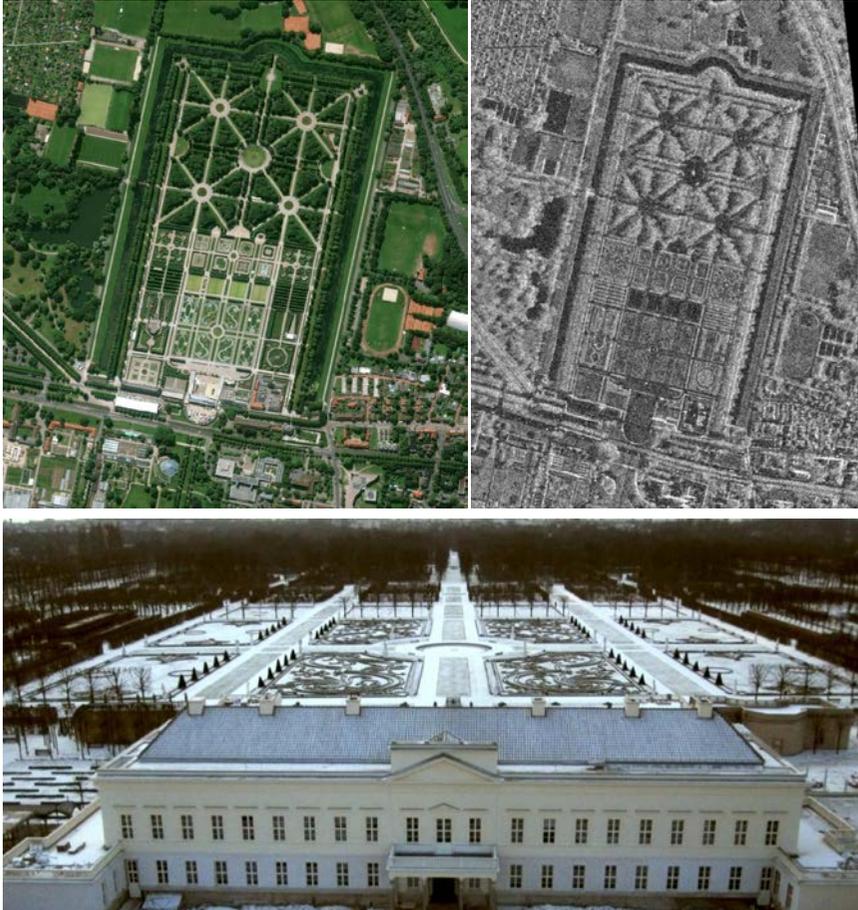


# AKTUELLES AUS DER FACHRICHTUNG 2016

März 2017

Folge 67



Schloss Herrenhausen - beobachtet aus verschiedenen Perspektiven

# Impressum

Jahresberichtsheft Nr. 67 der:  
Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik  
der Leibniz Universität Hannover

c/o Institut für Erdmessung, Leibniz Universität Hannover  
Schneiderberg 50  
30167 Hannover  
Tel.: +49/(0)511/ 762-2795

Internet: [www.foerder-geodaesie.uni-hannover.de](http://www.foerder-geodaesie.uni-hannover.de)

Schatzmeister: Herr Wilhelm Zeddies  
E-Mail: [gug.schatzmeister@gmail.com](mailto:gug.schatzmeister@gmail.com)

## Bankverbindung:

Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover  
IBAN: DE41250400660301416400  
BIC: COBADEFFXXX

**Bitte teilen Sie uns Ihre E-Mail-Adressen (auch Änderungen), sowie Adressänderungen mit, damit der Versand der jährlichen Berichtshefte gelingt und wir Sie gegebenenfalls zeitnah informieren können ([timmen@ife.uni-hannover.de](mailto:timmen@ife.uni-hannover.de)).**

## Zusammengestellt durch:

Christine Bödeker (GIH), Ulrike Hepperle (IfE, Gesamtedaktion), Tobias Kersten (IfE),  
Claudia Sander (IPI), Evelin Schramm (IKG)

## Rechtlicher Hinweis

Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle übernehmen wir keine Haftung für die Inhalte der Beiträge. Für den Inhalt der jeweiligen Beiträge sind ausschließlich die beteiligten Institute verantwortlich.  
Haftungsansprüche gegen die Gesellschaft oder die Autoren bzw. Verantwortlichen dieses Berichtsheftes für Schäden materieller oder immaterieller Art, die auf ggf. fehlerhaften oder unvollständigen Informationen und Daten beruhen, sind, soweit nicht Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit vorliegt, ausgeschlossen.

## Urheber- und Kennzeichenrecht

Alle innerhalb des Berichtshefts genannten und ggf. durch Dritte geschützten Marken- und Warenzeichen unterliegen uneingeschränkt den Bestimmungen des jeweils gültigen Kennzeichenrechts und den Besitzrechten der jeweiligen eingetragenen Eigentümer.

Allein aufgrund der bloßen Nennung ist nicht der Schluss zu ziehen, dass Markenzeichen nicht durch Rechte Dritter geschützt sind.

Das Copyright für veröffentlichte, von der Gesellschaft zur Förderung der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik selbst erstellte Beiträge bleibt allein bei der Gesellschaft. Eine Vervielfältigung oder Verwendung solcher Grafiken, Fotos und Texte in anderen elektronischen oder gedruckten Publikationen ist ohne ausdrückliche Zustimmung der Gesellschaft nicht gestattet.

# INHALT

Neues aus der Fachrichtung.....	3
Prof. Dr.-Ing. Steffen Schön bleibt in Hannover .....	3
Karin Hapke in den Ruhestand verabschiedet .....	3
Nadja Reusch neue Institutssekretärin am Geodätischen Institut .....	4
85. Geburtstag und 50. Promotionsjubiläum von Prof. em. Dr.-Ing. Wolfgang Torge .....	4
Christian Heipke neuer Präsident der ISPRS.....	5
Wieder zwei internationale Studierende unserer Fachrichtung mit dem Sonderpreis der Victor Rizkallah-Stiftung ausgezeichnet.....	6
Interaktion von Menschen und Robotern: Neues Graduiertenkolleg zu dynamischen Sensornetzen.....	7
Neues zum SFB 1128 geo-Q aus dem zweiten vollen Jahr der ersten Förderperiode .....	8
Forschungsarbeiten.....	10
Geodätisches Institut.....	10
Institut für Erdmessung .....	23
Institut für Kartographie und Geoinformatik.....	43
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation .....	47
Dissertationen .....	54
Doktorandenseminar.....	68
Organisation von Workshops und Symposien .....	69
Messen und Öffentlichkeitsarbeit .....	71
Aus dem Lehrbetrieb .....	75
Bericht des Studiendekanats .....	75
Internationales .....	80
Master - und Bachelorarbeiten.....	82
Exkursionen .....	104
Projektseminare im Studiengang Geodäsie und Geoinformatik.....	111
Praxisprojekte im Studiengang Geodäsie und Geoinformatik .....	116
Praxisprojekte im Studiengang Navigation und Umweltrobotik .....	121
Studentisches Forschungs- und Entwicklungsprojekt (IFE) .....	124
Aus der Gesellschaft .....	126
Bericht über die Mitgliederversammlung der Gesellschaft .....	126
Aufruf Walter-Großmann-Preis 2017 der Förderergesellschaft.....	132
Aufruf Bachelor-Preis 2018 der Förderergesellschaft .....	133

Richtlinien zur Förderung der Fachrichtung und der Fachschaft.....	134
Anhang - Personelles .....	135
Geodätisches Institut.....	135
Institut für Erdmessung .....	138
Institut für Kartographie und Geoinformatik.....	142
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation .....	145
Publikationen und Vorträge .....	149
Geodätisches Institut.....	149
Institut für Erdmessung .....	152
Institut für Kartographie und Geoinformatik.....	158
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation .....	160
Geodätische Kolloquien .....	163
Lehrveranstaltungen.....	164
Geodätisches Institut.....	164
Institut für Erdmessung .....	166
Institut für Kartographie und Geoinformatik.....	167
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation .....	169
Honorarprofessoren und Lehrbeauftragte der Fachrichtung .....	171

# NEUES AUS DER FACHRICHTUNG

## PROF. DR.-ING. STEFFEN SCHÖN BLEIBT IN HANNOVER



Prof. Dr.-Ing Steffen Schön hat den Ruf an die Universität Stuttgart (Nachfolge Prof. Kleusberg) abgelehnt. Das Kollegium und die Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik freuen sich auf viele weitere erfolgreiche Kooperationen und gemeinsame Projekte.

## KARIN HAPKE IN DEN RUHESTAND VERABSCHIEDET



Als langjährige Mitarbeiterin und Institutssekretärin verließ am 31. März 2016 Karin Hapke das Geodätische Institut. Mit Frau Hapke verabschiedet sich eine Persönlichkeit in den Ruhestand, die damit ca. 20 Jahre ihrer Arbeitszeit der Leibniz Universität Hannover gewidmet hat.

Sie hat in ihrer Zeit am Geodätischen Institut mit den Professoren Pelzer (bis 2004), Kötter (2000-2003) und Kutterer (2004-2011) sowie Voß (ab 2006) und Neumann (ab 2012) zusammengearbeitet. Im Jahr 2009 stieg sie in das Alterteilzeitmodell ein, was jetzt zum 01.04.2016 in die Freistellungsphase mündet.

Zu ihren Tätigkeiten gehörten das Controlling und die Mittelverwaltung für das gesamte Institut. Einen weiteren Schwerpunkt nahm die Betreuung von Personaleinstellungen und Hiwiverträgen ein. Des Weiteren hat sie an vielen Baumaßnahmen in der Planung, Beaufsichtigung und Koordination am Institut zentral mitgewirkt und so wesentlich zu dem heutigen Aussehen der Räumlichkeiten des Geodätischen Institutes beigetragen. Auch sei hier ihr besonderes Geschick bei der Planung und Durchführung von Tagungen, Workshops, Seminaren und anderen Veranstaltungen besonders erwähnt.

Karin Hapke war für viele Jahre die gute Seele am Geodätischen Institut und hat neben ihrer wertvollen und hervorragenden Arbeit für das Institut bspw. viele Betriebsausflüge und Weihnachtsfeiern verantwortlich organisiert. Sie hatte für alle Kollegen und Studierenden immer ein offenes Ohr. Gerade die internationalen Gäste und Studierenden am Institut bekamen von ihr viele Ratschläge und Hilfen gestellt.

Über die Tätigkeiten am Geodätischen Institut hinaus war sie als Prüferin bei der Industrie- und Handelskammer engagiert und hat zahlreiche

hilfreiche Weiterbildungskurse für die Weiterentwicklung des Institutes und ihren Tätigkeiten besucht. Darüber hinaus war Sie als Lehrerin für Maschinenschreiben (1983) und Bürotechnik (1991) aktiv.

Mit Karin Hapke verlässt eine Persönlichkeit das Institut, die wir sowohl dank ihrer menschlichen Art als auch ihren fachlichen Könnens sehr geschätzt haben. Das GIH und die gesamte Fachrichtung danken Karin Hapke sehr herzlich für die langjährige und kollegiale Mitwirkung am Erfolg des Instituts. Nicht zuletzt wird uns das erfreuliche Fest zu ihrem Ausstand auf dem Messdach gerne in Erinnerung bleiben. Für die Zukunft wünschen wir ihr von Herzen alles Gute, Gesundheit sowie Zufriedenheit und hoffen, dass sie weiterhin engen Kontakt in die Fachrichtung und zum Institut hält und ihre Freizeit genießt.

### NADJA REUSCH NEUE INSTITUTSSEKRETÄRIN AM GEODÄTISCHEN INSTITUT



Ab dem 01.04.2016 hat Dipl.-Geol. Nadja Reusch endgültig die Nachfolge von Karin Hapke am Geodätischen Institut mit einer  $\frac{3}{4}$ -Stelle angetreten. Sie teilt sich die Aufgaben dabei mit Christine Bödeker, die zusätzlich zu ihrem Halbtagsjob für das Studiendekanat der Fachrichtung zu einem  $\frac{1}{4}$  die Aufgaben im Sekretariat bekleidet. Bereits vom 15.11.2015 bis 31.03.2016 hat Nadja Reusch gemeinsam mit Karin Hapke die Aufgaben am Sekretariat wahrgenommen und konnte sich so hervorragend in das Aufgabenfeld einarbeiten. Mit ihren Kenntnissen und Erfahrungen im Bereich der Planung und Organisation größerer Veranstaltungen, z. B. bei der Messe Hannover, und ihr großes Geschick beim persönlichen Umgang mit Kollegen und Studierenden ist sie die perfekte Besetzung am Institut. Wir freuen uns auf eine langjährige gemeinsame Zusammenarbeit!

### 85. GEBURTSTAG UND 50. PROMOTIONSJUBILÄUM VON PROF. EM. DR.-ING. WOLFGANG TORGE

Anlässlich des 85. Geburtstages und des 50. Promotionsjubiläums von Prof. em. Dr.-Ing. Wolfgang Torge fand am 07.06.2016 im Rahmen des Geodätischen Kolloquiums der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik an der Leibniz Universität Hannover eine Festveranstaltung statt.

Wolfgang Torge wurde am 04.06.1931 in Laubusch, Schlesien, geboren. Von 1951 bis 1955 studierte er Vermessungswesen an der Technischen Universität Hannover. Nach Stationen u.a. bei der Landesvermessung Niedersachsen und einem Projekt zum Aufbau eines Katasters in Zentralamerika wurde Wolfgang Torge am 04.02.1966 an der damaligen TH Hannover zum Dr.-Ing. promoviert. Ab 1969, bis zu seiner Emeritierung 1996, war er dort Professor am Institut für Erdmessung, und hat mit seinen wissenschaftlichen Arbeiten in der physikalischen Geodäsie und seinen Lehrbüchern die Forschung und Lehre im Bereich der Geodäsie national und international entscheidend mitgestaltet; darüber wurde in der zfv mehrfach berichtet (siehe z.B. zfv 4/2006 und 4/2011). Seine Bücher zur

„Geodäsie“ und „Gravimetrie“ sind in mehreren Auflagen und in vielen verschiedenen Sprachen erschienen.

In Anerkennung seiner Leistungen und aus Anlass der 50. Wiederkehr des



**PROF. EM. DR.-ING. WOLFGANG TORGE MIT DEM DEKAN PROF. DR.-ING. WINRICH VOß NACH DER ÜBERREICHUNG DER ERNEUERTEN PROMOTIONS-URKUNDE**

Tages der mündlichen Prüfung hat die Leibniz Universität Hannover durch die Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie den Grad des Doktor-Ingenieurs von Prof. em. Dr.-Ing. Wolfgang Torge erneuert. Nach einer kurzen Laudatio überreichte der Dekan der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie Prof. Dr.-Ing. Winrich Voß die erneuerte Promotionsurkunde. Es folgte ein Grußwort des IAG-Generalsekretärs Hon.-Prof. Dr.-Ing. Hermann Drewes, der Torges Leistung in der internationalen Geodäsie hervorhob.

Anschließend hielt Prof. Dr. James Faller vom JILA (University of Colorado, USA) den Festvortrag mit dem Titel „The 350-year history of measuring gravity and the 50-year history of Lunar Laser Ranging“. Er gab einen Überblick der Entwicklung zur Bestimmung der Schwere  $g$  sowie der Gravitationskonstanten  $G$  und spannte den Bogen vom Hauptforschungsgebiet von

Wolfgang Torge, der Gravimetrie, bis hin zur Entfernungsmessung zum Mond – eines der Forschungsgebiete seines Nachfolgers Jürgen Müller.

Nach dem Festkolloquium gab es für viele ehemalige Kollegen und Wegbegleiter die Gelegenheit, sich bei ‚Bier und Brezeln‘ mit dem Jubilar an alte Zeiten zu erinnern. Bei einem abschließenden Abendessen ließ Wolfgang Torge seinen Ehrentag ausklingen.

Wir bedanken uns bei Prof. em. Dr.-Ing. Wolfgang Torge, dass er dem Institut für Erdmessung weiterhin mit Rat zur Verfügung steht und wünschen ihm für die kommenden Jahre alles Gute.

## CHRISTIAN HEIPKE NEUER PRÄSIDENT DER ISPRS

Während des XXIII ISPRS Kongresses der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung (ISPRS), der im Juli 2016 in Prag stattfand, wurde der bisherige Generalsekretär Prof. Christian Heipke, Leiter des Instituts für Photogrammetrie und GeoInformation (IPI) der Leibniz Universität Hannover, für die nächsten vier Jahre zum Präsidenten der Gesellschaft gewählt. Damit geht das Amt nach 28 Jahren erstmals wieder nach Deutschland. Der letzte deutsche Präsident war Prof. Gottfried Konecny, der auch Vorgänger von Prof. Heipke am IPI ist.

Die 1910 gegründete ISPRS ist eine internationale wissenschaftliche Organisation mit ca. 200 nationalen Mitgliedsgesellschaften und Firmen, die die weltweite Zusammenarbeit in Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation initiiert und unter dem Logo "Information from Imagery" unterstützt.



**DIE PRÄSIDENTEN DER ISPRS V.L.: GOTTFRIED KONECNY (DEUTSCHLAND), SHUNJI MURAI (JAPAN), LARRY FRITZ (USA), JOHN TRINDER (AUSTRALIEN), IAN DOWMAN (GROßBRITANNIEN), ORHAN ALTAN (TÜRKEI) CHEN JUN (CHINA), CHRISTIAN HEIPKE (DEUTSCHLAND)**

## WIEDER ZWEI INTERNATIONALE STUDIERENDE UNSERER FACHRICHTUNG MIT DEM SONDERPREIS DER VICTOR RIZKALLAH-STIFTUNG AUSGEZEICHNET



**VON LINKS: PROF. HEIPKE, FRAU B.Sc. ICKING, HERR M.Sc. HAMM, PROF. RIZKALLAH**

Auch 2016 hat die Victor Rizkallah-Stiftung Sonderpreise für die besten internationalen Studierenden ausgelobt, je einen für den Bachelor- und die Masterstudiengänge der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik. Damit würdigt die Stiftung die oft erheblichen zusätzlichen Anstrengungen, die diese Gruppe Studierender bewältigen muss, um das Studium erfolgreich abzuschließen.

Für das Jahr 2016 wurden Frau B.Sc. Lucy Icking und Herr M.Sc. Johann Hamm ausgezeichnet. Die Preise wurden im Beisein des Stifters und ehemaligen Hochschullehrers der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie, Prof. Victor Rizkallah, der Vizepräsidentin für Internationales, Frau Prof. Sester sowie des Dekans unserer Fakultät, Prof. Winrich Voß am 10.01.2017 im Rahmen des Geodätischen Kolloquiums verliehen.

## INTERAKTION VON MENSCHEN UND ROBOTERN: NEUES GRADUIERTENKOLLEG ZU DYNAMISCHEN SENSORNETZEN

Großer Erfolg für die Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie der Leibniz Universität Hannover: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Bereiches Geodäsie und Geoinformatik haben ein neues Graduiertenkolleg bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) eingeworben. Ab Oktober 2016 wird das Kolleg „Integrität und Kollaboration in dynamischen Sensornetzen“ mit mehr als vier Millionen Euro gefördert. Die Graduiertenkollegs werden von der DFG zur Stärkung des wissenschaftlichen Nachwuchses in Deutschland eingerichtet. Sie bieten Doktorandinnen und Doktoranden durch die Finanzierung ihrer Stellen die Möglichkeit, in einem strukturierten Forschungs- und Qualifizierungsprogramm auf hohem fachlichen Niveau zu promovieren. Die Förderung läuft zunächst über viereinhalb Jahre, kann aber verlängert werden.



**ANTRAGSSTELLER DES GRK 2159 (V.L.N.R.) DR.-ING. HAMZA ALKHATIB (GIH), PROF. FRANZ ROTTENSTEINER (IPI), PROF. MONIKA SESTER (IKG), PROF. INGO NEUMANN (GIH), PROF. CLAUS BRENNER (CO-SPRECHER, IKG), PROF. BERNARDO WAGNER (ISE, FAKULTÄT ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIK), PROF. STEFFEN SCHÖN (SPRECHER, IFE), PROF. CHRISTIAN HEIPKE (IPI), DR.-ING. JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ (GIH).**

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Kollegs werden methodische Grundlagen sowie die Bereitstellung von Integritäts- und Kollaborationskonzepten für dynamische Sensornetze in Verbindung mit digitalen Karten erarbeiten. Kollaborative Sensornetze, die Integrität garantieren, werden zukünftig nicht nur Kernbestandteil automatisierter oder autonomer Fahrzeuge sein, sondern auch in der flexiblen Fabrikautomatisierung (Industrie 4.0), im Agrarbereich, im Bauwesen und in der Haushaltsrobotik Einzug halten. Diese Gruppen von beweglichen, kommunizierenden Sensoren müssen insbesondere die Integrität ihrer Navigationsinformation gewährleisten, um ihr Umfeld nicht zu gefährden. Die methodischen Forschungen des Kollegs werden im Sinne eines

anwendungsübergreifenden „Baukastens“ verfügbar gemacht. „Dies ist eine wesentliche Vorbedingung für die Erschließung neuer Anwendungsfelder und die Realisierung kostensensitiver Applikationen, etwa im Bereich des assistierten und automatisierten Fahrens“, sagt Co-Sprecher Claus Brenner.

Das Graduiertenkolleg bietet 9 Kollegiaten durch die Finanzierung ihrer Stellen die Möglichkeit, in einem strukturierten Forschungs- und Qualifizierungsprogramm auf hohem fachlichem Niveau zu promovieren. „Das strukturierte Qualifizierungs- und Betreuungskonzept des Kollegs bietet den Promovierenden hervorragende Möglichkeiten, sich zügig für diesen nationalen und internationalen, akademischen wie nicht-akademischen Arbeitsmarkt zu qualifizieren“, sagt Sprecher Prof. Steffen Schön.

Weitere Informationen sind auf den Seiten des Graduiertenkollegs unter [www.icsens.uni-hannover.de](http://www.icsens.uni-hannover.de) zu finden.

## NEUES ZUM SFB 1128 GEO-Q AUS DEM ZWEITEN VOLLEN JAHR DER ERSTEN FÖRDERPERIODE

Alle 18 wissenschaftlichen Teilprojekte des SFB (siehe den Bericht des Vorjahres) machen gute Fortschritte. Die Teilprojekte sind den folgenden 6 Projektgruppen zugeordnet:

- Atomare Schweresensoren (Koordination Prof. E. Rasel, Institut für Quantenoptik (IQ)),
- Optische Atomuhren in Netzwerken (Prof. P. Schmidt, IQ/PTB),
- GRACE/GRACE Follow-On Datenanalyse (Prof. J. Flury, IfE),
- Zukünftige Laserinterferometrieverfahren (Prof. G. Heinzel, AEI)
- Relativistische Modellierung (Prof. C. Lämmerzahl, ZARM),
- Schwerefeldmodellierung (Prof. J. Müller, IfE).

Am 3.-4. Oktober tagte das internationale geo-Q Scientific Advisory Board mit den SFB-PI's und Mitgliedern, um den Stand der Entwicklung in den Teilprojekten zu evaluieren. Mitglieder des SAB sind: Richard Biancale (CNES, chair), Arnauld Landragin (SYRTE/Observatoire de Paris, co-chair), Mike Watkins (JPL), Harald Schuh (GFZ), und Stefano Vitale (Uni Trento).

Im Folgenden sei auf einige wissenschaftliche Entwicklungen und Ereignisse im Jahr 2016 mit übergeordneter Bedeutung hingewiesen:

Die Ergebnisse der Laserinterferometrie an Bord der Mission LISA Pathfinder (Martin Hewitson, AEI, u.a.) haben die Erwartungen weit übertroffen (Femtometer Präzision im Ranging,  $6 \times 10^{-15} \text{ m/s}^2/\text{Hz}^{1/2}$  Präzision in der Akzelerometrie). Dies ist wegberetend für die Nutzung optischer Gradiometrieverfahren und zukünftigem Intersatellite Ranging in geo-Q.

Das GRACE Follow-On Laser Ranging Interferometer wurde bei Airbus Friedrichshafen in die Satelliten integriert und getestet, für einen Start Anfang 2018 (Gerhard Heinzel u.a.). Für den Missionsvorschlag e.motion2 im Rahmen des ESA Earth Explorer 9 Call wurden die Idee und die grundlegenden Spezifikationen für ein Quanten-Akzelerometer als Technologie-demonstrator entwickelt. Die in geo-Q entwickelten leichten optomechanischen Akzelerometer erweisen sich als sehr nützlich für die seismische Kompensation für die Laser- und Atominterferometrie. Darüber hinaus haben sie sehr interessante Perspektiven für Satellitenanwendungen.

Die erste Runde der GRACE/GRACE-FO Mock Data Challenge (MDC Basic Challenge 1) ist erfolgreich angelaufen. Am ZARM wurde die erste Version des XHPS High Performance Satellite Dynamics and Formation Flight Simulator fertiggestellt. Im Februar fand die erste Feldmesskampagne mit einer optischen Atomuhr statt: die transportable Strontium-Uhr der PTB fuhr ins unterirdische Labor Modane, Frankreich, und nach Turin, Italien, und wurde dort für die Frequenzübertragung durch optische Faser zwischen beiden Stationen verwendet. Trotz Verzögerungen des HITec Laborgebäudes machen die Vorbereitungen zum Aufbau des 10m – Very Long Baseline Atom Interferometry Experiments gute Fortschritte. geo-Q Wissenschaftler beteiligen sich an Projektinitiativen im Quantum Technologies Flagship Programm der EU. Im August fand eine gemeinsame Expertenrunde von geo-Q, BKG und TU München statt, bei welcher ein re-

gelmäßiger Dialog zwischen diesen Institutionen zur Forschung auf dem Bereich von geo-Q vereinbart wurde. An der Leibniz Universität wurde der neue Sonderforschungsbereich „Designed Quantum States of Matter (DQ-mat)“ eingerichtet (Sprecher P. Schmidt). DQ-mat zielt auf Grundlagenforschung in der Quantensensorik, die komplementär zu geo-Q ist.

Beim Fall Meeting 2016 der American Geophysical Union Fall Meeting gab es – zum ersten Mal bei einer großen internationalen Tagung und auf Initiative von geo-Q – eine eigene Session zu Relativistischer Geodäsie und Quantensensorik für die Geodäsie. Darüber hinaus fanden die ersten drei Lecture Weeks für geo-Q Doktoranden mit einem attraktiven Vorlesungsprogramm aus Geodäsie und Physik statt. Im Jahr 2016 hatte geo-Q zahlreiche internationale Gäste. C. Jekeli (Ohio State University) war für 2 Monate zu Gast.



### KOOPERATION MIT GFZ POTSDAM VEREINBART

Im Januar 2016 schlossen das Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ) und die Leibniz Universität Hannover einen Kooperationsvertrag über die Intensivierung der Zusammenarbeit in Geodäsie und Geoinformatik. Wissenschaftliche Leiter der Kooperation sind Prof. Schuh und Prof. Flechtner auf Seiten des GFZ sowie Prof. Müller von der LUH. Anfang Mai fand dazu in Potsdam ein erster Workshop zwischen dem Department 1 "Geodäsie" des GFZ, das Prof. Schuh leitet, und der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik statt. Dabei stand der Informationsaustausch über derzeit laufende Forschungsvorhaben der beiden Gruppen im gesamten Spektrum des Faches im Vordergrund, daneben wurden zukünftige gemeinsame Aktivitäten diskutiert.

Im weiteren Verlauf wurde vereinbart, für das Fachgebiet Radarfernerkundung eine gemeinsame Berufung durchzuführen, die inzwischen fast abgeschlossen ist. Daneben wurden mehrere Anträge auf Forschungsförderung bilateral erarbeitet und zur Begutachtung eingereicht. Eine Entscheidung über die mögliche Förderung wird in den nächsten Monaten erwartet.

# FORSCHUNGSARBEITEN

## GEODÄTISCHES INSTITUT

### ADVANCED RAIL TRACK INSPECTION SYSTEM, ARTIS (AIF, JOHANNES BUREICK, JOHANNES LINK)

Das GIH entwickelte in Zusammenarbeit mit Dr. Hesse und Partner Ingenieure (dhp:i) ein kinematisches Multisensorsystem, welches automatisiert Führungs-, Leit- und Fahrschienen im industriellen Umfeld ohne Betriebsbeeinträchtigung vermisst. Kernstück des Projektes ist ein u. a. mit 2 Profillaserscannern, 2 Kameras und einem Neigungsmesser ausgestatteter Messwagen, welcher die zu vermessende Schiene abfährt. Der Messwagen wird durch einen externen Sensor z. B. einen Lasertracker verfolgt und georeferenziert. Wesentliche Aspekte dieses Projektes sind die Kalibrierung und Synchronisation der Sensorik, sowie die Modellierung und Weiterverarbeitung der erfassten Punktwolke. Durch Vergleich der Istwerte mit Sollwerten erhält der Kranbahnbetreiber eine wertvolle Entscheidungshilfe über mögliche und nötige Instandsetzungsarbeiten an der Schiene. Dieses Projekt wurde im Jahr 2016 abgeschlossen. Im Rahmen der Intergeo 2016 wurde ARTIS erstmalig den Messebesuchern vorgestellt.



#### VORSTELLUNG VON ARTIS AUF DER INTERGEO 2016

Gefördert durch:

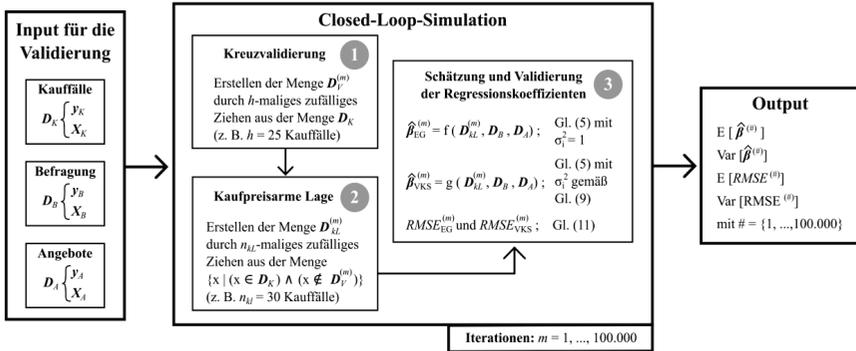


Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## IMMOBILIENBEWERTUNG IN KAUFPREISARMEN LAGEN DURCH EIN ROBUSTES BAYESSCHES HEDONISCHES MODELL (DFG, ALEXANDER DORNDORF, HAMZA ALKHATIB)

Das Forschungsprojekt begann im März 2015 und wird in Kooperation mit der Professur für Landmanagement des Geodätischen Institutes der Technischen Universität Dresden bearbeitet. In dem Projekt liegt der Arbeitsschwerpunkt vom GIH in der Erarbeitung eines innovativen statistischen Modells, das eine zuverlässige Auswertung auch in Lagen mit wenigen Kauffällen ermöglicht. Hierfür wird ein robuster Bayesscher Ansatz entwickelt.



### SIMULATIONSUMBUNG ZUR ERSTELLUNG EINER KAUFPREISARMEN LAGE

Im Jahr 2016 lag der Fokus auf der Entwicklung eines Ansatzes für die optimale Bestimmung der Gewichte zwischen den unterschiedlichen Daten (AKS, Expertenbefragung, Angebotsdaten, etc.). Zur Validierung des Modells wurden die Teilmärkte Stadt Nienburg/Weser und Landkreis Nienburg/Weser als Untersuchungsgebiete ausgewählt. In diesen Teilmärkten existiert eine ausreichende Anzahl an Kauffällen, wodurch ein Vergleich des entwickelten Modells mit dem klassischen Regressionsansatz möglich ist. Die Untersuchung des Gewichtungsansatzes für das Bayessche Modell erfolgte in einer Simulationsumgebung, die kaufpreisarme Lagen aus den Teilmärkten in Nienburg simuliert. Die hieraus gewonnenen Erkenntnisse werden aktuell zur Weiterentwicklung des Bayesschen Modells verwendet.



**GESAMTVORHABEN DES VERBUNDPROJEKTES: EXAKTE UND SCHNELLE GEOMETRIEREFASSUNG SOWIE DATENAUSWERTUNG VON SCHIFFSOBERFLÄCHEN FÜR EFFIZIENTE BESCHICHTUNGSPROZESSE (BMWİ) TEILVORHABEN AM GIH:**

**ENTWICKLUNG VON ALGORITHMEN UND QUALITÄTSPROZESSEN FÜR EIN NEUARTIGES KINEMATISCHES TERRESTRISCHES LASERSCANNINGSYSTEM (JENS HARTMANN)**

Im Rahmen des Forschungsprogrammes „Maritime Technologien der nächsten Generation“ ist das Geodätische Institut Hannover Partner in einem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWİ) geförderten Verbundprojekt. Weitere Partner sind: Fr. Lürssen Werft GmbH & Co. KG Bremen, das Vermessungsbüro Dr. Hesse und Partner Ingenieure Hamburg, Fraunhofer-Einrichtung Großstrukturen in der Produktionstechnik Rostock und das Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen - Leibniz Universität Hannover.

Im Schiffbau werden in einem sehr aufwendigen manuellen Prozess die äußeren sichtbaren Bereiche mit Spachtel geglättet, bevor eine Lackierung erfolgt. Je nach Schiffsgröße ist dieser Vorgang sehr kosten- und zeitaufwendig. Im Rahmen der durchzuführenden Forschungsarbeiten sind verschiedene Aspekte des Aufnahme- und Auswerteprozesses zu analysieren und weiter zu entwickeln. Ein wesentlicher Arbeitspunkt ist die Geometrieerfassung der Schiffskontur, um darauf aufbauend eine optimierte Sollgeometrie abzuleiten, die wiederum Grundlage einer sogenannten Spachtellandkarte ist. Diese neue Sollgeometrie wird dabei interaktiv hinsichtlich des Kriteriums minimaler Spachtelauftrag bei strakender Kontur manuell vom Konstrukteur optimiert. Auf Basis der Spachtellandkarte



**DAS MSS, BESTEHEND AUS LASERSCANNER UND LASERTRACKER IN VERBINDUNG MIT EINER T-PROBE. (FOTO U. STENZ)**

kann der Applikateur den Beschichtungsprozess steuern. Übergeordnetes Ziel des Vorhabens ist es daher, die gesamte Datenprozessierung von der Aufnahme bis zur Auswertung derart weiterzuentwickeln, dass die Spachtellandkarte rechtzeitig für den Beschichtungsprozess zur Verfügung steht und dieser effizient und qualitativ hochwertig gesteuert werden kann.

Um das übergeordnete Ziel zu erreichen, sind ein Multi-Sensor-System (MSS) und Auswertelgorithmen zu entwickeln, durch welche eine hochgenaue 3D-Objektaufnahme ( $\pm 1\text{mm}$ ) durch kinematisches Laser-scanning ermöglicht wird. Das geplante MSS besteht aus einem Lasertracker und einem auf einer fahrbaren oder getragenen Plattform montierten Laserscanner. Durch den Lasertracker ist eine hochgenaue und hochfrequente räumliche 6-DoF (Degrees of Freedom) Referenzierung möglich. Des Weiteren wird durch den Einsatz eines modernen terrestrischen Laserscanners eine 3D-Aufnahme im Nahbereich ( $<10\text{ m}$ ) von großen Objekten im (sub-)Millimeterbereich ermöglicht. Erstmalig sollen mit dem geplanten MSS die geforderte Genauigkeit in der Industrievermessung und die Vorteile einer kinematischen Aufnahme kombiniert werden.

Laufzeit: 01.03.2016 bis 28.02.2019.

Gefördert durch:



**Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie**

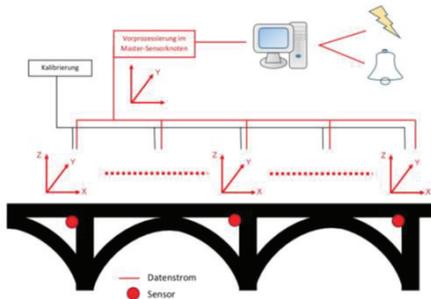
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**BAYESIAN ADAPTIVE ROBUST ADJUSTMENT THEORY (GIH, BORIS KARGOLL, HAMZA ALKHATIB)**

Outliers are oftentimes an unavoidable negative feature of time series measured by modern geodetic sensors, easily distorting the estimation of spatial parametric models in various significant ways. Outliers can effectively be dealt with by robust M-estimators, which are characterized by a bounded loss function and by a corresponding thick-tailed error density function (representing large numbers of outliers of various magnitudes). However, M-estimation is imprecise when the applied loss or error density function, whose shapes are essentially fixed a priori, reflects the outlier characteristics poorly. By contrast, adaptive robust estimation based on the scaled (Student's) t-distribution involves a degree of freedom as a free shape parameter, fixed in the process of adjusting the data in accordance to the characteristics of estimated residuals.

In practice, geodetic measurement series often involve additional challenging features such as data gaps, colored noise, cross-correlations, and nonstationary stochastic properties. This research field aims at the development of a unified robust adjustment theory and of corresponding computationally efficient expectation maximization (EM) algorithms to handle the aforementioned intricacies simultaneously. Various kinds of stationary and nonstationary Gauss-Markov models are investigated. To include given prior information for the unknown parameters, Bayesian models and inferential techniques are also devised. Here, the posterior distributions of the parameter groups are approximated numerically via Markov Chain Monte Carlo (MCMC) simulation and analytically by means of a Mean-Field Variational Bayes approach.

