfeld lässt sich aufteilen in das Gezeitenfeld und in atmosphärisch angeregte Zirkulationen. Hier beschränken wir uns auf das Gezeitenfeld und berechnen dessen Drehimpulscomponenten. Um die ozeanischen Zustandsgrößen genauer darzustellen, kombinieren wir geodätische Beobachtungsdaten mit einem hydrodynamischen numerischen Modell. Als Modell wird das „Ocean Model for Circulation and Tides“ (OMCT) von Thomas (2002) verwendet, allerdings ausschließlich mit Gezeitenantrieb. Mittels eines adjungierten Verfahrens werden die Amplituden von 7 Hauptpartialtiden an einen aus pelagischen Pegeldaten gewonnenen Datensatz assimiliert. Die Co-Amplituden des assimilierten Modells weisen eine Verbesserung von bis zu 15% gegenüber der nicht-assimilierten Version auf. Die veränderten Co-Amplituden der Simulation gehen mit Massen- und Strömungsänderungen und dementsprechende Modifikationen des gezeiteninduzierten Drehimpulses einher. Die mit dem assimilierten Modell neu berechneten Anteile des Drehimpulses werden komponentenweise mit den am Special Bureau for Tides des GGFC veröffentlichten Schätzungen verglichen.



***VieVS: VLBI-Software zur Bestimmung
der Erdrotation und geodynamischer Parameter***

H. SPICAKOVA, J. BÖHM, S. ENGLISH, T. NILSSON, A. PANY, L. PLANK, K. TEKE, J. WRESNIK,
H. Schuh

Institut für Geodäsie und Geophysik, TU Wien
hana@mars.hg.tuwien.ac.at

Die VLBI-Gruppe am Institut für Geodäsie und Geophysik (TU Wien) entwickelt eine neue Software, um den gestiegenen Anforderungen an die VLBI-Datenauswertung gerecht zu werden, die in Zukunft an die geodätische VLBI, gestellt werden. Besonderes Augenmerk liegt auf der leichten Verwendbarkeit und übersichtlichen Struktur der Software. Im Unterschied zum weit verbreiteten Softwarepaket OCCAM, das als Vorlage gedient hat, ist in VieVS die Möglichkeit implementiert, eine sog. globale Lösung aus mehreren „Sessions“ (von i.d.R. jeweils 24 Stunden Dauer) zu berechnen. Damit ist es mit VieVS möglich, nach Parametern zu lösen, die für ihre Bestimmung Beobachtungsserien über einen langen Zeitraum brauchen. Das bei der Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate erhaltene Normalgleichungssystem wird auf die gesuchten Parameter reduziert. Geodynamische Parameter (wie z. B. Lovesche und Shidasche Zahlen), die zeitlich konstant bleiben, werden durch einfache Stapelung („stacking“) der Normalgleichungen bestimmt. Zur Schätzung der zeitabhängigen Parameter (wie z. B. Erdorientierungsparameter, Parameter der Stationsuhren oder troposphärische Parameter) wurde die Modellierung mit stückweise linearen Offsets eingeführt, wobei die Offsets immer zu ganzen Stunden oder ganzzahligen Teilen bzw. Vielfachen davon bestimmt werden. Dieser Ansatz ermöglicht ein rigoroses Zusammenhängen aufeinanderfolgender Sessions und erleichtert die Kombination mit anderen geodätischen Weltraumverfahren. Der Aufbau des neuen Softwarepaketes wird beschrieben und es werden erste Ergebnisse gezeigt.





INTERGEO®

Kongress und Fachmesse für Geodäsie,
Geoinformation und Landmanagement
Karlsruhe, 22. – 24. September 2009

GEODÄTISCHE WOCHE 2009



WISSENSCHAFTLICHES PROGRAMM

Session 4: Angewandte Geodäsie und GNSS

CONVENER

M. BECKER, S. SCHÖN, H. KUTTERER, W. SCHWARZ,
L. WANNINGER



Universität Karlsruhe (TH)
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Geodätisches Institut





Schätzung verbesserter Satellitenbahnen in der SAR-Interferometrie

Hermann BÄHR, Ramon HANSSEN

Geodätisches Institut, Universität Karlsruhe (TH)
baehr@gik.uni-karlsruhe.de

Mit Mitteln der SAR-Interferometrie können großräumige Bodenbewegungen flächenhaft visualisiert und quantifiziert werden. Zur Prozessierung von Interferogrammen muss der lokale Bahnbogen des Radarsatelliten genau bekannt sein. Dieser wird aus Orbitprodukten abgeleitet, die auf Grundlage geodätischer Raumverfahren und Altimeterdaten gewonnen wurden. Restfehler in der Bahnbestimmung pflanzen sich in Form langwelliger, nahezu linearer Fehlersignale in das Interferogramm fort und überlagern sich mit großräumigen Deformationssignalen, an deren Erfassung ein primäres Interesse besteht. Es wird ein Ansatz präsentiert, Orbitfehler auf Grundlage der interferometrischen Phase nach kleinsten Quadraten zu schätzen und damit die vorhandenen Bahndaten lokal zu verbessern. Zur Parametrisierung des Bahn Bogens wird ein Polynomansatz gewählt, wobei sich herausstellt, dass die Sensitivität der interferometrischen Phase nur bezüglich zweier Koeffizienten signifikant ist. Es wird gezeigt, inwiefern die Verwendung mehrerer, linear abhängiger Interferogrammkombinationen die Zuverlässigkeit der Schätzung verbessern kann.





Bootstrap analysis methods for linear model and its applications in GNSS data processing

Jianqing CAI

Geodätisches Institut, Universität Stuttgart
cai@gis.uni-stuttgart.de

As one of the modern statistical techniques since 1980s bootstrap method refers to a class of computer-intensive statistical procedures, which can often be helpful for carrying out a statistical test of a point estimate in situations where more usual statistical procedures are not valid and/or not available (e.g. the sampling distribution of a statistic is not known). For the linear model, these bootstrap methods provide inference procedures (e.g. confidence sets) that are asymptotically more accurate than those produced by the other methods. This is just the case for the validation and hypothesis tests of the float and fixed estimates of GNSS mixed models in the directional context, with the emphasis on the determination of the confidence intervals of the estimates. Here based on the review of the technological and methodological aspects of the bootstrap methods, we have successfully applied two bootstrap analysis methods for linear model, bootstrapping residuals and bootstrapping pairs, to determinate the confidence domains of the parameters of the GNSS mixed integer linear models. The selection of the bootstrap models has also per-formed according to the theoretical and numerical aspects.



***A-TOM - ein neues System zur 6DOF-Bestimmung***

Claudia DEPENTHAL

Geodätisches Institut, Universität Karlsruhe (TH)
depenthal@gik.uka.de

Die Position und Orientierung eines Objekts im Raum wird allgemein als Pose bezeichnet und durch 6 Freiheitsgrade (6DOF, Degrees Of Freedom) beschrieben. Für die Bestimmung dieser „äußeren Orientierung“ sind beispielsweise aus der Photogrammetrie passpunktbasierte Verfahren bekannt, mit denen sich unmittelbar die Orientierung des Messmittels (z. B. Kamera) bestimmen lässt. Die Nachteile der photogrammetriebasierten Verfahren werden durch ein neu entwickeltes System überwunden, das es erlaubt, die Orientierung eines beliebigen Objektes hochpräzise zu bestimmen. Ein solches Objekt kann beispielsweise auch ein (Nahbereichs-)Scanner sein, dessen Arbeitsbereich durch 6DOF-Navigation auf die zur Erfassung ausgedehnter Strukturen erforderlichen Posen erheblich erweitert wird. Deswegen ist das System als Adapter konzipiert und wird in diesem Fall zusammen mit dem Scanner zu einem Adapter zu einem Trackingfähigen Optischen Messsystem (A-TOM).

Die 6DOF Bestimmung erfolgt prinzipiell durch ein polares Messsystem in Verbindung mit A-TOM. Der Adapter A-TOM besteht aus einem kleinen motorangetriebenen Dreharm (Radius 17 cm) mit Winkelencoder. Am Armende befindet sich ein Reflektor, wodurch eine kreisförmige Trajektorie entsteht. Diese beschreibt eine Ebene, die zwei der gesuchten Orientierungsparameter und mit dem Kreismittelpunkt alle drei translatorischen Freiheitsgrade festlegt. Durch die Synchronisation zwischen dem polaren Messsystem und A-TOM gelingt unter Verwendung der Inkrementflanke des Winkelencoders als Triggersignal die Bestimmung des sechsten (letzten) Freiheitsgrades.

Das System ist für Präzisionsmessungen ausgelegt, weswegen ein Lasertracker verwendet wird. Testmessungen mit einem Leica Absolute Tracker bei unterschiedlichen Entfernungen und Drehzahlen zeigen eine hohe innere Genauigkeit, sowie eine kleine Wiederholunsicherheit des A-TOM Systems auf (20 μm für Translation und 7 μrad ... 200 μrad in Abhängigkeit von der Pose). Durch entsprechende Auswerterroutinen können die 6DOF Parameter nahezu in Echtzeit zur Verfügung gestellt werden.



***Wavelets for GPS Singularity Detection and Multipath Mitigation*****M. ELHABIBY, A. EI-GHAZOULY, N. EI-SHEIMY**Department of Geomatics Engineering, University of Calgary
mmelhabi@ucalgary.ca

GPS measurements can be modeled as true range plus other errors such as orbital and clock biases, atmospheric residual, multipath, and observation noise. Modeling is one approach to deal with some of these errors, if the characteristics of the errors are known (e.g. troposphere and ionosphere errors). Another way to deal with these errors is filtering in the frequency domain, benefiting from the fact that all these errors have different frequency spectrum components. Two errors will be detected and mitigated in this presentation using wavelets. First, the Multipath error, which is highly dependent on satellite-reflector-antenna geometry, usually causes rapid changes in phase multipath errors. The fact that multipath is different for each receiver makes it impossible to eliminate this error through differencing techniques; for this multipath is considered the major source of errors in differential GPS. Wavelets multi-resolution analysis is introduced as a tool to remove the multipath error and leave the required signal untouched. Wavelets will be used as a de-trending and de-noising technique to remove carrier phase multipath error in the measurement domain.

Second, a new wavelets implementation will be used to detect and remove Cycle slip singularities. Singularities are points of sharp variations, which indicate the local regularity of a function. A method that excels in finding and identifying these singularities is the wavelet transform, because of its capability of decomposing a signal into elementary base functions that are well localized in both time and frequency domains. Because of this property, the wavelet transform is capable of defining the local regularity of a signal. A Lipschitz exponent, also called the Hölder exponent, will be used as a measure of this regularity, which is used to estimate functions differentiability. Wavelet transform will be combined with the Lipschitz exponent to find a function singularity. This is done by computing the local maxima of the wavelet transform modulus, which is used to detect the location of singularities and compute their Lipschitz exponent.





Indoor-Georeferenzierung von 3D-Laserscans

Sebastian HORST

Geodätisches Institut, Leibniz Universität Hannover
horst@gih.uni-hannover.de

Dieser Beitrag befasst sich mit der Erweiterung bestehender Forschungsarbeiten zur direkten Georeferenzierung von statischen Laserscans um den Einsatz im Indoor-Bereich. Im Kontext einer Vernetzung geodätischer Sensoren werden dazu unterschiedliche Messkonfigurationen diskutiert. Ziel der Arbeiten ist der Übergang vom hybriden Multisensorsystem, bestehend aus Phasenvergleichs-Laserscanner und adaptierter GNSS-Antennen, zu einem integrierten drahtlosen Sensornetzwerk.

Basierend auf einer ersten Prototypstudie werden die Voraussetzungen und die Zweckdienlichkeit eines Einsatzes zielverfolgender Tachymeter konkret betrachtet. Ein auf dem Scanner adaptiertes 360°Prisma ermöglicht die Verfolgung der Rotationstrajektorie durch ein synchronisiertes Servotachymeter. Das damit festgelegte Referenzsystem ermöglicht anschließend die Verknüpfung verschiedener Scannerstandpunkte.

Zur Abschätzung der Einsatzfähigkeit zielverfolgender Tachymeter werden Simulationberechnungen mit variierenden Einflussfaktoren durchgeführt. Die Synchronisierung der einzelnen Laserprofile mit den diskreten Messungen des Servotachymeters bildet dabei das Kerngebiet der Untersuchungen. Neben internen Latenzzeiten zwischen Richtungs- und Streckenmessung des Tachymeters sind zusätzlich die durch Datenverarbeitung und Funkverbindung resultierenden Latenzzeiten zu berücksichtigen. Die Auswirkungen dieser Zeitdifferenzen sind dabei direkt abhängig von der Scanauflösung und dem Einsatzradius des Tachymeters. Zusätzlich ist der Einfluss der Streckenmessgenauigkeit unter Nutzung des 360° Prismas auf die Bestimmung der Rotationstrajektorie des Laserscanners zu untersuchen.





Zum Einfluss von Nahfeldeffekten des Unterbaus FG ANA100B

Tobias KERSTEN, Steffen SCHÖN

Institut für Erdmessung, Leibniz Universität Hannover
kersten@ife.uni-hannover.de

Für höchste Genauigkeitsansprüche sind bei Messung geodätischer Netze mit GNSS auch Nahfeldeffekte zu berücksichtigen, d.h. Veränderungen des Antennenverhaltens durch Bauteile, die sich in direkter Umgebung der Antenne befinden. Die Berücksichtigung ist sinnvoll, da der Einfluss signifikante Änderungen gerade in der Höhenkomponente hervorrufen kann. Offensichtlich wurde diese Problematik beispielsweise bei Antennenwechseln auf SAPOS Referenzstationen, wo trotz kalibrierter Antennen Koordinatensprünge von bis zu einigen Zentimetern auftraten. Bei der GNSS Kampagne zur Erneuerung des DHHN 2006-2011 wurde aus diesem Grund eine Vereinheitlichung der Antennenunterbauten vorgenommen, indem ein einheitlicher Stativkopf (Leica GST120) mit einem speziellen Dreifuss (Freiberger Dreifuss) und ein Präzisionsmaßstab FG ANA100B zur nivellitischen Antennenhöhenbestimmung verwendet wurden. Durch eine Kalibrierung der Antenne mit standardisiertem Unterbau kann der Einfluss des Nahfeldes auf die Phasenzentrumsvariationen bestimmt und die Auswirkungen auf die Lage- und Höhenkomponente abgeschätzt werden.

Am Beispiel zweier baugleicher Trimble Antennen, bereitgestellt von der LGN Hannover, und des bei der DHHN Kampagne verwendeten Stativkopfes mit Freiberger Dreifuss (SFD), wurden Nahfeldkalibrierungen nach dem Hannover'schen Verfahren durchgeführt. Im Beitrag werden verschiedene Anordnungen der Unterbauten vorgestellt, deren Kalibrierergebnisse, insbesondere deren Genauigkeiten und Reproduzierbarkeiten diskutiert, sowie Einblicke in den aktuellen Stand der Antennenkalibrierung am Institut für Erdmessung gegeben.





Vulkan-Monitoring mit GPS und bodengestütztem SAR

G. LÄUFER, R. DRESCHER, M. BECKER, C. GERSTENECKER, S. RÖDELSPERGER

Institut für Physikalische Geodäsie, TU Darmstadt
laeuer@ipg.tu-darmstadt.de

Im GEOTECHNOLOGIEN-Projekt Exupéry wird ein mobiles Vulkan-Monitoring System entwickelt, welches durch eine Multiparameter Überwachungsstrategie und die Aufzeichnung von Vorläuferphänomenen, eine korrekte Charakterisierung des vulkanischen Aktivitätszustandes ermöglichen soll. Dazu laufen die Daten verschiedenster, sowohl boden- als auch satellitengestützter Beobachtungsverfahren in einer zentralen Datenbank zusammen, werden in Echtzeit analysiert und in einem GIS visualisiert. Von zentraler Bedeutung ist hierbei eine zeitnahe Erfassung, Weiterleitung und Verarbeitung der Messdaten in einem WLAN-basierten Sensornetzwerk.

Das Institut für Physikalische Geodäsie der TU Darmstadt entwickelt innerhalb dieses Projekts einen neuen Ansatz zur bodengestützten Deformationsmessung. Dieser beruht auf der Kombination eines bodengestütztes Radargerät mit synthetischer Apertur (SAR) mit einem GPS-Netz, das aus geodätischen Zweifrequenzempfängern und preisgünstigen Einfrequenzempfängern besteht. Mit terrestrischem SAR werden an einer Flanke des Vulkans flächenhafte Deformationen mit einer Auflösung bis in den Sub-Millimeter Bereich beobachtet. Die Zweifrequenzempfänger sollen das Risiko- und Deformationsgebiet umschließen, den Referenzrahmen definieren und der Erzeugung von echtzeitnahen Atmosphärenkorrekturen für die Einfrequenzempfänger dienen. Diese werden im Risiko-gebiet eingesetzt um die Deformationen punktuell zu messen und um die Auswertung der SAR-Aufnahmen zu unterstützen. Die automatisierte Online-Auswertung aller Sensordaten kann in Intervallen von 10 Minuten aktuelle 3D-Deformationen für das überwachte Gebiet ermitteln.