SPATIO-TEMPORAL MONITORING OF BRIDGE STRUCTURES USING LOW COST SENSORS  
(BMW-ZIM, MOHAMMAD OMIDALIZARANDI, JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ)  
PROJECT DURATION: 09/2016 – 09/2018



**INTEGRATION OF LOW COST MEMS ACCELEROMETERS INTO A GEOSENSOR NETWORK BY MOUNTING AT DIFFERENT POSITIONS OF THE BRIDGE STRUCTURES FOR SPATIO-TEMPORAL MONITORING (EVA KEMKES, 2016)**

Today, the use of cost effective micro-electro-mechanical systems (MEMS) inertial sensor systems for deformation analysis is more affordable. In this project, Geodetic Institute, Leibniz Universität Hannover (GIH) is collaborating with ALLSAT GmbH to develop hardware and software low cost multi-sensor-system (MSS) technology which is suitable for monitoring and analysis of deformations of bridge structures in the millimeter range accuracy. The MSS consists of low cost MEMS accelerometers which are used for integrating into a geosensor network by mounting at different positions of the bridge structures.

This outstanding cooperation investigates the possibility of knowledge-based data fusion of low cost MSS to perform high accurate spatio-temporal deformation analysis for long periods of time. Hardware development of low cost MSS is performed by ALLSAT GmbH and software computational related part is carried out by GIH. In order to perform calibration of MEMS accelerometer sensor, developing the hardware calibration system in addition to developing proper test scenario are preliminary steps. Subsequently, deterministic sensor errors can be eliminated with calibration approaches. Furthermore, proper stochastic modelling needs to be developed and implemented to characterize the random noise. In addition, performance characteristics of MEMS sensors are highly dependent on the environmental conditions such as temperature variations which needs to be investigated to avoid potentially degrade of the system performance.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## INTEGRATION OF TERRESTRIAL LASER SCANNING AND DIGITAL CAMERA FOR HIGH ACCURATE DEFORMATION ANALYSIS (GIH, MOHAMMAD OMDALIZARANDI)



**LEICA AT901LR LT (LEFT), A NIKON D750 24.3-MEGAPIXEL DIGITAL CAMERA IS RIGIDLY MOUNTED ON TOP OF THE Z+F IMAGER 5006 TLS (RIGHT)**

In the current state-of-the-art, monitoring and analysis of short- and long-term deformations of natural and artificial objects (e.g. dams, bridges, towers, landslides,...) has received increasing interest both in Geodetic science and engineering applications. In this research, terrestrial laser scanning (TLS) and high resolution digital camera are integrated to improve the accuracy of deformation monitoring and analysis for natural and artificial objects. Data fusion of multi-sensor-system (MSS) (here TLS and digital camera) is performed in the common coordinate system. Hence, the pre-requisite step is to precisely determine extrinsic parameters between sensor systems. MSS calibration can be separated into three single calibrations: calibration of the camera, calibration of the TLS and extrinsic calibration between TLS and digital camera.

Camera calibration and TLS calibration (internal error sources) are commonly performed in advance in laboratory environments. Extrinsic calibration parameter of MSS is initially and high accurately determined in the laboratory environment based on target-based approach and subsequently, rigorous space resection bundle adjustment with applied Gauss-Helmert model and variance component estimation is developed and implemented. In addition, laser tracker (LT) measurements with sub-millimeter range accuracy are utilized for validation purposes. Due to clamping system related problems in case of attachment and de-attachment of camera to TLS, feature based approach is developed for in-situ calibration. In MSS, high resolution cameras are beneficial due to having high angular accuracy of sub-pixel accuracy image measurements which would improve the lateral accuracy of laser scanners. On the one hand, combination of TLS and digital camera is worthwhile due to increasing the redundancy in the adjustment procedure. On the other hand, in case of large incidence angle of TLS, digital images are more advantageous in deformation analysis of artificial objects. Furthermore, by the usage of digital images, deformation analysis in both direction of laser beam and perpendicular to laser beam is possible.

## GEODÄTISCHER BEITRAG ZUM BELASTUNGSVERSUCH AN DER HISTORISCHEN ALLERBRÜCKE VERDEN (GIH, JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ, ULRICH STENZ)

Im Zuge eines interdisziplinären Belastungsversuchs wurde die alte Allerbrücke in Verden auf ihre Tragfähigkeit untersucht. Hierzu wurde die Gewölbebrücke stufenweise mit bis zu 600 Tonnen belastet. Die übliche Verkehrslast auf der außerbetrieb gesetzten Eisenbahnbrücke lag bei etwa 100 Tonnen, womit die aufgebrachte Belastung um das sechsfache höher war. Da die enorme Last von 600 Tonnen nicht durch ein Fahrzeug auf das 14 m spannende Gewölbe aufgebracht werden konnte, wurde die Belastung mit Hilfe von Hydraulikzylindern erzeugt, welche auf dem Brückenbogen installiert wurden. Zur Erzeugung der Gegenkraft wurden unterhalb der Brücke Verpressanker bis zu 20 m in den Boden getrieben. Die Verbindung zwischen Hydraulikzylinder und Verpressanker bildeten Gewindestangen.

Für die Beobachtung der lastinduzierten Verformung an der Gewölbeunterseite mussten Standpunkte außerhalb des potentiellen Gefahrenbereichs unmittelbar unterhalb des Gewölbes gewählt werden, so dass ein mögliches Versagen des Gewölbes nicht zu einem Verlust der teuren Messtechnik führen konnte. Der Standpunktbereich von Lasertracker und Laserscanner wurde unter Berücksichtigung der maßgeblich, genaigkeitsbeeinflussenden Faktoren wie Auftreffwinkel (Laserscanner) und Objektentfernung (Lasertracker) seitlich neben dem Gewölbe unterhalb der neuen Allerbrücke gewählt. Mit Hilfe des Laserscanners Zoller+Fröhlich



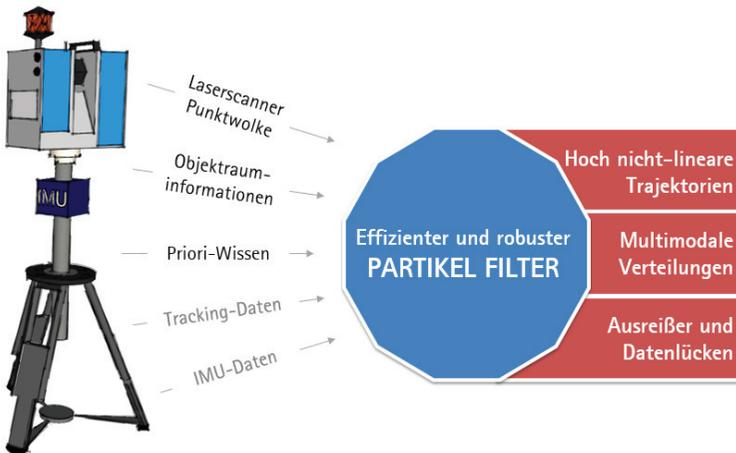
**DETAILANSICHT DER GEWÖLBEUNTERSEITE MIT DEN EINGESETZTEN GEODÄTISCHEN SENSOREN**

Imager 5006 wurde zu Zeitpunkten, in denen eine konstante Last für wenige Minuten gehalten wurde, eine 3D-Punktwolke der Gewölbeunterseite erfasst.

Ergebnisse dieses Versuchs werden u. a. in Paffenholz, J.-A. und Stenz, U.: "Integration von Lasertracking und Laserscanning zur optimalen Bestimmung von lastinduzierten Gewölbeverformungen" auf dem Ingenieurvermessungskurs 2017 in Graz vorgestellt.

## WISSENSBASIERTER ANSATZ FÜR DIE GENAUE INDOOR-GEOREFERENZIERUNG EINES KINEMATISCHEN MULTISENSORSYSTEMS (GIH, SÖREN VOGEL)

Für die dreidimensionale Erfassung der Umgebung mittels kinematischer Multisensorsysteme (MSS) ist die genaue und vollständige Georeferenzierung essentiell. Für diese genaue Georeferenzierung eines kinematischen MSS in Indoor-Bereichen stehen verschiedene Ansätze und Methoden zur Verfügung. Eine Vielzahl an unterschiedlichen Sensoren ermöglichen mit Hilfe der direkten und/oder indirekten Georeferenzierung die Bestimmung der Pose eines kinematischen MSS über der Zeit. Die jeweiligen Methoden unterscheiden sich jedoch hinsichtlich Präzision und Genauigkeit, geometrischer Langzeitstabilität, Reichweite, Kosten sowie der möglichen Bestimmbarkeit aller sechs Freiheitsgrade. Neben den jeweiligen Sensoren und Methoden zur Georeferenzierung stellen gegenwärtige Indoor-Szenarien zusätzliche Herausforderungen im Vergleich zu Outdoor-Anwendungen dar. Im Hinblick auf üblicherweise verinkelte bauliche Strukturen mit vielen separaten Bereichen und (Sicht-)Hindernissen (z. B. im Rahmen von Bürogebäuden, Industrie- und Lagerhallen sowie auch Schiffsaufbauten) stoßen aktuelle Verfahren schnell an ihre Grenzen, wenn es um die vollständige, genaue und effiziente Georeferenzierung eines kinematischen MSS geht.



### WISSENSBASIERTER ANSATZ ZUR GENAUEN GEOREFERENZIERUNG AUF GRUNDLAGE EINES PARTIKEL-FILTERS

Daher wird am GIH ein neuartiger Ansatz für die Georeferenzierung eines kinematischen MSS auf Basis von Objektrauminformationen und priori-Wissen vorgestellt. Dieser ermöglicht durch die Definition, Identifikation und Abbildung von heterogenen (Vor-)Informationen eine im Vergleich zu bisherigen Ansätzen signifikant robustere und effizientere Lösung. Mit diesem Ansatz soll sowohl in beliebigen Indoor- als auch Outdoor-Bereichen zuverlässig eine vollständige und genaue Georeferenzierung von kinematischen MSS gewährleistet werden.

## PLANUNG UND AUSWERTUNG VON MONITORINGMESSUNGEN FÜR DIE UNTERSUCHUNG DES BAUWERKZUSTANDES DES SCHIFFSHEBEWERKES SCHARNEBECK (LÜNEBURG) IM NORMALBETRIEB (WIRTSCHAFT, JANETTA WODNIOK)

Das Projekt behandelt das ganzheitliche Monitoring von Großbauwerken am Beispiel des Schiffshebewerkes in Lüneburg, bei dem sowohl klassische geodätische als auch hochpräzise Messverfahren aus dem Maschinenbau zum Einsatz kommen. So wurden in diesem Fall gleichzeitig die dem Massivbau zuzuordnenden Bauwerksteile mit Hilfe von Extensometern, Inklinometern und Präzisionslotungen bestimmt und gleichzeitig mit speziellen und automatisierten Messsystemen sowie Lasertrackermessungen die Veränderungen in den Antrieben des Hebewerkes untersucht.

Neben der messtechnischen Erfassung spielte die vollständige Modellierung des Deformationsverhaltens von Massivbau und maschinenbautechnischen Bereichen der Anlage eine zentrale Rolle. Hierdurch wurde die Reaktion des Bauwerks auf externe Einflüsse beschrieben und die noch für Verformungen zur Verfügung stehenden tolerierbaren Reserven in den Antrieben des Troges ermittelt.

Das Projekt wird gemeinsam mit dem Ingenieurbüro Dr. Hesse und Partner Ingenieure bearbeitet.



LUFTBILF DES SCHIFFSHEBEWERKES LÜNEBURG

COMBINATION OF TERRESTRIAL LASER SCANNING AND FINITE ELEMENT METHOD  
(GIH, XIANG YANG XU, PROF. HAO YANG)

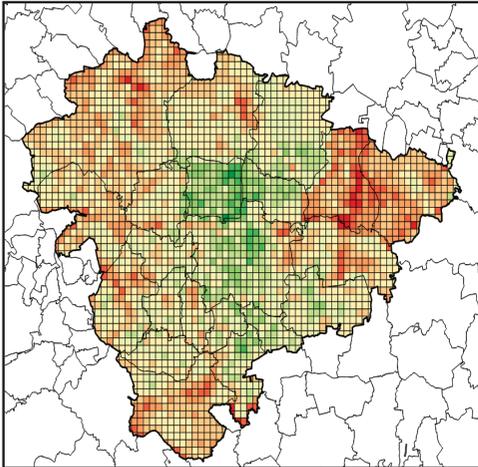
This research mainly focuses on interdisciplinary investigation of Terrestrial Laser Scanning (TLS) technology. TLS has become one of the best-performed technologies for acquisition of three-dimensional (3D) information of objects. It is a reliable method in the monitoring of structure deformations and cracks. One can see great potential of TLS in interdisciplinary fields.

Health monitoring can be carried out based on the combination of TLS and a numerical analysis of Finite Element Method (FEM) model. The benefits of 3D TLS in the generation and calibration of FEM models are fully utilized to construct an intelligent model for the detection and assessment of objects, e.g. the monitoring and assessment of concrete structures. On one hand, polynomial approximation and concrete cracks detection is applicable from the TLS point clouds data. On the other hand, the constructed FEM model can be validated by the surface-based calculations from TLS using response surface methodology (RSM). During the calibration, many criteria should be found to connect TLS with FEM model, e.g. maximum displacement and volumetric deformation. The general processing routines of combining TLS with FEM is capable to be used in similar situations, for the benefit of TLS in the generation and calibration of FEM models for health monitoring. When this calibration process is realized automatically, by developing a secondary program merging well with MATLAB and FEM software, an integrated monitoring system will be feasible, which contains the parts of data acquisition, simulation and analysis, and health assessment of structures.

Besides the above mentioned topic, TLS also has a great potential in mechanics research. Because TLS point clouds covers the whole surface of the scanned object, a detailed map of the overall deformation of object is achievable. In addition, important physical quantities of object e.g. surface curvature, strain, etc. can also be calculated. This will provide new experimental ground for the mechanics investigation of the structure.

## INTEROPERABILITÄT VON GEODATEN AM BEISPIEL AKTUELLER AUFGABEN DER WERTERMITTLUNG (NDS. INNENMINISTERIUM, KENO BAKKER)

Auf der einen Seite INSPIRE und Geodaten, auf der anderen Seite Immobilienmärkte mit schwierigen Segmenten wie gewerblichen Märkten und kaufpreisarmeren Lagen - beides bringt die Forschungskooperation zwischen dem Niedersächsischen Ministerium für Inneres und Sport und dem Geodätischen Institut Hannover zusammen. Die zentrale Forschungsfrage lautet: Wie können leicht verfügbare Geodaten genutzt werden, um die oft kargen Informationen für die Wertermittlung anzureichern?



**STANDORTQUALITÄTSWERT (REGION HANNOVER)**

Das Projekt beschäftigt sich insbesondere mit der Berechnung eines einheitslosen Qualitätswertes auf der Basis kombinierter Geodaten, der Aussagen über das (relative) Wertniveau einer Immobilienlage zulässt. Basierend auf GIS-Analysen und Geobasis- sowie Geofachdaten werden diese Qualitätswerte für verschiedene Immobilien-teilmärkte auf Basis eines Vektorgitternetzes ermittelt. Hierbei wird das Ziel verfolgt, die Standortqualität von verschiedenen Immobilienarten durch Betrachtung und Hinzunahme von Geodaten abzubilden. So ist beispielsweise eine Stützung der Ermittlung von Bodenrichtwerte, zusätzlich zu den Kauffalldaten, denkbar.

Im Rahmen des Projektes konnte ein automatisiertes Modell zur Berechnung der Standortqualität aufgestellt werden. Derzeitige Untersuchungen befassen sich mit der Plausibilisierung des Modells durch verschiedene Marktdaten (z. B. Kauffalldaten, Angebotsdaten, etc.). Das Projekt wird in Kooperation mit dem Oberen Gutachterausschuss in Niedersachsen und in Rückkopplung mit der AG Wert bearbeitet.

## REGIOBRANDING: BRANDING VON STADT-LAND-REGIONEN DURCH KULTURLANDSCHAFTSCHARAKTERISTIKA (BMBF, MARKUS SCHAFFERT)

Als Branding werden der Aufbau und die Entwicklung von Marken, bspw. durch das Aufzeigen von Alleinstellungsmerkmalen, bezeichnet. Unter einem regionalen Branding ist das In-Wert-Setzen von charakteristischen Eigenschaften und Alleinstellungsmerkmalen von Regionen zu verstehen. Als Region und Projektpartner fungiert die Metropolregion Hamburg, konkrete Untersuchungen erfolgen in drei Fokusregionen.



### Regiobranding

In diesem Kontext blickt das Projekt Regiobranding auf die Charakteristika von Kulturlandschaften. Eine zentrale Frage lautet: „Wie können Kulturlandschaften und ihre Spezifika herausgestellt und kommuniziert werden, um sie für das Selbstverständnis, das Image und schließlich für die Markenbildung von Regionen zu nutzen?“

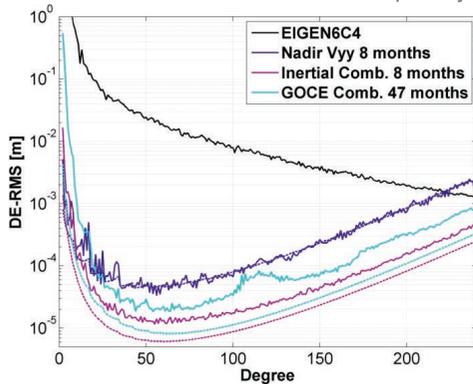
Regiobranding ist ein vom BMBF gefördertes Verbundprojekt. Ein Spezifikum dabei ist der Ansatz, dass Wissenschaftler/innen sowie Praxispartner/innen gemeinsam forschen, lernen und umsetzen ("transdisziplinäres Arbeiten in Innovationsgruppen"). Mittlerweile sind die Grundlagenanalysen der einzelnen Teildisziplinen abgeschlossen. Kommende Herausforderung ist das Zusammenbringen dieser Erkenntnisse in einen gemeinsamen transdisziplinären „Wissensstrang“, der dreimal (für die drei Untersuchungsregionen) gewoben werden soll.

Das Projekt Regiobranding wird im Rahmen des fakultätsübergreifenden LUH-Forschungszentrums TRUST bearbeitet. Die Abkürzung TRUST steht für „Transdisciplinary, rural and urban spatial transformation“. Im Zentrum des Interesses von TRUST steht die Beantwortung von Fragen der räumlichen Transformation an der Schnittstelle von Ingenieur- und Naturwissenschaften sowie Sozial- und Geisteswissenschaften.

## INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

### STUDY OF A CAI (COLD ATOM INTERFEROMETER) GRADIOMETER AND MISSION CONCEPTS (ESA, KARIM DOUCH, PROF. JÜRGEN MÜLLER, HU WU)

This collaborative project aims at studying the potential of cold atom interferometry for a space gravitational gradiometer mission. We have carried out various end-to-end simulations with different mission scenarios in order to evaluate and quantify what would be the benefit of such a sensor, especially compared to the GOCE mission. We have concluded that, with the given constraints, only the static gravity field can be recovered and only one of the two possible configurations, the so-called "inertial case", can outperform GOCE if we assume a mission lifetime larger than 8 months. The requirements on the satellite attitude control performances and the post-processing of the CAI gradiometer measurements are to be investigated.

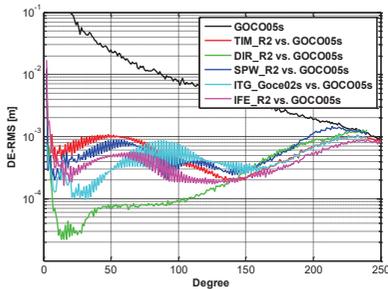


ERROR DEGREE-VARIANCE OF THE GEOID HEIGHT FOR THE INERTIAL AND NADIR MODE AND COMPARISON TO THE ERROR OF THE GOCE GRADIOMETER-ONLY SOLUTION.

### SWARM DATA, INNOVATION AND SCIENCE CLUSTER: SUPPORT TO ACCELEROMETER DATA ANALYSIS AND PROCESSING (ESA PROJECT UNDER THE SUB-CONTRACT DTU SPACE, DENMARK - LUH: PROF. JAKOB FLURY, SERGIY SVITLOV, DANIEL ROTTER (FWJ)), GUY APELBAUM, AKBAR SHABANLOUI)

Swarm is a three-satellites constellation mission with a primary objective to measure the Earth magnetic field and with a possibility to detect non-gravitational forces perturbing the satellite motion. Using the Swarm accelerometers, these forces can be measured and transformed to the atmospheric neutral densities. Unfortunately, the Swarm accelerometer signals suffer from the temperature influence and abrupt changes in bias and scale factor. One of the main tasks of this project is analysis of disturbances and correction of steps in accelerometer data. IfE has developed and delivered to ESA a dedicated software tool ('SD Tool'), which allows automatic step detection and correction (figure below). This tool allows to considerably reduce efforts needed for manual pre-processing of the acceleration signal. It is planned to use this tool for producing few official Swarm products (disturbance files and corrected and calibrated acceleration data).

## GRAVITY FIELD RECOVERY FROM GOCE OBSERVATIONS (IFE/ESA, Hu Wu)



COMPARISON OF OUR SOLUTION WITH GOCE OFFICIALLY RELEASED MODELS.

GOCE (Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer) was the first core mission of ESA's (European Space Agency) "Living Planet Program". It was implemented to detect the Earth's gravity field with unprecedented accuracy and resolution. The GOCE satellite was successfully operated in orbit between 2009 and 2013. It delivered hundreds of missions of observations in the lifetime. In this project, we aim to recover the Earth's global gravity field model from the huge amount of observations. By using observations from different time spans, in the end, we derived four generations of gravity field models up to a spherical harmonic degree and order 250. These models are named as lfe\_GOCE series (lfe\_GOCE02s, ..., lfe\_GOCE05s). The comparison shows that lfe\_GOCE models achieve comparable performances with the GOCE officially released models.

## RELATIVISTISCHE EFFEKTE IN SATELLITENKONSTELLATIONEN (DFG, GEO-Q, LILIANE BISKUPEK)

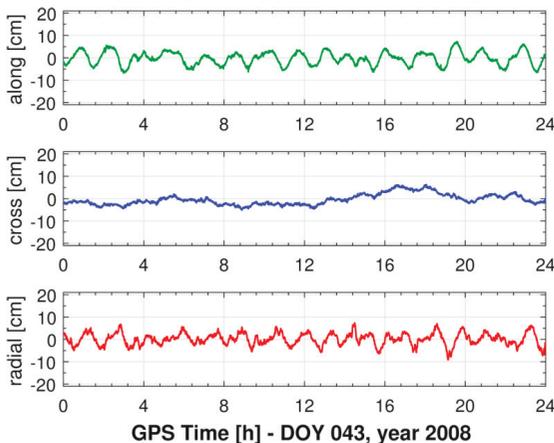
Für die klassische Berechnung von Satellitenbahnen werden numerische Ansätze genutzt. Die Lösungen sind jedoch vom jeweiligen Ausgangsproblem abhängig und somit nicht allgemeingültig. Für verschiedene Fragestellungen müssen jeweils neue numerische Simulationen von Satellitenbahnen durchgeführt werden, um Korrelationen innerhalb des Systems untersuchen zu können. Analytische Verfahren zur Orbitintegration ermöglichen einen direkten Einblick in die physikalischen Eigenschaften und Zusammenhänge des Systems, da sie im Spektralraum arbeiten. Die semi-analytische Integration basierend auf Lie-Reihen ermöglicht die Kombination der beiden Verfahren.

Ausgehend von der Schwarzschild-Lösung wurde eine Berechnungssoftware für die semi-analytische Bahnberechnung mittels Lie-Reihen entwickelt. Die damit berechneten Satellitenbahnen wurden mit den Ergebnissen eines numerischen Verfahrens verglichen, um die entwickelte Software zu beurteilen. Dabei wurde speziell die Genauigkeit der Orbits für verschiedene Entwicklungsgrade der Lie-Reihen und die Rechenzeit betrachtet. Bei einem ersten Vergleich circularer Orbits ergaben sich im Bezug auf die Genauigkeit keine Differenzen zwischen den Verfahren, wobei die numerische Berechnung allerdings schneller war. Als nächstes werden nun sowohl elliptische Orbits als auch andere Raumzeiten untersucht.

## KINEMATISCHE POSITIONIERUNG VON LOW EARTH ORBITERN (DFG, GEO-Q, CHRISTOPH WALLAT)

Ein signifikanter Teil des SFB 1128 geo-Q befasst sich mit den Sensordaten aus Satellitenmissionen. Grundlegend für deren Weiterverarbeitung ist ein genaues und einheitliches Zeit- und Koordinatensystem, welches über GNSS-Beobachtungen realisiert werden kann. Die Positionierung von tief fliegenden Satelliten, sogenannten Low Earth Orbitern (LEO), stellt dabei eine hochdynamische und herausfordernde Umgebung dar. Die am LEO empfangenen GNSS-Signale erfordern eine Prozessierung, welche sich von jener für terrestrische Daten unterscheidet. Unser Forschungsansatz basiert auf einem kinematischen Precise Point Positioning (PPP) welches in einem batch Least-Squares Adjustment (LSA) gelöst wird. Mit diesem Ansatz lässt sich unsere erste Forschungsfrage beantworten, welchen Einfluss der Einsatz von hochgenauen Oszillatoren auf die Positionsgüte von LEO-Satelliten und auf die Bestimmung der Trägerphasenmehrdeutigkeiten hat.

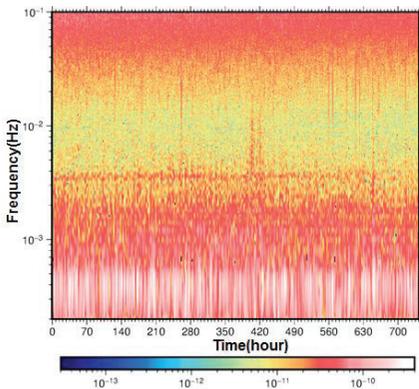
Für die zweite Forschungsfrage, welche Vorteile das Konzept des Virtuellen Empfängers für den Anwendungsfall der LEOs bringt, wurden erste Simulationen durchgeführt. Für einen GRACE-ähnlichen Orbit wurden die Satellitensichtbarkeiten aus der Verschneidung von Beobachtungen mehrerer GPS-Antennen an Bord des LEO-Satelliten analysiert. Hauptmerkmal ist, dass mit zwei Antennen orthogonal zur Flugrichtung die Sichtbarkeit zu den GPS-Satelliten im Mittel um 22 % und maximal sogar um bis zu 93 % gesteigert werden kann. Vorteil ist, je länger ein bestimmter GPS-Satellit beobachtet wird, desto besser ist die Bestimmung der zugehörigen Trägerphasenmehrdeutigkeit.



**IFE KINEMATISCHER ORBIT FÜR GRACE B IM VERGLEICH ZUM REDUZIERT-DYNAMISCHEN ORBIT VOM JPL FÜR DEN 12.02.2008**

**DISENTANGLING GRAVITATIONAL SIGNALS AND ERRORS IN GLOBAL GRAVITY FIELD PARAMETER ESTIMATION FROM SATELLITE OBSERVATIONS (DFG, GEO-Q, SUJATA GOSWAMI, SANIYA BEHZADPOUR)**

The accuracy global gravity field solutions, estimated from data sets of inter-satellite ranging measurements from GRACE, has increased considerably during the last decade. But there remains an offset in the order of one magnitude between the error level of current solutions and the GRACE baseline accuracy. For further improvement of gravity field results, efforts are ongoing to disentangle and identify the sources of errors. This applies to GRACE gravity field reprocessing, and will be even more applicable to extract improved results from the higher sensor precision of GRACE-FO. Several effects are known to contribute to the residuals: systematic sensor errors, geophysical ali-asing, and modeling errors. Residual analysis provides an insight to understand the individual contribution to the error budget. Starting with the systematic sensor errors in the first of the project, we focus on contribution of sensor errors due to mis-pointing and ranging performance in GRACE solutions. Strong signatures of mis-pointing errors can be seen in the range-rate residuals. Also, correlation between range frequency noise and range-rate residuals are seen. In the second part of the project, our focus is on an accurate model of the stochastic behavior of the range rate observations noise, that reflects the complex properties of error contributions. So far, noise stationarity was the main noise assumption in the temporal gravity field determination and a stationary covariance was used in whitening step before performing the LS adjustment. We have shown this assumption is violated as the noise has time-variable behavior and should be modeled in the framework of non-stationary stochastic processes. The modeling can be done in wavelet domain, as this transform reduce higher order dependencies for a large class of stochastic processes. Testing of modeling alternatives will lead to global time-variable and mean gravity field coefficients that will be provided to the other projects on gravity modeling.



**SPECTROGRAM OF POST-FIT RANGE-RATE RESIDUALS OF THE MONTH DECEMBER 2008, IT SHOWS THE FREQUENCY CONTENT OF THE NOISE IS INHERENTLY TIME-VARYING**

#### SYSTEM STUDY OF AN OPTICAL GRADIOMETRY MISSION (DFG, GEO-Q, KARIM DOUCH)

The far-reaching benefits of GRACE data for the study of the Earth system have shown how critical the mapping of the time-variable gravity field is. In this project we investigate the potential of space gradiometry for future gravity field missions, from the requirements on the different sensors to the estimation of the final precision and spatial resolution of the recovered gravity field models. The computation of a realistic time-variable field has shown that the gradiometer must reach a sensitivity better than  $10^{-4}$  E/ $\sqrt{\text{Hz}}$  at frequencies between 0.5 and 7 mHz. We therefore want to see how this can be achieved, in particular by integrating laser interferometry metrology in the measurement chain of the electrostatic accelerometers, which are the core sensors of the gradiometer.

The general design and principle of such a “laser interferometry accelerometer” has been developed and implemented in Simulink. The various parameters of the model have then been tuned iteratively so as to meet the requirements in terms of the envisaged noise level. Moreover the noise budget has been completed with the estimation of the contribution of other electronical noise sources. A simulation of the full measurement process for realistic satellite conditions will soon be made.

#### TWANGS, SPIKES, AND OTHER DISTURBANCES OF SCIENCE SIGNALS RELATED TO THE SATELLITE PLATFORM AND ITS ENVIRONMENT (DFG, GEO-Q, GUY APELBAUM, PROF. JAKOB FLURY)

The quality of the accelerometer science signal is critical for GRACE gravity field determination and will increase in importance for satellite gravimetry systems beyond this mission. The focus of this project is to understand the physical source of accelerometer disturbances – Twangs and spikes.

A general GUI software was developed for the automatic detection and classification of Twangs in the GRACE accelerometer. A Master thesis was done about the relation between Twangs and temperature effects, resulting in a still unclear relation between them. Swarm satellite accelerometer data was investigated, and a dynamical model was developed for the effect of accelerometer temperature on its output acceleration signal.

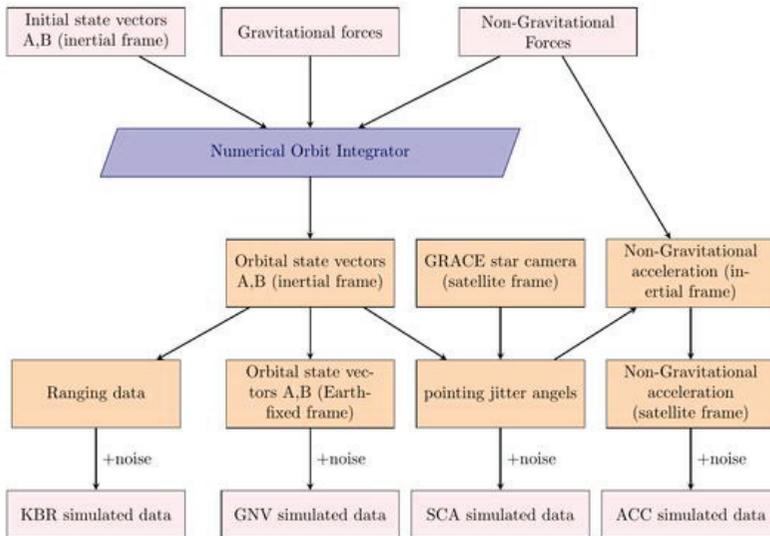
## GLOBAL GRAVITY FIELD RECOVERY FROM SATELLITE DATA (DFG, GEO-Q, MAJID NAEIMI)

Since the beginning of the year 2015 and after approval of the Sonder-ForschungsBereich (SFB 1128), a research group consisting of several PhD and post-doc researchers from IfE and AEI is established and led by Dr. Ing. Majid Naeimi. The main goal of the group is to prepare the necessary software packages for gravity field recovery from satellite data with focus on the upcoming GRACE Follow-On data.

The group, known as the GFR (Gravity Field Recovery) team, holds weekly meetings to report the latest progress and to discuss current problems and technical issues. All activities of the group are regularly archived in the wiki-page of the group.

In addition, Majid Naeimi has been working on the preparation of the orbit data for the sub-project 'Data analysis challenges for GRACE and GRACE FO' as a part of the SFB 1128 (geo-Q) project. The first data set are released in June 2016 followed by the second set of the data which was published in December 2016. The data can be found online at:

<https://www.geoq.uni-hannover.de/mock.html>



### SIMULATION STRATEGY FOR GRACE DATA CHALLENGES

**REGIONAL GRAVITY FIELD MODELING & RELATIVISTIC GEODESY (DFG, GEO-Q, MIAO LIN, HEINER DENKER, LUDGER TIMMEN)**

Subproject C04 focuses on providing gravity potential values with best possible accuracy for the evaluation of optical clock measurements. For this purpose, the geometric leveling and the GNSS/geoid approach were utilized and corresponding GNSS and leveling observations were performed at the existing and planned clock sites at Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig, Leibniz Universität Hannover (LUH), Hannover, and Max-Planck-Institut für Quantenoptik (MPQ), Garching. The height differences based on the geometric levelling and the GNSS/geoid approach agree to better than 1 cm between LUH and PTB, while the corresponding discrepancies between the stations in Northern Germany (PTB and LUH) on the one hand and MPQ near Munich on the other hand are about 4 cm, which is in agreement with the corresponding statistical uncertainties.

Furthermore, refined gravity field modeling techniques were investigated regarding the use of a global geopotential model as a reference field for linearizing the observation equations, and new software was developed for the computation of topographic and atmospheric effects. This software is based on tesseroids and can consider densities linearly varying with height; the computations are divided into an inner and outer zone, and the software was validated by synthetic and real test data sets for the topography and the atmosphere. For the synthetic data sets, the computation error was found to be less than  $2 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$  for the gravitational potential and about  $1 \times 10^{-4} \text{ mGal}$  for the gravitational attraction.



**GNSS ANTENNA ON ROOFTOP OF MPQ BUILDING; GNSS OBSERVATIONS AND PROCESSING AT MPQ DONE BY DR. C. VÖLKSEN AND T. SPOHNHOLTZ FROM KOMMISSION FÜR ERDMESSUNG UND GLAZIOLOGIE, BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN**

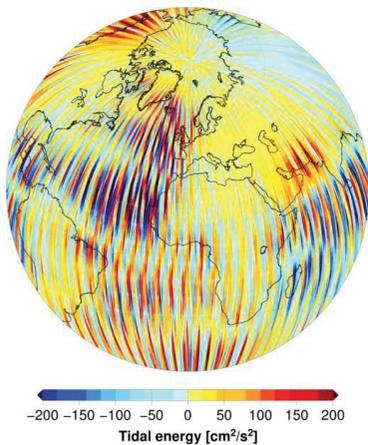
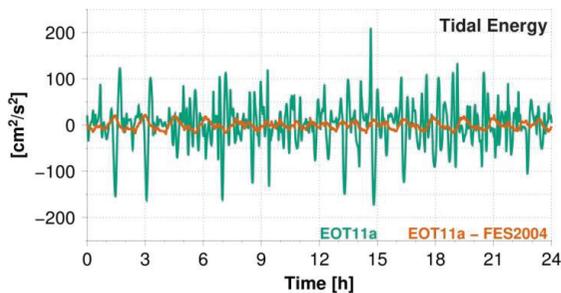
MODELING OF MASS VARIATIONS DOWN TO SMALL SCALES (DFG, GEO-Q, BALAJI DEVARAJU, LARS LERMANN)

New sensor technology and system configurations will allow to observe small-scale mass variations in the Earth's system.

Spatial and temporal small-scale gravity changes caused by atmospheric, hydrologic and non-tidal ocean mass variations are computed on a regional scale for signal separation purposes using numerical models.

In Fennoscandia Seasonal and trend adjustment using locally weighted regression (STL) was used to separate the seasonal hydrological signal and the trend from post-glacial rebound.

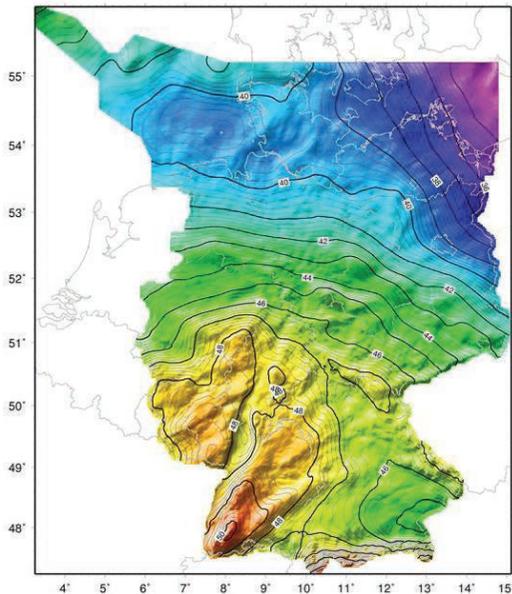
In order to get a feeling of aliasing problems and de-aliasing strategies, we are studying ocean-tide aliasing. We use noise-free simulated data, where only the static gravity field and ocean-tide models are used. This is done to quantify the upper bound of the ocean-tide aliasing error.