Der Beitrag stellt kurz das Projekt Exupéry vor und geht anschließend auf die Instrumentierung, die Datenübertragung und die echtzeitnahe Prozessierung des GPS-Netzes ein. Außerdem werden erste Ergebnisse eines Feldeinsatzes des Systems am Vulkan Fogo auf den Azoren im Sommer 2009 präsentiert.



***Zum Monitoring von GNSS-Stationen mit unabhängigen geodätischen Methoden***Nico LINDENTHAL, Steffen SCHÖN, Hans NEUNER, Hansjörg KUTTERER, Cord-Hinrich JAHNGeodätisches Institut, Leibniz Universität Hannover
lindenthal@ife.uni-hannover.de

Im Grundsegment von globalen Satellitennavigationssystemen wie z. B. GPS und GLONASS oder auch Augmentation Systeme wie EGNOS nehmen permanente Empfangsstationen eine Schlüsselrolle ein. Des Weiteren werden Koordinatenzeitreihen der permanenten GNSS-Referenzstationen dazu verwendet, um globale Referenzrahmen wie den IGS-Rahmen zu realisieren und aufrecht zu erhalten oder leisten einen Beitrag zur Realisierung des ITRF. Schließlich bilden die Beobachtungsdaten und Koordinaten der permanenten Referenzstationen sowie deren Vernetzung die Basis für Echtzeitpositionierungsanwendungen und -dienste wie der amtliche Satelliten Positionierungsdienst (SAPOS) der Länder.

Um zuverlässige Ergebnisse gewährleisten zu können, ist eine geeignete Modellierung und Korrektur der stationsabhängigen Fehler auf GNSS-Stationen erforderlich. Die stationsspezifischen Fehler umfassen nicht nur Diffraktionseffekte, Multipath, Antennenphasenzentrumsvariationen und Antennenfeldeffekte sondern auch Bewegungen der Antenne selbst. Erfahrungsgemäß werden die Koordinaten der Referenzstationen auf unterschiedlichen zeitlichen Skalen beeinflusst. Neben Stationshebungen und -senkungen können bedingt durch natürliche oder anthropogene Prozesse jährliche Variationen und jahreszeitliche Schwankungen in den Koordinatenzeitreihen auftreten. Da die GNSS-Empfangsantennen oft auf Gebäuden installiert sind, sind auch höherfrequente Erscheinungen wie z. B. tägliche und kurzperiodische Variationen, die durch temperaturinduzierte Gebäude- und Antennenträgerbewegungen hervorgerufen werden, zu berücksichtigen, wenn eine kritische Größenordnung erreicht wird.

In dem ersten Teil in diesen Beitrag wird eine Messanordnung zum Monitoring von GNSS-Stationen mit externen geodätischen Sensoren vorgestellt, um die Größenordnung von Gebäude- und den sich daraus ergebenden Antennenbewegungen festzustellen. Hierzu wurden exemplarisch Inklinometermessungen an einer SAPOS-Referenzstation durchgeführt. Die Inklinometer wurden im Gebäude der Referenzstation und direkt am Antennenträger installiert. Da die Temperatur als maßgebliche Ursache für eventuelle Antennenbewegungen vermutet wird, ist ein Beobachtungszeitraum mit möglichst hohen Temperaturunterschieden zwischen Tag und Nacht gewählt worden, um die maximalen Variationen bestimmen zu können. Die Analyse der aufgezeichneten Daten zeigt, dass Antennenbewegungen von einigen mrad festgestellt werden können. Darüber hinaus wurde eine unabhängige GPS-Basislinienmessung durchgeführt, um mögliche Bewegungen der Referenzstation mit größeren Amplituden aufdecken zu können.

Im zweiten Teil des Beitrages beschäftigt sich mit Signalausbreitungseffekten auf Referenzstationen. Dafür wurde exemplarisch ein 3d Laserscan der näheren Stationsumgebung erstellt und die hochaufgelöste Punktwolke in das WGS84 Referenzsystem transformiert, woraus anschließend ein einfaches 3d-Modell abgeleitet wurde. Im Vergleich zu typischen 2d Abschattungsdiagrammen gibt das Modell einen anschaulicheren Eindruck der lokalen Stationsbedingungen. Des Weiteren können damit Diffraktions- und Mehrwegeeffekte identifiziert werden. In Zukunft kann dieses Modell dazu verwendet werden, kritische Satellitenkonstellationen bezüglich der GNSS-Signalqualität zu prognostizieren.



***Einfluss verschiedener Faktoren auf die zeitliche Korrelation
von GNSS-Beobachtungen***

Xiaoguang LUO, Michael MAYER, Bernhard HECK

Geodätisches Institut, Universität Karlsruhe (TH)
luo@gik.uka.de

Zur Verbesserung der stochastischen Modellbildung für Beobachtungen globaler Satelliten-navigationsysteme (GNSS) steht insbesondere die Berücksichtigung von Korrelationen zwischen den Beobachtungen im Mittelpunkt aktueller Forschungsarbeiten. Korrelationen lassen sich in mathematische und physikalische Korrelationen unterteilen, wobei die physikalischen Korrelationen weiter in räumliche und zeitliche Korrelationen untergliedert werden können. Zur Modellierung der zeitlichen Korrelationen von GNSS-Beobachtungen stellt die Schätzung analytischer Funktionen zur Repräsentation der empirischen Autokorrelationsfunktionen ein klassisches und zugleich effizient implementierbares Verfahren dar.

Unter Verwendung der Modellparameter einer einheitlichen analytischen Autokorrelationsfunktion werden in diesem Beitrag verschiedene Einflussfaktoren, wie z. B. Basislinienlänge, Mehrwegeeffekte und Wetterbedingungen auf die zeitliche Korrelationslänge von GNSS-Phasenbeobachtungen untersucht. Als Datengrundlage stehen ca. 200 Residuenzeitreihen aus GNSS-Auswertungen zweifach differenzierter 1-Hz-Beobachtungen ausgewählter Stationen des SAPOS®-Netzes im Zeitraum DOY2007: 161-181 zur Verfügung. Um die Korrelationszeit auf der Basis von empirischen Autokorrelationsfunktionen korrekt und zuverlässig bestimmen zu können, werden im Rahmen der vorgestellten Arbeit Trends durch eine iterative Mittelbildung der im Untersuchungszeitraum am stärksten korrelierenden Residuenzeitreihen epochenweise modelliert. Die statistische Verteilung der Korrelationslänge wird mit Hilfe von Hypothesentests verifiziert.

Die Ergebnisse der Fallstudie illustrieren verschiedene Ausmaße der untersuchten Einflussfaktoren auf die Korrelationslänge von GNSS-Beobachtungen. Im Vergleich zur Basislinienlänge und der vorherrschenden Wettersituation spielen Mehrwegeeffekte eine dominierende Rolle. Die Korrelationslänge nimmt mit verstärkter Mehrwegebelastung deutlich ab. Des Weiteren kann die Hypothese einer Normalverteilung für die Korrelationslänge mit den verwendeten Testverfahren bei einem Signifikanzniveau von 90% nicht verworfen werden.





Kinematische Erfassung der Auslenkung eines mobilen Teleskopkrans

Christoph NAAB, Thomas ULRICH, Claudia DEPENTHAL, Michael MAYER, Kurt SEITZ

Geodätisches Institut, Universität Karlsruhe (TH)
depenthal@gik.uni-karlsruhe.de

Bei mobilen Teleskopkränen ist das Lastmomentbegrenzungssystem ein zentrales Steuerungs- und Informationssystem, das den Arbeitsbereich des Krans überwacht und somit einen sicheren Betrieb gewährleistet.

In Zusammenarbeit mit der Firma Hirschmann Automation und Control GmbH, die im Produktbereich Baumaschinenelektronik Systeme zur Steuerung, Überwachung, Lasterfassung und Lastmomentbegrenzung für mobile Anlagen entwickelt und fertigt, wurde am Geodätischen Institut der Universität Karlsruhe (TH) im Rahmen von Studienarbeiten ein Pilotprojekt (All-Terrain-Kran vom Typ Terex Demag AC 155) zur Steigerung von Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit bei der Festlegung des Arbeitsbereichs durchgeführt.

Hierzu wurden in einer einwöchigen Messkampagne mit den zwei unabhängigen Messsystemen Tachymeter und GNSS kurzzeitstatische und kinematische Beobachtungen erfasst, ausgewertet und vergleichend zum bisher üblichen Verfahren analysiert. Die Durchführung der Messungen erforderte eine spezielle Messmimik für den Reflektor und die GNSS-Antenne am Kopf des Kranauslegers. Diese Mimik wurde so entwickelt, dass die GNSS-Antenne um die Reflektorachse kippen und sich unabhängig vom Anstellwinkel des Kranauslegers entlang des lokalen topozentrischen Zenits ausrichten kann.