TIME-SERIES OF THE OCEAN-TIDE ENERGY OBSERVED BY THE SATELLITE IN A DAY (TOP) AND FOR A MONTH (BOTTOM) ARE SHOWN. THE SATELLITE IS PERTURBED HEAVILY BY THE OCEAN-TIDES IN ENCLOSED AREAS, FOR EXAMPLE, NORTH ATLANTIC. THE SATELLITE FEELS THE PERTURBATIONS EVEN AFTER IT IS WELL PAST THE OCEAN AREA, FOR EXAMPLE, PERSIA AND ALASKA

## GCG2016 – NEUES QUASIGEOID DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (IFE, HEINER DENKER)

Im Jahre 2016 wurde ein neues Quasigeoid (GCG2016 – German Combined (Quasi)Geoid 2016) für die Bundesrepublik Deutschland erstellt, das die offizielle Höhenbezugsfläche in Deutschland repräsentiert und damit das bisherige Modell GCG2011 ablöst. Die Bestimmung des GCG2016 ist eine Gemeinschaftsarbeit der Vermessungsverwaltungen der Länder, des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG) und des Instituts für Erdmessung (IFE). Die Berechnungen erfolgten wiederum separat am BKG und IFE mit unterschiedlichen Berechnungsverfahren (s. a. Berichtshefte 2005 und 2011), woraus das Endergebnis durch Mittelung beider Einzellösungen abgeleitet wurde. Als Eingangsdaten dienten terrestrische Schwere- und Topographiedaten sowie ein globales Schwerefeldmodell in Kombination mit einem neuen Satz von GPS- und Nivellementsunkten. Die beiden Lösungen des BKG und des IFE stimmen im Mittel besser als 0,5 mm überein, die Standardabweichung der Differenzen beträgt 9.7 mm (Landgebiet 4,6 mm). Die Genauigkeit des GCG2016 wurde mit besser 1 cm (Alpen max. 2 cm, Meeresbereich 2 – 6 cm) abgeschätzt. Das GCG2016 beruht auf dem ETRS89 in der Realisierung 2016 des ETRS89/DREF91 und den nivellitischen Höhen im DHHN2016 (Normalhöhen, Höhenstatus 170).



**QUASIGEOID GCG2016**

**ITOC – INTERNATIONAL TIMESCALES WITH OPTICAL CLOCKS (EUROPEAN METROLOGY RESEARCH PROGRAM EMRP, HEINER DENKER, SERGIY SVITLOV, LUDGER TIMMEN)**

Im Rahmen des EMRP-Projekts ITOC erhielt das IfE ein sogenanntes Researcher Excellence Grant (REG) mit dem Titel „Gravity Potential for Optical Clock Comparisons“,

**EMRP**  
European Metrology Research Programme  
■ Programme of EURAMET



The EMRP is jointly funded by the EMRP participating countries within EURAMET and the European Union

das insgesamt von Juli 2013 bis März 2016 lief. Das Projekt wurde 2016 offiziell abgeschlossen, aber es laufen noch weitere Nacharbeiten einschließlich Veröffentlichungen. Die Hauptaufgabe des IfE bestand in der Bereitstellung von Schwerepotentialwerten für die beteiligten Nationalen Metrologie-Institute mit Uhrenstandorten in Braunschweig (PTB), London (NPL), Paris (OBSPARIS), Turin (INRIM) und Modane (LSM, Labor auf der französischen Seite des Fréjus-Tunnels zwischen Italien und Frankreich). Zur Bestimmung der Schwerepotentialwerte wurden an den jeweiligen Uhrenstandorten mindestens eine Absolut-schweremessung und weitere Relativschweremessungen in der Umgebung durchgeführt, die zur Berechnung eines neuen Quasigeoidmodells genutzt wurden. Weiterhin wurden jeweils GNSS- und Nivellementsbeobachtungen genutzt, um die Potentialwerte einerseits mittels geometrischem Nivellement und andererseits aus GNSS- und (Quasi)Geoiddaten abzuleiten. In diesem Zusammenhang wurden auch die zeitlichen Variationen des Schwerepotentials untersucht, wobei insbesondere die Erd- und Ozeangezeiteffekte eine Rolle spielen.

Im Berichtszeitraum 2016 wurde überwiegend der Zeittransfer mit einer transportablen Uhr mittels Simulationsrechnungen untersucht. Zur Berechnung der entsprechenden relativistischen Effekte müssen Position, Geschwindigkeit und das Schwerepotential entlang des Transportweges bekannt sein. Die Simulationen mit verschiedenen Transportgeschwindigkeiten zeigten, dass mit Hilfe von GNSS-Messungen auf dem Transportfahrzeug und vorhandenen Potentialinformationen ein Zeittransfer mit einer Genauigkeit von besser 0.1 Picosekunden möglich ist.

Zu den drei Schwerpunkten des Projekts (Schwerepotentialbestimmung, zeitliche Schwerepotentialänderungen, transportable Uhr) sind bereits Veröffentlichungen erfolgt bzw. noch in Vorbereitung. Die berechneten Schwerepotentialwerte gingen in den Vergleich von zwei optischen Strontium-Uhren an der PTB und dem OBSPARIS ein, der im Journal Nature Communications publiziert wurde (s. Veröffentlichungen, Lisdat et al. 2016). Über die Auswirkung von zeitlichen Schwerepotentialänderungen auf Uhrvergleiche und internationale Zeitskalen wurde in der Zeitschrift Metrologia berichtet (s. Veröffentlichungen, Voigt et al. 2016). Ferner wurde ein Review-Beitrag zur geodätischen Berechnung der relativistischen Rotverschiebungskorrekturen mit einigen praktischen Ergebnissen bei einer weiteren internationalen Zeitschrift eingereicht.

## LUNAR LASER RANGING (LLR) (DFG FOR1503, FRANZ HOFMANN)

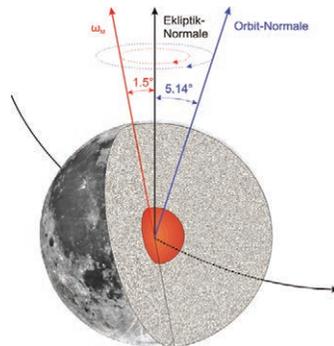
Im Rahmen der DFG-Forschergruppe Referenzsysteme (FOR1503) wurde das funktionale Modell der LLR-Auswertung erweitert. Das Ziel war die Verbesserung des Analyseprogramms, um die steigenden Messgenauigkeiten der beiden aktiven LLR-Stationen APOLLO und OCA im Modell bestmöglich abzubilden.

Der Schwerpunkt lag auf der verbesserten Modellierung der Gezeitenbeschleunigung und der Mondrotation. In der Berechnung der Gezeitenbeschleunigung wird jetzt ein Modell mit fünf Zeitverzögerungen der Gezeiten der festen Erde vom Grad 2 verwendet.

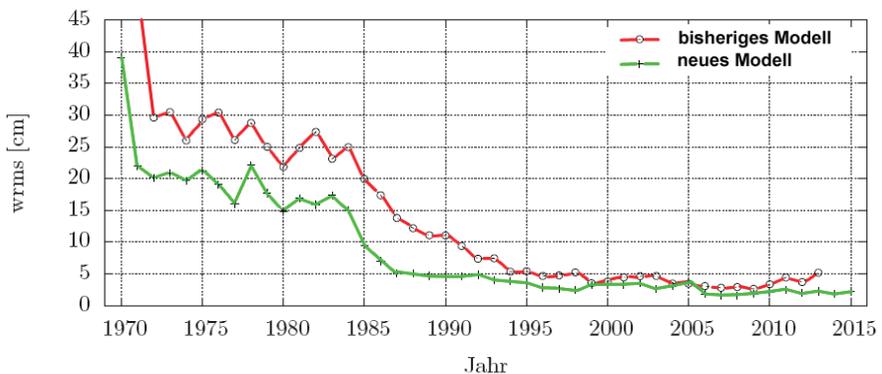
Die resultierende Gezeitenbeschleunigung des Mondes kann entweder über die Variationen des Grad-2 Schwerefeldes der Erde oder direkt als zusätzliche Beschleunigung auf den Mond als Punktmasse berechnet werden.

Das 2-Schichten-Modell der Mondrotation mit festem Mantel und flüssigem Kern wurde erweitert und konsistent mit den Gezeitendeformationen des Mondes formuliert. Die gezeitenbedingten Änderungen des Mondschwerefeldes werden in der Berechnung der Mondtranslation und -rotation berücksichtigt.

Der resultierende gewichtete jährliche 1-Weg rms konnte mit den Modelerweiterungen über die gesamte Datenreihe im Mittel um 30 % reduziert werden. Ab 2006 wird ein rms von 2 cm oder besser erreicht.



**SCHEMATISCHER MONDAUFBAU IN MANTEL UND KERN MIT ROTATIONSVEKTOR, EKLIPTIK- UND ORBITNORMALE**

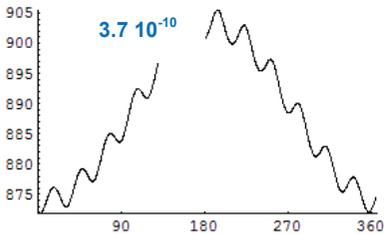


**JÄHRLICHER GEWICHTETER RMS DER LLR POST-FIT RESIDUEN, VERGLEICH ZWISCHEN BISHERIGEM UND NEUEM MODELL**

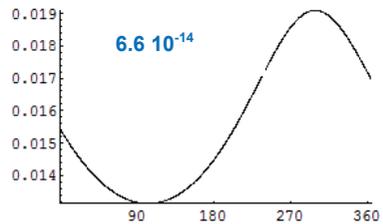
## BARYZENTRISCHE EPHEMERIDEN (DFG FOR1503, ENRICO MAI)

Resultate baryzentrischer Ephemeriden, in Form von Positionsvektoren der Planeten, der Sonne und des Erdmondes, fließen in Anwendungen der relativistischen Geodäsie ein. Hochgenaue (optische) Atomuhren werden immer sensitiver gegenüber relativen Geschwindigkeits- und Potentialänderungen bezüglich ihres Ableseortes. Das orts- und zeitvariable Potential am Uhrenstandort wird dabei wesentlich durch den Bewegungs-zustand der Himmelskörper im Sonnensystem bestimmt. Im Falle erdge-bundener bzw. erdnaheer Uhren spielen das Erdschwerefeld und geo-physikalische Massenverlagerungen eine dominierende Rolle.

Die Genauigkeit heutiger Atomuhren im Bereich von  $10^{-17}$  (das entspricht einer Höhengauflösung im cm-Bereich) wird zukünftig noch gesteigert werden. Relativistische Geodäsie und präzise Ephemeridenrechnung werden immer enger verknüpft.



**Einfluss aller auf Uhr@Mond**

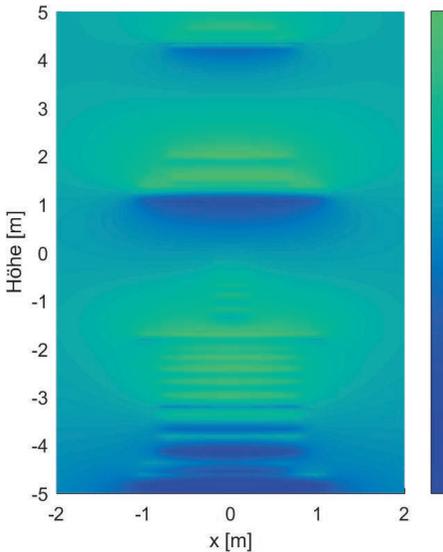


**Jupitereinfluss auf Uhr@Erde**

**EINFLUSS DER HAUPTKÖRPER DES SONNENSYSTEMS AUF DEN POTENTIALWERT  $U$  [ $\text{km}^2/\text{s}^2$ ] IM LAUFE EINES JAHRES AM HYPOTHETISCHEN ABLESEORT EINER ATOMUHR. DER ZAHLEN-WERT (IN BLAU) GIBT JEWEILS DEN BETRAG DES RELATIVISTISCHEN TERMS  $|\Delta U_{\text{max}}/c^2|$  AN**

## BEREITSTELLEN DER SCHWERE INNERHALB VON KRAFT- UND BESCHLEUNIGUNGSMESS-EINRICHTUNGEN (IFE, MANUEL SCHILLING)

Die Kenntnis des absoluten Schwerewertes  $g$ , dessen Variation sowie abgeleiteter Größen ist nicht nur in Geodäsie und Geophysik von Bedeutung. In der Metrologie wird in Kraft-Normalmessenrichtungen (NME) die physikalische Größe "Kraft" durch direkte Massewirkung einer wechselnden Anzahl, teils tonnenschwerer Belastungskörper realisiert. Die Kraft ergibt sich aus der Summe, der an einer Messung beteiligten Massen. Hierbei ist  $g$  jeweils im Massenmittelpunkt eines Belastungskörpers notwendig. Experimente in der Physik, wie das geplante Very Long Base Line Atom Interferometer (VLBAI), müssen den vertikalen Schweregradienten über die Fallstrecke der Atome innerhalb des 10m messenden Aufbaus berücksichtigen. In diesen Anwendungen ist die Kenntnis von  $g$  im inneren des Experiments notwendig; der jeweilige Ort aber nicht mehr für Gravimeter zugänglich. Durch absolute und relative Schweremessungen vor dem Aufbau einer solchen Einrichtung wird ein Schwerenetz am Ort der Installation und in der Umgebung errichtet. Zusätzlich wird der Gradient in dem unbeeinflussten Schwerfeld gemessen. Auf Grundlage von 3D CAD Entwürfen wird eine Vorwärtsmodellierung durchgeführt, um den Einfluss des Instruments auf  $g$  und deren Ableitung zu berechnen. Die Abbildung zeigt beispielhaft das Schwerfeld einer NME an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig. Im Außenraum liegende Referenzpunkte dienen einerseits der Überprüfung des Modells nach der Installation und andererseits der Anpassung bei lokalen Änderungen des Schwerfeldes.



SCHWEREFELD EINER 200 kN KRAFT-NORMAL-MESS-EINRICHTUNG DER PTB

## AUFBAU EINES STATE-OF-THE-ART SCHWEREGRUNDNETZES IN MEXIKO UND WIEDERHOLTE VERMESSUNG DES GEODYNAMIK-ÜBERWACHUNGSNETZES "JALISCO BLOCK" (UNAM, CENAM, PTB, LUDGER TIMMEN, MANUEL SCHILLING)

Die 2015 begonnene Zusammenarbeit mit dem CENAM (Centro Nacional de Metrología, Santiago de Querétaro) und dem Zentrum für Geowissenschaften der mexikanischen Universität UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) wurde im März 2016 mit einer 3-wöchigen Messkampagne fortgesetzt. Zum einen dienen die eingerichteten Schwerstationen zur Realisierung eines modernen Schwerstandards für Metrologie, Wissenschaft und angewandte Geophysik (Explorationsindustrie). Zum anderen wurde ein 1996 angelegtes Geodynamiknetzwerk zur Überwachung des Jalisco Blocks (JB) nach 20 Jahren erstmalig wieder nachgemessen. Dieser vor 75 bis 100 Millionen Jahren in großer Tiefe entstandene Batholithgesteinsblock (Granit) muss eine signifikante Hebung erfahren haben, da das Gestein heute bei einer Geländehöhe von bis zu 2500 m offen liegt.

Im der Zeit vom 2. bis 15. März 2016 wurden vom IfE mit dem FG5X-220 in Querétaro 2 Absolutgravimetrie-Stationen (CENAM und UNAM), 5 Stationen auf dem JB, 1 Station in Aguascalientes (INEGI) und 1 Station in Mexiko Stadt (UNAM) eingemessen. 5 Stationen waren erstmalig 1996 mit dem FG5-111 von NOAA-NGS besetzt worden. Die ersten Ergebnisse zeigen zwar Änderungen von über 20  $\mu\text{Gal}$  in 20 Jahren, es ist aber keine Systematik zu erkennen, die für den ganzen Block als tektonisch bedingte Änderung angenommen werden kann.

Neben der Tektonik wird auch die Hydrologie Veränderungen verursachen, die z.B. mit Grundwasserstandänderungen und Oberflächendeformationen verbunden sind. Solche Variationen sind zwar bekannt, werden aber leider nicht geodätisch erfasst (z.B. mit GPS oder Nivellement). Lokale Absenkungen von über 3 cm durch Wasserentnahmen sind bekannt.

Von deutscher Seite wurde das Messprojekt durch die PTB Braunschweig finanziell unterstützt.



**MESSSTATIONEN, IN DENEN 2016 MIT DEM FG5X-220 DES INSTITUTS FÜR ERDMESSUNG ABSOLUTE SCHWERBESTIMMUNGEN VORGEGOMMEN WURDEN (AUSNAHME: CIMANTARIO BEREITS IN 2015). DIE MIT BLAUEN KREISEN GEKENNZEICHNETEN PUNKTE WURDEN ERSTMALIG MIT DEM FG5-111 (NOAA) IN 1996 BESSETZT**

## VERMESSUNG DES 2004 ANGELEGTEN GRAVIMETRIENETZES AUF DER ZUGSPITZE MIT ABSOLUT- UND RELATIVGRAVIMETRIE (IFE, LUDGER TIMMEN)

In Kooperation mit dem Institut für Astronomische und Physikalische Geodäsie (IAPG) der TU München (TUM) wurde das gravimetrische Kontrollnetz auf der Zugspitze nach 12 Jahren erneut mit Absolut- und Relativgravimetrie vermessen (Messperiode 27.09. bis 03.10.2016). Das Netz dient als Langzeitreferenz zur Überwachung von Schwereänderungen aufgrund



**EIN NEUER ZENTRALER ABSOLUTPUNKT WURDE IN DER UMWELTFORSCHUNGSSTATION SCHNEEFERNERHAUS EINGERICHTET, NACHDEM DER PUNKT VON 2004 NICHT MEHR ZUGÄNGLICH IST**

der Rückbildung der Alpengletscher u. des Permafrosts und aufgrund geodynamischer Veränderungen (Alpenwachstum). Seitens des IfE wurden das FG5X-220 und das Scintrex CG3M-4492 eingesetzt. Christian Ackermann vom TUM hat mit einem neuen CG5 Scintrex Gravimeter teilgenommen. Die Münchner Gruppe nutzt die vom IfE angelegten FG5-Absolutpunkte u.a. auch zur Kalibrierung ihrer Scintrex Relativgravimeter zwischen Partenkirchen-Eibsee-Zugspitze.

## ABSOLUTGRAVIMETRISCHE SCHWEREMESSUNGEN IN DEUTSCHLAND UND MEXIKO (PTB/IFE, LUDGER TIMMEN, MANUEL SCHILLING)

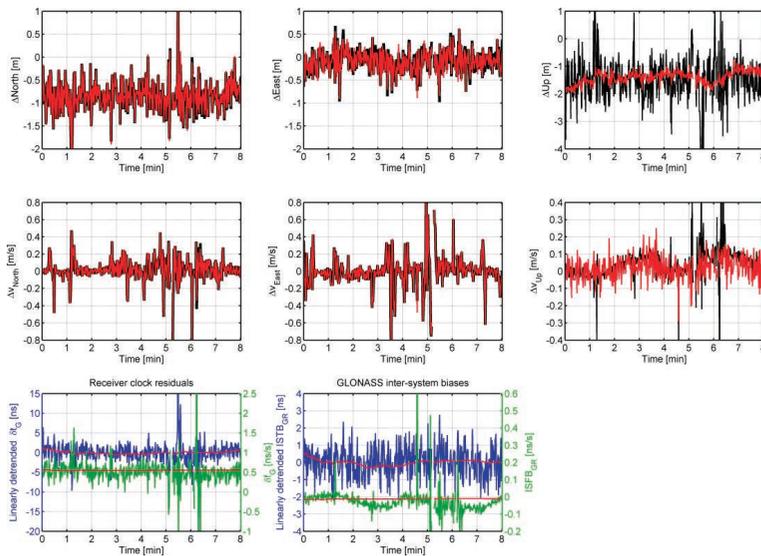
Mit dem FG5X-220 Absolutgravimeter wurden 2016 Schwermessungen in nationalen Referenzstationen Norddeutschlands und auf der Zugspitze statt. Im SIMULTAN-Projekt wurden die Absolutbestimmungen aus 2015 in Flottbeck und Bad Frankenhausen wiederholt. Die Referenzstation an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig bestätigt sich als eine gut gewählte Referenz zur tektonischen Kontrolle Norddeutschlands (bisher nur Clausthal/Harz). Eine vermutete langzeitliche Landsenkung kann gravimetrisch durch die beiden Zeitreihen (seit 1986 bzw. seit 2008) nicht nachgewiesen werden. Die Teststation im Gravimetrielabor des IfE mit dem Schweregrundnetzpunkt unterliegt gegenwärtig großen Schwereänderungen aufgrund der Baumaßnahmen zum HITec (Hannover Institut für Technologie)

Station	Datum	Bemerkung
Hannover (IfE Grav.labor)	20.– 22.04.16	DSGN94 4/4, Gravimeter Überprüfungen
Clausthal, Institut für Geophysik	09.– 12.05.16	Norddeutsche Referenzstation (seit 1986, Geodynamik)
Ruthe (Punkt 201)	28.04.2016	Außenlabor des Ife, Gravimeter Überprüfungen
PTB "Alte Gleiswaage"	05.– 07.07.16	Norddeutsche Referenzstation (seit 2008, Geo- dynamik)
Hamburg-Flottbeck (DESY)	01.– 04.08.16	SIMULTAN: Erdfallgebiet, 1. Wiederholungs- messung
Bad Frankenhausen (Rathaus)	16.– 18.08.16	SIMULTAN: Erdfallgebiet, 1. Wiederholungs- messung
Zugspitze, Schneefernerhaus	28.09.16	neu eingerichteter Punkt, da alter Punkt von 2004 nicht mehr zugänglich (Geodynamik, Eiss- schmelze)

## VERBESSERTER POSITIONIERUNG UND NAVIGATION DURCH UHRMODELLIERUNG (BMW/DLR, THOMAS KRAWINKEL)

Gesamtziel dieses Forschungsprojekts ist die Entwicklung innovativer Konzepte zur empfängerseitigen Uhrmodellierung bei Nutzung hochstabiler Atomuhren, wobei der Hauptfokus auf sog. Chip Scale Atomic Clocks (CSACs) liegt.

Mit den in einem ersten Praxistest im Jahr 2014 gesammelten Erfahrungen wurde im Jahr 2015 ein zweiter Praxistest auf einem Feldweg in der Nähe von Hannover durchgeführt. Hierbei wurden abermals insgesamt vier verschiedene externe Uhren – in Verbindung mit vier typgleichen GNSS-Empfängern – eingesetzt. Die Auswertung der Daten wurde nun zum einen auf Multi-GNSS (GPS, GLONASS, Galileo) und zum anderen um die Geschwindigkeitsschätzung mithilfe von Dopplerbeobachtungen erweitert.



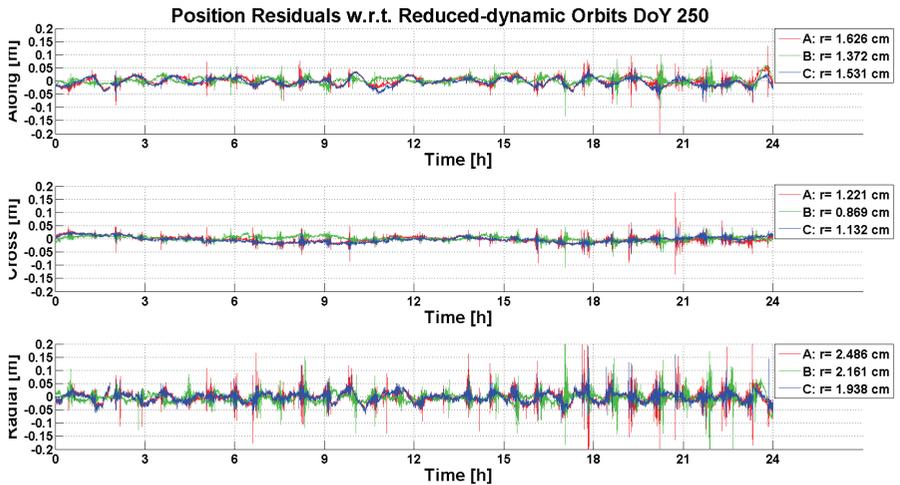
**TOPOZENTRISCHE KOORDINATEN UND GESCHWINDIGKEITEN SOWIE UHRFEHLER UND INTER-SYSTEM BIASES (GPS+GLONASS) RELATIV ZUR REFERENZTRAJEKTORIE**

Darüber hinaus wurde ein erstes Experiment zum Einsatz von CSACs in der Detektion von Spoofing-Attacks durchgeführt. Die theoretisch zu erwartenden Vorteile der Nutzung einer hochstabilen Uhr konnten hier praktisch untermauert werden.

CONSISTENT OCEAN MASS TIME SERIES FROM LEO POTENTIAL FIELD MISSIONS (CONTIM), WORK PACKAGE: IMPROVED GPS DATA ANALYSIS FOR THE SWARM CONSTELLATION (DFG, LE REN)

The Swarm mission consists of three identical satellites in near-polar orbits. Each satellite is equipped with a high precision 8-channels dual-frequency GPS receivers for precise orbit determination, which is essential in order to take full advantage of the data information provided by this constellation, e.g. for the recovery of gravity field from kinematic orbits or the characterization of the ionosphere.

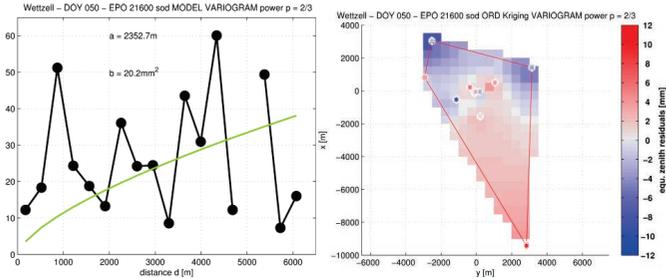
The current focus of the project is on analysing the performance of Swarm on-board receivers and determining kinematic orbits. Under ionospheric scintillations the phase observations are severely disturbed, which leads to large noise in the orbits. Also it makes the cycle slips difficult to repair. A new approach for cycles slip repair is proposed and tested. After analyzing and sophisticated preprocessing of the observations, kinematic orbits for Swarm satellites are generated with a MATLAB-based Precise Point Positioning software using least-squares adjustment. The generated kinematic orbits are compared with the reduced-dynamic orbits provided by ESA Swarm Level 2 Product. Over three months, the root mean square (rms) errors of the position residuals for Swarm satellites in along, cross and radial track are around 1.5, 1.5, and 2 cm, respectively. The orbits are further improved using relative positioning with double-differences.



POSITION RESIDUALS W.R.T. REDUCED-DYNAMIC ORBITS ON DOY 250, 2015

## UNTERSUCHUNGEN DER TURBULENZ UND VERBESSERTE MODELLIERUNG DER ATMOSPHERISCHEN REFRAKTION MIT VLBI UND GPS (DFG, FRANZISKA KUBE)

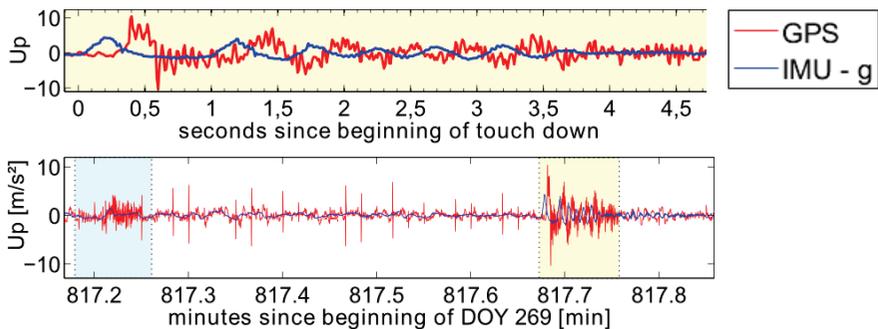
Zum besseren Verständnis des raumzeitlichen Verhaltens der Troposphäre wurden die am geodätischen Observatorium Wettzell aufgenommenen Messdaten einer PPP Auswertung unterzogen. Die geschätzten troposphärischen Laufzeitverzögerungen und Residuen nach der Ausgleichung wurden mit geostatistischen Werkzeugen untersucht. Es wurden z.B. Variogramme der Residuen gebildet, welche die Grundlage für sog. Kriging-Methoden zur Prädiktion des räumlichen Verhaltens bilden.



**EMPIRISCHES VARIOGRAMM UND ANGEPASTES MODELLVARIOGRAMM (LINKS) SOWIE PRÄDIZIERTE FLÄCHE (RECHTS) BERECHNET AUS DEN PPP RESIDUEN EINER EPOCHE**

## ÜBER DIE VERWENDUNG VON 100 Hz GPS PVAT IN FLUGANWENDUNGEN (LAND NIEDERSACHSEN, CHRISTIAN BISCHOF)

Anhand eines Flugexperiments wurde das volle Potential von 100 Hz GPS Geschwindigkeits- und Beschleunigungs-Bestimmung ausgelotet. Es konnte gezeigt werden, dass sogenannte zufällige Vibrationsmuster wie auch klare Beschleunigungssignaturen (z.B. Landung, siehe Abbildung) mit 100 Hz GPS PVAT detektiert und mit IMU Messungen verifiziert werden können. Eine Berücksichtigung der empfängerspezifischen Latenzzeiten (ca. 0.1-0.4 Sekunden) und Amplitudenüber-schätzung ist dabei zwingend notwendig.



**BESCHLEUNIGUNG WÄHREND LANDEMANÖVER (GELB UNTERLEGTER BEREICH) UND LANDEKLAPPEN-BEWEGUNG (HELLBLAU UNTERLEGTER BEREICH)**

**INTEGRIERTES GEODÄTISCHES ÜBERWACHUNGSKONZEPT FÜR ERDFALL-INDUZIERTE OBERFLÄCHENDEFORMATION UND MASSENUMLAGERUNG) AP3, VERBUNDVORHABEN SIMULTAN (BMBF GEOTECHNOLOGIEN, LUDGER TIMMEN UND TOBIAS KERSTEN)**

Das Verbundvorhaben SIMULTAN (Sinkhole Instability and multi scale monitoring and analysis) wurde weitergeführt und spezielle Aspekte der GNSS-Datenverarbeitung bezüglich dynamischer und adaptiver Elevationsmasken in einer Bachelorarbeit (L. Icking) intensiv studiert. In einer zweiten Bachelorarbeit (F. Ruwisch) wurden die Doppeldifferenzen für aktuelle und neue Signale eingehend hinsichtlich der zu erwartenden Qualität und des Rauschverhaltens analysiert.

Halbjährliche GNSS-Kampagnen an den Standorten Hamburg und Bad Frankenhausen (Thüringen) konnten planmäßig durchgeführt und dabei die Kooperationen zwischen der Landesvermessung Niedersachsen (LGLN), der Landesvermessung Thüringen (TLVerm) weiter ausgebaut werden. Aktuelle Ergebnisse sind auf dem Joint International Symposium on Deformation Modelling (JISDM 2016) präsentiert und sind in Kersten et al. (2016) zusammengefasst. Erste Epochenvergleiche bezüglich zur Nullepoche lassen bisher keine signifikanten Bewegungen in Hamburg erkennen. In Bad Frankenhausen hingegen sind einzelne Bewegungen zu identifizieren, aber diese sind noch mit den parallel erhobenen Daten der Kooperationspartner Leibniz Institut für Angewandte Geophysik (LIAG) zu verifizieren, um eine abschließende Aussage treffen zu können.

Die im Sommer alljährlich stattfindende Studentenübung "Landesvermessung und Schwerefeld" wurde als Zwischenkampagne im Juli 2016 durchgeführt und ist für die Kampagnenfortschreibung und zur Trennung saisonaler Effekte in den GNSS-Daten von besonderem Interesse. Ebenfalls können zu der Zwischenkampagne die Daten mit den Kooperationspartner LIAG verglichen und zusätzlich zur Verfügung gestellt werden.

Im Arbeitspaket 3.2 "Zeitliche Schwereänderungen" wurden die in 2015 eingerichteten Stationen erstmalig wiederholt absolutgravimetrisch vermessen, um langzeitliche Schwereänderungen in den Erdfallgebieten Hamburg-Flottbek (DESY) und Bad Frankenhausen (Rathaus) zu überprüfen. Damit die Überwachungsmessungen nach SIMULTAN langfristig fortgesetzt werden, wurde die Einbindung der Punkte in die nationalen Schwerenetze angestrebt. Mittlerweile haben sowohl die Landesvermessung Thüringens (Bad Frankenhausen) als auch das BKG (Flottbek) die Stationen aufgenommen.



(A)

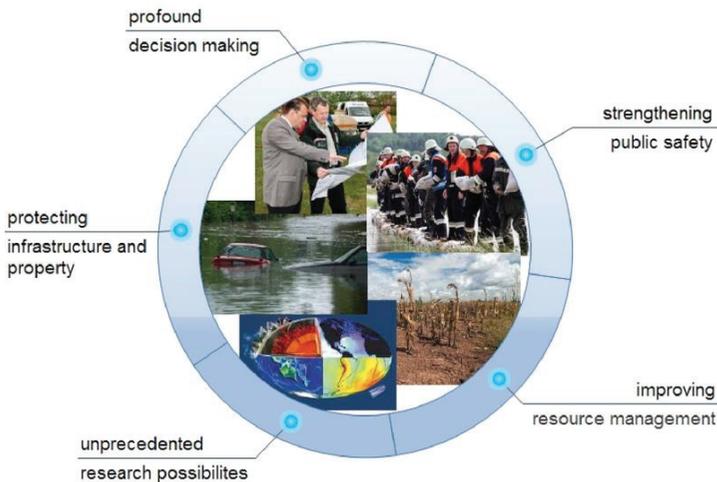


(B)

**RELATIVGRAVIMETRISCHE DAUERREGISTRIERUNG MIT GPHONE (MICRO G LACOSTE) IN HAMBURG GROß FLOTTBEK AUF DEM GELÄNDE DES DEUTSCHEN ELEKTRONENSYNCHROTRONS (DESY); INSTRUMENTEN VON LIAG UND IFE**

## EUROPEAN GRAVITY SERVICE FOR IMPROVED EMERGENCY MANAGEMENT EGSIEM (EU, AKBAR SHABANLOUI)

Massenänderungen, abgeleitet aus der Mission GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment), liefern grundlegende Einblicke in den globalen Wasserkreislauf der Erde. Änderungen in der kontinentalen Wasserspeicherung steuern den regionalen Wasserhaushalt und können in Extremfällen zu Überschwemmungen und Dürren führen. Das Ziel von EGSIEM (European Gravity Service for Improved Emergency Management) ist, den Wasserkreislauf der Erde aus dem Weltall mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung zu beobachten und vorherzusagen. Dazu müssen alle monatlichen Schwerefeldlösungen aus verschiedenen Analysezentren in Form von Normalgleichungen (NEQ) kombiniert und als optimale Lösung dem Endnutzer bereitgestellt werden. Ein weiteres Ziel des Projektes ist es, tägliche Massenänderungen der Erde - so genannter „Near Real-Time (NRT) service“ - als Standard-Produkt aus GRACE für Endnutzer bereitzustellen. Mit Hilfe solcher Produkte können wir regionale (lokale) Überschwemmungen und Dürren aus dem Weltall mit täglichen Raten beobachten und GRACE als Frühwarndienst nutzen.



**EGSIEM AUF EINEM BLICK**

## INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK

### AUTOMATISCHE GENERIERUNG VON DYNAMISCHEN PARKPLATZKARTEN MITTELS CROWD-SENSING (DFG-GRADUIERTENKOLLEG SOCIALCARS, FABIAN BOCK)

Moderne Fahrzeuge werden immer häufiger mit einer Vielzahl von Sensoren ausgestattet, die ihre Umgebung erfassen. Solche Sensoren können genutzt werden, um während der Fahrt Parklücken und parkende Fahrzeuge am Straßenrand zu detektieren. Tragen viele Fahrzeuge zu einem gemeinsamen Datenbestand bei, können Autofahrer wirkungsvoll bei der Suche nach einem freien Parkplatz unterstützt werden.

In diesem Projekt wird untersucht, wie aus diesen Daten mit Verfahren des Maschinellen Lernens Parkplatzkarten automatisch generiert werden können. Einerseits kann aus der raum-zeitlichen Verteilung der Fahrzeugdetektionen abgeleitet werden, an welchen Stellen Parken erlaubt ist. Andererseits kann durch die Kombination von aktuellen und gesammelten Parkplatzdaten berechnet werden, in welchen Straßen die höchste Wahrscheinlichkeit besteht, einen freien Parkplatz zu finden.



**BEISPIEL EINER DYNAMISCHEN PARKPLATZKARTE MIT EINER AKTUELLEN SCHÄTZUNG DER PARKPLATZVERFÜGBARKEIT. MIT SENSOREN AUSGESTATTETE FAHRZEUGE TRAGEN DABEI ZUR AKTUALITÄT DER SCHÄTZUNG BEI**

Darüber hinaus untersuchen wir in einem Gemeinschaftsprojekt im Rahmen des Graduiertenkollegs SocialCars, wie die Parkplatzsuche durch die Kooperation zwischen mehreren Fahrzeugen erleichtert werden kann. Dabei tauschen die Fahrzeuge die geplanten Routen und Ziele aus, um anschließend auf optimierten Routen zu suchen. Dadurch kann die vergebliche Suche in Straßen reduziert werden, die erst kurz zuvor von einem anderen suchenden Fahrzeug durchfahren wurden.

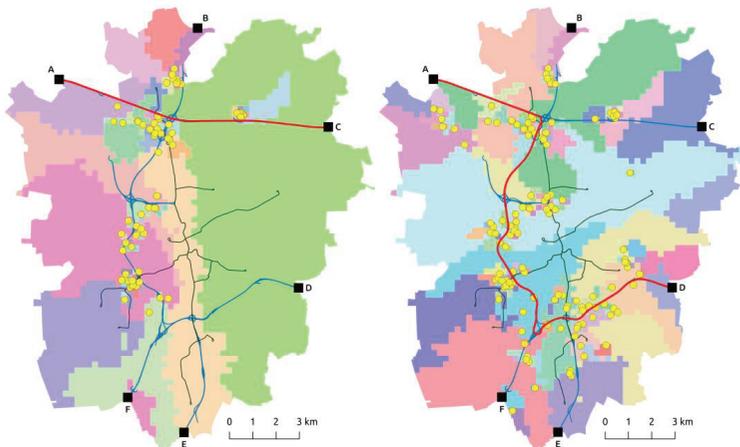
## RECOMMENDATION OF MEETING POINTS FOR LONG-DISTANCE RIDE-SHARING (DFG-GRADUIERTENKOLLEG SOCIALCARS, PAUL CZIOSKA)

Ride-Sharing or carpooling is a common way to utilize available but so far unused vehicle seat capacity. In recent years many ride matching applications have evolved to find other travellers with similar itineraries online, like BlaBlaCar or Liftshare. People offering rides on such platforms find passengers who need to be picked up or dropped off in cities en route. Hence, it is necessary to agree on a meeting (and/or drop-off) point.

In long-distance ride-sharing, locations that are well-known and easy reachable by public transport are often chosen, e.g. the central train or bus station. However, such locations are usually located in the city centre, inducing unnecessary detours and time loss for the drivers due to congestion in the inner-city parts. Meeting points in the vicinity of motorways and arterial roads with good public transport connection offer the chance to reduce driving time and mileage through inner city districts.

The aim of this project is to develop algorithms to automatically recommend feasible and time-efficient meeting points. The scenario is that a driver wants to pick-up one or multiple passengers at a single meeting point in the city. Dependent on the spatio-temporal location of all participants, a meeting point should be recommended that minimizes the overall time consumption and that satisfies the needs of all customers.

The method is supposed to work in real-time and to cope with multiple requests per second. Hence, a massive precomputation of travel times for different time epochs of a day is necessary to speed up the request time, combined with a grid-based approach to limit the search space for the optimization. Finally, a voting procedure is applied to accommodate the individual needs of the riders.



CITY DISTRICT OF BRAUNSCHWEIG, COLORED AFTER AREAS THAT POINT A PASSENGER TO THE SAME MEETING POINT FOR A STANDARD WORKING DAY DURING NOON. LEFT: DRIVER ROUTE A → C, RIGHT: DRIVER ROUTE A → D

## REAL TIME PREDICTION OF PLUVIAL FLOODS AND INDUCED WATER CONTAMINATION IN URBAN AREAS (BMBF, YU FENG)

- This project aims at developing a fast forecast model for pluvial floods. The main goal of the subproject for ikg is to integrate new sensors for the flood prediction models. In 2016, we finished the measurements at test area in Hannover Ricklingen with the Mobile Mapping System. Algorithms were implemented to generate a high resolution Digital Terrain Model (DTM) and it was then merged with a given 0.5m resolution DTM from Landesvermessung Niedersachsen. Thus, we produced a detailed DTM of the entire test area, where on the roads we achieved 10cm resolution. This product was handed over to the project partners to improve the surface flow modeling for a better flood simulation.
- Another new sensor is the combination of crowd-sourcing information for the localization and description of the pluvial floods incidents, e.g., the information gathered by smart phone apps or the social networks such as Twitter. The app was developed by IP SYSCON and is now in the test phase. An infrastructure was built to collect user posts from Twitter. With general clustering techniques, spatiotemporal clusters were detected based on rainfall relevant Tweets, i.e. Tweets containing words with some relation to rainfall.
- As next step, we want to improve the flood relevant events detector and make use of the photos and videos in the social media to collect eyewitnesses for such events more efficiently.



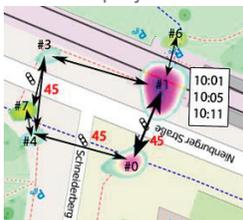
DIGITAL TERRAIN MODEL IN RICKLINGEN HANNOVER MEASURED BY MOBILE MAPPING SYSTEM



DETECTED HEAVY RAINFALL EVENTS IN EUROPE FROM TWITTER DATA ON JUNE 23 2016

## COOPERATIVE MAPPING OF EVENTS AND SPATIO-TEMPORAL TRAFFIC PATTERNS (DFG, STEFFEN BUSCH)

The main goal of this project is the development of a dynamic map which offers information about events and movements in time and space. The project is addressing map actuality – one of the main problems of mapping



in our increasingly changing environment. The goal makes continuous measurement necessary, which again makes cooperative mapping necessary to ensure a certain effectiveness. The main focus of the project is the generation of credible data by the integration of many different measurements from many independent agents. For instance, every car equipped with a camera could be a useful data source. The first experiment derived information about

walking paths and subway time-schedules through the observation of pedestrian trajectories. The movements and especially the stops of these traffic participants were used to gain this time variant information, as well as an indication for traffic sequences. The information was integrated and visualised by a first approach of a dynamic map. The dynamic map combines heat maps, changing connection arrows and classic time tables to give the observer an overview over the actual situation at the junction. The intuitive overview of human behaviour over time is useful for location and mobility planning. Moreover the overview of the dynamic map could be used to improve travel comfort by delivering an up-to-date view of the situation. In a next step, the measurements of several independent sensors (agents) will be integrated and fused, which will yield a higher reliability of the map.

#### **AUTOMATISCHE BESTIMMUNG GEEIGNETER 3D-FEATURES ZUR LOKALISIERUNG VON FAHRZEUGEN MIT HILFE NEURONALER NETZE (IKG, ALEXANDER SCHLICHTING)**

Zur präzisen Lokalisierung selbstfahrender Fahrzeuge können die Messungen von Laserscannern im Fahrzeug ausgewertet werden. Diese nehmen innerhalb weniger Sekunden eine große Menge 3D-Punkte auf. Doch nicht alle Punkte können wesentlich zur Lokalisierung beitragen. Viele Punkte sind redundant oder nicht aussagekräftig. Ein einzelner aufgenommenen Punkt auf der Fahrbahn kann beispielsweise wenig über die aktuelle Position des Fahrzeuges aussagen. Betrachtet man jedoch die Kombination mehrerer, geeigneter Punkte, so ergeben sich Merkmale, über die sich berechnen lässt, wo sich ein Fahrzeug in einer Stadt befindet. Ein triviales Beispiel für ein solches Merkmal ist der Abstand zur linken Häuserreihe und zur rechten Häuserreihe.

Anstatt diese Merkmale manuell zu definieren, sollen sie mit Hilfe eines neuronalen Netzes erlernt werden. Hierzu werden sog. Autoencoder verwendet, deren Eingangsdaten in das Netz identisch zu den Ausgangsdaten sind. Ein Autoencoder besteht aus einem Encoder und einem Decoder.



**AUFBAU DES MESSSYSTEMS MIT AUTOMOTIVE-LASERSCANNER (VORNE) UND KOMMERZIELLEM MOBILE-MAPPING-SYSTEM (HINTEN).**

Im Encoder werden die Eingangsdaten zunächst in mehreren Schritten durch unterschiedliche Methoden miteinander kombiniert und auf eine deutlich geringere Anzahl an Merkmalen reduziert. Im Decoder werden aus diesen Merkmalen anschließend wieder die ursprünglichen Eingangsdaten erzeugt. Hierdurch lernt das Netz, durch welche Gewichtung und Kombination der Punkte die Szene möglichst genau beschrieben wird.

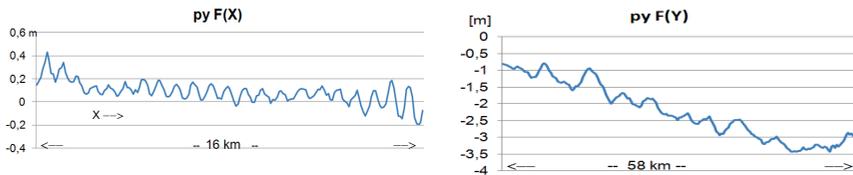
Die Analyse erfolgt mit den Daten eines typischen Automotive-Zeilenlaserscanners in Kombination mit einer Low-Cost-Inertialeinheit, wie in der Abbildung mittig dargestellt. Eine Referenztrajektorie wird durch die GNSS/INS-Einheit des Mobile-Mapping-Systems des IKG erzeugt.

Eine vollständige Übersicht der Forschungsprojekte des Instituts für Kartographie und Geoinformatik findet sich unter [www.ikg.uni-hannover.de](http://www.ikg.uni-hannover.de).

## INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND GEOINFORMATION

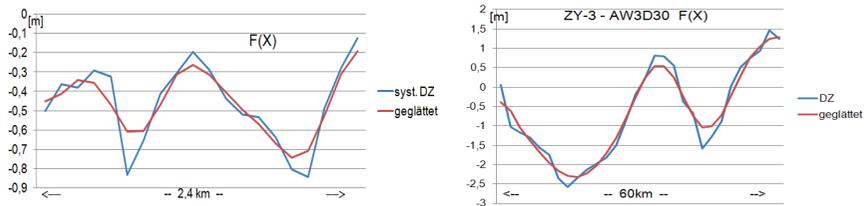
### BESTIMMUNG UND KORREKTUR SYSTEMATISCHER HÖHENFEHLER VON SATELLITENBILD-STEREOMODELLEN (IPI, KARSTEN JACOBSEN)

Nicht alle hochauflösenden optischen Satellitenbildkameras haben eine ausreichende und stabile Kalibrierung. In Flugrichtung hängt die Bildgeometrie von der relativen Genauigkeit und Frequenz der Winkelbestimmung ab. Nach einer schnellen Orientierungsänderung kann es zu Schwingungen kommen, die nicht immer ausreichend erfasst werden und in den standardmäßig benutzten rationalen Polynomkoeffizienten, die die Sensororientierung ausdrücken, berücksichtigt sind. Erste Informationen über systematische Fehler liefern die y-Parallaxen der Vorwärtsschnitte zur Objektpunktbestimmung.



#### SYSTEMATISCHE Y-PARALLAXENFEHLER, LINKS WORLDVIEW-2, RECHTS ZIYUAN-3

Durch Vergleich der aus Satellitenbildern erstellten Höhenmodelle mit kostenlosen Referenzhöhenmodellen, wie von SRTM, das ASTER GDEM2 oder das erst 2016 vollständig verfügbare AW3D30, lassen sich die systematischen Höhenfehler bestimmen und berücksichtigen. Ein Vergleich:



#### SYSTEMATISCHE HÖHENFEHLER, LINKS WORLDVIEW-2, RECHTS ZIYUAN-3

Die systematischen Höhenfehler müssen in Relation zur erreichbaren Höhengenaugigkeit betrachtet werden, die etwa bei einem Bodenpixel liegt, also 0,5 m für WorldView-2 und 3,4 m für Ziyuan-3. Eine Glättung der systematischen Höhenfehler ist erforderlich, um Einflüsse von Vegetationshöhenveränderungen zu reduzieren. Durch a posteriori Korrektur konnten die Höhenmodelle um etwa 15% bis 30% verbessert werden.

## DYNAMISCHE PASSINFORMATION ZUR RELATIVEN POSITIONIERUNG VON SENSORNETZKNOTEN (DFG, MAX COENEN)

Dieses Projekt beschäftigt sich mit der gegenseitigen kamerabasierten Positionierung von Fahrzeugen als Knoten eines dynamischen Sensornetzes. Auf der Grundlage von Stereobildern, welche von an Fahrzeugen angebrachten Stereokameras im Straßenverkehr aufgenommen werden, ergibt sich hieraus ein komplexes Objekterkennungs- und -verfolgungsproblem. Darüberhinausgehend soll eine Feinlokalisierung der detektierten Sensornetzknotten durch die Einpassung eines objektspezifischen 3D-Modells erfolgen, aus welcher geeignete Merkmale („dynamische Passpunkte“) für die relative Positionierung der Kameras in Bezug auf die anderen Sensorknotten abgeleitet werden können.

Aktuell erfolgt die Fahrzeugdetektion durch die Kombination eines objektspezifischen 2D-Detektors mit einem generischen 3D-Objektdetektor, für welche sowohl Bildinformation als auch aus den Stereobildern erhaltene 3D-Information als Datengrundlage verwendet wird. Die durch den spezifischen Sensoraufbau gegebene Aufnahme von Straßen-Level Stereobildern ermöglicht die Detektion der Straßenebene sowie die Verwendung plausibler Annahmen über die Objekteigenschaften von Fahrzeugen, welche für die Fahrzeugdetektion genutzt und in diese integriert werden können.

Sogenannte „Active Shape Models“, welche aus objektspezifischen 3D-Modellen erlernt und in die detektierten Objekte eingepasst werden können, dienen derzeit als Grundlage für die Feinlokalisierung der Fahrzeuge.

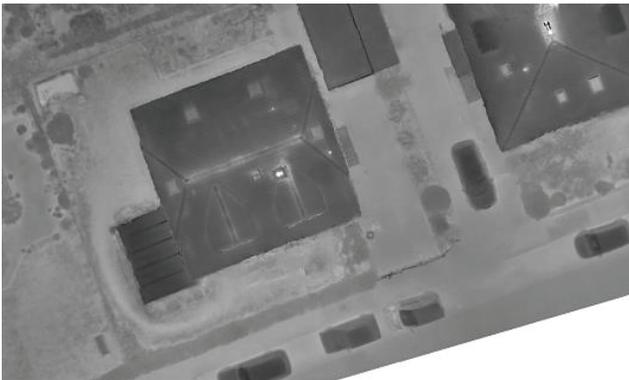


**DETEKTIERTE FAHRZEUGE UND DIE EINGEPASSTEN 3D-FAHRZEUGMODELLE**

## PHOTOGRAMMETRISCHE OBJEKTREKONSTRUKTION UND ORIENTIERUNG MIT UNBEMANNTEN LUFTFAHRTSYSTEMEN (IPI, JAKOB UNGER)

Der zivile Einsatz unbemannter Luftfahrtsysteme (Multikopter, UAS, Drohne) nimmt weiterhin zu. Verschiedenste Einsatzgebiete wie beispielsweise 3D-Rekonstruktion für Visualisierung und Planung, Monitoring, Inspektion, Kulturerbe, Suche und Rettung sowie Logistik nutzen die flexiblen Plattformen. Insbesondere Kameras sind dabei als leichte und relativ günstige Sensoren beliebt. Für die meisten Anwendungen ist die Kenntnis der Position und Ausrichtung (Pose) der Plattform bzw. der Sensorik im Raum von Interesse. Die Kamera kann hierbei als Sensor gesehen werden, der die Pose relativ zu aufgenommenen Objekten bestimmt wobei der Maßstab jedoch unbekannt ist und sich Fehler durch das Aneinanderhängen relativer Bildorientierungen mit der Zeit aufsummieren (Drift). Üblicherweise kann Onboardsensorik (GNSS, IMU) genutzt werden, um den Maßstab zu bestimmen. Ist diese jedoch zu ungenau oder wie im Fall von GNSS bei Signalabschattungen beispielsweise in Häuserschluchten nicht verfügbar, kommt die Frage nach Alternativen auf. Am IPI wird aus diesem Grund ein generalisiertes (LOD2) Gebäudemodell als zusätzliche Passinformation untersucht, dessen Ebenen über Verknüpfungspunkte den Bildbeobachtungen zugeordnet werden und gemeinsam mit diesen in eine hybride Ausgleichung einfließen. Erste Ergebnisse zeigen, dass dadurch Drifteffekte eingeschränkt werden können und die Pose im Objektkoordinatensystem verbessert wird.

Das IPI verfügt seit Herbst 2016 außerdem über eine Thermalkamera inklusive 3-Achsenstabilisierter Aufhängung, mit deren Hilfe parallel zur Er-



fassung des sichtbaren Lichts mit einer RGB-Kamera, nun auch das Spektrum der Wärmestrahlung erfasst und untersucht werden kann. Erste Experimente zeigen, dass auch aus den Thermalbildern einer Befliegung 3D-Modelle und Ortho-photos mithilfe photogrammetrischer Metho-

den erzeugt werden können. Neben der bereits kommerziell durchgeführten Suche von Störungen auf Solarflächen und der Untersuchung von Gebäuden auf fehlerhafte oder unzureichende Isolierungen, sollen am IPI in Zukunft weitere Anwendungsmöglichkeiten dieser Technologie als Datengrundlage für die geometrische Auswertung sowie die automatische Bildanalyse untersucht werden.

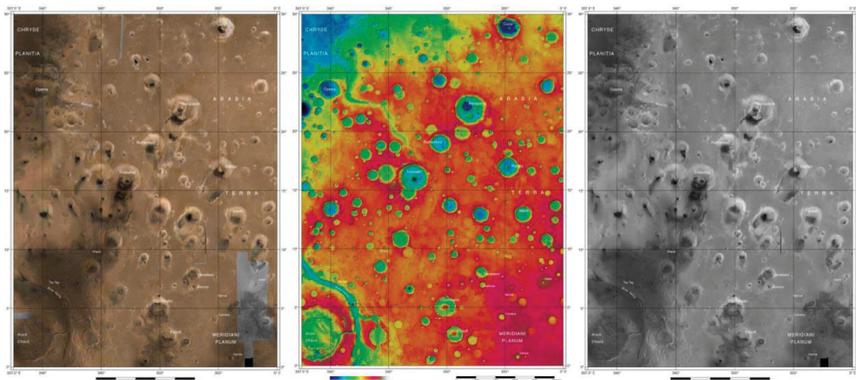
## BÜNDELAUSGLEICHUNG GROßER PHOTOGRAMMETRISCHER BLÖCKE UND IHRE EVALUIERUNG MIT DEN HRSC AUFNAHMEN VON MARS EXPRESS (DLR / BMWI, JONAS BOSTELMANN)

Die High Resolution Stereo Camera (HRSC) wurde zur photogrammetrischen Erfassung der Oberfläche des Mars' entwickelt. Aus den Aufnahmen der fünf panchromatischen Sensorzeilen lassen sich 3D-Informationen ableiten; die vier multispektralen Sensorzeilen liefern dazu Farbinformationen. Seit 13 Jahren fliegt die Zeilenkamera nun schon auf der europäischen Raumsonde Mars Express um unseren Nachbarplaneten. Ihre streifenförmigen Aufnahmen decken mittlerweile fast die gesamte Oberfläche ab. Diese nahezu lückenlose Abdeckung, sowie die Überlappung der Streifen ermöglicht es nun großflächige Mosaiken zu erstellen; sowohl für Orthophotos als auch für die Höheninformation in Form von digitalen Geländemodellen.

In dem Projekt am IPI wird sich dazu mit der Bündelausgleichung großer photogrammetrischer Blöcke beschäftigt. Diese Optimierung nach der Methode der kleinsten Quadrate nutzt eine große Anzahl automatisch bestimmter Verknüpfungspunkte, wodurch die HRSC-Aufnahmen in Bezug auf drei Kriterien optimiert werden können:

- 1) Die Trajektorie, auf der sich die Kamera während der Aufnahme bewegt hat, wird rekonstruiert. Dadurch erhöht sich die geometrische Präzision der HRSC-Daten.
- 2) Eine Anpassung an ein globales Referenz-Geländemodell übernimmt die Funktion sonst üblicher Passpunkte. So wird die genaue Bestimmung globaler Koordinaten und die Kombination der HRSC-Aufnahmen mit anderen Daten möglich.
- 3) Die relative Lage der Streifen innerhalb der Blöcke wird optimiert, um konsistente Daten für die Mosaiken zu schaffen.

Die Kombination und Gewichtung der sehr inhomogenen Eingangsdaten als Beobachtungen für die Ausgleichung stellen dabei eine wesentliche Herausforderung dar.



**KARTIERTE MARSOBERFLÄCHE (1330 x 1780 KM) HRSC FARBBIIDMOSAIK (AUFLÖSUNG: 50M PRO PIXEL), FARBCODIERTE HÖHENINFORMATION (50M AUFLÖSUNG), PANCHROMATISCHES BIIDMOSAIK (12,5M AUFLÖSUNG). (AUS GWINNER, ET AL., 2015, © ESA/DLR/FU BERLIN)**

## SIMULTANE KONTEXTBASIERTE KLASSIFIKATION MULTITEMPORALER UND MULTISKALIGER FERNERKUNDTUNGAUFNAHMEN UNTER VERWENDUNG EXISTIERENDER GIS-DATEN ZUM TRAINING (DFG, ALINA MAAS)

Topographische Datenbanken (im Folgenden als *Karte* bezeichnet) bilden eine wichtige Grundlage für Anwendungen wie z. B. Stadtplanung oder Navigation. Die Aktualisierung solcher Daten, typischerweise auf Basis von Fernerkundungsdaten, ist derzeit mit hohem manuellem Aufwand verbunden, der durch die Automatisierung dieser Aufgabe reduziert werden sollte. Die Automatisierung erfordert eine Klassifikation der aktuellen Fernerkundungsdaten und einen Vergleich der Klassifikationsergebnisse mit der existierenden Karte, um Veränderungen zu erkennen. Für die in diesem Zusammenhang meistens genutzten überwachten Klassifikationsmethoden werden repräsentative Trainingsdaten benötigt, deren Generierung jedoch mit hohen Kosten verbunden ist. Eine Strategie zur Vermeidung dieses Aufwandes besteht darin, die existierende Karte zur Erzeugung der Trainingsdaten zu nutzen. Aufgrund von Veränderungen in der Landschaft wird der Karteninhalt jedoch nicht aktuell sein, sodass die aus der Karte abgeleiteten Trainingsdaten mit Fehlern in Form von falschen Klassenlabels für einen Teil der Trainingsbeispiele, so genanntem „label noise“, behaftet sind. Diese Tatsache muss im Trainingsprozess berücksichtigt werden.

Das Ziel dieses Projekts liegt somit in der Entwicklung einer neuen Methode zur überwachten kontextbasierten Klassifikation von multitemporalen Fernerkundungsdaten, welche robust gegenüber solchen Fehlern in den Trainingsdaten ist und somit anhand einer existierenden Karte angeleitet werden kann. Dabei sollen die Bilder aus mehreren Epochen simultan unter Verwendung eines statistischen Modells für die zeitlichen Veränderungen klassifiziert werden, wobei die Bilder unterschiedlicher Epochen potentiell über unterschiedliche Auflösung verfügen können.

Die bisherigen Arbeiten umfassen in erster Linie die Einbettung einer gegenüber Fehlern in den Trainingsdaten robusten Variante der logistischen Regression in die kontextbasierte Klassifikation auf Basis von graphischen Modellen sowie die Einbindung der ursprünglichen Karte als a-priori Information in diesem Prozess. Dabei wurde über die ursprüngliche Methode hinausgehend dahingehend angepasst, dass Veränderungen nicht nur einzelne Pixel betreffen, sondern typischerweise größere Bereiche einer Szene.



### BEISPIEL FÜR EIN KLASSIFIKATIONSERGEBNIS:

LINKS: EXISTIERENDE KARTe; MITTE: ERGEBNIS DER AUTOMATISCHEN AKTUALISIERUNG UNTER VERWENDUNG DER EXISTIERENDEN KARTe ZUM TRAINING; RECHTS: MANUELL ERSTELLTE REFERENZ

**RECOGNITION OF SUB-TROPICAL CROPS FROM A SEQUENCE OF MULTI-TEMPORAL IMAGES USING CONDITIONAL RANDOM FIELDS (CAPES, PEDRO ACHANCCARAY)**

This project refers to the recognition of sub-tropical crops from multi-temporal image sequences. This is part of cooperation between the Institute of Photogrammetry and Geoinformation (PI) and the Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro (PUC-Rio).

Most methods proposed so far for crop recognition focus on agriculture in temperate regions. In the tropics, crop dynamics are more complicated: different crops (annual and semi-perennial) have cycles ranging from 3 to 18 months, multiple harvests per year are not uncommon, and phenological cycles of different crops are less coupled to each other than in temperate regions.

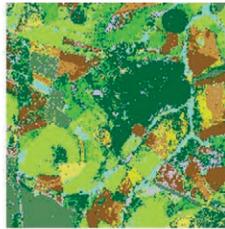
This project aims at filling this gap by developing models of phenological cycles of sub-tropical crops. For this purpose Conditional Random Fields (CRF) were selected as the basic strategy due to its ability to represent both spatial and temporal context in a single model.

At first, two datasets have been created: the first one comprising a sequence of 9 Landsat 5/7 images from the municipality of Ipuã, in Southeast Brazil, and the second one consisting of 14 Sentinel 1 images from the municipality of Campo Verde, in Southwest Brazil.

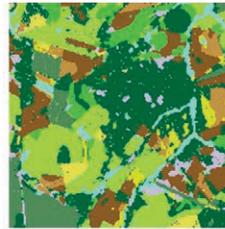
The second and more challenging step consists in creating CRF based models to represent the phenological cycles of most important crop types in these regions.



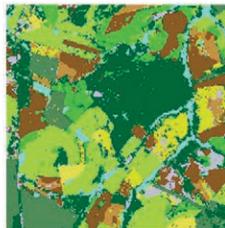
(A)



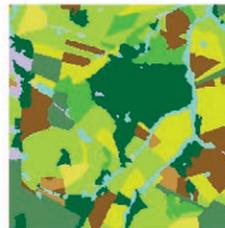
(B)



(C)



(D)



(E)

**CLASSIFICATION RESULTS OF (A) AN IMAGE FROM MARCH USING (B) PIXEL-WISE RANDOM FOREST, (C) MONO-TEMPORAL CRFs, (D) MULTI-TEMPORAL CRFs FOR A SEQUENCE LENGTH OF 3 AND ITS REFERENCE (E)**

**TRANSFER-LERNEN FÜR HIERARCHISCHE CONDITIONAL RANDOM FIELDS ZUR KLASSIFIKATION VON LUFT- UND SATELLITENBILDERN VON URBANEN GEBIETEN (DFG, ANDREAS PAUL)**

Luft- und hochaufgelöste Satellitenbilder sind eine wichtige Informationsquelle zur Datenerfassung für Geo-Informationssysteme. Um aus diesen Daten semantische Informationen ableiten zu können, müssen sie zunächst klassifiziert werden. Dabei werden die Pixel eines Bildes auf Basis von Bildmerkmalen einer vordefinierten Objektklasse zugeordnet. Die traditionellen Techniken für maschinelles Lernen erfordern umfangreiche Trainingsdaten für jede neue Klassifikationsaufgabe und erreichen auf diese Weise gute Transferierbarkeit. Die Erzeugung von neuen Trainingsdaten kann sehr kosten- und zeitaufwändig sein.

Dieses Projekt hat zum Ziel, eine neue Methodik zur überwachten kontextbasierten Klassifikation von Luft- und hochaufgelösten Satellitenbildern von urbanen Gebieten zu entwickeln. Der Schwerpunkt liegt in der Entwicklung einer Methode zum Transfer-Lernen für das Training der Parameter des Klassifikators, um den Umfang der Trainingsdaten zu reduzieren. Es wird ein anhand eines vorgegebenen Datensatzes trainierter Klassifikator auf einen neuen Datensatz übertragen, ohne dass zusätzliche Trainingsdaten in Anspruch genommen werden müssen. Dabei folgen die Merkmale in dem neuen Datensatz einer anderen, wenn auch ähnlichen, Verteilung.

Die entwickelte Methode basiert auf einem einfachen und schnellen diskriminativen Klassifikator auf Basis von der logistischen Regression. Die Anpassung an den neuen Datensatz erfolgt schrittweise durch das Training des Klassifikators auf dem aktuellen Satz von Merkmalen. Dabei werden die Quellmerkmale in dem aktuellen Satz iterativ gelöscht und Zielmerkmale simultan hinzugefügt. Zusätzlich werden für Quell- und Zielmerkmale individuelle Gewichte verwendet, um die Stabilität des Verfahrens zu verbessern. Nach jeder Iteration wird der Klassifikator durch das Training an den veränderten Satz von Merkmalen angepasst.



**EXEMPLARISCHE KLASSIFIKATIONSERGEBNISSE: KLASSIFIKATOR TRAINIERT UND ANGEWENDET AUF ZIELDOMÄNE OHNE TRANSFER-LERNEN (BESTMÖGLICHES ERGEBNIS MIT DEM VERWENDETEN KLASSIFIKATOR) (BILD LINKS); KLASSIFIKATOR TRAINIERT AUF QUELLOMÄNE UND ANGEWENDET AUF ZIELDOMÄNE OHNE TRANSFER-LERNEN (AUSGANGSSITUATION FÜR TRANSFER-LERNEN) (BILD MITTE); KLASSIFIKATIONSERGEBNIS NACH TRANSFER-LERNEN (BILD RECHTS). (GETESTET AUF: POTSDAM DATA SET AUS DEM ISPRS 2D SEMANTIC LABELLING CONTEST)**

## DISSERTATIONEN

## GEODÄTISCHES INSTITUT

**M. Sc. Shahzad Sayyad:** Joint use and mutual control of terrestrial laser scans and digital images for accurate 3D measurements, 29.01.2016

Referent: Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. habil. Hansjörg Kutterer, BKG, Prof. Dr.- Ing. Frank Neitzel, TU-Berlin, Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke, LUH

Terrestrial laser scanning (TLS) is a relatively young and promising measurement technique for the quick and highly resolved geometry determination of objects. Close range photogrammetry (CRP), widely used in classical surveying, is a well-known image-based technique used for three-dimensional reconstruction of objects. It can assist pure TLS by providing high-quality color information, etc. The empirical study, conducted in this thesis, shows that if photo bundles are taken independently and processed together with TLS then both techniques can even complement each other. The potential of the complementary characteristics of TLS and CRP has been realized by many authors. The existing solutions assign master slave casting to a laser scanner and a camera and combine these techniques in the post-processing phase. Such solutions don't consider the close relationship between redundancy of information, quality of measurements and cost of the project, and therefore leads to a sub-optimal integration of both techniques.

The approach, developed in this thesis, suggests combining these techniques in the project planning phase. The proposed approach is based on the Monte-Carlo-Method. It makes use of the complementary characteristics of both techniques to deliver a solution where the strengths of one method overcomes the weaknesses of the other to represent the real world with extended spatial and temporal coverage, enhanced operational performance, increased dimensionality and improved detection performance of occluded areas. Furthermore, combining these techniques in the project planning phase helps to configure both sensors in an optimal way which reduces the redundancy of the information without compromising on the quality of the measurements. In order to decide whether TLS or CRP or a combination of TLS and CRP should be used to solve a specific task efficiently and cost effectively, a project cost function is defined. The quality of the measurements, redundancy of the information and time required for a specific task are the main parameters of the cost function. This function can be extended to take additional user-defined decisive factors into account and can be implemented by using simulated data of TLS and CRP. Furthermore, it helps to analyze the effect of sensor system and its geometry, object space, signalization in the project planning phase. In addition, a guideline for configuration of the sensors is provided in this thesis. The suggested configuration is implemented with a MATLAB script and helps to survey the object with minimized cost without compromising on quality of the measurements.

Furthermore, a flexible co-registration of TLS and CRP is applied using scale-invariant based registration. Accuracy of the applied algorithm is improved by producing a simulated image of the laser scan comparable to the image produced by a standard camera. Last but not least, for a poorly

textured or a non-textured surface, a black and white disc-shaped target is developed which can be detected automatically in the laser scans as well as from digital images. The automatic detection increases the degree of automation and efficiency of the project calculation.

It is necessary, from an application point of view, to validate the developed approach. This is done by scanning as well as imaging two real world objects in order to obtain realistic quality measures and best practice recommendations using the developed approach. The results are very promising and show that the developed approach provides an optimal solution for the complex magic triangle (cost, quality, redundancy) of project management.

Die Dissertation ist in der Schriftenreihe "Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover" (ISSN 0174-1454) als Heft Nr. 326 erschienen.

**M.Eng. Xiangyang Xu:** Terrestrial Laser Scanning for the Generation and Calibration of Finite Element Models, 04.07.2016

Referent: Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. Steffen Schön, LUH, Prof. Dr. Xiaoping Wang, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics

Terrestrisches Laserscanning (TLS) ist zu einer der leistungsstärksten Technologien für die Erfassung von dreidimensionalen (3D) Informationen von Objekten geworden. Es ist darüber hinaus ein vielversprechendes Verfahren, um die Deformationen und Risse von Bauwerken zu detektieren. In dieser Dissertation werden Methoden zur Sicherheitsüberwachung von Betonkonstruktionen auf Basis von TLS untersucht und ein auf Finite-Element-Methode basiertes Modell rekonstruiert. Der Fokus dieser Arbeit zielt darauf ab, die Vorteile des TLS bei der Generierung und Kalibrierung von FEM-Modellen zu erarbeiten, um damit ein effizientes und intelligentes Modell zu entwickeln, das zur Deformationserkennung und Sicherheitsbewertung von Objekten verwendet werden kann; z.B. zur Überwachung- und Sicherheitsbewertung von Betonkonstruktionen. Dafür wird ein MATLAB-Programm für die Polynomapproximation und für die automatische Risserkennung von 3D-Punktwolken entwickelt. Zusätzlich sind Aussagen bezüglich der Qualität der approximierter Flächen und der detektierter Risse möglich. Der Vorteil des TLS liegt vor allem in der Möglichkeit einer oberflächenbasierten Validierung der durch das FEM-Modell prädierten Ergebnisse. Daher ist die Präzision der FEM-Modell-Prädiktion von großer Bedeutung. Für die Kalibrierung des FEM-Modelles wird die Response Surface Methode (RSM) adoptiert. Die auf Verschiebungen und Volumenunterschieden basierende RSM Korrektur des FEM wird mit Hilfe des Bestimmtheitsmaßes auf Signifikanz überprüft.

Die Dissertation ist in der Schriftenreihe "Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover" (ISSN 0174-1454) als Heft Nr. 325 erschienen.

**Dipl.-Ing. Sebastian Zaddach:** Zum Beitrag Bayesscher Schätzverfahren in der Vergleichswertermittlung, 12.02.2016

Referent: Prof. Dr.-Ing. Winrich Voß, Korreferent Prof. Dr.-Ing. habil. Hansjörg Kutterer, BKG, Prof. Dr.-Ing. Hans Joachim Linke, TU Darmstadt

Die Verkehrswertermittlung als wesentlicher Bestandteil der Analyse des Grundstücksmarktes ist von jeher mit hohen Anforderungen verbunden, die sich in normativen Vorgaben zur Definition des Verkehrswertes sowie den Methoden zu seiner Bestimmung widerspiegeln. Hauptaufgabe einer Verkehrswertermittlung ist eine zutreffende, modellhafte Abbildung realer Zusammenhänge, die zu einer marktgerechten Einschätzung des Wertes einer Immobilie führt und weitestgehend frei von den auf einen Kaufpreis wirkenden subjektiven Einflüssen ist. Eine wichtige Rolle spielen die Angaben von Unsicherheitsmaßen, die die Plausibilität der Schätzergebnisse belegen sollen und einen Bezug zum realen Marktgeschehen herstellen. Das Vergleichswertverfahren wird oftmals als die Methode mit der größten Marktnähe beurteilt; mit der klassischen multiplen linearen Regressionsanalyse und der einfachen Kollokation als indirekte Vergleichswertverfahren wurden mathematisch-statistische Modelle entwickelt, mit deren Hilfe sich die wesentlichen Marktmechanismen nachvollziehen und abbilden lassen. Die Modellformulierungen beruhen seit ihrer Einführung in die Verkehrswertermittlung auf der Sichtweise klassisch frequentistischer Statistik.

Während sich die Modelle für Aufgaben der Schätzung durchgesetzt haben, sind in der Praxis Defizite in der durchgreifenden Auseinandersetzung mit der Angabe von Unsicherheitsspannen in der Verkehrswertermittlung zu erkennen.

Kern der Arbeit ist es, durch die Einführung der Bayes-Statistik eine probabilistische Betrachtungsweise in die Vergleichswertermittlung zu integrieren. Modelle der Bayes-Statistik ermöglichen zum einen die Integration von Vorwissen über beobachtete Phänomene, sodass Informationen berücksichtigt werden können, die bereits vor einer Auswertung vorliegen. Zum anderen wird ein erweiterter Zugang zum Begriff der Unsicherheit ermöglicht. Im Mittelpunkt steht das Bayes-Theorem, welches über die Modellierung auf Basis von Wahrscheinlichkeitsverteilungen eine im Vergleich zu den frequentistischen Ansätzen alternative Modellbildung erlaubt. Auf Grundlage des Vergleichswertverfahrens werden die Modelle der Bayesschen Regression und der Bayesschen Kollokation formuliert.

Als erstes Forschungsziel der Arbeit ist die rein funktionale Modellierung zu sehen, die durch die Integration und Fortpflanzung von Vorinformationen eine Verbesserung in der Schätzung und Prädiktion von Vergleichswerten ermöglichen soll. Das zweite Forschungsziel ist die erweiterte Unsicherheitsmodellierung, die für die Ergebnisse der Vergleichswertermittlung die Angabe von realistischen Unsicherheitsmaßen und zudem eine gegenüber den klassischen Ansätzen reduzierte Unsicherheit in den Schätzwerten erlaubt.

Da sich Aufgaben der Verkehrswertermittlung in einem Spannungsfeld aus normativen Anforderungen, stark differenzierten Teilmärkten und einer heterogenen bis lückenhaften Datengrundlage bewegen, wird für die Nutzung der Bayesschen Modelle eine Auswertestrategie entwickelt. Aufgabe ist es, die spezifischen Voraussetzungen des Grundstücksmarktes mit den

Anforderungen der Modellbildung zu verknüpfen. Die Auswertestrategie wird als rekursiver Algorithmus aufgebaut, der die Fortpflanzung von Auswerteergebnissen als Vorinformation für folgende Auswertepochen ermöglicht. Für eine Beurteilung der praktischen Anwendbarkeit wird die Auswertestrategie anhand von realen Datensätzen getestet. Die Ergebnisse zeigen, dass verbesserte funktionale Modellierungen durch die Bayesschen Ansätze nicht zu erreichen sind. Steigerungen der Approximationsgüte lassen sich ausschließlich durch die Erweiterung des Regressionsmodells um einen Kollokationsansatz erreichen. Die wesentliche Stärke der Bayesschen Modelle liegt in der Unsicherheitsmodellierung. Als Ergebnis der Untersuchungen zeigt sich sowohl für den Ansatz der Bayesschen Regression als auch der Bayesschen Kollokation eine deutliche Reduzierung in den Unsicherheitsspannen der Schätzwerte. Ein signifikanter Mehrwert der Bayesschen Modelle und der entwickelten Auswertestrategie für die Anwendung in der Vergleichswertermittlung wird auf diese Weise nachgewiesen. Mit der Arbeit wird ein grundlegender Baustein gegeben, der aufgabenspezifisch weiterentwickelt und damit als Ausgangspunkt für künftige Forschungsfragen der Verkehrswertermittlung verwendet werden kann.