***Untersuchung von Positions- und Orientierungsinformationen
abgeleitet aus kinematischen GNSS Trajektorien***

Jens-André PAFFENHOLZ, Hansjörg KUTTERER

Geodätisches Institut, Leibniz Universität Hannover
paffenholz@gih.uni-hannover.de

Zur direkten Geo-Referenzierung von statischen terrestrischen Laserscans bietet sich die Nutzung eines hybriden Sensorsystems an, welches die unmittelbare Beobachtung der Transformationsparameter – Position und Orientierung – ermöglicht. Als Minimalkonfiguration des Sensorsystems werden folgende Komponenten verwendet: ein terrestrischer Laserscanner zur Objekterfassung, GNSS zur Positions- und Orientierungsbestimmung sowie Inclinometer zur Bestimmung verbleibender Rotationsanteile. Zur Orientierungsbestimmung des Sensorsystems wird die konstante Rotation des Laserscanners um seine Stehachse genutzt. Auf Grund der Adaption einer GNSS-Antenne auf dem Laserscanner beschreibt der Antennenreferenzpunkt (ARP) eine Raumkurve; wobei die Aufzeichnung der Trajektorie des ARP an die Scandauer gekoppelt ist. Die simultane Auswertung der GNSS-Trajektorie, basierend auf bereits prozessierten GNSS-Rohdaten, und des Azimutes erfolgt in einem Extended Kalman Filteransatz.

Die GNSS Positionen sowie deren Genauigkeiten sind die Basis des kurz vorgestellten Filteransatzes zur Ableitung von Positions- und Orientierungsinformationen des terrestrischen Laserscanners. Da der Filteransatz mit bereits prozessierten GNSS-Daten arbeitet, soll in diesem Beitrag der Einfluss der GNSS-Prozessierung auf das Filterergebnis - die Position und Orientierung des Laserscanners – betrachtet werden. Gegenstand der Untersuchung ist zum Einen die Basislänge, wobei hier drei Varianten gegenübergestellt werden sollen: a) eine SAPOS-Station, b) eine lokale Referenz in unmittelbarer Umgebung und c) eine virtuelle Referenzstation. Zum Anderen soll der Einfluss der Datenaufzeichnungsrate näher untersucht werden. Hierbei gilt es die kritische Taktfrequenz für die GNSS-Aufzeichnung in Abhängigkeit der hochfrequenten Datenerfassung (> 12.5 Hz) des Laserscanners zu bestimmen, so dass eine zuverlässige Positions- und insbesondere Orientierungsinformation abgeleitet werden kann. Ebenfalls Teil der Untersuchungen ist die kritische Betrachtung des Einfluss des stochastischen Modells aus der GNSS-Auswertung im Rahmen des Filteransatzes und die daraus resultierende Genauigkeit der Positions- und Orientierungsinformation.





Detektierung und Lokalisierung der Phasenmehrwegeeinflüsse auf GNSS-Referenzstationen

Nico REUBNER, Lambert WANNINGER

Geodätisches Institut, TU Dresden
nico.reussner@tu-dresden.de

Phasenmehrwegeeinflüsse stellen einen der stärksten Fehlerquellen für die präzise Positionsbestimmung dar. Vor allem sind die häufig auf Hausdächern angebrachten Referenzstationen davon betroffen. Eine Klassifizierung der Referenzstationen hinsichtlich ihrer Phasenmehrwegebelastung ist daher von besonderer Bedeutung. Zur schnellen Interpretation der Ergebnisse werden so genannte Mehrwegeindizes verwendet.

Mehrwegeanalysen wurden nach vier verschiedenen Verfahren durchgeführt und gegenübergestellt. Als Vergleichsgrundlage dienen die Ergebnisse, welche auf der Grundlage von Doppel Differenz (DD)-Residuen eines Stationsnetzes erzeugt werden. Hierbei besteht die Schwierigkeit, erkannte Mehrwegeeinflüsse einer Station und einem Satelliten eindeutig zu zuordnen. Dieses Problem tritt bei der Auswertung von PPP (Precise Point Positioning)-Residuen nicht auf. In beiden Fällen wird auf die Residuen der ionosphären-freien Linearkombination L0 zurückgegriffen, da sie weit stärkere Mehrwegeeinflüsse aufweist als die Originalsignale. Das dritte Verfahren interpretiert die Variationen der Signal-Rausch-Verhältnis-Werte (S/N) der L1-Beobachtungen. Das vierte Verfahren beruht auf der Analyse der Codemehrwegeeinflüsse.

Als Datengrundlage für die hier beschriebenen Untersuchungen dienen die Beobachtungen der 87 Referenzstationen des US-Bundesstaates Minnesota (Mn/CORS). Die Ergebnisse lassen deutliche Unterschiede in der Phasenmehrwegebelastung in Abhängigkeit des Stationsunterbaus erkennen. Bei 60 der 87 Stationen sind die Antennen auf oder an Gebäudedächern angebracht (Typ 1). Die Antennen der restlichen Stationen befinden sich auf Betonsockeln in freier Umgebung (Typ 2). Bei Stationen vom Typ 2 treten i.A. geringere Mehrwegebeeinflüsse auf. Es konnte gezeigt werden, dass unter Verwendung der Beobachtungsgrößen Phase (Doppeldifferenz- oder PPP-Residuen) oder Signal-Rausch-Verhältnis eine sehr ähnliche Einordnung von Referenzstationen bezüglich ihrer Phasenmehrwegebeeinflussung vorgenommen werden kann. Auf der Grundlage dieser viel versprechenden Ergebnisse wird an einer weiteren Verbesserung der Analysealgorithmen gearbeitet.



***Einfluss der Refraktion auf Messungen von Oberflächenbewegungen
mit dem bodengestützten SAR IBIS-L***

Sabine RÖDELSPERGER, Matthias BECKER, Carl GERSTENECKER, Gwendolyn Läufer,
Dieter STEINECK

Institut für Physikalische Geodäsie, TU Darmstadt
roedelsperger@ipg.tu-darmstadt.de

Im Rahmen des Geotechnologien Projektes Exupéry wird ein bodengestütztes Monitoring System für Oberflächenbewegungen an Vulkanen aufgebaut. Das terrestrische Radar mit synthetischer Apertur (SAR) IBIS-L ist ein neuartiges Messinstrument zum flächenhaften Monitoring von Oberflächenbewegungen. Der Radarkopf wird dabei entlang einer 2m langen Schiene bewegt und sendet Mikrowellen im Ku-Band (17.2 GHz) aus. Alle 10 Minuten liefert die Differenz der Phasenbilder zweier Messungen ein Interferogramm aus dem die Oberflächenbewegungen mit einer Auflösung besser als 1 mm abgeleitet werden können. Die maximale Reichweite beträgt 4 km und die räumliche Auflösung 0.75 m in Blickrichtung des Radars und 4.5 mrad quer zur Blickrichtung (Azimut).

Die größte Schwierigkeit bei SAR Messungen bereitet die Trennung der Oberflächenbewegungen und der atmosphärischen Störungen. Die ersten Messungen mit IBIS-L in zwei Testgebieten sowie im Einsatzgebiet an einem Vulkan auf den Azoren zeigten, dass die Refraktion abhängig von lokalen Bedingungen und Entfernungsbereich ein Mehrfaches der Wellenlänge betragen kann. Am Beispiel von drei Messkampagnen werden verschiedene Verfahren zur Reduktion des atmosphärischen Effektes vorgestellt und im Hinblick auf Effizienz, Genauigkeit und Zuverlässigkeit verglichen.



***GIOVE-A und B Signal-, Uhren- und Orbitgenauigkeiten***

Erik SCHÖNEMANN, Tim SPRINGER, Matthias BECKER,
John DOW, Rene ZANDBERGEN, Drazen SVEHLA

Institut für Physikalische Geodäsie, Technische Universität Darmstadt
schoenemann@ipg.tu-darmstadt.de

Das aufkommende Galileo GNSS, die Modernisierung von GPS und das Wiederaufleben von GLONASS wird die Verarbeitung von GNSS-Daten deutlich beeinflussen. Die enorme Vielfalt der Signale, Frequenzen und der daraus folgenden Signalkombinationen, die hoch präzisen Satellitenuhren und eine starke Zunahme an sichtbaren Satelliten führt zu einer neuen Methodik bei der Verarbeitung der Daten.