Die Dissertation ist in der Schriftenreihe "Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover" (ISSN 0174-1454) als Heft Nr. 321 erschienen. Gleichzeitig ist die Arbeit in der Reihe C der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (ISBN 978-3-7696-5184-3, ISSN 0065-5325) unter der Nr. 772 veröffentlicht (<http://www.dgk.badw.de>).

## MITBERICHTE

**Dipl.-Ing Christoph Herrmann, KIT Karlsruhe, Geodätisches Institut:** Weiterentwicklung eines Adapters für trackingfähige optische Mess-Systeme zur Posenbestimmung, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann

**Dipl.-Ing. Silja Lockemann, Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwesen, TU Darmstadt:** Methodenanalyse zur Ermittlung der verkehrswertrelevanten Nachnutzung eines Leerstandsobjektes im Kontext der Immobilienwertermittlung. 29. Feb. 2016, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Winrich Voß

**M.Sc. Martin Reich, LUH - Institut für Photogrammetrie und Geoinformation:** Global Image Orientation from Pairwise Relative Orientations, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann

**Dipl.-Wirtsch.-Ing. (FH) Diana Steinbrecher, Fakultät Umweltwissenschaften, TU Dresden:** Zur Prognose von Immobilienwerten - Die Expertenbefragung als Prognoseinstrument. 11.07.2016, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Winrich Voß

**M.Sc Daniel Wujanz, TU – Berlin:** Terrestrial Laser Scanning for Geodetic Deformation Monitoring, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann

## INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

**M.Sc. Hu Wu:** Gravity field recovery from GOCE observations, 5.7.2016.

Referent: Prof. Dr.-Ing. Habil. Jürgen Müller, Korreferenten: Prof. Dr. techn. Wolf-Dieter Schuh (Universität Bonn); Prof. Dr.-Ing. Christian Heipke

GOCE (Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer) was the first core mission of ESA's (European Space Agency) "Living Planet Program". It applied SST-hl (high-low Satellite-to-Satellite Tracking) and SGG (Satellite Gravity gradiometry) to detect the Earth's gravity field. In this dissertation, we aim to recover the global gravity field that is accurate in the full wavelength spectrum down to 100 km spatial resolution from the GOCE observations.

The SST-hl and SGG observations are analyzed both separately and jointly. The SST-hl observations are processed with the acceleration approach which balances the satellite accelerations with the first-order derivatives of the gravitational potential, while the SGG observations are directly balanced with the second-order derivatives of the gravitational potential. The separate analysis of the two types of observations leads to two models that are accurate at complementary wavelengths, and the joint analysis gives the final model with high accuracy over the full spectrum up to a spherical harmonic degree 200.

With a self-developed software written in Fortran, the SST-hl and SGG observations are processed on the cluster system of Leibniz Universität Hannover. In addition to two separate models that are accurate in complementary wavelength parts, four generations of combined gravity field models are derived from observations in four time spans (November 2009 – June 2010, November 2009 – April 2011, November 2009 – June 2012, November 2009 – October 2013). The geoid height errors of the four combined models up to a spherical harmonic degree 200 are 3.62, 3.23, 2.98 and 2.75 cm, respectively.

Diese Dissertation ist erschienen in "Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Nr. 324" (identisch mit: Deutsche Geodätische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Reihe C, Nr. 777, München, 2016).

**M.Sc. Marios Smyrniaos** Carrier-phase Multipath in Satellite-based Positioning, 4.2.2016

Referent: Prof. Dr.-Ing. Steffen Schön, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. Christian Heipke, Prof. Dr.-Ing. Lambert Wanninger (Dresden)

In the presence of multipath, replicas of the direct signal reach the receiving antenna through paths other than the line of sight path. This results in a compound signal tracking by the receiver and introduce biases in the measured, by the receiver, range and signal power observations. Due to the continuously changing satellite-receiver geometry, these biases are not constant in time. They exhibit a sinusoidal like behaviour in the observation level. This behaviour is directly visible in the C/N0 observations generated by the receiver. On the contrary, in the range observations such

effects are not directly visible. Differences should be formed or residuals should be analysed in order to isolate them. The resulting error magnitude, due to multipath propagation, depends on several factors. The most crucial are the signal characteristics, the environment in which the antenna is placed, the geometrical characteristics of the path of the reflected signals, the antenna characteristics, and the receiver design. The major contribution of this thesis is the development of compact expressions for modelling the impact of multipath propagation on the GNSS observables. The equations for the computation of multipath effects in the phase and signal power GNSS observables are further developed by introducing compact expressions for the power computation of direct and indirect signal components. The findings are validated via two measurement campaigns. The experimental configuration as well as the environment in which the antennas are placed is chosen and controlled in order to isolate multipath effects on the carrier phase domain and compare them with simulations.

Additionally, the capabilities of positioning with pseudolites are explored. Results show that pseudolite positioning in localized environments is more accurate compare to GNSS positioning mainly due to the absence of ionospheric refraction. In the second study, the impact of different estimation algorithms utilized for the estimation of the C/N0 observations is characterized.

Die Dissertation ist in der Schriftenreihe "Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover" (ISSN 0174-1454) als Heft Nr. 322 erschienen.

#### MITBERICHTE

**Dipl.-Ing. Jamila Beckheinrich, TU Berlin:** GPS Reflectometry: Innovative Flood Monitoring at the Mekong Delta, Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Steffen Schön

#### INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK

##### MITBERICHTE

**M.Sc. André Dittrich, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, KIT:** Real-Time Event Analysis and Spatial Information Extraction from Text using Social Media Data, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Monika Sester

**M.Sc. Jian Yang, Lehrstuhl für Kartographie, TU München:** Labeling Spatial Trajectories in Road Network Using Probabilistic Graphical Model, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Monika Sester

**M.Sc. Murat Yirci, IGN, Paris:** 2D Arrangements for Public Space Mapping and Transportation, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Monika Sester

**M.Sc. Stefan Wiemann, Fakultät für Umweltwissenschaften der TU Dresden:** Data Fusion in Spatial Data Infrastructures, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Monika Sester

**Dr. Michael Ying Yang, Fakultät für Elektrotechnik und Informatik, LUH (Habilitation):** "Rich Probabilistic Models for Semantic Labeling", Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Monika Sester

**Dipl.-Ing. Moritz Menze:** „Object Scene Flow“, 10.05.2016

Referent: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke, Korreferenten: Prof. Dr. Konrad Schindler, ETH Zürich, apl. Prof. Dr.-Ing. Claus Brenner

Die Arbeit behandelt die bildbasierte Schätzung von Bewegungsfeldern. Die adressierte Aufgabe ist ein integraler Bestandteil der Bildsequenzanalyse. Zwei- und dreidimensionale Bewegungsfelder liefern wertvolle Informationen, sowohl über statische als auch über individuell bewegte Elemente der Umgebung. Die zuverlässige Beobachtung und Segmentierung von Bewegungen bildet die Grundlage für eine Vielzahl relevanter Anwendungen der automatisierten Wahrnehmung. Einsatzgebiete dieser Technologie sind beispielsweise die Robotik, die digitale Filmproduktion und Fahrerassistenzsysteme, die das autonome Fahren ermöglichen.

Für sich betrachtet sind aktuelle Methoden zur räumlichen Rekonstruktion der betrachteten Szene und zur dichten Bewegungsschätzung bereits sehr leistungsfähig. Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht darin zu zeigen, wie die Bildsequenzanalyse von der Integration dieser beiden Ansätze in einem gemeinsamen Verfahren profitieren kann. Darüber hinaus wird die Flexibilität der entwickelten Methodik demonstriert, indem eine höhere Stufe der Interpretation in Form objektspezifischen Modellwissens integriert wird. Während die ersten Ansätze zur Berechnung des zweidimensionalen optischen Flusses und des dreidimensionalen Szenenflusses auf Basis klassischer, kontinuierlicher Optimierungsmethoden entwickelt wurden, belegen aktuelle Forschungsergebnisse die besondere Leistungsfähigkeit der diskreten Optimierung von Zufallsfeldern auf denselben Gebieten. Da sie wichtige Grenzen der klassischen Verfahren überwindet und sich für die angestrebte flexible Modellierung eignet, bildet diese Methodik den Ausgangspunkt der Arbeit.

Drei wesentliche Punkte bilden den Kern dieser Dissertation. Zunächst wird ein Verfahren zur Schätzung des optischen Flusses entwickelt. Für jedes Bildelement wird ein Verschiebungsvektor berechnet, der den Punkt mit der korrespondierenden Stelle in einer zweiten Aufnahme verbindet. Es werden drei Strategien entwickelt, um die diskrete Optimierung für dieses komplexe Problem effizient einzusetzen. Die Ergebnisse der Bewegungsschätzung in der Bildebene dienen als Grundlage für die weiteren Beiträge. Ein neues Conditional Random Field Modell zur Bestimmung des dreidimensionalen Szenenflusses ist der zweite Kernpunkt. Eine wesentliche Neuerung besteht in der Annahme, dass die beobachtete Szene in eine kleine Anzahl individuell bewegter Objekte zerlegt werden kann. Um die Ableitung räumlicher Informationen zu ermöglichen, werden stereoskopische Bildsequenzen prozessiert. Schließlich wird die Methode um ein Objektmodell erweitert, das zum einen die Berechnung von Bewegung und Geometrie für eine bestimmte Objektklasse regularisiert und zum anderen die Schätzung parametrisierter Rekonstruktionen ermöglicht.

In umfassenden Experimenten werden die Stärken und Schwächen der entwickelten Verfahren untersucht. Die Datengrundlage hierfür bilden öffentlich verfügbare Testdaten, die einen objektiven Vergleich zu dem aktuellen Stand der Technik erlauben. Um Schwachpunkte der bestehenden Testdaten zu beheben, kommt außerdem ein neuartiger Datensatz zum Einsatz, der im Rahmen dieser Arbeit angefertigt und veröffentlicht wurde.

Sowohl die Ergebnisse für den optischen Fluss als auch für den Szenenfluss liegen auf dem Niveau des aktuellen Forschungsstandes oder darüber und belegen die Leistungsfähigkeit der entwickelten Algorithmen. Vielversprechende Ergebnisse auf anspruchsvollen Testdaten zeigen außerdem den Nutzen der modellbasierten Erweiterung.

Die Dissertation ist in der Schriftenreihe „Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover“ (ISSN 0174-1454) als Heft Nr. 323 erschienen. Gleichzeitig ist die Arbeit in der Reihe C der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (ISSN 0065-5325) unter der Nr. 774 online veröffentlicht ([www.dgk.badw.de](http://www.dgk.badw.de)).

**M.Sc. Martin Reich:** „Global Image Orientation from Pairwise Relative Orientations“, 06.09.2016

Referent: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke, Korreferenten: Prof. Dr. Cyrill Stachniss, Universität Bonn, Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann

Die Orientierung von Bildern, in Bereichen außerhalb der klassischen Photogrammetrie auch Posenschätzung genannt, ist seit langem eine der Hauptaufgaben in der Photogrammetrie und im Bereich der Computer Vision. Seit dem Übergang zur digitalen Fotografie haben unter anderem die hohe Verfügbarkeit und einfache Erfassung von Bildern sowie die Entwicklung autonomer Systeme dazu geführt, dass immer mehr Verfahren auf die Bestimmung der Position und Ausrichtung der Kamera aufbauen. Damit einhergehend entstand ebenfalls ein neues Konzept zur Lösung der Bildorientierung, genau genommen eine Bestimmung von Näherungswerten für eine abschließende Bündelblockausgleichung, die globale Bildorientierung. Globale Orientierungsansätze zielen darauf ab, bestimmte Nachteile der sequentiellen Methoden zu überwinden, insbesondere, dass diese Methoden von einer mehrfach durchzuführenden Bündelblockausgleichung abhängen und als Konsequenz relativ ineffizient sind und dass die Unsicherheiten durch den sequentiellen Aufbau des Modells nicht gleich über alle Bilder verteilt sind.

In globalen Methoden werden die Orientierungsparameter aller Bilder gleichzeitig basierend auf paarweiser relativer Information geschätzt. Dies ermöglicht eine günstigere Verteilung der Unsicherheiten. Das Problem wird vereinfacht und auf drei einzelne Schritte verteilt, welche sich unterschiedlichen Typen von Parametern widmen: Rotationen, Translationen und Objektkoordinaten der homologen Punkte. Diese Reihenfolge während der Schätzung ist im Allgemeinen fest. Eine wesentliche Herausforderung in den meisten Anwendungen stellt die Detektion und Elimination von Ausreißern dar, sowohl in den Bildkoordinaten der homologen Punkte als auch in den daraus resultierenden relativen Orientierungen.

Diese Doktorarbeit adressiert die Formulierung eines neuen globalen Bildorientierungsansatzes, mit dem Fokus auf der robusten Schätzung von Rotationen und Translationen, welcher verschiedene Strategien aus existierenden Ansätzen kombiniert und um wichtige Funktionen zur wirkungsvollen Ausreißerdetektion erweitert. Zunächst werden relative Orientierungen linear mit Hilfe von RANSAC geschätzt und in einem

gewichteten Gauß-Helmert-Modell iterativ verbessert. Um Ausreißer in den relativen Rotationen zu detektieren, wird danach ein neues, graphenbasiertes Verfahren in Form einer Breiten-Propagierung entwickelt, das sequentiell fehlerhafte relative Rotationen basierend auf ihrer Schleifenbedingung identifiziert. Im dritten Teil werden globale Rotationen zunächst in einem konvexen Semidefiniten Optimierungsproblem (SDP) geschätzt und anschließend in einem Mittelungsalgorithmus in der Lie Algebra der Rotationen verbessert. Für das SDP werden sowohl die Zielfunktion als auch die zulässige Lösungsmenge relaxiert; die Lösung dient dann der Initialisierung der nachfolgenden iterativen und gewichteten Schätzung im Tangentialraum der Rotationen, der Lie Algebra. Schließlich werden die Translationen mit Hilfe von den geschätzten Rotationen und spezieller Punkte geschätzt, von denen in jedem der Bilder mindestens einer zu sehen ist. Für die Auswahl dieser Punkte wird eine neue Strategie vorgestellt. Um die Ausreißer in den Bildkoordinaten der homologen Punkte zu eliminieren, werden zwei zusätzliche Bedingungen aufgestellt, die eine basierend auf dem Rückprojektionsfehler in einer lokalen paarweisen Rekonstruktion, die andere unter Verwendung einer redundanten Maßstabsschätzung für Bildtripel.

Zur Analyse und Validierung der Methode werden Experimente basierend auf synthetischen Daten und realen Bildern durchgeführt. Synthetische Daten dienen der Evaluierung der Genauigkeit und Robustheit des Ansatzes. Die Experimente auf den realen Bildern beinhalten vier unterschiedliche Benchmark-Datensätze, mit Hilfe derer die entwickelte Methode mit derzeitigen State-of-the-art-Modellen verglichen wird. Weiterhin werden große Bilddatensätze von speziellen Bild-Webseiten prozessiert, um die Skalierbarkeit der Methode zu demonstrieren. Dabei spielen Daten, bei denen verschiedene Kameramodelle verwendet wurden, deren innere Orientierung nur sehr grob bekannt ist, ebenfalls eine Rolle. Die Ergebnisse zeigen, dass der vorgestellte Ansatz im Vergleich zu State-of-the-Art-Methoden zum Teil präzisere Orientierungen liefert, sehr robust gegenüber Ausreißern ist und auf verschiedene Arten von Bilddaten anwendbar ist.

Die Dissertation ist in der Schriftenreihe „Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover“ (ISSN 0174-1454) als Heft Nr. 328 erschienen. Gleichzeitig ist die Arbeit in der Reihe C der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (ISSN 0065-5325) unter der Nr. 785 online veröffentlicht ([www.dgk.badw.de](http://www.dgk.badw.de)).

**M.Sc. Lukas Schack:** „Object-based Matching of Persistent Scatterers to Optical Oblique Images“, 23.09.2016

Referent: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. Uwe Sörgel, Universität Stuttgart, Prof. Dr.-Ing. Monika Sester

Satellitengestützte Fernerkundungssensoren sind ein wichtiger Bestandteil moderner Methoden zur Überwachung von Bodenbewegungen. Insbesondere die Persistent Scatterer Interferometrie (PSI), die ein spezielles Auswerteverfahren der bildgebenden Radar-Fernerkundung ist, erreichte in den letzten Jahren breite Anwendung. Diese

wetterunabhängige Technik ermöglicht großflächige Beobachtungen über lange Zeiträume bei einer Auflösung der Deformationsmessung von bis zu wenigen Millimetern pro Jahr. Moderne Satellitenmissionen wie TerraSAR-X, Tan-DEM-X und CosmoSkyMed besitzen Bodenauflösungen von bis zu 60 Zentimetern. Im Vergleich zu früheren Sensoren verfeinerte dies die Möglichkeiten der Zuordnung von Streuern zu einzelnen Fassaden. Dennoch benötigen genauere Überwachungsmethoden noch feinere Lokalisierungen der Reflexionsmechanismen. Die räumliche Auflösung der PSI-Methode bietet das Potential dazu. Um jedoch eine Zuordnung einzelner Streuer zu ihren Entsprechungen an Fassaden herzustellen, benötigt man ein gutes Modell ebendieser. Die PSI ist ein opportunistisches Verfahren. Dies bedeutet, dass für eine bestimmte Fassade nicht garantiert werden kann, dass für eine Überwachung günstige Streumechanismen vorhanden sind. Der Grund dafür ist, dass die genauen physikalischen Ursachen für die Entstehung von Persistent Scatterern (PS) in vielen Fällen noch unbekannt sind. Zwar wurden mittels Simulationen einige Streumechanismen, beispielsweise an Fensterecken, erklärt. Für die Mehrzahl an Streuern kann aber nach wie vor nur eine eindeutige Zuordnung zu Fassaden, nicht jedoch zu den genauen geometrischen Strukturen an ebendiesen, gemacht werden. Dies bedeutet, dass oftmals millimetergenaue Aussagen über Deformationen getroffen werden, ohne genau zu wissen, welche Struktur an der Fassade gemessen wurde.

Schrägluftbilder liefern optische Abbildungen der Szene unter einem ähnlichen Blickwinkel wie Synthetische-Apertur-Radar (SAR)-Sensoren. Außerdem weisen sie üblicherweise eine im Vergleich zu SAR höhere räumliche Auflösung sowie eine für den menschlichen Betrachter einfachere Interpretierbarkeit auf. Somit stellen sie eine geeignete Quelle an Informationen über die Fassade dar. Geometrische Merkmale wie Fensterecken, von denen bekannt ist, dass sie Persistent Scatterer verursachen, können mit hoher Genauigkeit extrahiert werden.

In der Arbeit werden optische Schrägluftbilder der Fassaden als deren geeignete Abbildung genutzt und eine Methode entwickelt, die Radarstreuer einzelnen Fassadenstrukturen im Bild zuzuordnen. Fensterecken, die aus den optischen Bildern extrahiert wurden, dienen als Partner für die Zuordnung. Auch wenn die Blickrichtungen beider Sensoren ähnlich sind, unterscheiden sich die Abbildungsgeometrien sowie die verwendeten Wellenlängen. Um dennoch eine Zuordnung etablieren zu können, wird eine Eigenschaft vieler mehrstöckiger Gebäude ausgenutzt: die regelmäßige Anordnung von Fenstern an der Fassade. Diese gitterartigen Muster können sowohl in optischen als auch in SAR-Aufnahmen des entsprechenden Gebäudes erkannt und beschrieben werden. Dies ist der Zusammenhang, bei dem die Methode der Arbeit ansetzt.

Es wird ein auf Graphmatching basiertes Verfahren entwickelt, welches solch regelmäßige Muster extrahiert und eine 1-zu-1-Zuordnung zwischen jedem PS und seiner Entsprechung im optischen Bild herstellt. Regelmäßige Muster werden sowohl in den SAR-Daten als auch im optischen Bild extrahiert unter der Annahme, dass die Fassade aus sich wiederholenden gleichen Teilen besteht. Bei der anschließenden

Zuordnung ist ein zentraler Gedanke, ein Fassadenobjekt anstatt viele einzelne PS zu betrachten. Auf dieser Grundlage lässt sich Vorwissen, wie beispielsweise die Annahme, dass alle PS an der Fassade in einer Ebene liegen, einführen. Das Approximieren der Fassade durch eine gemeinsame Ebene wird genutzt, um den Fehlerhaushalt der einzelnen PS zu reduzieren.

Die objekt-basierte Betrachtung des Problems erlaubt weiterhin die explizite Formulierung der Nachbarschaftsbeziehungen der PS untereinander. Diese wird gemeinsam mit einem geometrischen Maß in das Zuordnungsproblem eingeführt, um eine höhere Robustheit gegenüber einer rein geometrischen Lösung zu erreichen. Die entwickelte Methode basiert auf der iterativen Anwendung des Ungarischen Algorithmus. Es wird bewiesen, dass sich unter den definierten Randbedingungen eine optimale und garantiert konvergierende Lösung ergibt.

Anhand vielfältiger Experimente wird gezeigt, dass eine richtige Zuordnung zwischen PS und ihren Entsprechungen im optischen Schrägluftbild hergestellt werden kann. Das Verfahren ist robust gegenüber sich lokal änderndem Kontrast auf der Fassade sowie steilen Blickwinkeln und kann aufgrund der objekt-basierten Betrachtung erfolgreich teilverdeckte Fassaden verarbeiten.

Die Dissertation ist in der Schriftenreihe „Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover“ (ISSN 0174-1454) als Heft Nr. 327 erschienen. Gleichzeitig ist die Arbeit in der Reihe C der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (ISSN 0065-5325) unter der Nr. 784 online veröffentlicht ([www.dgk.badw.de](http://www.dgk.badw.de)).

**Dipl.-Ing. Tobias Klinger:** „Probabilistic multi-person localisation and tracking“, 02.12.2016

Referent: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. Stefan Hinz, KIT Karlsruhe, Prof. Dr.-Ing. Steffen Schön, apl. Prof. Dr. techn. Franz Rottensteiner

Die vorliegende Dissertation erforscht das Problem der Positionsbestimmung von Fußgängern in Bildsequenzen unter Berücksichtigung zeitlicher Korrespondenzen zwischen einzelnen Positionen. Das Ziel dieser Arbeit ist die Verbesserung der Zuverlässigkeit und der geometrischen Genauigkeit der erzeugten Trajektorien gegenüber dem Stand der Forschung. Dieses Ziel wird durch die Entwicklung eines neuartigen probabilistischen graphischen Modells zur rekursiven Zustandsbestimmung der Fußgänger angegangen. Während bisherige Arbeiten fast ausschließlich die Trajektorien im Bildraum bestimmen, setzt das hier vorgestellte Verfahren auf die Auswertung im 3D Objektraum.

Vier wesentliche Beiträge werden in dieser Arbeit zur Erreichung des Forschungsziels geleistet. Erstens wird die Bildposition von Fußgängern, die gemeinhin als Beobachtung modelliert wird, zusammen mit den Zustandsparametern in einem gemeinsamen Modell bestimmt. Auf diese Weise erfolgt die Korrektur des rekursiven Filters mit einer verbesserten Bildposition, welche wiederum Rückschlüsse aus dem verbesserten Sys-

temzustand zieht. Daraus lässt sich ein zuverlässiges Modell für das Aussehen der Personen erlernen. Zweitens wird der Vielzahl an Personen in einer Szene dadurch Rechnung getragen, dass ein gemeinsames Bewegungsmodell für alle Personen entwickelt wird. Dieses Modell erkennt mögliche Interaktionen zwischen Personen zur Laufzeit automatisch und berücksichtigt diese bei der Prädiktion von neuen Systemzuständen. Drittens wird eine neue Strategie zum inkrementellen Erlernen personenspezifischen Aussehens auf Grundlage eines Klassifikators vorgestellt, dessen Trainingsbeispiele automatisch aus den Trackingergebnissen abgeleitet werden. Zuletzt wird das Zuordnungsproblem zwischen Detektionen und Trajektorien durch ein neues Modell für die Berechnung von Zuordnungskosten, basierend auf dem verfeinerten Erscheinungs- und Bewegungsmodell, unterstützt.

Die Methode wird anhand realer Bildsequenzen, die für unterschiedliche Anwendungszwecke charakteristisch sind, evaluiert. Experimentelle Ergebnisse zeigen, dass der Stand der Forschung im Hinblick auf die Lokalisierung und Verfolgung von Personen im Kontext der Videoüberwachung durch die neue Methode übertroffen wird. Tests mit Datensätzen aus dem Bereich des autonomen Fahrens zeigen hingegen, dass die erzielten Ergebnisse denen aus dem Stand der Forschung unterlegen sind. Die Erkenntnisse, die aus den experimentellen Ergebnissen gezogen werden, motivieren die Weiterentwicklung dieses Verfahrens im Hinblick auf die Anwendbarkeit im Kontext des autonomen Fahrens.

Die Dissertation ist in der Schriftenreihe „Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover“ (ISSN 0174-1454) als Heft Nr. 329 erschienen. Gleichzeitig ist die Arbeit in der Reihe C der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (ISSN 0065-5325) unter der Nr. 787 online veröffentlicht ([www.dgk.badw.de](http://www.dgk.badw.de)).

**M.Sc. Alena Schmidt:** „Markierte Punktprozesse für die automatische Extraktion von Liniennetzen in Rasterdaten“, 12.12.2016

Referent: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. Uwe Sörgel, Universität Stuttgart, apl. Prof. Dr.-Ing. Claus Brenner, apl. Prof. Dr. techn. Franz Rottensteiner

Die Objektextraktion in Rasterdaten ist in der Fernerkundung und in vielen weiteren Disziplinen, in denen Bilddaten verwendet werden, von großer Wichtigkeit. Das Ziel ist es dabei, Pixel einer bestimmten Art von Objekt zu identifizieren und durch geeignete Modelle zu beschreiben. Auf Grundlage der extrahierten Objekte können dann z. B. Karten erstellt und aktualisiert werden.

In dieser Arbeit wird der automatischen Extraktion von Objekten nachgegangen, welche ein Liniennetz bilden. Unter dieser Zielsetzung ist ein neuer stochastischer Ansatz entwickelt worden, in welchem das Liniennetz als Graph repräsentiert ist. Da die Kernanwendung des entwickelten Verfahrens die Extraktion von Gewässernetzen ist, wird an den Graphen die Bedingung gestellt, dass er die Struktur von Bäumen – ungerichteten, azyklischen, planaren Graphen – aufweist. Dieses Modell wird in die probabilistische Methode der markierten Punktprozesse

eingebunden. Verschiedene Konfigurationen des Graphen werden dann zufällig im Rahmen eines stochastischen Samplings erzeugt, indem die Parameter des Graphen modifiziert und Knoten und Kanten dem Graph hinzugefügt oder daraus entfernt werden. Für jede Konfiguration wird die Übereinstimmung bezüglich eines vorgegebenen Modells mit der Zielsetzung bestimmt, die Konfiguration mit der größten Übereinstimmung zu ermitteln. Diese wird anhand einer Energiefunktion bewertet, in welche Vorwissen über die Ausprägung des Liniennetzes in den Eingangsdaten sowie die zu erwartende Konfiguration einfließen. Für das stochastische Sampling wird die Reversible-Jump-Markov-Chain-Monte-Carlo-Methode gewählt. Hierdurch ist es möglich, Graphen mit einer unterschiedlichen Anzahl von Knoten und Kanten zu erzeugen und untereinander zu vergleichen. Durch die Kopplung des Verfahrens mit einem Simulated Annealing-Ansatz wird das globale Optimum der Energiefunktion iterativ angenähert. Als Ergebnis liegt derjenige Graph vor, der das Liniennetz in den gegebenen Daten am besten beschreibt.

Das Verfahren wird für Fluss- und Prielnetze in unterschiedlichen Geländeformen getestet. Als Eingangsdaten liegen dabei digitale Geländemodelle vor. Hierbei können Korrektheits- und Vollständigkeitsraten von > 60 % bei einer geometrischen Genauigkeit von bis zu 1 Pixel erzielt werden. Gegenüber Standardverfahren zur Gewässerextraktion lassen sich signifikante Genauigkeitssteigerungen erzielen. Darüber hinaus wird das Potential des vorgestellten Ansatzes für unterschiedliche Arten von Liniennetzen in Bilddaten evaluiert. Hier zeigen sich quantitativ ähnliche Ergebnisse im Vergleich zu anderen Verfahren in der Literatur.

Die Dissertation ist in der Schriftenreihe „Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover“ (ISSN 0174-1454) als Heft Nr. 330 erschienen. Gleichzeitig ist die Arbeit in der Reihe C der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (ISSN 0065-5325) unter der Nr. 786 online veröffentlicht ([www.dgk.badw.de](http://www.dgk.badw.de)).

## MITBERICHTE

**Dipl. Ing. Marco Munderloh, Institut für Informationsverarbeitung, Leibniz Universität Hannover:** Detection of moving objects for aerial surveillance of arbitrary terrain, März, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke

**Miao Zelang, Hongkong Polytechnic University:** Integrated spectral and geometrical information for road extraction from VHR satellite images, März, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke

**Konrad Wenzel, Universität Stuttgart:** Dense image matching for close range photogrammetry, August, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke

**Rémi Cura, Université Paris-Est:** Inverse procedural street modelling: from interactive to automatic reconstruction, September, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke

**Dr. Clément Mallet, L'Université Paris-Est:** Towards operational very high resolution land-cover mapping, Dezember, externer Prüfer: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke (Habilitation)

**Dr. Bruno Vallet, Université Paris-Est:** Analyse et reconstruction de scènes urbaines, Dezember, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke (Habilitation)

## DOKTORANDENSEMINAR

In der Fachrichtung wird seit einigen Jahren ein Doktorandenseminar durchgeführt, in dem die Doktoranden den jeweiligen Zwischenstand ihrer Arbeiten zur Diskussion stellen. Im zurückliegenden Jahr wurden folgende Vorträge gehalten:

Freitag, 13.05.2016, Moderation: Alexander Schlichting (IKG)

**M.Sc. Steffen Busch**, Institut für Kartographie und Geoinformatik, Thema: Cooperative cartography

Freitag, 10.06.2016, Moderation: Jens Hartmann (GIH)

**M.Sc. Johannes Bureick**, Geodätisches Institut, Thema: Robust spatial approximation of laser scanner point clouds by means of freeform curve approximation

Freitag, 17.06.2016, Moderation: Thomas Krawinkel (IfE)

**M.Sc. Christoph Wallat**, Instiut für Erdmessung, Thema: Kinematic orbits of LEO satellites

Freitag, 24.06.2016, Moderation: Max Coenen (IPI)

**M.Sc. Chen Lin**, Institut für Photogrammetrie und GeoInformation, Thema: Invariant descriptor learning for image matching

Freitag, 25.11.2016, Moderation: Andreas Paul (IPI)

**M.Sc. Alina Maas**, Instiut für Photogrammetrie und GeoInformation, Thema: Automated Updating of Topographic Geospatial Databases Using Remotely Sensed Images

## ORGANISATION VON WORKSHOPS UND SYMPOSIEN

### GEODÄTISCHES INSTITUT

**153. DVW-SEMINAR: „QUALITÄTSSICHERUNG GEODÄTISCHER MESS- UND AUSWERTEVERFAHREN“ AM 23. UND 24.06.2016 (LEITUNG: PROF. INGO NEUMANN ZUSAMMEN MIT PROF. VOLKER SCHWIEGER UND KLAUS FRITZENSMEIER; ORGANISATION VOR ORT DURCH DAS GEODÄTISCHE INSTITUT)**

Die geodätischen Mess- und Auswerteprozesse werden stetig komplexer und erfordern bei der Qualitätsbeschreibung zunehmend neue Sichtweisen. Eine qualitativ hochwertige Bereitstellung von Ergebnissen und Produkten gegenüber Kunden ist nachweislich nur möglich, wenn sinnvolle Qualitätsmaße abgeleitet werden können. In diesem Prozess spielen das Qualitätsmanagement (QM) und die Qualitätssicherung (QS) eine entscheidende Rolle.

Ziel dieses in Zusammenarbeit zwischen dem DVW-Arbeitskreis 3 und der VDV-Fachgruppe 2 organisierten Fortbildungsseminars war daher die Vermittlung von zeitgemäßen und umfassenden Verfahren und Prozessen bei der QS geodätischer Mess- und Auswerteverfahren. Die zentralen Fragestellungen waren:

- Was sind die wesentlichen Rahmenbedingungen und Voraussetzungen bei der Qualitätssicherung?
- Wie kann man Messsysteme effizient und durchgreifend prüfen?
- Welche Normen, Richtlinien und Merkblätter stehen dem Anwender bereits für die Qualitätssicherung zur Verfügung?

Abschließend wurden ausgewählte Initiativen aus dem Themenbereich des Seminars behandelt, die aktuell eine hervorgehobene Bedeutung besitzen. Nach der Aufbereitung des grundsätzlichen QM und QS Stoffes durch die bereits durch das Geodätische Institut in den Jahren 2010 und 2013 durchgeführten Seminare, wurden somit die aktuellen Themen mehr auf konkretere Qualitätssicherungskonzepte hin ausgelegt.

Insgesamt haben ca. 50 Kolleginnen und Kollegen aus Ingenieurbüros, Industrie, Verwaltung, Forschung und Ausbildung aus dem Bereich Geodäsie und Geoinformatik sowie eng verwandten Nachbardisziplinen am Seminar teilgenommen und sich über aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet der Qualitätssicherung anbieterunabhängig informiert und ausgetauscht. Aufgrund der sehr positiven Resonanzen soll die Seminarreihe weiter in einem 3-jährigen Rhythmus fortgesetzt werden.

## INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

### GEODÄTISCHE WOCHE 2016, HAMBURG

Die Geodätische Woche 2016 wurde von der HCU (Prof. Thomas Schramm und Kai Zobl) in Zusammenarbeit mit dem IfE organisiert. Die qualitativ hochwertigen Vorträge (54) und Poster (9) der diesjährigen Veranstaltung zeigen die breit gefächerten aktuellen Forschungsthemen auf. Insbesondere gelang es wieder junge Wissenschaftler und Studierende zu Wort kommen zu lassen und ihre Ergebnisse in den sehr gut besuchten Sessions angeregt zu diskutieren. Der Young Author Award - Geodäsie des DVW wurde im Rahmen der Veranstaltung an Herrn Dipl.-Ing. Franz Hofmann (IfE) verliehen. Wie auch in den letzten Jahren waren ca. 30% englischsprachige Beiträge vertreten. Der Vortragsblock Geodetic Science & Technology nahm sich dem Thema Hochleistungsrechnen in der Geodäsie und in Bezug zu Hamburg der Frage des Meeresspiegelanstiegs an. Zum dritten Mal fand ein Science Slam statt (Organisation C. Wallat), um in einem alternativen Format, wissenschaftliche Themen zu transportieren. Die Vorträge und Poster sind auf [www.intergeo.de/intergeo/besucher/kongress/kongressarchiv\\_ab2011.php](http://www.intergeo.de/intergeo/besucher/kongress/kongressarchiv_ab2011.php) mit dem Suchbegriff Geodätische Woche einsehbar.

### CARL FRIEDRICH GAUß-KOLLOQUIUM



**ÜBERREICHUNG DER GAUß-MEDAILLE 2016 DURCH DEN PRÄSIDENTEN DER BRAUNSCHWEIGISCHEN WISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT PROF. DIETMAR BRANDES (LINKS) AN PROF. REINER RUMMEL (FOTO: SIEGFRIED NICKEL)**

Das Institut für Erdmessung hat das wissenschaftliche Kolloquium zum Thema „Vermessung der Erde vom Weltraum aus“ am 29.04.2016 in der Dornse des historischen Altstadttrahaus der Stadt Braunschweig organisiert. Das Kolloquium war Teil der feierlichen Jahresversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, in dessen Rahmen die Carl Friedrich Gauß-Medaille 2016 an Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c.mult. Reiner Rummel, Technische Universität München, in Würdigung seiner besonderen Verdienste in der Satellitengravimetrie und seines vorbildlichen Engagements zur Nutzung geodätischer Methoden in den Erdwissenschaften verliehen wurde. Für weitere Informationen siehe <http://bwg-nds.de>

## MESSEN UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### BERICHT DER KOMMISSION FÜR ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Die Kommission für Öffentlichkeitsarbeit der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik wurde am 08. Mai 2001 gebildet. Seither arbeitet die Kommission daran, den Studiengang Geodäsie und Geoinformatik sowie den Master Navigation und Umweltrobotik, seit dessen Bestehen, öffentlich bekannter zu machen und die Zahl der Studienanfänger zu erhöhen. Die Kommission setzte sich 2016 aus folgenden Mitgliedern zusammen:

Alexander Dorndorf (Vorsitz, GIH)  
 Alexander Schlichting (ikg)  
 Jakob Unger (IPI)  
 Liliane Biskupek (IfE)  
 Tanja Grönefeld (Studiendekanat)  
 Lucy Icking, Leonie Bödeker (Fachschaft)  
 Alexandra Lücke (Fakultät)

Bei den Veranstaltungen wurde die Kommission von vielen Kolleginnen und Kollegen, Studierenden sowie Professorinnen und Professoren unterstützt. Für das Engagement sei an dieser Stelle herzlich gedankt. Ein besonderer Dank geht auch an die Förderergesellschaft, die die Arbeit der Kommission finanziell unterstützt hat.