In den letzten Jahren hat das „Navigation Support Office“ des „European Space Operation Centre“ seine Software „Navigation Package for Earth Observation Satellites“ (NAPEOS) deutlich verbessert und erweitert. Im Rahmen des IGS werden routinemäßig kombinierte GPS/Glonass Orbits und Uhren gerechnet und zur Verfügung gestellt. Die Auswertung von Beobachtungen zu GALILEO Satelliten kann sowohl mit Mikrowellen als auch mit Laser-Ranging erfolgen.

Mehr als 3½ Jahre sind seit dem Start von GIOVE-A, dem ersten „GALILEO In Orbit Validation Element“ vergangen und mehr als 1 Jahr seit dem Start von GIOVE-B. Die damit erstmals verfügbaren Signale des zukünftigen GNSS GALILEO, sowie die erste Wasserstoff-Maser-Uhr im Orbit machen die Untersuchungen zu einer höchst interessanten Aufgabe.

Wir haben alle verfügbaren GIOVE Mikrowellendaten ausgewertet und analysiert. In unserer Auswertung wurden alle drei GNSS (GIOVE A/B/GPS/Glonass) in einer Ausgleichung verarbeitet und soweit möglich identisch behandelt.

Der Vortrag zeigt die Ergebnisse der Analyse der einzelnen Signale, sowie die Genauigkeiten von Orbit und Uhren für die möglichen ionosphärenfreien Signalkombinationen. Damit werden erste Einschätzungen der mit dem zukünftigen GALILEO und den modernisierten Signalen erreichbaren Verbesserungen möglich.





***Kinematische GPS Messungen
als eine Methode zur Evaluierung eines globalen, digitalen Höhenmodells***

Jürgen SCHWEITZER, Volker SCHWIEGER, Detlev KOSMANN

Institut für Anwendungen der Geodäsie im Bauwesen, Universität Stuttgart
juergen.schweitzer@gmail.com

Im letzten Jahr wurden am Institut für Anwendungen der Geodäsie im Bauwesen (IAGB) der Universität Stuttgart verschiedenen Auswertemethoden von kinematischen GPS Messungen hinsichtlich der Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit untersucht mit dem Ziel in möglichst kurzer Zeit eine möglichst lange Strecke in einer hohen Auflösung dreidimensional zu erfassen. Die somit berechneten GPS-Punkte sollen zur Evaluierung eines digitalen Höhenmodells, das in den nächsten Jahren durch die Satellitenmission TanDEM-X erstellt werden soll, dienen. Die relative Höhengenaugigkeit des neuen Oberflächenmodells soll bei einer Auflösung von 12 m ca. 2 m betragen.

Als Ergebnis der Untersuchung wurde das Verfahren Precise Point Positioning (PPP) gewählt, mit dem man auf Grundlage von kontinuierlichen Zweifrequenz-Phasendaten eine absolute Positionsbestimmung durchführen kann, deren Genauigkeit bei kinematischen Messungen im Dezimeter Bereich liegen kann.

Als Software für die Auswertung wurde zum einen „GIPSY-OASIS (GOA II)“, ein Open Source Software Paket vom Jet Propulsion Laboratory (JPL), das lokal auf einem Red Hat Linux Betriebssystem betrieben wird und zum anderen der Online-Auswerteservice „CSRS-PPP Online Service“ der vom Natural Resources Canada (NRCan) betrieben wird, benutzt. Die Ergebnisse beider Produkte werden für das Endergebnis in der Lage sowie in der Höhe gemittelt.

Der erste Track der eine Gesamtlänge von 2000 km (Hin und zurück) hat, erstreckte sich von München bis zur Grenze von Ungarn mit der Ukraine. Die Messungen wurden mit einem PKW, der einen Zweifrequenz-Empfänger (Leica GX1230) mit sich führte, vom Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum (DFD) des Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR) durchgeführt. Hierbei wurde eine mittlere Standardabweichung von 0.49 m bei einer Verfügbarkeit von 60 % erzielt.

Weitere Tracks in China und Süd-Amerika wurden bereits ausgewertet. Tracks in Russland, Nord-Amerika, Afrika und Australien sind geplant.





GPS Interferometry using Lake Reflections

Maximilian SEMMLING, Georg BEYERLE, Ralf STOSIUS

Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
maxsem@gfz-potsdam.de

Results from a GPS interferometry experiment using a modified Javad Genesis receiver are presented. The ground based experiment was set up above a lake in the Bavarian Alps.

The modified Javad receiver measures in-phase and quad-phase components of the C/A code correlations in open-loop mode. The interference between the coherently reflected signal and a model signal, which is phase-locked to the direct signal, yields an interferometric phase. From the unwrapped phase data and ray tracing calculations altimetric height variations are derived.





From pure kinematical to reduced kinematical LEO orbit determination

Akbar SHABANLOUI, Karl Heinz ILK

Institut für Geodäsie und Geoinformation, Universität Bonn
shabanlou@uni-bonn.de

The geometrical point-wise satellite positions can be derived by GNSS analysis techniques. The different precise point positioning techniques based on GNSS observations will be designated as geometric orbit determination methods. In the geometrical determined LEO orbit, there is no connection between subsequent absolute positions, and consequently, no information about the velocity or even the acceleration (or in general kinematical information) of the satellite is available. To describe the time dependency of the motion of a satellite, it is necessary to provide a properly constructed function which consistently connects positions, velocities and accelerations.

In this investigation, a new approach is presented based on approximation parameters, which have also a clearly defined relation to the dynamical model of the satellite's motion. To realize this, the kinematical orbit is not only a continuous approximation of the orbit as it is observed by GNSS observations; it is also a solution of Newton's equation of motion of the satellite. If the kinematical parameters are determined by a best fitting process based on the observations, then we perform a pure kinematical orbit determination. If constraints based on the dynamical force function model are used then the reduced kinematical orbit of a LEO is realized. In this case, we carry out a reduced kinematical orbit determination of a specific level, depending on the strength of the dynamical restrictions. The various possibilities of the reduced kinematical orbit determination with the corresponding results of CHAMP based on GNSS observations will be presented.





Combined simulation of terrestrial laser scans and digital close range images in project planning phase

Sayyad M Naeem SHAHZAD

Geodätisches Institut, Leibniz Universität Hannover
shahzad@gih.uni-hannover.de

The combination of terrestrial laser scans and digital high resolution close range images allows us to improve accuracy. Thus a more specific inference can be achieved than by the use of only one technology. Most of the hybrid systems so far developed combine these techniques in the post processing phase without directly considering the close relationship between redundancy and accuracy and hence are not economical.

In this paper, an algorithmic approach to combine the two techniques in the project planning phase will be presented. The main idea is to use the a priori information (e.g. object geometry, estimation of system uncertainties, etc.) in an optimum way to deliver a solution that has minimum impact of uncertainties and which allows a better detection of occluded areas.

Monte-Carlo simulation has been used to simulate a 3D point cloud from a given terrestrial laser scanner position and for a particular CAD model. The point cloud is used to improve the configuration of camera positions in digital close range photogrammetry. The results of the simulation are the optimized camera positions with the complete exterior orientation parameters.



***Deformation Integrity and Hazard Monitoring for GNSS-Networks
by the Karlsruhe Approach (MONIKA)***

Peter SPOHN, Katrin FUCHS

Institut für Angewandte Forschung, HS Karlsruhe
peter.spohn@hs-karlsruhe.de

Due to a worldwide development of GNSS-Positioning services, like e.g. SAPOS, or VRSNow in Germany, these services increasingly play the role of an interdisciplinary application for accurate or highly accurate geo-referencing. Along with the positioning of their clients, providers guarantee for the accuracy of their coordinates. As a requirement, even the slightest changes of a reference station's coordinates must be detected so that the coordinates can be corrected.

The C++-based application MONIKA (GNSS-reference-station MONItoring by the KARlsruhe approach) is developed at the Institute for Applied Research (IAF) of the Karlsruhe University of Applied Sciences and is designed to solve that task. The Ordnance Survey of Baden Württemberg (LGL) is included in that research and development project. The MONIKA-approach is based on a two-step coordinate-related, multi-variate and multi-epochal deformation analysis. The basic model is a congruency testing based on the estimation and detection of reference point distortions in iterative process compared to iterative data-snooping. MONIKA can handle free and fixed ITRF-based GNSS network solutions as epoch information. Depending on the network type, the area size and the time window of the analysis, plate-rotations, datum- and S-transformations have to be taken into account. The deformation analysis comprises reference station distortions related to the congruency model as well as object point (points which are a priori set free) displacement estimations. The data-interfaces are based on RINEX and SINEX. MONIKA can also work automatically in (near) online or post processing as well as in manual mode.

Using GNSS networks as a geo-sensor network, the GNSS-reference stations can be used to solve geodynamical questions, and to enable hazard monitoring and forecasting. In this context a virtual sensor module is developed. With respect to the interface of the displacements estimation provided by MONIKA, this module contains an "Euler pole rotation rate sensor" for the estimation of the parameters of lithosphere plate rotations, and a "Tectonic fault sensor" for the parameter estimation for different dislocation models.

MONIKA application and deformation analysis results are shown at the first example of a geodetic GNSS-monitoring using the MONIKA-software in the area of SAPOS Baden-Württemberg. There displacements in a range of about 2 mm in horizontal directions could be detected significantly in several cases.





GNSS Reflectometry as tsunami detection system from space: a simulation study

Ralf STOSIUS, Achim HELM, Georg BEYERLE, Andreas HÖCHNER, Jörn LAUTERJUNG

Helmholtz Zentrum Potsdam, Deutsches Geoforschungszentrum GFZ
rstosius@gmx.de

The Sumatra Tsunami in 2004 has taken more than 200.000 lives and demonstrated the need for a tsunami early warning system for the Indian Ocean which has been developed and installed by the German Research Centre for Geosciences (GFZ) and its partners within the German Indonesian Tsunami Early Warning System (GITEWS) project until 2008. Beside of these activities research on space-borne tsunami detection concepts have been initiated. Global Navigation Satellite System Reflectometry (GNSS-R) uses signals of GPS and other GNSS that are reflected from the sea surface to measure sea surface height which can be used to search for tsunami wave signatures. In contrast to radar altimetry the GNSS-R provides a much higher spatial coverage because the ocean surface can be observed by many reflections simultaneously. When using this technique aboard small satellites in a constellation GNSS-R may be applied for tsunami detection. A simulation study analyses what kind of LEO constellation would have been the best to detect the Sumatra tsunami if such a constellation would have been available.





Genauigkeitsuntersuchungen einer Handykamera

Verena WILLERT

Geodätisches Institut, TU Darmstadt
willert@geod.tu-darmstadt.de

Im Rahmen einer Dissertation am Geodätischen Institut der TU Darmstadt wird der Einsatz von Handykameras zur Positionsbestimmung im Indoor-Bereich untersucht. Handykameras sind fast in jedem modernen Handy vorhanden und stellen somit eine neue Möglichkeit für ein low-cost-Messinstrument dar. Die Voraussetzung für eine zufriedenstellende Positionierung ist, dass die innere Orientierung der Handykamera bekannt ist und über die Messperiode möglichst stabil bleibt. Es wird ein geeignetes Kalibrierverfahren aus dem Computer-Vision-Bereich vorgestellt, mit dem anhand einer Einzelaufnahme eines dreidimensionalen Prüfkörpers die inneren Parameter einer Handykamera bestimmt werden können. Mit diesem Verfahren wurde eine Handykamera im Hinblick auf Genauigkeit und Stabilität hin untersucht. Anhand der Kalibrierergebnisse kann gezeigt werden, in wie weit sich eine Handykamera zur Positionierung eignet und welche Genauigkeiten für eine Positionsbestimmung erwartet werden können. Wenn low-cost-Kameras ausreichend kalibriert werden können, bieten sie eine interessante Option zur Positionierung im Indoor-Bereich.



***Geodynamic studies at the University of Luxembourg***

Jan WUITE, Christian ROTHLEITNER, Carmine LAMPITELLI, Tonie VAN DAM, Olivier FRANCIS

Universität Luxemburg
jan.wuite@uni.lu

The Geophysics Laboratory of the University of Luxembourg focuses on four main topics: climate variability, geodynamics, resource management and regional processes. The main objectives are the development of reliable measurement of environmental changes at all spatial and temporal scales, the assessment of the relative impact of human and natural factors in these changes, a better understanding of the relation of the various environmental changes and the evaluation of the risk they represent for mankind. The research relies mainly on the modeling and the interpretation of satellite data.

As an example, GPS is used to infer ice mass changes in Greenland. Modern geodetic techniques that measure the contemporary mass balance of the Greenland Ice Sheet, such as satellite altimetry and gravity, must be corrected for postglacial rebound (PGR). In one project we analyze data from 40 continuously operating GPS receivers placed at the edge of the Greenland Ice Sheet and combine this with absolute gravity measurements to separate changes in crustal uplift resulting from PGR and present day ice mass changes. The results of this study should contribute to better estimates of the current mass imbalance of the Greenland Ice Sheet.

In another project, we analyze the hydrological effects on gravity and correlations between gravitational variations and level of the Alzette River at the station of Walferdange, Luxembourg. The gravitational effects of water storage variations related to local precipitation events are modeled for the Walferdange Underground Laboratory for Geodynamics (WULG) in the Grand Duchy of Luxembourg. A modified mass continuity model is implemented, which uses local rainfall data as input. In absence of soil moisture and groundwater level information, the model is empirically parameterized. Model outputs are compared to gravity time series registered with the Observatory Superconducting Gravimeter CT040 located in the WULG. The model can explain 77% of the gravity residuals.

Recently the group also started a project to measure the Gravitational Constant, G . The wide spread of the values of G found in the literature, resulted in a readjustment of the CODATA recommended value. As a consequence, the value recommended in 1998 had an uncertainty that was a factor 12 higher than the value recommended in 1986. The aim of this project is to verify the CODATA value by applying a different measurement principle. The measurement will be conducted by means of a specially developed free-fall gradiometer with macroscopic test masses.





INTERGEO®

Kongress und Fachmesse für Geodäsie,
Geoinformation und Landmanagement
Karlsruhe, 22. – 24. September 2009

GEODÄTISCHE WOCHE 2009



WISSENSCHAFTLICHES PROGRAMM

Session 5: GGOS (Global Geodetic Observing System)

CONVENER

F. SEITZ, M. ROTHACHER, W. BOSCH, J. MÜLLER, B. RICHTER



Universität Karlsruhe (TH)
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Geodätisches Institut



***Kombination von Beobachtungen unterschiedlicher Raumverfahren
für die Erzeugung von VTEC-Modellen***Denise DETTMERING, Michael SCHMIDTDeutsches Geodätisches Forschungsinstitut, München
dettmering@dgfi.badw.de

Die elektromagnetischen Messungen der geodätischen Raumverfahren werden bei ihrem Weg durch die Atmosphäre von den freien Elektronen der Ionosphäre beeinflusst und können somit zur Bestimmung der dortigen Elektronendichte beitragen. Der Internationale GNSS Service (IGS) stellt seit vielen Jahren globale Karten des vertikalen Elektronengehalts (VTEC) bereit, die aus den Messungen terrestrischer GNSS-Stationen berechnet werden. Aber auch andere Raumverfahren können einen Beitrag zur Ionosphärenmodellierung leisten.

Am DGFI wurde ein Verfahren zur Berechnung multi-dimensionaler Ionosphärenmodelle aus einer Kombination verschiedener Beobachtungstypen entwickelt. Dabei wird ein gegebenes Referenzmodell um ein Korrekturmodell erweitert, welches man mathematisch durch eine Reihenentwicklung in multi-dimensionale Basisfunktionen beschreibt. Die Bestimmung der entsprechenden Reihenoeffizienten erfolgt durch eine Ausgleichung. Als Beobachtungen können neben terrestrischen GNSS-Messungen auch Okkultationsmessungen auf niedrig fliegenden Satelliten (z. B. COSMIC) und Satellitenaltimetermessungen verwendet werden. Die Kombination der unterschiedlichen Beobachtungstypen ermöglicht die Ausnutzung der Vorteile jeder einzelnen Technik und führt zu einer homogeneren Datenabdeckung als jede Einzeltechnik. Die Gewichtsbestimmung der einzelnen Verfahren erfolgt im Rahmen der Ausgleichung mit Hilfe einer Varianz-komponenten-schätzung (VCE).

In diesem Beitrag soll gezeigt werden, inwieweit Messungen von satellitengetragenen Radaraltimetern und GPS-Messungen auf niedrig fliegenden Satelliten geeignet sind, VTEC-Karten aus terrestrischen GNSS-Beobachtungen zu verbessern.





Steric sea level variations in the Mediterranean Sea from ARGO observations

Marcello PASSARO

ESPACE, TU München
m_passaro@hotmail.it

Sea level variations consist of a mass component, mainly due to the melting of ice caps and a volume component, caused by changes in temperature and salinity. In our study we focus on the latter, i.e. on the steric effect. The steric anomaly trend in the Mediterranean in recent years has been studied by means of the new ARGO observations.