Auf den hier zusammengestellten Veranstaltungen wurde das vielfältige Angebot der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik im Jahr 2016 vorgestellt:

St. Ursula-Schule, Berufsorientierungstag	26.01.2016
WinterUni	04.02.2016
Carl-Bechstein Gymnasium, Infotag	19.02.2016
Ab ins Studium	30.05.2016
Tag der Geodäsie	04.06.2016
Leibnizfest	01.07.2016
Hochschulinformationstage	13.+14.09.2016
HerbstUni	06.10.2016
Niedersachsen Technikum	10.10.2016
FWJ Einführungswoche	14.10.2016
Schillerschule, Infotag	19.10.2016
Nacht, die Wissen schafft	12.11.2016
SchülerTalentAkademie Geodäsie	11 Termine, über das Jahr verteilt

## TAG DER GEODÄSIE

Der Ausschuss Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (DGK) hat den 04. Juni 2016 zum „Tag der Geodäsie“ in Deutschland ausgerufen. Unsere Fachrichtung hat den Tag genutzt, um öffentlichkeitswirksam das Ernst-August-Denkmal am Hauptbahnhof mit einem Laserscanner zu vermessen. Weiterhin hatten Besucher auch die Möglichkeit, sich selber zusammen mit dem Reiterstandbild Ernst-August in 3D aufnehmen zu lassen.



**DER STAND AM ERNST-AUGUST-DENKMAL WAR GUT BESUCHT.**

nutzen wir diesen Tag, um das Berufsfeld Geodäsie in der Öffentlichkeit vorzustellen“.

„Wir wollen vermitteln, dass Geodäten zum Beispiel durch die 3D-Erfassung von Bauwerken wichtige Beiträge zur Digitalisierung der Welt beisteuern“ sagte Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann vom Geodätischen Institut, der die Aktion koordiniert hat. „Vielen – darunter auch angehenden Studierenden – ist nicht bewusst, wie das heutige Tätigkeitsfeld von Geodäten konkret aussieht. Deswegen

## DIE LEIBNIZ-NACHT, DIE WISSEN SCHAFFT 2016



**VERFOLGUNG BEWEGTER OBJEKTE MIT SUB(MM)- GENAUIGKEIT IM 3D-LABOR.**

IfE einen Blick in den Sternenhimmel werfen oder in der Galerie des IPI einen virtuellen 3D-Rundflug über den Mars erleben.

Insgesamt boten die vier Institute GIH, IfE, ikg und IPI folgende Veranstaltungen an:

Die Leibniz Universität Hannover lud am 12. November 2016 zur „Nacht, die Wissen schafft“ ein. Die Nacht stand diesmal ganz im Zeichen ihres Namenspatrons Leibniz, der seinen dreihundertsten Jahrestag feierte. Die Institute der Geodäsie und Geoinformatik trugen mit insgesamt neun Exponaten im Gebäude der Nienburger Straße 1 zu dieser Veranstaltung bei. Auf dem Messdach

konnten die Gäste in der astronomischen Station des

Was ist meine Stadt wert?

- Verfolgung bewegter Objekte mit (sub)mm-Genauigkeit
- Ewiges Eis
- Malen nach Zahlen/GNSS
- Die Sterne über Hannover
- RoboArtist
- Augmented Reality
- Stereokameras - wie Roboter die Welt sehen
- Der Mars in 3D

Rund 800 Besucher tauchten bei dieser Veranstaltung in die Welt der Geodäsie ein. Die PR-Kommission übernahm hierbei die Organisation der Veranstaltungen, um den Studiengang einheitlich außenwirksam darzustellen und die Besucher anhand einer Rallye durch die einzelnen Geodäsie und Geoinformatik-Beiträge zu geleiten.

#### AUSSTELLUNG Q[,KJU:] DEFORMATION VON RAUM UND ZEIT: KUNST TRIFFT WISSENSCHAFT, WISSENSCHAFT TRIFFT KUNST IN DER GALERIE DER NORDLB HANNOVER

Vom 10. bis 24. November 2016 öffnete die Ausstellung "Q [kju:] Deformation von Raum und Zeit" ihre Tore in der NORD/LB gallery. Die Ausstellung entstand im Rahmen der Zusammenarbeit des SFB 1128 mit dem Verein Kunst und Begegnung Hermannshof in Völksen.

Auf der Vernissage am Abend des 10. November begrüßten Eckhart Liss von Kunst und Begegnung Hermannshof e.V. und Prof. Jakob Flury, Sprecher des SFB 1128 etwa 200 geladene Gäste. Ein besonderes Highlight auf der Eröffnungsfeier: Die Premiere der Komposition "Wellen" von Thorsten Encke, ein Stück für drei Klarinetten, inspiriert durch die Vorstellung des „Fallens aus der Zeit“. Für die Besucher gab es einiges zu entdecken: eine künstlerische Version eines ganzen Labors; ein Pendel, mit dem man die Schwerkraft bestimmen konnte; die begehbare Installation „Raumblase“; ein Interferometer, das veranschaulichte, wie Gravitationswellen gemessen werden können und vieles mehr. Zusätzlich lud eine vielbeachtete Installation in der Passerelle am Kröpcke Passanten dazu ein, mit dem Vergehen der Zeit zu experimentieren, indem sie sich selbst in Zeitlupe und im Zeitraffer auf einem Bildschirm beobachten konnten.

Die gut besuchte Ausstellung war vom 10. bis 24. November 2016 zu sehen. Folgeveranstaltungen für 2017 sind in Planung.

Mehr Informationen sind unter News und Events auf der Webseite des SFB zu finden: [www.geoq.uni-hannover.de](http://www.geoq.uni-hannover.de)



AUßENSICHT DER GALERIE



IN DER "RAUMBLASE"

## SCHÜLERTALENTAKADEMIE GEODÄSIE FEIERT 100 ERFOLGREICHE TEILNAHMEN

Im abgelaufenen ersten Schulhalbjahr 2016/17 hat die Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover insgesamt zum vierten Mal erfolgreich die **SchülerTalentAkademie Geodäsie (STAG)** veranstaltet. Insgesamt haben an den letzten vier STAGs somit 100 Schülerinnen und Schüler erfolgreich teilgenommen.

Ziel der Akademie ist es, die Schülerinnen und Schüler insbesondere der 10. – 11. Schulklassen für unser Ingenieurfach Geodäsie zu begeistern. Das Studium ist neben seiner technischen vielfältigen Ausrichtung u.a. dadurch attraktiv, dass es "klein, aber fein" ist, also eine individuelle Betreuung statt Massenabfertigung bietet und den Absolventen Einblicke in eine Wissenschaftsdisziplin mit hervorragenden Berufsaussichten bietet.

Unter dem Motto **"Aus dem Weltraum in die Nachbarschaft - unsere Umwelt verändert sich"** fanden von Oktober bis Dezember 2016 an fünf verschiedenen Nachmittagen zweistündige Veranstaltungen an der Uni statt, an denen die etwa 20 Teilnehmerinnen und Teilnehmer sich einen Überblick über verschiedene Aufgabenfelder und die Arbeitsweise der Geodäsie verschaffen konnten. Alle teilnehmenden Schülerinnen und Schüler wurden von ihrer Schule für die Schülertalentakademie vorgeschlagen; dabei achteten die Lehrenden und Lehrer sowohl auf die Leistungen in Mathematik und Geographie als auch auf das Interesse der jungen Leute an dem für viele unbekanntem Fach. Bei der Durchführung wird Wert auf eine kreative Umsetzung gelegt, so wurden Elemente wie ‚hands on‘, ‚selbst machen lassen‘ und ‚Schüler auch fordern‘ umgesetzt.

Zum Abschluss der SchülerTalentAkademie Geodäsie des Wintersemesters des ersten Schulhalbjahres fand ein gemeinsames Grillen statt, an dem Schüler/innen, Mitarbeiter und Professoren der beteiligten Institute sowie Lehrer teilnahmen. Alle Schülerinnen und Schüler, die an den verschiedenen Terminen anwesend waren, bekamen Teilnahmezertifikate, die Besten wurden – auf der Basis richtig ausgefüllter Fragebögen während der STAG-Termine mit Preisen ausgezeichnet. Auch wenn die Einzelthemen in den zwei Stunden nur angerissen wurden, fiel das Fazit bei allen Beteiligten sehr positiv aus.

Die nächste Auflage ist ab März 2017 geplant, das Thema wird dann **„Virtuelle 3D-Welten - Wie kommt Hannover in den Rechner?“** sein. Für weitere Informationen wird auf die Webseite <http://www.gug.uni-hannover.de/stag.html> verwiesen. Aufgrund der intensiven Betreuung können nur max. 25 Schüler aufgenommen werden. Ist die Zahl der Bewerber höher als die Zahl der zur Verfügung stehenden Plätze, entscheidet das Los.

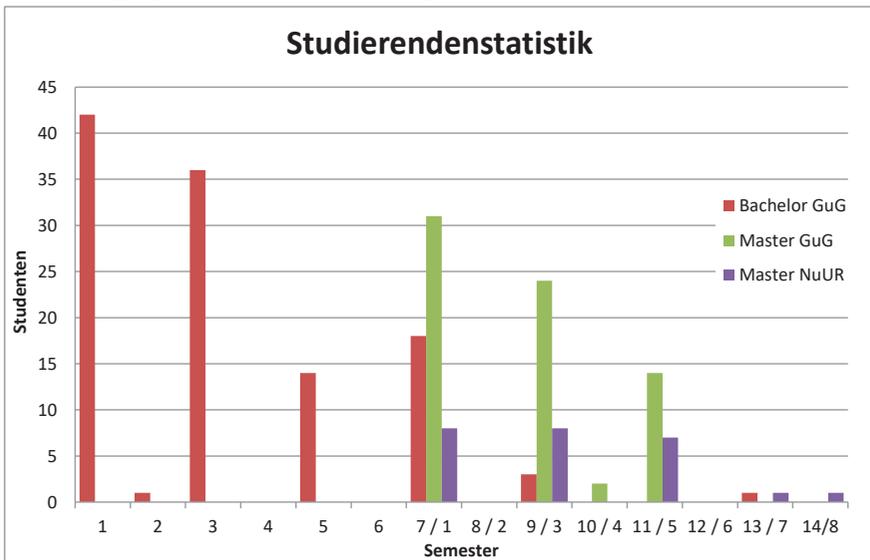


# AUS DEM LEHRBETRIEB

## BERICHT DES STUDIENDEKANATS

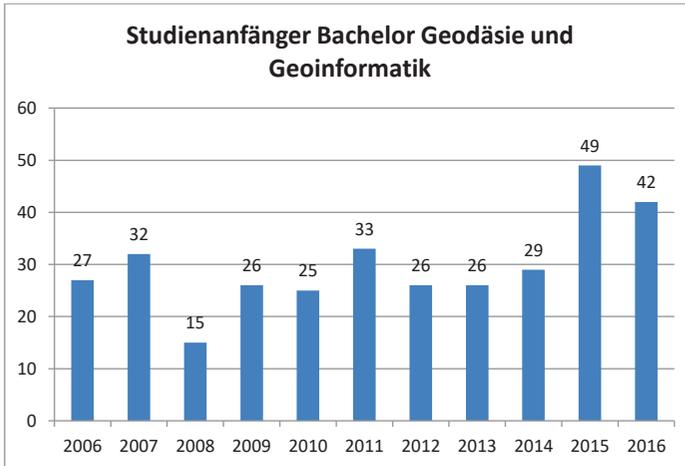
### STUDIERENDENSTATISTIK WS2016/17

Im Wintersemester 2016/17 sind in den Studiengängen der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik 211 Studierende eingeschrieben. Im Bachelorstudium Geodäsie und Geoinformatik sind davon 115 immatrikuliert, im Masterstudium Geodäsie und Geoinformatik 71 Studierende. Im Masterstudiengang Navigation und Umweltrobotik befinden sich 25 Studierende. Die nachfolgende Grafik veranschaulicht die Verteilung der Studierenden je Studiengang und Semester. Die Fachsemester der Studierenden in den konsekutiven Masterstudiengängen werden dabei laufend gezählt.



Mit einem Frauenanteil von etwa 35 % im Bachelorstudiengang und circa 26 % in den Masterstudiengängen ist der Anteil der Studentinnen für Ingenieurstudiengänge wie gewohnt überdurchschnittlich hoch.

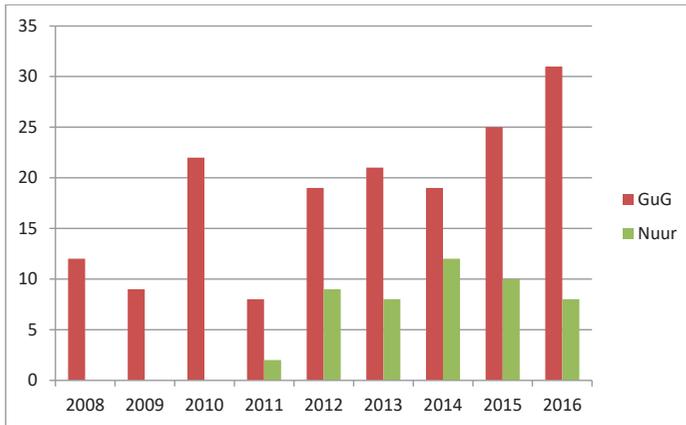
Zum Wintersemester 2016/17 haben 42 Studierende das Bachelorstudium aufgenommen, womit eine weitere Steigerung gegenüber den Vorjahren festzustellen ist. Die genaue Entwicklung ist der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen. Im zweiten Studienjahr sind 37 Studierende eingeschrieben, in das dritte Studienjahr sind 12 Studierende gewechselt. In höheren Semestern befinden sich elf Studierende.



**STUDIENANFÄNGER IM STUDIENGANG BACHELOR GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK VON 2006-2016**

Im gleichen Zeitraum haben im Master Geodäsie und Geoinformatik 31 Studierende das Studium aufgenommen, von denen 23 den Master in Englisch absolvieren. Diese 23 Studierenden haben ihren Bachelorabschluss an einer ausländischen Universität abgelegt, weitere zwei Studierende kommen von einer anderen deutschen Hochschule. Insgesamt sind also 80 % der Studierenden aus dem ersten Mastersemester von einer anderen Hochschule zu uns an die Leibniz Universität gewechselt. Diese Zahl ist eine deutliche Steigerung gegenüber den letzten Jahren und zeigt auch das große Interesse an englischsprachigen Studienangeboten im Bereich der Geodäsie und Geoinformatik.

Im Wintersemester 2016/17 haben im Masterstudiengang Navigation und Umweltrobotik acht Studierende das Studium begonnen. Dass der Studiengang interdisziplinär ist, zeigt sich auch in den Bachelorabschlüssen der Studierenden. Sie kommen aus Studiengängen des Maschinenbaus/ Bionik, der Geodäsie, als auch aus dem Bauingenieurwesen und dem Bereich der Informatik. In diesem Jahr haben sich nur etwa gut ein Drittel der Studierenden aus Fakultäten der Leibniz Universität Hannover immatrikuliert, der Großteil kommt von anderen deutschen Hochschulen. Die Entwicklung der Studienanfängerzahlen in den beiden Masterstudiengängen ist der nachfolgenden Grafik zu entnehmen.



Es ist auch weiterhin das Ziel, mehr Studierende in den Studiengängen der Fachrichtung aufzunehmen. Dazu werden wie gewohnt die verschiedenen Werbeaktionen der PR-Kommission weitergeführt, die sich im Abschnitt "Bericht der Kommission für Öffentlichkeitsarbeit" wiederfinden.

## ABSOLVENTENFEIER DER FAKULTÄT BAUINGENIEURWESEN UND GEODÄSIE

Am Samstag, 14.01.2017 fand die Absolventenfeier der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie statt. Zu dieser Feier waren neben den Absolventen des Jahres 2016 auch die „Silbernen“ und „Goldenen“ eingeladen, d.h. diejenigen, die vor 25 bzw. 50 Jahren ihre Diplom-, Doktor- oder Habilitationsurkunde erhielten.

Die Absolventenfeier 2017 wurde vom GIH organisiert und von Herrn Prof. Neumann moderiert. In diesem Jahr erreichten 221 Absolventen aus dem Bauingenieurwesen und 36 Absolventen aus der Geodäsie ihren Abschluss. Vor 25 Jahren machten insgesamt 168 Studierende ihren Abschluss, davon 47 Geodäten. Vor 50 Jahren waren es 146 Absolventen, davon 18 Geodäten.

Die Anzahl der Promotionen/Habilitationen in den drei geladenen Absolventenjahrgängen waren: 2016: 39/0, 1991: 27/0, 1966: 27/2. Die Absolventen erhielten die Urkunden aus den Händen der Prüfungsausschussvorsitzenden (apl. Prof. Dr.-Ing. Volker Berkhahn und Prof. Dr.-Ing. Jürgen Müller) bzw. des Dekans Prof. Dr.-Ing. Winrich Voß.

Des Weiteren fand eine Auszeichnung der besten Absolventen in den Studiengängen des Jahrganges statt. Im Studiengang Geodäsie und Geoinformatik erhielten Herr M. Sc. Daniel Golnik für den besten Masterabschluss und Frau B. Sc. Franziska Anna Fasser für den besten Bachelorabschluss die Preise.

Den Festvortrag hielt Herr Prof. Dr.-Ing. habil. Hansjörg Kutterer, Präsident des Bundesamtes Kartographie und Geodäsie sowie des Berufsverbandes DVW (Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement e.V.); musikalisch wurde die Veranstaltung vom dem A Capella Ensemble TriSolo begleitet.



Im Anschluss gab es im Rahmen eines kleinen Empfangs noch Gelegenheit zum Gespräch, welches von den Teilnehmern der Veranstaltung gerne wahrgenommen wurde. Die Durchführung der Veranstaltung wurde von vielen Sponsoren aktiv und passiv unterstützt, wofür sich die Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie herzlich bedankt.

## ABSOLVENTEN

Im Kalenderjahr 2016 haben insgesamt 17 Studierende erfolgreich ihr Bachelorstudium beendet. Im Masterstudiengang Geodäsie und Geoinformatik gab es 12 Absolventen, im Masterstudiengang Navigation und Umweltrobotik waren es fünf Absolventen. Sie sind in der folgenden Auflistung zu finden:

## BACHELOR

<b>Arendt</b>	Melanie	<b>Koller</b>	Laura Marie
<b>Brakemeier</b>	Sara	<b>Kröger</b>	Anna Victoria
<b>Fasser</b>	Franziska Anna	<b>Leise</b>	Sebastian Jürgen
<b>Flasbarth</b>	Tim	<b>Marschel</b>	Lars Hauke
<b>Görler</b>	Simone Brigitte Maria Else	<b>Reinicke</b>	Thomas
<b>Grüning</b>	Dominic	<b>Riemann</b>	Benedikt
<b>Haas</b>	Hauke Hagen	<b>Schumann</b>	Robert Tawan
<b>Hattermann</b>	Aiko	<b>Voelsen</b>	Mirjana
<b>Icking</b>	Lucy Ling		

## MASTER GuG

<b>Diener</b>	Dmitri	<b>Meyer</b>	Christian
<b>Eckhoff</b>	Mathis	<b>Mohrland</b>	Steven
<b>Golnik</b>	Daniel	<b>Politz</b>	Carolin
<b>Hamm</b>	Johann	<b>Retat</b>	Alessa
<b>Kröhnert</b>	Damian	<b>Schack</b>	Claudia
<b>Kuban</b>	Hauke	<b>Seidel</b>	Roman

## MASTER NuUR

<b>Henning</b>	Moritz Matti	<b>Rotberg</b>	Paula Miria
<b>Jatzkowski</b>	Inga	<b>Schindler</b>	Thomas
<b>Koch</b>	Matthias Stephan		

Im Jahr 2016 sind 10 Promotionen abgeschlossen worden davon 2 von Frauen.

Informationen zum Bachelor- und Masterstudiengang Geodäsie und Geoinformatik sowie zum Masterstudium Navigation und Umweltrobotik gibt es für Interessierte auf unserer Homepage (1) sowie in den Studienführern der Leibniz Universität Hannover (2), (3). Eine persönliche Beratung ist jederzeit bei der Studiengangskordinatorin möglich (4). Weitere Hilfe zur Studienbewerbung und Immatrikulation stellt das Immatrikulationsamt der Universität auf seiner Webseite (5) bereit.

(1) <http://www.gug.uni-hannover.de/>

(2) <http://www.uni-hannover.de/de/studium/studienfuehrer/geodaesie/>

(3) <http://www.uni-hannover.de/de/studium/studienfuehrer/navumwelt/>

(4) <http://www.gug.uni-hannover.de/studienberatung.html>

(5) <http://www.uni-hannover.de/de/studium/immatrikulation/bewerbung>

## INTERNATIONALES

### AUSLÄNDISCHE STUDIERENDE IN DER FACHRICHTUNG

Diese Studierenden haben im Ausland eine Hochschulzugangsberechtigung erworben (Abitur oder Bachelorabschluss). Sie sind in der folgenden Auflistung zu finden:

#### 3. Semester Bachelor GuG:

Amir Abdelaziz Chouk Abitur in Tunesien

Basil Said Ahmad Abitur in Israel

#### 1.Semester Master GuG:

Abdallah	Najib Mahfuzh	Indonesien
Aghajani	Vahid	Iran
Alai	Buerlike	China
Al-Taan	Ahmed	Oman
De Meester	Jasper Kris R.	Belgien
Dragic	Dejan	Bosnien
Elmallah	Amr	Ägypten
Eribake	Adeolu	Nigeria
Hossain	Belal	Bangladesh
Iqbal	Waseem	Pakistan
Kashef	Mostafa	Ägypten
Khami	Arman	Iran
Kim	Hye Yeon	Südkorea
Liu	Yanting	China
Mahgoub	Moustafa	Ägypten
Moftizadeh	Rozhin	Iran
Mohammadi	Mehrnoush	Iran
Mohammadivojdan	Bahareh	Iran
Monni	Angelo	Italien
Salgotra	Anit	Indien
Sharifi	Hasan	Türkei
Singh	Vishwa Vijay	Indien
Wang	Zhiyuan	China

#### 3. Semester Master GuG:

Cakir	Sercan	Türkei
Khezri	Anita Sadat	Malaysia
Krishnamurthy	Kavita	Indien
Di	Pang	China
Shelly	Richu Mary	Indien
Bowen	Zhou	China

5. Semester Master GuG:

Bashi	Mahsa	Iran
-------	-------	------

1.Semester Master NuUR:

Cao	Liang	China
Yin	Mengwei	China/Österreich

**AUSLÄNDISCHE AUSTAUSCHSTUDIERENDE IN DER FACHRICHTUNG**

Agarwal	Vivek	WS 15/16, Indian Institute of Technology Roorkee, Indien
Imbrogno	Ferdinando Luca	WS 15/16, Università degli Studi di Roma 'La Sapienza', Italien
Menini Matosak	Bruno	WS 15/16, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Brasilien
Pawłuszek	Kamila Teresa	WS 15/16, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Polen
Stępień	Tomasz	WS 15/16, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Polen
Fu	Xiao	SS 16, Southwest Jiaotong University, China
Li	Zheng	SS 16, Southwest Jiaotong University, China
Park	Hyojin	SS 16, Korea University, Südkorea
Wang	Feng	SS 16, Southwest Jiaotong University, China
Fodrek	Michal	WS 16/17, Budapest University of Technology and Economics, Ungarn
Hunčíková	Anna	WS 16/17, Budapest University of Technology and Economics, Ungarn
Neuberger	Hajnalka	WS 16/17, Budapest University of Technology and Economics, Ungarn
Ovchinnikov	Petr	WS 16/17, Budapest University of Technology and Economics, Ungarn
Yildiz Er- demir	Merve	WS 16/17, Gebze Technical University, Türkei

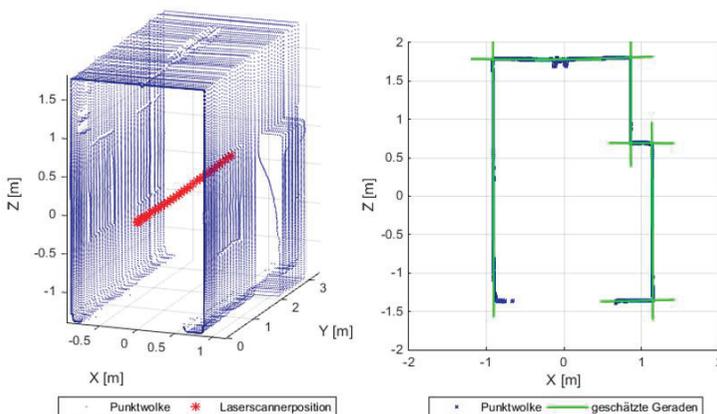
# MASTER - UND BACHELORARBEITEN

## GEODÄTISCHES INSTITUT

### BACHELORARBEITEN

#### EXTRAKTION VON OBJEKTRAUMINFORMATIONEN AUS TLS-SCANS FÜR DIE WISSENSBASIERTE GEOREFERENZIERUNG VON MULTI-SENSOR SYSTEMEN (FRANZISKA ANNA FASSER, BETREUER: HAMZA ALKHATIB, SÖREN VOGEL)

Bei Mobile-Mapping Anwendungen in Innenbereichen ergeben sich aus der eingeschränkten Verfügbarkeit von GNSS-Signalen und komplexen Aufnahmesituationen Herausforderungen für die Georeferenzierung der eingesetzten Multi-Sensor Systeme. Ein Ansatz besteht in der Nutzung von Vorinformationen, die aus dem Objektraum abgeleitet werden. In Hinblick auf eine wissensbasierte Georeferenzierung erfolgt in dieser Bachelorarbeit die Extraktion geeigneter Objektrauminformationen aus zwei exemplarischen Punktwolken. In Form einer prototypischen MATLAB-Software wird ein Verfahren entwickelt, um eine Vielzahl an TLS-Profilen automatisch zu segmentieren und die resultierenden Teilpunktwolken durch Ausgleichsgeraden zu approximieren. Die Segmentierung erfolgt mit Hilfe eines modifizierten RANSAC-Algorithmus, der eine Wissensübertragung zwischen zeitlich benachbarten Profilen ermöglicht. Für ausgewählte Geraden, die zwei gegenüberliegende Wände sowie die Decke und den Boden des aufgenommenen Raumes repräsentieren, werden Eigenschaften wie Parallelität und Rechtwinkligkeit analysiert. Aus den Abstandsparmetern der Geraden werden relative Positionsänderungen des TLS in zwei Raumrichtungen bestimmt. Zur Validierung der Ergebnisse liegen Referenzpositionen vor. Zudem wird untersucht, inwieweit die Einführung einer Rechteckbedingung eine Verbesserung der Positionslösung bewirkt. Schließlich werden Ansätze zur Weiterentwicklung des erarbeiteten Prototyps aufgezeigt.



PROFILE ALS DATENGRUNDLAGE (LINKS) UND GESCHÄTZTE GERADENSELEMENTE IN EINEM EINZELNEN PROFIL (RECHTS)

**UNTERSUCHUNG UNTERSCHIEDLICHER REGISTRIERUNGS- UND REFERENZIERUNGSVERFAHREN ZUR SCHAFFUNG EINER HOCHPRÄZISEN DATENGRUNDLAGE MIT TERRESTRISCHEM LASERSCANNING (TIM FLASBARTH, BETREUER: JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ, ULRICH STENZ)**

Ein Forschungsschwerpunkt im Bereich Ingenieurgeodäsie am Geodätischen Institut der Leibniz Universität Hannover (GIH) ist die Erfassung von Objekten mittels terrestrischem Laserscanning (TLS). Das GIH verfügt über eine umfangreiche Expertise auf dem Gebiet der Genauigkeitsuntersuchung sowie der Validierung von Messergebnissen terrestrischer Laserscanner. Die Erfassung von Messobjekten mit TLS erfolgt in der Regel von mehreren Instrumentenstandpunkten aus. Die so erzeugten Punktwolken müssen zueinander registriert und gegebenenfalls georeferenziert werden. Hierzu stehen unterschiedliche Verfahren zur Verfügung, die im Rahmen dieser Bachelorarbeit hinsichtlich ihrer Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit untersucht wurden. Weiterhin wurde ein am GIH existierender Prototyp zur direkten Georeferenzierung basierend auf GNSS zur Lösung der Aufgabenstellung eingesetzt.



**PROTOTYP ZUR DIREKTEN GEOREFERENZIERUNG MIT GNSS (LINKS) ERGEBNIS DER REGISTRIERUNG MIT ICP (RECHTS)**

Im Einzelnen wurden folgende Teilaufgaben bearbeitet:

- Planung der Aufnahme für die hochgenaue Erfassung eines Referenzobjektes (Institutsgebäude) auf Basis eines vorhandenen hochgenauen 3D-Referenznetzes sowie unter Berücksichtigung genauigkeitsbeeinflussender Parameter wie Auftreffwinkel des Laserstrahls und Objektentfernung.
- Die Erfassung des Referenzobjektes mittels TLS unter Verwendung unterschiedlicher Referenzierungsverfahren (zielzeichenbasiert, punktbasiert und Verwendung des Prototypen zur direkten Georeferenzierung) im Millimeterbereich.
- Die Aufbereitung, Bereinigung und Auswertung (Referenzierung und Registrierung) der Messdaten mit Hilfe von kommerzieller Software (Z+F LaserControl, Leica Cyclone, CloudCompare).
- Umsetzung eines punktbasierten Referenzierungsverfahrens auf Basis des Iterative Closest Points- (ICP) Algorithmus mit Matlab oder der Pointcloud Library (PCL, C++).

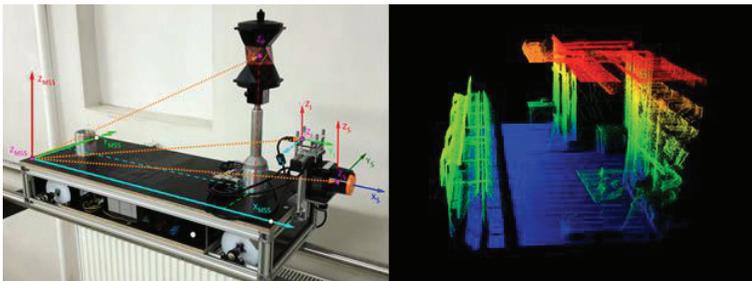
Neben den klassischen, flächenhaften Aufnahmesystemen, wie zum Beispiel TLS und Photogrammetrie, bieten neue Entwicklungen in der Sensortechnik die Möglichkeit flächenhafte und punktuelle Aufnahmeverfahren zu kombinieren. Ein Beispiel hierfür ist die am Geodätischen Institut vorhandene Leica Nova Multi Station (MS50), als Kombination eines Videotachymeters (Tachymeter plus integrierte Koaxial- und Weitwinkelkamera) mit zusätzlicher Scanfunktion. Diese ermöglicht sowohl punktuelle tachymetrische Messungen als auch die flächenhafte Erfassung mittels Laserscanning und photogrammetrischer Verfahren. Ein weiterer Bestandteil dieser Arbeit war eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung der oben genannten Registrierungsverfahren und der Erfassung großer Messobjekte mittels TLS und MS50.

## MASTERARBEITEN

### SYNCHRONISATIONASPEKTE DER SENSOR- UND DATENFUSION EINES FORSCHUNGSMULTI-SENSOR-SYSTEMS (DMITRI DIENER, BETREUER: JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ)

Die Erfassung der Umwelt durch Multi-Sensor-Systeme ist heutzutage ein gängiges Verfahren zur Aufnahme der Umgebung durch einen kinematischen Messansatz. Bei kinematischen Laserscansystemen werden mobile Plattformen eingesetzt, auf denen sich eine Vielzahl von Sensoren befinden. Als mögliche Aufnahmesensoren kommen Kamera und Laserscanner zum Einsatz. Der Laserscanner wird im Profilmodus betrieben und erfasst die Umgebung spiralförmig während der Fahrt. Kameras bilden u. a. die Grundlage zur Dokumentation. Mit Grundlagen der Bildverarbeitung können diese ebenfalls die geometrische Beschreibung der Umgebung rekonstruieren und in geeigneter Weise mit Daten des Laserscanners fusioniert werden.

Für die Steuerung des Multi-Sensor-Systems kommt in dieser Masterarbeit das Robot Operating System (ROS) zum Einsatz. Dieses Framework eignet sich sehr gut zur Steuerung eigens erstellter Roboter und kinematischer Sensorplattformen. Dabei werden alle Datenflüsse aufgezeichnet und nahezu in Echtzeit ausgewertet.



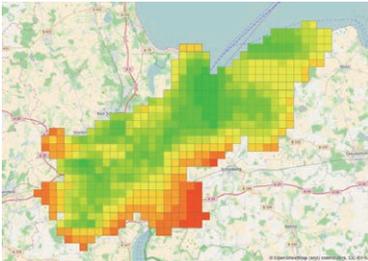
FORSCHUNGSMULTI-SENSOR-SYSTEM MIT SEINEN KOORDINATENSYSTEMEN UND AUFGENOMMENE PUNKTWOLKE

Ein aus früheren Untersuchungen entstandenes Multi-Sensor-System ist im Rahmen dieser Masterarbeit weiterentwickelt worden (Abbildung links). Zusätzliche Sensorik wie die Inertiale Messeinheit (IMU) und das Ublox

GNSS Modul sind dazu gekommen. Dadurch kann einerseits die zeitliche Synchronisation verbessert, als auch die Grundlage zur Implementierung eines Navigationsalgorithmus auf Basis eines Kalman Filters realisiert werden.

Als Ergebnis dieser Arbeit ist eine geometrische Rekonstruktion der Einsatzumgebung in Form einer 3D-Punktwolke erzeugt worden. Diese ist in der Abbildung rechts zu sehen. Dabei ist festzuhalten, dass die räumliche Geometrie erfolgreich rekonstruiert werden konnte. In der Abbildung rechts sind die Schienenprofile (hellgrün links), Wand-, Boden- (blau) und Deckenflächen (rot) lage- und maßstabstreu zu erkennen.

#### **AUTOMATISIERUNG VON GIS-ANALYSEN ZUR BERECHNUNG VON LAGEBEZOGENEN KULTURLANDSCHAFTSQUALITÄTEN MIT RELEVANZ FÜR IMMOBILIENWERTE (CHRISTIAN MEYER, BETREUER: KENO BAKKER, MARKUS SCHAFFERT)**



**RASTERBASIERTE DARSTELLUNG VON LANDSCHAFTSBEDINGTEN LAGEQUALITÄTEN IN EINEM GIS**

Kulturlandschaftselemente sind natürliche oder vom Menschen geprägte Objekte die, abhängig von ihrem Standort, den Wert von Immobilien beeinflussen können. Dies ist z. B. bei See-Anrainer-Flächen belegt. Häufungen von wertrelevanten Kulturlandschaftselementen dürften in ihrer Summe und in Abhängigkeit von der Entfernung folglich zu differenzierten lagebezogenen Werteinflüssen führen. Vor diesem Hintergrund war es Ziel dieser Masterarbeit, das Integrieren von lagebezogenen Kulturlandschaftsqualitäten bei der Entwicklung von Bodenrichtwerten durch Automatisierung von Analyseschritten in einem GIS zu erleichtern. Dabei wurden Qualitätswerte auf Raster, die sich aus dem Zusammenspiel verschiedener Landschaftselemente ergeben (namentlich von Entfernung, Dichte und relativer Bedeutung), übertragen. Das entwickelte Werkzeug wurde im Gebiet der Hansestadt Lübeck und in ihrem Umland erfolgreich angewandt.

#### **QUALITATIVE UNTERSUCHUNG DER BEDEUTUNG VON KULTURLANDSCHAFTEN FÜR IMMOBILIENWERTE: KATEGORISIEREN, SYSTEMATISIEREN, RANGFOLGEN (STEVEN MOHRLAND, BETREUER: MARKUS SCHAFFERT, PROF. WINRICH VOß)**

Wohngebäude in landschaftlich attraktiven Gebieten dürften einen „Beliebtheits-Bonus“ gegenüber entsprechenden Immobilien in einer weniger attraktiven Umgebung aufweisen. Dieser intuitiv gefühlte Effekt wird durch internationale wissenschaftliche Untersuchungen, die sich diesem Thema widmen, mittlerweile gestützt. Allerdings arbeiten diese Ansätze i.d.R. statistisch-quantitativ (meist mit Blick auf städtische Lagen) – und damit mit einem Ansatz, der in kaufpreisarmeren Lagen in Deutschland kaum anwendbar sein dürfte.

Für seine Masterarbeit wählte Herr Mohrland deshalb stattdessen ein qualitatives Methodendesign auf Basis von Befragungen von Experten des Immobilienbereichs. Die Ergebnisse der Befragungen gaben nicht nur Einblicke in den durch Kulturlandschaft bedingten Preiseinfluss, sondern lieferten zusätzliche Hinweise über geeignete Interviewstrategien im relevanten Themenfeld.

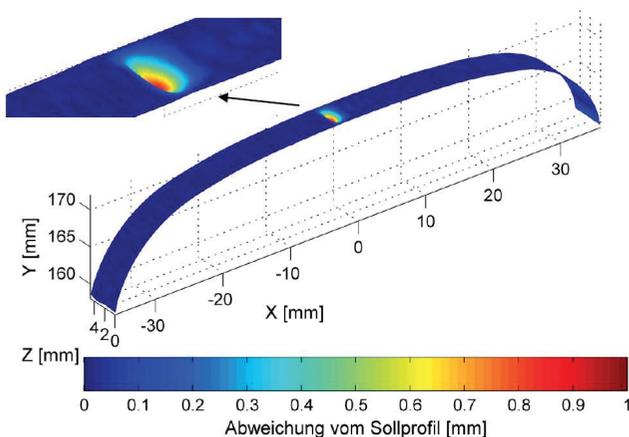
## BAYESSCHE SCHÄTZUNG VON B-SPLINE-KURVEN (DANIEL GOLNIK, BETREUER: HAMZA ALKHAṬIB, JOHANNES BUREICK)

Frei-Form-Kurven und –Flächen, insbesondere B-Splines, sind optimal dazu geeignet, durch eine 3D-Punktwolke erfasste, komplexe Objekte zu approximieren.

Die optimale Bestimmung der B-Spline-Kurven und -Flächen umfasst die Schritte der Modellwahl, der Datenparametrisierung, der Knotenvektorbestimmung und der Kontrollpunktschätzung. Insbesondere hat die Bestimmung des Knotenvektors einen entscheidenden Einfluss auf die resultierende Güte der Approximation. Problematisch bei der Knotenvektorbestimmung ist, dass es keine analytische Funktion für die optimale Position der Knoten gibt und zudem viele lokale Optima der kleinste-Quadrate-Funktion auftreten. Aus diesem Grunde wurden verschiedene metaheuristische Verfahren entwickelt, mit der ein optimaler Knotenvektor bestimmt werden kann.

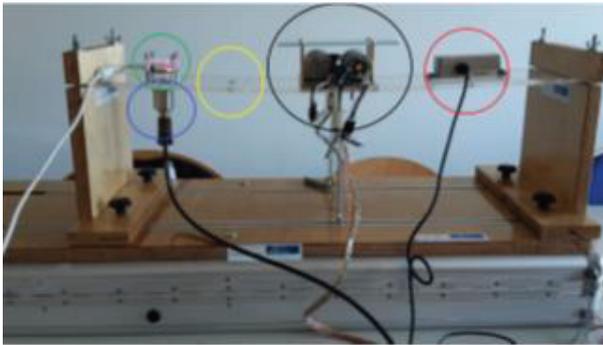
Herr Golnik hat im Rahmen seiner Arbeit ein kürzlich entwickeltes metaheuristische Verfahren für Kurven nach Bureick et al. (2016) aufgegriffen und durch Integration von Vorwissen (z. B. aus vorherigen Schätzungen oder Sollpunktwolken) erweitert und optimiert. Er hat untersucht welche Informationen in welcher Weise am sinnvollsten integriert werden können. Hierbei hat sich die Integration des Knotenvektors als vorteilhaft herausgestellt. In einem weiteren Schritt hat Herr Golnik das Verfahren nach Bureick et al. (2016), unter Verwendung der untersuchten Modifizierungen, auf die Approximation von B-Spline-Flächen erweitert.

Herr Golnik hat seine entwickelten Algorithmen auf verschiedene 3D-Punktwolken gescannter Schienen, welche sowohl Datenlücken als auch teilweise Schienendefekte enthielten, angewendet. Dadurch konnte Herr Golnik die Leistungsfähigkeit seiner Algorithmen evaluieren und weiter optimieren.



**SUITABILITY TESTING OF MICRO-ELECTRO-MECHANICAL SYSTEMS (MEMS) FOR INTEGRATING INTO A GEOSENSOR NETWORK FOR THE AUTOMATED MONITORING OF OSCILLATING STRUCTURES (EVA KEMKES, BETREUER: ANDREAS BECKER, MOHAMMAD OMIDALIZARANDI, JÜRGEN RÜFFER)**

There has always been a risk of collapses of structures (e.g. bridges, buildings and so on) by enormous forces and external influences such as winds, movements of vehicles in case of bridges and traffic load and so on. Therefore, structures are needed to be monitored continuously to avoid any failures such as cracks. Today, low cost deformation analysis is of utmost interest and subsequently, low cost micro-electro-mechanical sensors (MEMS) sensor as a cost effective and alternative sensor to the



**EXPERIMENTAL SETUP OF THE VIBRATION TEST WITH THE ADXL (RED), IMU (GREEN), NAMS (YELLOW), REFERENCE SENSOR (BLUE) AND UNBALANCE MOTORS (BLACK)**

classical geodetic measurements can be used. MEMS sensor can consist of multiple types of sensors, e.g. accelerometer, gyroscope, temperature and pressure sensors. The output of accelerometers and gyroscope are accelerations and rotation rates in all three directions. Furthermore, accelerations and rotation rates can be integrated over time to determine relative movements and orientations. The aim of this research is to perform suitability test of low cost MEMS accelerometers for integrating into a geosensor network by mounting at different positions of bridge structures for an automated monitoring. The choice of sensors is based on suitable properties such as, e.g., accuracy, stability, costs. The price of used sensors in this work is up to approximately 60 Euros. Concerning suitability test, static calibration is performed for three low cost accelerometers (i.e. ADXL (ADXL345 chip from Analog Devices company with Arduino UNO Board), NAMS (BNO055 chip with Arduino UNO board and Nine-Axis-Motion-Shield) and IMU (BNO055-Chip Tinkerforge-Board)) based on well known six positions static calibration test, here measurement period of about 15-20 minutes at fourteen positions, to determine biases, scales and non-orthogonalities in all three directions with applied Gauss Helmert model. Variance component estimation is carried out to assign optimal weights to the observations. To this end, deterministic errors of the accelerometer are defined based on calibration with optimal estimation of standard deviations of the observations. From standard deviations of accelerations in all three directions, it is observed that z axis has a less accuracy comparing to the other axes and should be taken into the account to set it up towards less deformable direction of the bridge, i.e. transverse direction. In addition, measurements are also conducted in the climate chambers to observe effect of temperature variations which shows strong influence on the measurements and tendency of increasing noises up to maximum 50%. Moreover, long-term measurement over 24 hours is

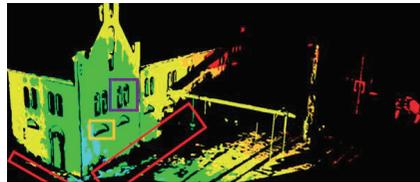
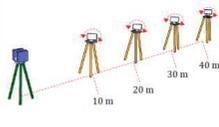
carried out to observe noise behavior of the sensors under static conditions and to prove stability and correctness of the computed parameters. At the end, test sensors measurements are compared with a highly accurate accelerometer as a reference sensor in the frequency domain. Results show 96% or better equivalence of the test sensor characteristics to the reference sensor.

#### DEFINITION UND ABLEITUNG EINES QUALITÄTSINDEXES ZUR VISUALISIERUNG DER QUALITÄTSPARAMETER VON 3D-PUNKTWOLKEN IN EINER VIRTUELLEN UMGEBUNG (AXEL TIMMEN, BETREUER: ULRICH STENZ)

Für terrestrische Laserscanner existiert eine umfangreiche Expertise auf dem Gebiet der Genauigkeitsuntersuchung sowie der Validierung von Messergebnissen am GIH. Die Genauigkeit der Messungen ist dabei abhängig von einer Vielzahl unterschiedlicher Einflussgrößen. In der Regel erfolgen die Auswertung der Messungen und eine Bewertung der Messergebnisse nach der Messung im Innendienst. Eine direkte Validierung und Visualisierung der Qualität vor Ort ist bisher noch nicht erforscht.



UNTERSUCHUNG DER AUSWIRKUNG DES AUFTRIFFSWINKELS IM LABOR



PUNKTWOLKE EINGEFÄRBT ANHAND DES QUALITÄTSINDEXES

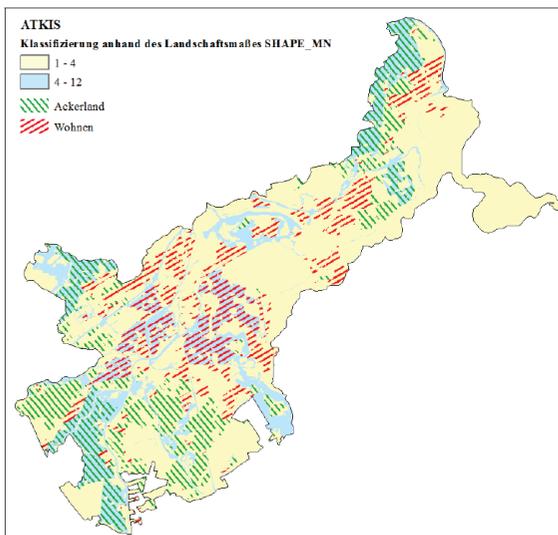
Im Rahmen dieser Masterarbeit wurden Verfahren und Algorithmen entwickelt, die es ermöglichen relevante Qualitätsparameter direkt im Anschluss an die Messung vor Ort zu bestimmen und performant zu visualisieren.

Im Einzelnen wurden folgende Teilaufgaben bearbeitet:

- Identifizierung relevanter Einflussgrößen auf die Qualität der Messung mit TLS
- Untersuchung dieser Einflussgrößen auf die Qualität der Messungen anhand geeigneter Laborversuche
- Stochastische Bewertung der ausgewählten Einflussgrößen auf die Qualität der Messungen
- Ableitung relevanter Qualitätsmaße und -parameter
- Definition und Ableitung eines Qualitätsindex auf Basis von Qualitätsparametern
- Einfärbung der Punktwolken aus TLS anhand des Qualitätsindex
- Zusammenführen benachbarter Punkte mit vergleichbarem Qualitätsindex zu Flächen
- Performante Visualisierung der Qualitätsparameter in einer virtuellen Realität (VR) anhand eines begehbaren 3D-Modells für unterschiedliche Plattformen

**ANWENDUNG VON LANDSCHAFTSMAßEN ZUR GIS-BASIERTEN ANALYSE VON STADTSTRUKTUREN UND URBANISIERUNGSPROZESSEN IN NORDDEUTSCHLAND (ALESSA RETAT, BETREUER: MARKUS SCHAFFERT, PROF. WINRICH VOß)**

Städtische Räume werden in etablierten Methoden der Raumabgrenzung meist über Besiedlungsstruktur/ -dichte und Erreichbarkeitskriterien abgegrenzt. Die Masterarbeit untersuchte, ob sich daneben sog. Landschaftsmaße als Abgrenzungsmerkmale eignen. Landschaftsmaße beschreiben die räumlich-quantitative Struktur der Landschaft zu einem bestimmten Zeitpunkt, basierend auf den Charakteristika von Landnutzungs-/ Landbedeckungsflächen (patches). Ihre Eignung zur Abgrenzung städtischer Räume wurde aufgrund der spezifischen Landbedeckungsmuster in städtischen Räumen im Gegensatz zu ländlichen Räumen angenommen. Da die Ergebnisse dieser Analyse stark von der Datengrundlage beeinflusst wird, wurde vergleichend auf ATKIS-Daten und OpenStreetMap-Daten gearbeitet. Die Ergebnisse bestätigen grundsätzliche Potentiale der Landschaftsmaße für dieses Themenfeld, allerdings bedarf es zur fachspezifischen Einordnung weiterführender Forschungen.



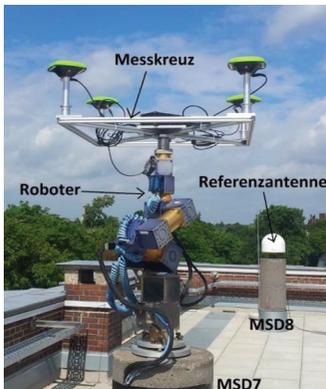
**UNTERSCHIEDBARKEIT VON WOHN- UND ACKERLAND ANHAND DES LANDSCHAFTSMAßES "SHAPE"**  
 (AMTLICHE GEOBASISDATEN SCHLESWIG-HOLSTEIN, @VERMKAT-SH)

## INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

## BACHELORARBEITEN

**ANALYSE VON GRACE-MONATSLÖSUNGEN ZUR BESTIMMUNG VON MASSENVARIA-  
TIONEN IM CHINESISCHEN PERMAFROST-GEBIET (BEARBEITERIN: ANNA VICTORIA KRÖGER,  
BETREUER: AKBAR SHABANLOUI, PROF. JÜRGEN MÜLLER)**

Um die Massenvariationen in dem chinesischen Permafrost-Gebiet zu analysieren, werden GRACE-Monatslösungen des GeoForschungs-Zentrum (GFZ) von April 2002 bis Januar 2016, die Hydrologie mittels GLDAS Modellen und der Niederschlagsdaten des WZN verwendet. Besonders im Südwesten und im Nordosten wird der Untergrund von kontinuierlichem, diskontinuierlichem oder alpinen Permafrostboden bestimmt. Die Monatslösungen werden hinsichtlich der Rauschstrukturen, der Korrelationen der Kugelfunktionskoeffizienten und des C20 Koeffizienten für eine höhere Genauigkeit verbessert. Mittels dieser Methodik können Massenvariationen von -13.0 mm pro Jahr bis +10.5 mm pro Jahr im chinesischen Permafrost-Gebiet bestimmt werden. Die Massenzunahmen und -abnahmen im Südwesten Chinas, wo der Boden hauptsächlich von kontinuierlichem und diskontinuierlichem Permafrost geprägt ist, gleichen sich aus, so dass eine Veränderung von -0.016 Gt pro Jahr detektiert worden ist. Die Massenzunahme im Permafrost geprägten Nordosten beziffert sich auf +0.339 Gt pro Jahr.

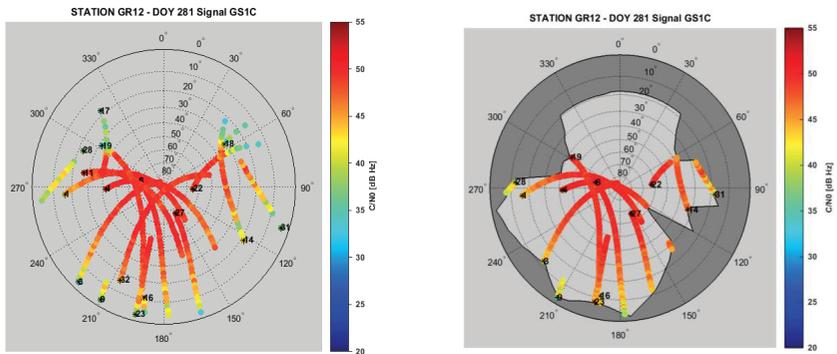
**QUALITÄTSANALYSE KINEMATISCHER LAGEWINKEL EINES 4-ANTENNEN GNSS  
EMPFÄNGERS (SARA BRAKEMEIER, BETREUER: CHRISTIAN BISCHOF, PROF. STEFFEN  
SCHÖN)**


**IFE-KALIBRIER-ROBOTER MIT DEM MONTIER-  
TEN MESSKREUZ UND DEN VIER GNSS-  
ANTENNEN**

In einer vorangegangenen Master-arbeit wurden vordefinierte Trajektorien mit dem IFE-Kalibrierroboter abgefahren und Messungen aufgezeichnet. Die Qualitäts-analyse ergab, dass die angegebenen Genauigkeiten des Empfängers fast eingehalten werden: Azimut-Genauig-keiten von 0.5 Grad auf einer Basis-linienlänge von 0.7m. Insgesamt hat diese Arbeit gezeigt, dass der Javad SigmaQ für die geforderte Lagewinkelbestimmung bei kinema-tischen Szenarien gut geeignet ist.

## DYNAMISCHE UND ADAPTIVE ELEVATIONSMASKEN ZUR OPTIMIERUNG DER KOORDINATENQUALITÄT IN GNSS-NETZEN (LUCY ICKING, BETREUER: TOBIAS KERSTEN)

Es wurde eine Methode entwickelt, um mithilfe von Signalstärkebeobachtungen Rückschlüsse auf Sichthindernisse an GNSS-Messpunkten zu tätigen. Entstehende Abschattungen sorgen für eine Verringerung der Koordinatenqualität am Messpunkt, sei es durch auftretende Mehrwegeeffekte oder durch Beugung des Signals. Auf Basis der automatischen Elimination kritischer Beobachtungen (z.B. mit Hilfe von bekannten Signalreferenzkurven oder einer angepassten Sigma-Regel) wird eine dynamische Abschattungs- bzw. Elevationsmaske erzeugt, die in der Lage ist, die Positionsgüte zu verbessern. Durch diese Klassifizierung werden nicht kategorisch alle Beobachtungen unterhalb einer festen Elevationsmaske gelöscht, sondern eine Zuordnung auf Basis verschiedener Qualitätsmerkmale unter Berücksichtigung von Azimut und Elevation durchgeführt. Gerade bei schlechten Sichtbedingungen ist dies ein entscheidender Vorteil, der in dieser Arbeit gezeigt werden konnte.

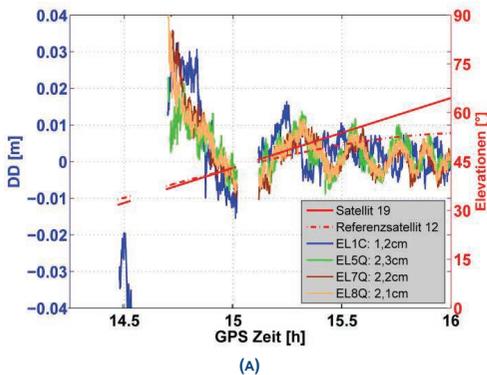


**VERGLEICH DER SIGNALSTÄRKEN FÜR EINEN GNSS-STANDPUNKT; LINKS: ORIGINALE BEOBSCHTUNGEN, RECHTS: ANWENDUNG DER DYNAMISCHEN ELEVATIONSMASKE UND LÖSCHEN MÖGLICHER FEHLERHAFTER BEOBSCHTUNGEN**

## GNSS-DOPPELDIFFERENZANALYSE FÜR URBANE MONITORINGANSÄTZE (FABIAN RUWISCH, BETREUER: TOBIAS KERSTEN)

Im Fokus der Arbeit standen Studien zur Qualität der Zeitreihen von Galileo Doppeldifferenzen (DD). Hierbei wurden ausgehend von einer Nullbasislinie (eine Antenne an verschiedene Empfänger angeschlossen) Qualitätsparameter abgeleitet. Diese wurden mit den Werten verglichen, die auf verschiedenen Basislinien unter herausfordernden Signalbedingungen (urbane Reflektoren, Abschattungen) erzielt wurden. Die DD für GPS, GLONASS und Galileo wurden mit statistischen Werkzeugen (kumulative Histogramme, Quantile-Quantile-Plot, Allan Standardabweichung, Powerspektrum, etc.) eingehend analysiert.

Die Mehrwegeresistenz und das zu erwartende Rauschniveau der neuen Signalstrukturen (GPS L5, Galileo E5a+b) sind dabei von besonderem Interesse. So konnte gezeigt werden, dass unter Laborbedingungen ca. 1mm Phasenrauschen der Signale zu erwarten ist. Im Feldeinsatz hingegen zeigen die neuen Signale zwar ein deutlich geringeres Rauschen als die bekannten L1 und L2 Trägerphasen. Aber auch Mehrwegeeffekte in Form von eindeutigen Sinusschwingungen (geringes Rauschen, signifikante Amplituden) sind identifizierbar und müssen entsprechend speziell berücksichtigt werden. Die Allan-Standardabweichung der Doppeldifferenzen bestätigt das geringere Rauschen der DD, zeigt aber auch, dass unter strengen Annahmen nicht von weißem Rauschen der DD ausgegangen werden kann.



(A)



(B)

ANALYSEN DER GALILEO-DOPPELDIFFERENZEN, (A) DIE VIER UNTERSUCHTEN GALILEO-SIGNALE FÜR DEN FALL EINES KONKRETEN REFLEKTORS, (B) UNMITTLBARE STATIONSUMGEBUNG, BAD FRANKENHAUSEN (OBERKIRCHE), THÜRINGEN

## SCHWEREEFFEKTE AUS MODELLIERTEN MASSENVERTEILUNGEN IM VERGLEICH MIT SUPRALEITENDEN GRAVIMETERN (MAREIKE SCHÜLMANN, BETREUER: PROF. JÜRGEN MÜLLER, LARS LERMANN)

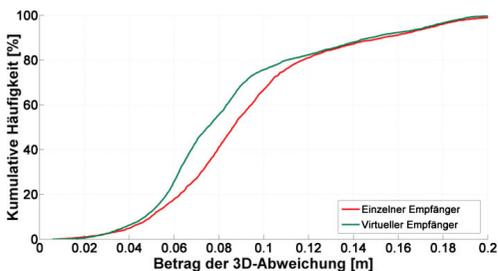
Das Erdschwerefeld unterliegt zeitlichen Variationen, wie zum Beispiel Gezeiten und Erdrotation. Veränderungen in der Massenverteilung der Erde wirken sich ebenfalls auf das Schwerefeld aus. Zeitlichen Variationen werden üblicherweise durch Modelle beschrieben und als Reduktion an Beobachtungen angebracht. In dieser Arbeit wurde der modellierte Schwereeinfluss von nicht-gezeitenbedingte Massenvariationen in Nord- und Ostsee mit den Beobachtungen eines supraleitenden Gravimeters verglichen. Der Vergleich wurde für Messungen aus dem Jahr 2008 von dem Gravimeter in Metsähovi, Finnland durchgeführt. Dazu wurden zunächst die gängigen zeitlich variablen Signalanteile reduziert. Anschließend wurde die modellierte nicht-gezeitenbedingten Schwereänderung angebracht. Der Vergleich hat gezeigt, dass sich die nicht-gezeitenbedingten Massenvariationen mit bis zu  $30 \text{ nm/s}^2$  auf die Schwere auswirken. Allerdings ist auch nach dieser Reduktion noch ein deutliches zeitvariables Signal vorhanden. Grund dafür sind wahrscheinlich hydrologische Massenvariationen.

## MASTERARBEITEN

### ENTWICKLUNG EINES VIRTUELLEN EMPFÄNGERS FÜR GPS CODE- UND PHASENBE-OBACHTUNGEN (PETER ALPERS, BETREUER: CHRISTOPH WALLAT)

Das Konzept des „Virtuellen Empfängers“ beschreibt eine am IfE entwickelte Methode zur Kombination von GPS-Beobachtungen, die mit mehreren GNSS-Antennen und -Empfängern arbeitet. Mit einem Virtuellen Empfänger kann eine kontinuierliche Positionierung aller Antennen gelingen, selbst wenn es an einzelnen Antennen zu starken Abschattungen kommt. Des Weiteren wird in vielen Fällen eine höhere Positionierungsgenauigkeit erreicht als mit einem einzelnen Empfänger.

Im Rahmen der Masterarbeit wurden Varianten des Virtuellen Empfängers

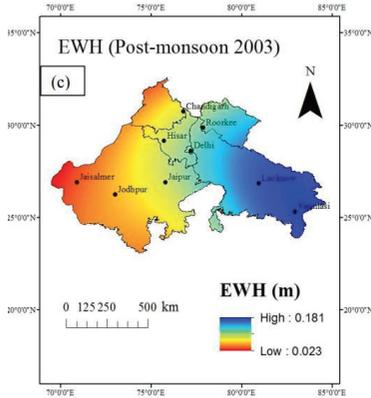


**PPP-POSITIONIERUNGSGENAUIGKEIT MIT EINEM VIRTUELLEN EMPFÄNGER (GRÜN) IM VERGLEICH ZU EINEM EINZELNEN EMPFÄNGER (ROT)**

entwickelt, die mit wenig a-priori Informationen auskommen, wie z.B. Basislinienlänge oder relatives Verhalten der beteiligten Empfängeruhren. Zusätzlich wurde das Verfahren, das zuvor ausschließlich Code-Beobachtungen verwendete, erfolgreich auf das Precise Point Positioning (PPP) übertragen, welches zusätzlich auf Trägerphasen-Beobachtungen beruht.

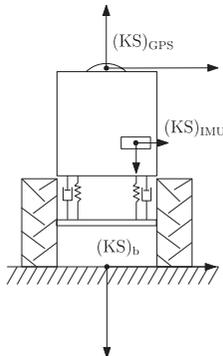
## ANALYSIS OF GRACE SATELLITE GRAVITY DATA FOR NORTH INDIA WITH EMPHASIS ON HYDROLOGY (VIVEK AGARWAL, BETREUER: PROF. JAKOB FLURY, MAJID NAEIMI)

In this thesis, total water change for North India for last 13 years has been studied in terms of Equivalent Water Height (EWH). Different gravity functional maps are obtained and filtered. Temporal and frequency EWH graphs are studied for different North Indian cities. Monsoon seasonal maps been made and EWH values are compared with rainfall data. Total water change in North India between 2003 and 2016 had been quantified.



SEASONAL EWH PLOT OF STUDY AREA FOR THE YEAR 2003

## AUFBAU EINER HIL SIMULATIONSUMGEBUNG ZUM TEST UND ZUR VERIFIKATION VON GNSS LENKSYSTEMEN UND EMPFÄNGERN MIT INERTIALSENSORIK (JONAS HAHLBOHM, BETREUER: CHRISTIAN BISCHOF, PROF. STEFFEN SCHÖN)

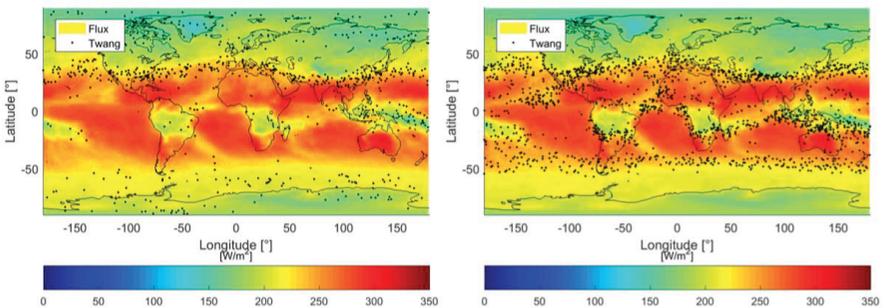


FAHRZEUG-MODELL DES TRAKTORS MIT DEN KOORDINATENSYSTEMEN

In Zusammenarbeit mit einem externen Unternehmen wurde eine Hardware-in-the-loop (HIL) Simulationsumgebung entwickelt. Die IMU-Beobachtungen wurden unter Berücksichtigung der Fahrzeug-Dynamik und -Kinematik für synthetisch erzeugte oder reale Trajektorien simuliert und mit den gemessenen Größen verglichen. Es konnte eine ausreichend gute Übereinstimmung des Modells mit der Realität festgestellt werden.

**TWANGS IN DEN GRACE AKZELEROMETERDATEN - EIN TEMPERATUREFFEKT? (BEARBEITER: DAMIAN KRÖHNERT, BETREUER: JAKOB FLURY, GUY APELBAUM)**

Die Arbeit versucht, den Zusammenhang zwischen der am Satelliten einfallenden Infrarotstrahlung der Erde und dem räumlich-zeitlichen Auftreten der „Twangs“ (Störungen in Form gedämpfter Schwingungen von einigen Sekunden Dauer) aufzuklären. Es wird eine große Anzahl von Twangs einer bestimmten Kategorie mit vorhandenen Programmen aus einigen Monaten von GRACE-Daten extrahiert und zum ersten Mal satellitengestützten CERES-Messdaten der Infrarotstrahlung gegenübergestellt. Die geographischen Muster weisen im Ganzen verblüffende Ähnlichkeiten auf (Abb.). Es gelang allerdings bisher nicht, die Abhängigkeit der Twang-Ereignisse von bestimmten Strahlungsintensitäten klar nachzuweisen.



(c) Twangs in einer absteigenden Bahn mit niedriger Amplitude (d) Twangs in einer aufsteigenden Bahn mit niedriger Amplitude

**TWANG-EREIGNISSE (PUNKTE) AUS GRACE B FÜR JANUAR 2008 VOR DEM HINTERGRUND DES MONATSMITTELS DES CERES-INFRAROTSTRAHLUNGSFLUSSES FÜR 20 KM HÖHE**

### KLASSIFIZIERUNG VON SPIELSITUATIONEN IM FUßBALL ANHAND VON BEWEGUNGSTRAJEKTORIEN (MALTE RÖBER, BETREUER: UDO FEUERHAKE)

Diese Arbeit beschäftigte sich mit der Klassifizierung von Spielsituationen im Fußball anhand von Bewegungstrajektorien. Neben den Grundlagen zu Trajektorien und maschinellen Lernverfahren wurde das Vorgehen zur Erstellung eines Entscheidungsbaums mit dem J48-Algorithmus erläutert. Die dabei verwendeten Features wurden vorgestellt und verschiedene Datensätze klassifiziert. Abschließend wurden die Ergebnisse ausgewertet und zusammengefasst, sowie ein Ausblick auf weiterführende Studien, die auf Grundlage dieser Arbeit gemacht werden können, gegeben.

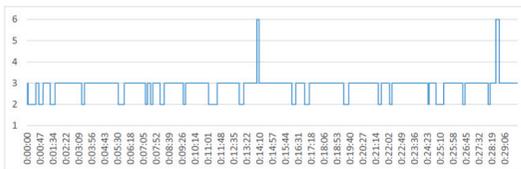


Abbildung 16: Klassifizierte Intervalle (2. HZ Fraunhofer)  
1 - Aufbauspiel, 2 - Offensiv, 3 - Defensiv, 4 - Ecke, 5 - Einwurf, 6 - Tor

Die dabei verwendeten Features wurden vorgestellt und verschiedene Datensätze klassifiziert. Abschließend wurden die Ergebnisse ausgewertet und zusammengefasst, sowie ein Ausblick auf weiterführende Studien, die auf Grundlage dieser Arbeit gemacht werden können, gegeben.

### ERMITTLUNG VON NUTZSTRAßENBREITEN FÜR MEHRSPURIGE STRAßEN AUS ULTRASCHALLBASIERTEN PARKLÜCKENDETEKTIONEN (ALI EFTEKHARI, BETREUER: FABIAN BOCK)

Moderne Fahrzeuge sind immer häufiger mit Ultraschallsensorik ausgestattet, die freie Parklücken am Straßenrand während der Vorbeifahrt detektieren kann. Bei solchen Detektionen werden weitere Informationen wie insbesondere der Abstand zwischen fahrendem und parkendem Fahrzeug erfasst. Ziel der Arbeit war die Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung der Nutzstraßenbreite zwischen beidseitig parkenden Fahrzeugen durch die Nutzung dieser Abstandsinformation zusammen mit einer hochgenauen Lokalisierungssensorik. In Zusammenarbeit mit der Robert Bosch Car Multimedia GmbH wurden dazu Ultraschalldaten durch mehrfache Befahrung einer Messstrecke mit einem Messfahrzeug aufgezeichnet. Als Referenz der Straßenbreite dienen Messungen des Mobile Mapping Systems.

### MODELLIERUNG VON TRAJEKTORIEN (SEBASTIAN LEISE, BETREUER: COLIN KUNTZSCH)

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurden Generalisierungsverfahren für Trajektorien untersucht, so dass wesentliche geometrische und raumzeitliche Merkmale der Trajektorie erhalten bleiben bei gleichzeitiger Kompression der zu Grunde liegenden Datenmenge. Verschiedene Lösungsansätze (unterschieden in rein räumliche und raumzeitliche Generalisierungsverfahren) wurden erarbeitet und implementiert und anschließend vergleichend alternativen Ansätzen aus der Literatur gegenübergestellt. Besondere Aufmerksamkeit wurde hierbei den Zusammenhängen zwischen dem Kompressionsgrad und dem daraus resultierenden Informationsverlust bei der Speicherung der Trajektorien in verschiedenen Repräsentationen gewidmet.

#### BEWERTUNG POTENTIELLER RIDE-SHARING TREFFPUNKTE ANHAND VON KARTENDATEN AM BEISPIEL BRAUNSCHWEIG (THOMAS REINICKE, BETREUER: PAUL CZIOSKA)

Bei einer Fahrgemeinschaft müssen sich Fahrer und Mitfahrer an einem Ort treffen. Dieser Treffpunkt sollte so gewählt werden, dass er sowohl die Sicherheit als auch den Komfort maximiert. Kriterien hierfür sind z.B. die Verfügbarkeit von Parkmöglichkeiten, Wetterschutz, Licht, Sitzgelegenheiten oder eine eindeutige Beschreibung des Ortes. Ziel der Arbeit war es, Treffpunkte nach einem einheitlichen Schema zu bewerten. Um das Bewertungsschema empirisch zu erstellen wurde eine Umfrage generiert und von 100 Teilnehmern durchgeführt. Dabei wurden Präferenzen zu verschiedenen Typen und Eigenschaften von Treffpunkten abgefragt, z.B. die Eignung von Parkplätzen. Die Ergebnisse der Umfrage wurden im Anschluss genutzt, um ein Bewertungsschema zur automatischen Bewertung neuer Treffpunkte zu erstellen. Hierfür war eine GIS-Analyse notwendig, um die abgefragten Eigenschaften in der Umgebung der Treffpunkte in Kartendaten zu identifizieren. Die automatisiert berechneten Bewertungen wurden mit in der Umfrage abgegebenen Bewertungen zu 22 ausgewählten Treffpunkt-Positionen in Braunschweig verglichen.

#### VERFAHREN ZUR HALBAUTOMATISCHEN KONSISTENZPRÜFUNG DER TATSÄCHLICHEN NUTZUNG IN ALKIS UND ATKIS (LUKAS HYNEK, BETREUER: FRANK THIEMANN)

ALKIS und ATKIS führen jeweils Daten zur Landnutzung, die jedoch aufgrund des unterschiedlichen Maßstabes und unterschiedlicher Erfassung und Fortführung oft Inkonsistenzen aufweisen. Auch besitzen beide Systeme unterschiedliche Objektartenkataloge, wodurch eine direkte Zuordnung der tatsächlichen Nutzung aus beiden Systemen nicht immer ohne Weiteres möglich ist.

Ziel der Arbeit war die Erstellung eines Programms, das eine halbautomatische Konsistenzprüfung der Daten aus beiden Systemen ermöglicht und selbstständig Verbesserungen vornehmen kann. Objekte, bei denen keine sichere Entscheidung getroffen werden kann, sollten dem Benutzer zur Prüfung vorlegt werden. Um eine Zuordnung der Landnutzungsdaten aus ALKIS und ATKIS zu realisieren, wurden einige Algorithmen aus dem Bereich des maschinellen Lernens verwendet und getestet. Auf diese Weise konnten Ableitungsregeln für die tatsächliche Nutzung in ATKIS aus ALKIS erstellt werden.

Die Bewertung der Ergebnisse erfolgte anhand eines manuell korrigierten Datensatzes. Der ausgewählte Algorithmus war sich bei 80% seiner Vorhersagen sicher. Nur die verbleibenden 20% der Objekte müssten manuell überprüft werden. Nach der Bearbeitung durch den Nutzer blieben 5% fehlerhafte Objekte übrig.

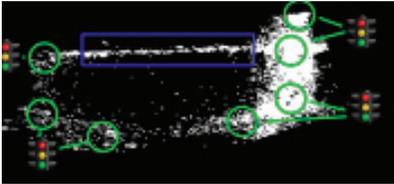


FEHLERMAß DER ABGELEITETEN TATSÄCHLICHEN NUTZUNG IN ATKIS FÜR DEN HAMELN- DATENSATZ (DUNKELGRÜN: KORREKT; HELLGRÜN: LEICHTER; GELB: MITTLERER; ORANGE/ROT: SCHWERE FEHLER)

## MASTERARBEITEN

**ERSTELLEN DYNAMISCHER KARTEN AUS FUßGÄNGERTRAJEKTORIEN  
(THOMAS SCHINDLER, BETREUER: STEFFEN BUSCH)**

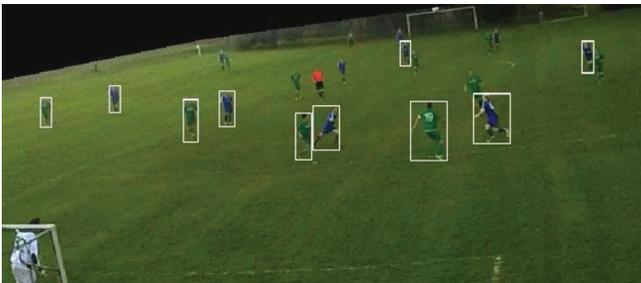
Ziel dieser Arbeit war es, mit Hilfe von Fußgängertrajektorien eine dynamische Karte zu generieren, um das Verhalten von Fußgängern vorherzusagen. Dazu wurden zeit- und ortsabhängige Regionen aus Trajektorien mittels des DBSCAN Cluster-Algorithmus extrahiert. Diese Regionen stellen die Knoten eines dynamischen Graphen dar. Die Kanten wurden von Trajektorien zwischen diesen Knoten abgeleitet. Kanten und Knoten werden durch ein Gültigkeitsdatum zeitvariant gehalten und machen den Graph durch Hinzufügen und Entfernen ortsvariant.



Diese Dynamik ermöglicht die Berücksichtigung externer Faktoren bei der Vorhersage des Fußgängerhaltens. Beispielsweise tendieren Fußgänger eher zur diagonalen Überquerung einer Kreuzung, wenn sie versuchen, eine Straßenbahn auf der anderen Straßenseite zu erreichen.

**DEVELOPMENT OF A GPS AIDED MULTIPLE OBJECT VIDEO TRACKING SYSTEM  
(TIANJUN ZHOU, BETREUER: UDO FEUERHAKE)**

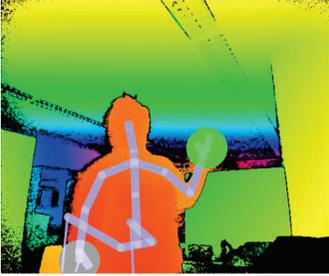
Im Rahmen dieser Abschlussarbeit wurde eine Methodik entwickelt, implementiert und evaluiert, die hochgenaue konsistente Bewegungstrajektorien über einer Kombination aus Kamera- und GPS-Tracking erzeugt. Dazu wurden mittels der hierarchischen Assoziationen die einzelnen Objektdetektionen in den Kamerabildern miteinander über kurze Tracklets bis hin zu langen durchgehende Trajektorien verknüpft. Zur Auflösung von typischen Problemen die beim Video-Tracking auftreten können,



z.B. Objektverdeckungen, wurden GPS-Trajektorien der mit GPS-Loggern ausgestatteten Objekte (Fußballspieler) hinzugezogen.