First the density is derived by the equation of state from the temperature and salinity profiles, then the integral to compute the steric sea level anomaly is solved by summing the contribution of depth levels of constant density down to 400m.

Dividing the area in a grid of $3^\circ \times 4^\circ$ (latitude x longitude) it has been possible to recognize an annual cycle in the grid squares where enough measurements are provided. By a least square analysis, a linear trend has also been computed. The results are finally compared with the time series of the total sea level anomaly from the JASON altimetry mission.



***VieVs - Die neue VLBI Software aus Wien***

L. PLANK, J. BÖHM, S. ENGLISH, T. NILSSON, A. PANY, H. SPICAKOVA,
K. TEKE, J. WRESNIK, H. SCHUH

Institut für Geodäsie und Geophysik, TU Wien
lucia.plank@tuwien.ac.at

VieVs (Vienna VLBI Software) ist das am Institut für Geodäsie und Geophysik der TU Wien neu entwickelte Auswerteprogramm für VLBI (Very Long Baseline Interferometry) Daten. In der weit verbreiteten Programmiersprache Matlab wurde ein völlig neu strukturierter, modular aufgebauter Programmablauf realisiert und in eine übersichtliche und benutzerfreundliche Form gebracht. Dabei diente das VLBI Softwarepaket Occam als Richtlinie und Kontrollmöglichkeit. Entsprechend den aktuellen IERS Konventionen sind die verwendeten Korrekturmodelle für Stationskoordinaten und Erdorientierungsparameter, sowie die Modellierung der Erdorientierung im Raum erneuert und veraltete Modelle entfernt worden. Die Ergebnisse (stückweise lineare Offsets) werden in einer kleinsten Quadrate Ausgleichung ermittelt, die auch in Hinblick auf die zukünftigen Anforderungen von VLBI2010 entwickelt worden ist. Ein leicht verständlicher und erweiterbarer Quellcode, sowie eine grafische Benutzeroberfläche sollen vermehrt Studenten und Wissenschaftler ansprechen, mit der Software zu arbeiten und zur VLBI Auswertung beizutragen. Mit VieVs, das sich bereits im Testbetrieb befindet, werden Vergleiche mit dem Vorgängerprogramm Occam durchgeführt sowie die erzielten Ergebnisse den Resultaten anderer VLBI-Gruppen gegenübergestellt.

In einer Zusammenarbeit mit dem NICT (National Institute of Information and Communications Technology) in Japan soll VieVs um die Möglichkeit der Lösung mittels Phasenlaufzeit erweitert werden, und erste Schritte in Richtung Raumschiffnavigation und Weltraum-VLBI sollen gesetzt werden. Auch die vorhandene Lücke zwischen dem NICT Software-Korrektor und der VLBI Software wird beseitigt.

Die laufenden Arbeiten fließen in die neuen Richtlinien für das VLBI Datenformat ein, welche in der Arbeitsgruppe 4 „VLBI Data Structure“ des International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IVS) entwickelt werden. Die neue VLBI-Software muss auch im Zusammenhang mit GGOS, dem Global Geodetic Observing System der IAG gesehen werden, da sie die Kombination von VLBI-Daten mit jenen anderer geodätischer Weltraumverfahren (GNSS, SLR, LLR, DORIS, ...) wesentlich erleichtern wird.





Gezeiten am Patagonischen Schelf aus Multi-Missions-Altimetrie

Roman SAVCENKO, Wolfgang BOSCH

Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, München
savcenko@dgfi.badw.de

Das Gezeitenregime am Patagonischen Schelf ist sehr kompliziert. Durch die Breite des Schelfs treten Resonanzen auf, die besonders hohe Amplituden von halbtägigen Gezeiten und von zusammengesetzten Tiden wie M4 und MS4 verursachen. Untersuchungen am DGFI zeigten, dass die Gezeitenanalyse langer Zeitreihen von Altimeterdaten besonders im Flachwasser zu einer deutlichen Verbesserung globaler Gezeitenmodelle beitragen kann. Die langen Zeitreihen der Altimeterdaten weisen eine hohe Genauigkeit auf. Eine relative Kalibration mittels der Multi-Missions-Kreuzungspunktanalyse erlaubt es, die Daten unterschiedlichen Altimetermissionen wie ein virtuelles Altimetersystem zu betrachten. Es wird gezeigt, dass dies zur besseren Trennbarkeit kritischer Tiden führt und die Bestimmung sowohl linearer als auch nicht-linearer Gezeiten im Flachwasser zulässt.





The IVS on its way to the next generation VLBI system

Harald SCHUH

Institut für Geodäsie und Geophysik, TU Wien
harald.schuh@tuwien.ac.at

The International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IVS) is well on the way to fully defining a next generation VLBI system, called VLBI2010. The goals of the new system are to achieve 1-mm position accuracy over a 24-hour observing session and to carry out continuous observations, i.e. observing seven days per week, with initial results shall to be delivered within 24 hours after taking the data. These goals require a completely new technical and conceptual design of VLBI measurements. Based on extensive simulation studies, strategies have been developed by the IVS to significantly improve its product accuracy through the use of a network of small (~12-m) fast-slewing antennas, a new method for generating high precision delay measurements, and improved methods for handling biases related to system electronics, deformations of the antenna structures, and radio source structure. As of June 2009, the construction of ten new VLBI2010 sites has already been funded, which will improve the geographical distribution of geodetic VLBI sites on Earth and provide an important step towards a global VLBI2010 network.





OpenADB – eine offene Datenbasis für Multi-Missions Altimetrie

Christian SCHWATKE, Roman SAVCENKO, Wolfgang BOSCH, Denise DETTMERIG

Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, München
schwatke@dgfi.badw.de

Mit ERS-1, TOPEX/Poseidon, ERS-2, GFO, Jason-1, ENVISAT, ICESat und Jason-2 steht eine 17 jährige, zum Teil hoch redundante Zeitreihe von globalen Altimetermessungen zur Verfügung. Am DGFI werden die wichtigsten Parameter der Altimetermessungen in einem missions-unabhängigen Format verwaltet und ständig aktualisiert. Durch weitgehend einheitliche Korrekturen und eine relative Kalibrierung können alle Systeme in konsistenter Weise genutzt werden. OpenADB stellt die vollständigen Datenbestände nicht nur in sequentieller Form (MVA Struktur), sondern – nach einer Reorganisation – auch für örtliche Zeitreihenanalysen zur Verfügung (BIN Struktur). Der Nutzer kann sich registrieren und über ein Web Interface (<http://openadb.dgfi.badw.de>) Mission, Zeitraum und Interessengebiet frei wählen, um Auszüge der Daten zu erstellen. Erfahrene Nutzer werden in Kürze eigene Recordformate definieren und neue Parameter berechnen lassen können. Weitere, abgeleitete Produkte, sollen ebenfalls durch OpenADB bereit gestellt werden.





INTERGEO®

Kongress und Fachmesse für Geodäsie,
Geoinformation und Landmanagement
Karlsruhe, 22. – 24. September 2009

GEODÄTISCHE WOCHE 2009



WISSENSCHAFTLICHES PROGRAMM

Session 6: Theoretische Geodäsie

CONVENER

WD. SCHUH, M. SCHMIDT, B. HECK, W. FREEDEN, N. SNEEUW



Universität Karlsruhe (TH)
Forschungsuniversität • gegründet 1825

Geodätisches Institut





Präzise statistische Analyse von Rundungsfehlern bei inversen Problemen

Andreas ERNST, Wolf-Dieter SCHUH

Institut für Geodäsie und Geoinformation, Universität Bonn
andy@geod.uni-bonn.de

Es wird ein Verfahren vorgestellt, mit dem Rundungsfehler bei inversen geodätischen Problemstellungen analysiert werden können. Dazu wird hier die Lösung eines Gleichungssystems mit der Cholesky-Zerlegung betrachtet. Im Gegensatz zu normbasierten Abschätzungsverfahren der Form $\|N-R'R\|$, wird hier, basierend auf der stochastischen Beschreibung von Rundungsfehler nach Meissl (1979), eine Varianzfortpflanzung aller Rundungsfehler im Lösungsprozess berechnet. Mit der vollständigen Kovarianzmatrix der Rundungsfehler lassen sich numerische Instabilitäten aufdecken und deren Einfluss auf die Lösung des Gleichungssystems darstellen. Mit diesem Verfahren wird untersucht, ob profilminimierende Umordnungsverfahren bei dünnbesetzten Gleichungssystemen den Rundungsfehler reduzieren.





The EOF-based filtering of GRACE solutions – Properties and applications

Siavash IRAN POUR, Nico SNEEUW, Balaji DEVARAJU

Geodätisches Institut, Universität Stuttgart
siavash@gis.uni-stuttgart.de

So far with the noise in the GRACE gravity field solutions, particularly with the North-South stripes, several filter strategies have been proposed. These strategies have led to several families of filters, roughly characterized by the properties stochastic vs. deterministic and isotropic vs. anisotropic. One type of filter that has been shown to be very effective is based on Empirical Orthogonal Function analysis in combination with white-noise testing of the resulting time series.

In this presentation, we recast the EOF procedure into a filter equation, i.e. the filter transfer is described explicitly. This allows us to emphasize the characteristics of the EOF-based filter. Moreover, our formulation provides an easy means to propagate the GRACE fields into degree variances and spatial covariance functions, examples of which are shown too.





Genauigkeitsuntersuchungen zu datenadaptiven robusten M-Schätzern

Boris KARGOLL, Jan Martin BROCKMANN

Institut für Geodäsie und Geoinformation (Theoretische Geodäsie), Universität Bonn
bkargoll@uni-bonn.de

In diesem Beitrag wird die von Dodge und Jureckova (2000) vorgeschlagene Klasse potenziell robuster M-Schätzer besprochen, deren Verlust-, Einfluss- sowie Gewichtsfunktion Konvexkombinationen der entsprechenden Funktionen bzgl. des L1-Norm- und von Hubers M-Schätzer darstellen. Ein großer Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass der darin auftretende Gewichtsfaktor, und somit die optimale Kombination dieser beiden Schätzer, aus den Daten selbst geschätzt werden kann. Mit diesem erfolgt die Schätzung der Parameter, z. B. eines linearen Modells, mit Hilfe des Algorithmus der iterativ regewichteten kleinsten Quadrate. Zur Bestimmung des dabei zwecks Normierung der Residuen benötigten Skalenfaktors werden zwei Ansätze basierend auf Kerndichteschätzung bzw. Regressionsquantilen gegenübergestellt. Es wird gezeigt, dass datenadaptive M-Schätzer je nach Ausreissercharakteristik wesentlich geringere Varianzen besitzen als der reine L1-Norm- oder Huberschätzer. Als theoretische Grundlage dienen hierbei Ausreisserverteilungen mit skalierbaren Dichtefunktionen, wie z. B. die konvexe Mischung aus Gauss- und Laplace-Verteilung sowie die Klasse der skalierbaren Studentverteilungen. Schließlich werden die unter solchen Verteilungen analytisch herleitbaren, theoretisch erreichbaren, asymptotischen Varianzen mit denen aus Monte-Carlo-Simulationen basierend auf begrenzten, praxisrelevanten Stichprobengrößen verglichen.



***Application of Wavelet Support Vector Regression on SAR data Denoising***

Yi LIN, Shaoming ZHANG, Jianqing CAI, Nico SNEEUW

Geodätisches Institut, Universität Stuttgart
linyi@tongji.edu.cn

As a cloud-penetrating, day-night remote sensing system, Synthetic Aperture Radar (SAR) is a total correlation imaging system. There are some coherent speckle noises in SAR data, which make its application more difficult. To reduce speckle noise is very important step before applying the SAR data. Here a new filtering algorithm for SAR image is presented based on the support vector regression (SVR) and the wavelet kernel function. Firstly, we have studied the method of SVR and introduced it into SAR image filtering, which is verified to be feasible through the approximation experiment for one-dimensional complex signal. Then the SAR image is regarded as two-dimension continuous signal and filtered with wavelet support vector kernel function. The wavelet kernel is constructed by Morlet mother wavelet function. The results of experiment show that the method proposed in this paper could reduce the radar speckle noise effectively and keep the edge feature better.



***Modellierung von GNSS-Residuen mit ARMA-Prozessen
unter Verwendung verschiedener Identifikationskriterien***

Xiaoguang LUO, Michael MAYER, Bernhard HECK

Geodätisches Institut, Universität Karlsruhe (TH)
luoxia@gik.uni-karlsruhe.de

Das Akronym ARMA (AutoRegressive Moving Average) bezeichnet lineare Modelle für stationäre, zeitdiskrete stochastische Prozesse. Während ARMA-Prozesse in der Ökonometrie zur Erstellung von ökonomischen Prognosemodellen verwendet werden, kommen sie im Bereich der Geowissenschaften überwiegend bei der Modellierung von zeitabhängigen physikalischen Prozessen in Form von Zeitreihen zum Einsatz. Entscheidend für die Qualität der ARMA-Anpassung einer Zeitreihe ist die Wahl geeigneter Modellparameter. Die Vielzahl der Identifikationsansätze kann grundsätzlich in subjektive und objektive Methoden eingeteilt werden. Während die subjektiven Methoden auf statistischen Tests oder auf einer individuellen Beurteilung von Grafiken bzw. Tabellen basieren, wird bei den objektiven Methoden ein festgelegtes Entscheidungskriterium zur Identifizierung des die Daten am besten approximierenden ARMA-Modells herangezogen.

Im Rahmen dieses Beitrags werden Ergebnisse von Untersuchungen, die eine Verbesserung des stochastischen Modells von GNSS-Auswertungen zum Ziel haben, präsentiert. Insbesondere werden ARMA-Prozesse zur Modellierung von GNSS-Residuen, die aus Auswertungen zweifach differenzierter 1Hz-Phasenbeobachtungen ausgewählter Stationen des SAPOS[®]-Netzes resultieren, angewandt. Basierend auf einer repräsentativen Datengrundlage unter besonderer Berücksichtigung der Basislinienlänge, Mehrwegbelastung und vorherrschenden atmosphärischen Bedingungen werden ARMA-Modelle mit Hilfe verschiedener Identifikationskriterien, z. B. AICC (Akaike Information Criterion with small sample Correction), CIC (Combined Information Criterion), GIC (Generalized Information Criterion), an die Residuenzeitreihen angepasst. Die Ergebnisse der ARMA-Identifizierung basierend auf den oben genannten Entscheidungskriterien werden hinsichtlich verschiedener Aspekte, wie beispielsweise Ordnungsparameter, Autokorrelationsfunktion, Spektralleistungsdichte sowie Rekonstruierbarkeit der Daten mittels ARMA-Simulation, analysiert.



***Quadratische Programmierung mit Ungleichungen als Restriktionen***Lutz ROESE-KOERNER, Wolf-Dieter SCHUHInstitut für Geodäsie und Geoinformation (Theoretische Geodäsie), Universität Bonn
lutz.roese-koerner@geod.uni-bonn.de

Die in der Geodäsie weit verbreitete Minimierung der Verbesserungsquadratsumme gehört zur Klasse der konvexen Optimierungsprobleme. Für den Standardfall (Gauß-Markov-Modell) führen die Orthogonalitätsbedingungen unmittelbar auf die Normalgleichungen und somit zur direkten Lösung. Wird jedoch der Parameterraum des Modells durch Ungleichungen (z. B. Vorzeichenbeschränkungen oder beliebige lineare Restriktionen) eingeschränkt, müssen allgemeinere Verfahren der Quadratischen Programmierung zur Lösung des Optimierungsproblems eingesetzt werden. In diesem Beitrag werden verschiedene Algorithmen aus dem Bereich der Quadratischen Programmierung (und dem verwandten Bereich der Linearen Komplementaritätsprobleme) miteinander verglichen und klassifiziert. Speziell die Gegenüberstellung des Active-Set-Verfahrens und des Lemke-Algorithmus erlaubt eine Diskussion der großen Bandbreite an Lösungsverfahren. Das Active-Set-Verfahren ist eine geometrisch-orientierte Methode, bei der die Suchrichtung in jedem Schritt in einen Unterraum projiziert wird, um die Einhaltung der Restriktionen zu garantieren. Beim Lemke-Algorithmus werden die Optimalitätsbedingungen des Quadratischen Programms (die Karush-Kuhn-Tucker-Bedingungen) zunächst als Lineares Komplementaritätsproblem formuliert und dieses anschließend unter Verwendung eines Simplex-Tableaus gelöst. Das Verhalten dieser beiden sehr unterschiedlichen Zugänge, sowie der Gewinn des Einsatzes von Ungleichungen als Restriktionen wird an Hand der Schätzung von diskreten Filtern aufgezeigt. Diskrete Filter werden eingesetzt um stark korrelierte Signale, wie sie häufig bei der Verwendung von Sensoren mit einer hohen Abtastrate (z. B. bei den Messungen des GOCE Gradiometers) auftreten, zu dekorrelieren. Die Möglichkeit Ungleichungen als Restriktionen anzubringen, erlaubt hierbei eine flexiblere und stärker datenadaptive Gestaltung des Filters.



ISSN: 1612-9733
ISBN: 978-3-86644-411-9

www.uvka.de