## GESTEN-BASIERTE INTERAKTION MIT VIRTUELLEN 3D-UMGEBUNGEN (CAROLIN POLITZ, BETREUER: COLIN KUNTZSCH)

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurde eine Virtual Reality-Umgebung (VR) realisiert, in der der Nutzer in eine durch Laserscanning erfasste Szene hineinversetzt wird und sich durch Körpergesten frei in dieser bewegen und mit der Punktwolke interagieren kann,

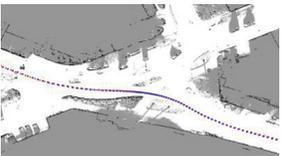
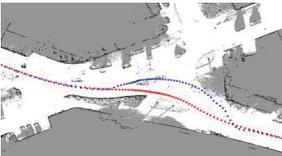


etwa indem er Objekte durch eine Zeigebewegung selektiert, um sie anschließend aus der Szene zu löschen oder im Rahmen einer Klassifikationsaufgabe Labels zu vergeben. Die realitätsnahe Darstellung erleichtert dem Nutzer die Einschätzung der realen Situation und unterstützt damit seine Entscheidungen. Zur Umsetzung der VR-Umgebung wurde die Spiele-Engine Unity 5 verwendet, die wiederum die VR-Brille Oculus Rift DK2 für die Darstellung der Punktwolke nutzt. Für

die Gesten-basierte Steuerung wird eine Microsoft Kinect 2 genutzt, über die vorab trainierte Körpergesten des Nutzers in Echtzeit detektiert werden, wodurch eine vollständig berührungslose Interaktion mit den Daten möglich wird.

## LIDAR REFERENZ-LOKALISIERUNG FÜR DAS AUTOMATISIERTE FAHREN (INGA JATZKOWSKI, BETREUER: APL. PROF. CLAUS BRENNER, ALEXANDER SCHLICHTING)

Moderne Fahrzeugsysteme führen zunehmend teil- und hoch-automatisierte Fahrhandlungen aus. Hierfür ist eine hinreichend genaue und robuste globale Fahrzeuglokalisierung eine wichtige Grundvoraussetzung. Dazu wird die Umgebung mit Hilfe von Umfeldsensoren erfasst und mit einer globalen Karte verglichen.



VERGLEICH DER TRAJEKTORIEN OHNE  
(OBEN) UND MIT (UNTEN)  
LiDAR-DATEN.

Um diese Online-Lokalisierungsmethoden evaluieren zu können wird eine hochgenaue Referenz benötigt, gegen welche das Lokalisierungsergebnis verglichen werden kann. Hierfür wird häufig eine differential GPS Lösung genutzt. Im urbanen Umfeld ist hierdurch jedoch häufig keine hochgenaue Lokalisierung möglich. Stattdessen wurde ein 3D-Laserscanner in Kombination mit einer Inertialeinheit verwendet. Über eine 2D-Belegungskarte wurden verschiedene Sensormodelle auf ihre Eignung für das urbane Umfeld untersucht.

**KAMERA UND LASERSCANNER BASIERTE KARTIERUNG UND LOKALISIERUNG FÜR DAS PILOTIERTE FAHREN (MIRIA VON ROTBERG, BETREUER: APL. PROF. CLAUS BRENNER, ALEXANDER SCHLICHTING)**

Das pilotierte Fahren im Parkhaus setzt eine hochgenaue und robuste Lokalisierung voraus. In einem solchen Indoor Szenario ist GNSS (Global Navigation Satellite System) in der Regel nicht verfügbar, so dass die Lokalisierung anhand einer Eigenbewegungsschätzung sowie durch Abgleich mit einem Umgebungsmodell erfolgt. In dieser Arbeit wurden Messwerte von Kamera und Laserscanner fusioniert, um die Fahrzeugposition durch einen Partikelfilter-SLAM- Ansatz zu schätzen. Als Landmarken in dem merkmalsbasierten SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) dienten künstliche Marker, welche im Kamerabild extrahiert und anhand der Messwerte des Laserscanners räumlich verortet wurden. Zur absoluten Referenzierung im Parkhaus-Koordinatensystem wurden zusätzlich Marker mit bekannten Positionen in integriert.

**KLASSIFIKATION MOBILER UND IMMOBILER OBJEKTE AUF BASIS VON RADAR-KARTEN (MORITZ MATTI HENNING, BETREUER: APL. PROF. CLAUS BRENNER, FABIAN BOCK)**

Im Rahmen von Assistenzsystemen verfügen heutige Fahrzeuge über Radarsensoren, welche es erlauben, Lokalisierungs- und Kartierungsverfahren auszuführen. Dabei ist von besonderem Interesse, ob die erfassten Objekte mobil oder immobil sind, um den Berechnungsaufwand zu reduzieren. In dieser Arbeit soll untersucht werden, ob Kartenbereiche oder sogar einzelne Landmarken als mobil oder immobil erkannt werden können. Dazu wird ein neuer Ansatz zur Klassifikation von Landmarken in mobile und immobile Objekte genutzt, sodass eine Aktualisierung der Karte nur für die statischen Landmarken möglich ist. Die Arbeit bewertet die Klassifikationsergebnisse in Radarkarten für künstliche neuronale Netze, Support-Vector-Machines und Random Forest.

**ENTWICKLUNG EINES MODELLBASIERTEN OBJEKTTRACKINGANSATZES ZUR POSITIONS- UND GESCHWINDIGKEITSSCHÄTZUNG MOBILER FAHRZEUGE (DENNIS KIRCHNER, BETREUER: APL. PROF. CLAUS BRENNER)**

In dieser Masterarbeit wird ein modellbasierter Ansatz zur Verfolgung von Objekten in dreidimensionalen Szenen entwickelt und untersucht. Das Ziel des entwickelten Ansatzes ist eine erhöhte Positionsgenauigkeit im Verhältnis zu bereits bestehenden Trackingansätzen zu erhalten. Zum Verständnis werden zu Beginn der Arbeit verschiedene Aufnahmesysteme zur Erfassung dreidimensionaler Szenen und die zugehörigen physikalischen Grundlagen erläutert. Anschließend werden verschiedene, bereits vorhandene Tracking-Ansätze vorgestellt. Der in dieser Arbeit entwickelte Tracking-Ansatz ist modellbasiert. Dies bedeutet, es wird mit einem bekannten 3D-Modell in den Sensordaten nach einem Objekt gesucht. Der gesamte algorithmische Ablauf des Ansatzes wird in dieser Arbeit vorgestellt. Weiterhin wird der Ansatz durch verschiedene Szenarien evaluiert. Als 3D-Kamera wird eine Microsoft Kinect für die Xbox One verwendet. Für die experimentelle Erprobung des Ansatzes wurde ein Modellfahrzeug auf einer geraden Strecke in verschiedenen Winkeln zur Kamera bewegt. Die Abweichung von dieser Strecke wird als Fehlerkriterium verwendet. Weiterhin wird der Fehler in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und anderen Faktoren untersucht.

## INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND GEOINFORMATION

### BACHELORARBEITEN

#### UNTERSUCHUNG EINES MEHR-PERSONEN KLASSIFIKATORS ZUR WIEDERERKENNUNG VON PERSONEN IN BILDSEQUENZEN (DOMINIC GRÜNING, BETREUER: TOBIAS KLINGER)

Das Ziel dieser Arbeit war die Untersuchung eines Verfahrens zur Personen-Wiedererkennung nach Verdeckungen. Das Verfahren beruht auf dem Online Random Forest Klassifikators, mithilfe dessen jede Person durch eine Klasse repräsentiert wird. Durch das zur Laufzeit durchgeführte Training passt sich der Klassifikator über die Zeit an die Erscheinungsmerkmale der Personen an. Es wurde untersucht, inwieweit die Wiedererkennungsrate verbessert, und damit die Anzahl der Unterbrechungen während des Trackings einer Person verringert werden kann, wenn neu zu initialisierende Trajektorien zunächst bestehenden Trajektorien zugeordnet werden. Dabei konnten sowohl die semantischen wie auch die geometrischen Genauigkeiten verbessert werden.

#### UNTERSUCHUNGEN ZUR MULTIKOPTERGESTÜTZTEN PHOTOGRAMMETRISCHEN GEBÄUDEKONSTRUKTION (AIKO HATTERMANN, BETREUER: JAKOB UNGER)



**TEXTURIERTES MODELL DES WELFENSCHLOSSES**

Das Welfenschloss wurde mit Nadir- und Schrägaufnahmen mit über 1000 Bildern abgedeckt, die der Rekonstruktion des gesamten Gebäudes über eine Bündelblockausgleichung dienten. Es wurde untersucht, wie die Unterteilung des Blocks

in kleinere Teilsszenen die hochaufgelöste dichte Bildzuordnung in annehmbarer Rechenzeit ermöglicht und welche Fehler im danach wieder zusammengeführten, dreiecksvermaschten und texturierten Modell dadurch auftreten können. Ein Vergleich des rekonstruierten Modells mit einem generalisierten Gebäudemodell zeigt abschließend einerseits erwartete Abweichungen im Bereich weniger Meter, die durch die direkte Georeferenzierung anhand des low-cost GNSS-Empfängers entstehen, macht andererseits aber den höheren Detailgrad der Rekonstruktion deutlich.

#### FERNERKUNDLICHE DETEKTION VON VEGETATIONSEINHEITEN (LAURA MARIE KOLLER, BETREUER: TORGE STEENSEN)

Vegetationseinheiten existieren in unterschiedlichen Arten und verschiedenen Strukturen. Mit fernerkundlichen Methoden können die vielfältigen Arten detektiert und katalogisiert werden. Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Anwendung verschiedener Klassifikationsalgorithmen, der spektralen Entmischung elektromagnetischer Strahlung sowie den Limitationen durch Wolkenbedeckungen und Schattenwürfe.

Ergebnisse dieser Studie liegen in der manuellen Alteration der spektralen Grenzwerte sowie in der Evaluation der spektralen Veränderung durch verschiedene Wolkentypen. Es wird gezeigt, dass sowohl Klassifikationsalgorithmen als auch spektrale Entmischungsansätze sehr gute Ergebnisse erzielen, aber beide manuell auf die Szene angepasst werden müssen. Des Weiteren zeigt eine Evaluation der Wolkenarten über dem Testgebiet wie verschiedene Typen die vom Boden reflektierte Strahlung verändern und damit – bei deren Nichtbeachtung – Fehlklassifikationen erzeugen.

#### **UNTERSUCHUNGEN ZUR BILDANALYSE VON BETONPROBEN (ROBERT SCHUMANN, BETREUER: MANFRED WIGGENHAGEN)**

Die in dieser Arbeit untersuchten Betonproben wurden im Institut für Baustoffe zu Versuchszwecken absichtlich mit Rissen versehen. Um den Fortschritt der Rissheilung im Beton quantitativ erfassen können, wurden Chlorid-Ionen eine bestimmte Zeit lang durch den sich verschließenden Riss geleitet. Oberhalb des Risses entstand dann eine „Blase“ mit Chlorid-Ionen. Da das Wachstum der Blase genau in dem Moment endet, wenn der Riss komplett ausgeheilt ist, entsprechen die Ausmaße der Blase der Geschwindigkeit, mit welcher der Riss sich verschlossen hat und geben damit Auskunft über die speziellen Eigenschaften des Betons. Der halbierte Probekörper soll möglichst automatisiert über Bildverarbeitungsverfahren ausgemessen werden. In den zweidimensionalen Bildern der Proben sind zu dem Zweck Helligkeitsunterschiede des eingedrungenen Chlorids zu detektieren und auszumessen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein MATLAB-Programm geschrieben, mit welchem sowohl die Eindringtiefe des Chlorids als auch die Größe der entstandenen Chloridblase ermittelt werden konnte. Das Auswerteprogramm dieser Arbeit wird heute im Institut für Baustoffe eingesetzt, um automatisiert die Analyse der unzähligen fotografierten Betonproben vornehmen zu können.

#### **ERKENNUNG VON VERÄNDERUNGEN DURCH ÜBERWACHTE KLASSIFIKATION VON LUFT- UND SATELLITENBILDERN AUF BASIS VON SUPERPIXELN (MIRJANA VOELSEN, BETREUER: ALINA MAAS, APL. PROF. FRANZ ROTTENSTEINER)**

Hochaufgelöste Luft- und Satellitenbilder stellen eine wichtige Informationsquelle zur Erstellung und Aktualisierung von Geo-Informationssystemen dar. Wird bei Training und Klassifikation jedes Pixel eines Bildes einzeln behandelt, kann bei großen Gebieten die Prozessierung sehr aufwändig in Bezug auf Rechenzeit und Speicherbedarf werden. Eine Alternative bieten Superpixel, wie sie durch SLIC-Algorithmus geliefert werden. Darunter versteht man eine Segmentierung des Bildes mit der Eigenschaft, dass die Segmente in homogenen Gebieten zu Quadraten einer vorgegebenen Größe werden, während ihre Form sich anderswo an Bildkanten anpasst. In dieser Arbeit wurde der Einfluss der Nutzung von SLIC-Superpixeln anstatt der ursprünglichen Pixel auf das Ergebnis der Klassifikation und Änderungsdetektion untersucht. Es stellte sich heraus, dass bei den untersuchten Daten die Genauigkeit der Ergebnisse nur wenig geringer ist, wenn Superpixel anstatt der Originalpixel verwendet werden.

## MASTERARBEITEN

### EIGNUNG DES STREIFENPROJEKTIONSSYSTEMS DAVID LASERSCANNER FÜR DIE DREIDIMENSIONALE OBERFLÄCHENERFASSUNG (MATHIS ECKHOFF, BETREUER: MANFRED WIGGENHAGEN)

Die dreidimensionale Objektrekonstruktion mit Streifenprojektionssystemen findet heute weitverbreitet operationelle Verwendung. Im Rahmen dieser Arbeit sollte untersucht werden, welches Leistungspotenzial in dem low-cost System DAVID LaserScanner steckt. Dieses Messsystem besteht aus einer frei konfigurierbaren Lösung mit HD-Web-Kamera und Beamer. Durch den Vergleich mit dreidimensionalen Referenzdaten, die mit höherer Genauigkeit am Streifenmesssystem ATOS Core 80 gemessen wurden, konnte nachgewiesen werden, dass die Kalibrierung des DAVID Laserscanners möglich ist und mit dem System dichte dreidimensionale Punktwolken mit einer Wiederholungsgenauigkeit von +/- 0.07 mm rekonstruiert werden können. Für komplexere Objekte wird empfohlen, eine stabilere Kalibrierplatte z. B. aus Keramik oder Kohlefaserwerkstoff einzusetzen und den Beamer bzw. die Kamera auf eine gemeinsame feste Basis zu montieren und nicht wie bisher auf zwei getrennten Stativen zu nutzen.

### EVALUIERUNG VERSCHIEDENER OPTIMIERUNGSANSÄTZE IN DER PHOTOGRAMMETRIE (JOHANN HAMM, BETREUER: MARTIN REICH)

Das Ziel dieser Arbeit war die Implementierung und Untersuchung verschiedener Optimierungsverfahren im Hinblick auf die Lösung von einigen Standardanwendungen in der Photogrammetrie. Als Optimierungsverfahren wurden im Besonderen die konvexe Optimierung mit Hilfe der L-unendlich Norm und die Evolutionsstrategie analysiert. Es zeigte sich, dass die Evolutionsstrategie mit unterschiedlichen Normen für die Kostenfunktion angewendet werden kann (L-1 und L-2), während die konvexe Optimierung eine Kostenfunktion basierend auf der L-unendlich Norm erfordert. Eine wichtige Erkenntnis der Arbeit ist u. a., dass die Bestimmung des räumlichen Rückwärtsschnittes lokale Minima bei der L-unendlich Norm aufweist. Weiterhin zeigt sich, dass die Evolutionsstrategie in den meisten Fällen sehr gute Ergebnisse liefert. Da es sich um ein heuristisches Verfahren handelt, ist die Konvergenz zum globalen Minimum allerdings nicht garantiert.

### UNTERSUCHUNG EINER METHODE ZUR INTEGRIERTEN BÜNDELAUSGLEICHUNG MIT EBENEN EINES GENERALISIERTEN GEBÄUDEMODELLS (MATTHIAS KOCH, BETREUER: JAKOB UNGER, APL. PROF. ROTTENSTEINER)

Für die Bestimmung der Orientierung von Bildern in einem globalen Koordinatensystem sind zusätzliche Informationen, z. B. auf Basis von Globalen Satellitennavigationssystemen (GNSS), notwendig. Allerdings kann es im urbanen Bereich durch Abschattungen zu GNSS-Signalausfällen kommen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine am IPI prototypisch entwickelte Methode zur Bildorientierung mittels Bündelblockausgleichung unter Berücksichtigung der Ebenen eines generalisierten Gebäudemodells als zusätzliche Passinformation in ein vorhandenes Softwaresystem integriert und anhand von Experimenten an simulierten und real erfassten Daten gezeigt, dass damit die Qualität der Orientierungsparameter im Vergleich zu einer Lösung ohne Ebenen verbessert werden kann.

## EXKURSIONEN

### GROSSE GEODÄTISCHE EXKURSION NACH SPANIEN 25.09. – 1.10.2016

Im Zeitraum vom 25.09. bis 1.10.2016 wurde die diesjährige große geodätische Exkursion nach Spanien durchgeführt. Im folgenden, von Studierenden erstellten Bericht werden die vielfältigen Programmpunkte erläutert.

### GEONUMERICS

Montagvormittag fahren wir zu unserem ersten Programmpunkt, dem Unternehmen GeoNumerics, welches seinen Sitz auf einem Wissenschaftscampus in Castelldefels bei Barcelona hat, bezeichnenderweise in der Avinguda Carl Friedrich Gauss. GeoNumerics hat sich auf die mathematische Modellierung und Kalibrierung von Multi-Sensor-Systemen spezialisiert. In abwechslungsreichen Vorträgen wurde uns zunächst das Unternehmen näher gebracht, anschließend die Kernprodukte vorgestellt und gegen Mittag aktuelle Projekte präsentiert. So wurde ein Notfallsystem gezeigt, bei dem von einem Armband aus ein Zwei-Bit-Notsignal über Galileo mit den wichtigsten Informationen an Rettungsteams gesandt wird.

Ein Höhepunkt war das innovative mapKITE-System, ein kombiniertes Verfahren für die Geländeaufnahme aus der Luft mittels Multikopter und terrestrischem Begleitfahrzeug. Auf dem Fahrzeugdach ist ein kodiertes Target angebracht, das als "kinematischer" Passpunkt dient (siehe Foto). Dadurch kann die Anzahl der benötigten Passpunkte entlang einer Trasse reduziert werden. In einer Kaffeepause nach den Vorträgen gab es Raum für weitere Fragen und Diskussionen. Abschließend wurde gemeinsam mit Mitarbeitern von GeoNumerics die auf dem Campus befindliche Mensa besucht.



BEGLEITFAHRZEUG MIT PASSPUNKT AUF DEM DACH BEIM MAPKITE-SYSTEM [QUELLE: GEONUMERICS]

### SAGRADA FAMILIA

Am Montagnachmittag wurde die Basílica i Temple Expiatori de la Sagrada Família besucht, was die komplette katalanische Bezeichnung der Basilika ist. Die Besichtigung wurde durch einen Audioguide begleitet, dadurch wurden interessante Informationen über das Bauwerk vermittelt. Sagrada Família ist eine berühmte römisch-katholische Kirche, welche größtenteils von Antonio Gaudí entworfen wurde. Die Kirche gehört zum UNESCO Weltkulturerbe und wurde 2010 durch den Papst zur Basilica

minor geweiht. Das Werk ist bereits seit 1882 im Bau und soll nach der aktuellen Planung 2026 zum 100. Todestag von Gaudí fertiggestellt werden. Sagrada Familia soll im Endzustand 18 Türme besitzen, die farbenfrohe Spitzen aufweisen. Zurzeit können zwei Schaufassaden besichtigt werden: die Geburtsfassade und die Passionsfassade. Während die Geburtsfassade größtenteils noch zu Gaudí's Lebzeiten fertiggestellt wurde, ist der Bau der Passionsfassade noch nicht vollständig beendet. Die Passionsfassade weist einige Elemente auf, die an Gaudí erinnern sollen. So ähneln zum Beispiel die Helmspitzen der Soldaten dem Dach eines von Gaudí gestalteten Gebäudes. Im Innenraum sind besonders die steinernen Säulen beeindruckend, welche an Bäume erinnern sollen, sowie die farbigen Fenster. Der Altar, über dem eine Jesusfigur am Kreuz schwebt, war leider aufgrund einer Baumaßnahme nicht zu sehen. Die Besichtigung der Sagrada Familia war sehr interessant und hat sich in jedem Fall gelohnt.



**SAGRADA FAMILIA, DIE SCHÖNSTE DAUERBAUSTELLE DER WELT**

## HANGAR DES ICGC IM FLUGHAFEN VON BARCELONA

Am Dienstagmorgen brachen wir sehr zeitig von unserer Herberge auf, um nochmals zum Flughafen zu fahren, wo wir zwei Tage zuvor angekommen waren. An einem Nebeneingang wurden wir nach den am Flughafen üblichen Sicherheitschecks von Mitarbeitern des Flughafens abgeholt und zum Hangar des ICGC (Institut für Kartographie und Geologie von Katalonien) gefahren.

Beim Besuch des Hangars wurden uns einige aktuelle Projekte erläutert und die angewandten Technologien vorgeführt, sprich die Sensoren, die zur Datenerfassung eingesetzt werden. Die meisten Projekte, die vom ICGC befliegen werden, entstehen im öffentlichen Auftrag (rund 80%), die restlichen Projekte kommen aus der Privatwirtschaft. Zur Erledigung dieser Projekte hat das ICGC drei eigene Flugzeuge, wovon sich eines bei unserem Besuch im Hangar befand.

Eines der aktuellen Projekte, die für den Bundesstaat Katalonien geflogen werden, ist die Abdeckung der gesamten Fläche Kataloniens, was rund 28.000 km<sup>2</sup> sind. Die Befliegung wird mit verschiedenen Flugzeugen in ca. 2.500 Metern Höhe durchgeführt. Die entsprechenden Flugplanungskarten wurden uns auch gezeigt und erläutert.

Im Hangar waren verschiedene Sensoren aufgebaut. Diese waren teilweise aus Photogrammetrie-Vorlesungen bekannt, jedoch war es spannend sie einmal in echt zu sehen. Dazu gehörten eine Leica DMC I, eine Leica RCD30 und ein AISA Eagle Hyperpektralsensor. Weiterhin war in dem im Hangar befindlichen Flugzeug noch ein Leica ALS50-II Laserscanner eingebaut.

Bei der neusten Anschaffung, einer Leica RCD30, handelt es sich um eine Kamera, die für Oblique-Aufnahmen genutzt wird z.B. für 3D-Mapping in urbanem Gebiet. Sie besteht aus einer vertikalen und vier um ca. 40 Grad geneigten Kameras, was gut auf dem Foto (rechts) zu erkennen ist. Zusätzlich dazu wurden uns das Steuerungssystem für das Flugmanagement gezeigt, das auch einen Bildschirm zur Überwachung des Aufnahmeprinzips beinhaltet. Es ist zum Beispiel möglich, direkt während des Fluges nicht nutzbare Bilder (z.B. aufgrund von Wolken) zu markieren, um Zeit bei der Post-Prozessierung einzusparen.

Der AISA Eagle ist ein Hyperspektralsensor, der am ICGC seine Anwendung im Waldmanagement, in der Umweltüberwachung (z.B. von Wasserflächen), der Landnutzungsplanung und im Precision-Farming findet. Das System besteht aus dem Hyperspektral-Sensor mit Datenerfassungsmodul, einer GPS/IMU-Einheit und der Software CaliGeoPRO für die Vorprozessierung der Daten. Bei den aktuellen Projekten, bei denen der Sensor verwendet wird, geht es größtenteils um Verschmutzung von Flüssen und Anwendungen in der Landwirtschaft.



**BESPRECHUNG DER FLUGPLANUNGSKARTEN IM HANGAR DES ICGC**



**DIE FÜNF KAMERAS DER LEICA RCD30**



**STEUERUNGSSYSTEM DER LEICA RCD30**

## INSTITUT CARTOGRAPHIC I GEOLOGIC DE CATALUNYA (ICGC)

Nach einem spannenden Vormittag am Flughafen stand am Nachmittag ein Besuch im katalonischen Institut für Kartographie und Geologie (Institut Cartographic i Geologic de Catalunya, kurz ICGC) an. Dieses Institut besteht erst seit Februar 2014 nach dem Zusammenschluss des geologischen Instituts und des kartographischen Instituts.

Durch die Fusion der beiden Bereiche weist das ICGC ein vielseitiges Aufgabenspektrum auf, welches uns in einem Vortrag präsentiert wurde. Eine wichtige Aufgabe ist die Luftbildaufnahme mit den am Vormittag bereits vorgestellten Sensoren und Flugzeugen. Auch die Erstellung und Bereitstellung von verschiedenen thematischen Karten spielt eine große Rolle.



**EMPFANG UNSERER GRUPPE IM FOYER DES ICGC**

In diesem Zusammenhang wurde näher auf die einzelnen Produkte des ICGC eingegangen, z.B. topologische, historische und geologische Karten, 3D Modelle und verschiedene Services. Das ICGC ist sehr an der Umsetzung der INSPIRE-Richtlinie interessiert und stellt daher viele auf Katalonien bezogene Geodaten auf ihrer Homepage interoperabel zur Verfügung. Weiter wurde eine neue App vorgestellt, die in Echtzeit Informationen über seismische Aktivitäten in Katalonien und auf der ganzen Welt liefert und interessante Fakten, wie die Entfernung zum Epizentrum etc., in einer interaktiven Karte darstellt. Außerdem gibt es z.B. eine Instamaps-Anwendung, bei der Nutzer auf Daten des ICGC zurückgreifen und nach eigenen Vorstellungen Karten erstellen können.

Im weiteren Verlauf des Nachmittags wurde noch näher auf konkrete aktuelle Forschungsprojekte des Instituts eingegangen, z.B. eine Studie zu Bodensenkungen in Katalonien. Ein weiteres Großprojekt ist zurzeit die Entwicklung eines Prototyp-Warnsystems zur Vorhersage von Küstenstürmen. Dadurch soll die Anzahl der Opfer durch Naturkatastrophen wie Überflutungen gesenkt werden. Da das ICGC auch auf internationaler Ebene aktiv ist, wurde ein kurzer Einblick in einige grenzübergreifende Zusammenarbeiten gegeben.

In einer anschließenden Führung wurde uns die Gelegenheit gegeben, das Institut besser kennenzulernen und einige Themen anhand wissenschaftlicher Poster näher zu betrachten. Alles in allem war es ein sehr interessanter und informativer Nachmittag, bei dem wir einen umfassenden Einblick in die Tätigkeiten des ICGC erhalten haben.

## GMV INNOVATING SOLUTIONS

Am Tag nach der Busfahrt von Barcelona nach Madrid führen wir in den Technologiepark Parque Tecnológico de Madrid in Tres Cantos um das Unternehmen gmV innovating solutions zu besichtigen. Nach unserer Ankunft wurden wir direkt in einen Präsentationsraum geführt, in dem uns

nach einer kurzen Begrüßung zunächst die Geschichte des Unternehmens vorgestellt wurde.

GMV innovating solutions ist ein 1984 in Madrid gegründetes Unternehmen, das in zehn Ländern Standorte mit insgesamt mehr als 1.100 Mitarbeitern hat. Das Unternehmen ist unter anderem in den Bereichen Satellitennavigation, mission analysis sowie Weltraum- und Sicherheitstechnik tätig. Später kamen auch Tätigkeitsbereiche in der Telekommunikations- und Transportbranche hinzu. Ihr Spezialgebiet sind sicherheitskritische GNSS-Anwendungen.

Im Anschluss an diese Einführung in die Unternehmensgeschichte wurden uns die Grundlagen geodätischer Messungen mittels GNSS dargestellt. Hierbei wurde unter anderem auf wichtige Dinge wie Uhrenfehler und Kenntnis der Satellitenposition eingegangen. Daraufhin wurde insbesondere die Messmethode des Precise Point Positioning präsentiert. Außerdem wurde das ODTs-Modul (Orbit Determination and Time Synchronization) vorgestellt. Dieses dient der Berechnung präziser Orbits und Uhren innerhalb des von gmV entwickelten PPP-Postprocessing-Dienstes „magicGNSS“.

Nach dieser Präsentation wurde die Exkursionsgruppe in zwei Teilgruppen aufgeteilt. Eine Teilgruppe verblieb im Präsentationsraum, während die Andere auf den Vorplatz des Unternehmens geführt wurde. Hier wurden uns eine GPS-Antenne und ein GPS-Receiver gezeigt, welche unter Zuhilfenahme eines Tablets für Echtzeit-PPP-Anwendungen genutzt werden. Die Möglichkeiten dieser Applikation wurden uns daraufhin dargelegt, indem mit der Antenne das vor dem



**VORFÜHRUNG DER ECHTZEIT-PPP-ANWENDUNG**

Gebäude auf dem Boden angebrachte Firmenlogo abgelaufen wurde, während wir auf dem Tablet die Trajektorie geplottet auf einem Orthophoto in Echtzeit verfolgen konnten. Die App verfügte außerdem über übliche GNSS-Darstellungen, wie einen Skyplot der sichtbaren Satelliten. Nach dieser Vorführung wurden wir kurz auf das Dach des Unternehmens geführt, wo uns eine weitere Antenne gezeigt wurde.

Nach dem Ende dieser Außenführung tauschten die beiden Teilgruppen. Im Präsentationsraum folgte eine Vorführung des von gmV entwickelten PPP-postprocessing-Dienstes „magicGNSS“. Uns wurde ausführlich dargestellt, welche Möglichkeiten der Dienst bietet und wie er zu verwenden ist.

Zum Abschluss bestand bei einem Tapas-Bufferet die Möglichkeit, einige Mitarbeiter von gmV kennenzulernen und sich auszutauschen.

Der anschließende Nachmittag war aufgrund eines kurzfristig ausgefallenen Termins frei. Die Zeit wurde von den Studierenden genutzt sich Madrid anzusehen und dabei unter anderem ein städtisches Entwicklungsprojekt zu besichtigen.

## INSTITUT GEOGRÁFICO NACIONAL (IGN)

Am Freitagmorgen war das Institut Geográfico Nacional (IGN) als letzter Fachexkursionspunkt vorgesehen. Nach einer Begrüßung im Foyer wurden wir in den Seminarraum eingeladen, wo mehrere Mitarbeiter mit Hilfe von Präsentationen die Behörde vorstellten. Nach einem kurzen Einblick in den Aufbau und die Organisation der Behörde wurden uns die verschiedenen Produkte, die in dem Institut hergestellt und verarbeitet werden, detaillierter präsentiert. Neben einer großen Auswahl nationalen und internationalen Kartenmaterials unterschiedlicher Maßstäbe werden dort auch diverse andere Geodaten bereitgestellt. Diese werden zum einen aus regelmäßigen Luftbildkampagnen generiert, die landesweit durchgeführt werden und zum anderen auch durch terrestrische Messungen. Neben frei verfügbaren Geodaten werden auch spezielle Daten für Katastrophenschutz, Polizei und Feuerwehr produziert und bereitgestellt.

Nach diesem Einblick und einer kurzen Diskussion hatten wir die Möglichkeit, in der Kantine Mittag zu essen. Anschließend wurden wir in das hauseigene Kartenmuseum der Behörde eingeladen. Dort gab es neben historischen Karten und Globen auch fachkundige Erläuterungen, die einen interessanten Einblick in die Geschichte der Vermessung lieferten. Besonders interessant war auch das digitale, interaktive Kartenmaterial, bei dem zwischen einer frühneuzeitlichen Karte Madrids und einem modernem Satellitenbild der Hauptstadt Spaniens direkt verglichen werden konnte. Mit diesem eindrucksvollen und sehr informativen Abschluss wurde dieser Programmpunkt beendet und die Gruppe mit tollen Eindrücken verabschiedet.



**HISTORISCHE KARTENSAMMLUNG DES IGN**



**GLOBUS IM KARTENMUSEUM DES IGN**

## KÖNIGLICHER PALAST VON MADRID

Der letzte Stopp bei der großen Geodätischen Exkursion war der Königliche Palast von Madrid, Palacio Real de Madrid. Dieses eindrucksvolle Monument ist die offizielle Residenz der spanischen Königsfamilie und wird heutzutage noch zum Ausrichten von staatlichen Zeremonien, wie Empfängen von Staatsoberhäuptern, genutzt. Der gegenwärtige Herrscher König Felipe VI residiert jedoch normalerweise im etwas bescheideneren Palacio de Zarzuela.

Der weite, offene Hof des Palastes lud uns ein, die königlichen Reichtümer bei einer Besichtigung zu bestaunen. Die Innenräume des Palastes sind reich geschmückt mit allerlei kostbaren Einzelstücken wie Skulpturen oder Kunsthandwerk. Bereits die Statue von König Karl III auf der Eingangstreppe wirkte sehr eindrucksvoll unter den antiken Deckengemälden. Einige von uns entschieden sich für eine Audiotour durch die Räumlichkeiten, um noch tiefere Einblicke in die Geschichte des Palastes zu erlangen. Der Rundgang führte uns unter anderem durch den Bankettsaal mit langen Reihen an reich verzierten Stühlen und teurem Besteck. Auch die Krone und der Thron der Königin bleiben sicher jedem Besucher in Erinnerung.

Der Außenbereich des Palastes präsentierte sich uns mit einem weitreichenden Ausblick über den grünen Hügel von Madrid im Hintergrund, dem Casa de Campo. Auch das Museum der königlichen Waffenkammer war sehr sehenswert. Es beinhaltet eine reiche Sammlung an alten Waffen und Rüstungen aus verschiedenen Epochen.

Als Erinnerung an eine fantastische Exkursion durch Spanien haben wir abschließend ein Gruppenfoto im großen Hof des Palastes geschossen.



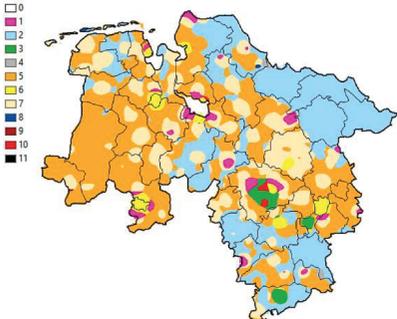
**GRUPPENFOTO DER TEILNEHMERINNEN DER GROßEN GEODÄTISCHEN EXKURSION 2016**

## PROJEKTSEMINARE IM STUDIENGANG GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK

### „RÄUMLICHE ANALYSE DES IMMOBILIENMARKTES NIEDERSACHSEN“ (GIH)

BETREUER: KENO BAKKER, JÖRN BANNERT, MARKUS SCHAFFERT

Zur Verkehrswertermittlung von Immobilien werden vergleichbare Kauffälle benötigt, an denen es z. B. in ländlich-peripheren Räumen mitunter mangelt. In kaufpreisarmen Lagen sind statistische Analysen zur Berechnung der für die Wertermittlung erforderlichen Daten deshalb nur schwer möglich.



ZWÖLF WOHNUNGSMARKTREGIONEN ALS CLUSTER-  
ERGEBNIS BEI SIEBEN EINFLUSSVARIABLEN

Um Vergleichsfälle aus anderen Regionen in die Auswertung mit einbeziehen zu können, wurden im Projekt gleichartige sachliche Teilmärkte in Niedersachsen identifiziert – und das bewusst ohne die Lage als ein mögliches Unterscheidungskriterium zu nutzen. Dies eröffnet neue Möglichkeiten hinsichtlich der Auswertung, da mehr Kauffälle einbezogen werden und die für die Wertermittlung erforderlichen Daten mit größerer statistischer Genauigkeit ermittelt werden können.

Datengrundlage des Projekts bilden Kaufalldaten des Landes Niedersachsen über mehrere Jahre, die in Kooperation mit dem Oberen Gutachterausschuss (OGA) nutzbar waren. Diese bilden die Grundlage für eine im Merkmalsraum durchgeführte Clusteranalyse. Darunter versteht man eine statistische Methode, mit der sich ähnliche Objekte zu Gruppen zusammenfassen lassen. Die Ähnlichkeit der Objekte ergibt sich dabei aus gleichartigen Kombinationen von Gebäudemerkmalen (bspw. Verkaufspreis, Baujahr oder diverse Ausstattungsmerkmale).

Die auf diese Weise ermittelten Gruppen wurden anschließend auf den realen Raum mittels Geoinformationssystemen (GIS) übertragen und auf diese Weise ähnliche Wohnungsmarktregionen in Niedersachsen identifiziert. Die Ergebnisse sollen dabei helfen, die durch den OGA auf der Basis von Expertenwissen bereits ermittelten Wohnungsmarktregionen abzugleichen und ggf. neu zu bewerten.

**Studierende:** Melanie Arendt, Niklas Willem Brandes, Achim Hesse, Marc Lambers, Tim Plumhoff, Benedikt Riemann

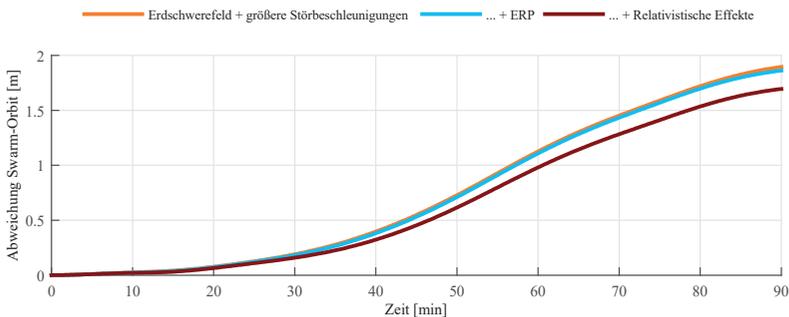
## PRÄZISE SATELLITENBAHNMODELLIERUNG AM BEISPIEL DER NEUEN SWARM-MISSION (IFE)

BETREUER: PROF. JAKOB FLURY, AKBAR SHABANLOUI, MAJID NAEIMI, MANUEL SCHILLING

Aktuell werden Satelliten in vielen wissenschaftlichen Disziplinen verwendet. Besonders bei der Bestimmung des Erdschwerefeldes ist es wichtig, den Satellitenorbit präzise zu kennen. In diesem Projektseminar wurde eine Software zur Modellierung und numerischen Integration von LEO-Bahnen in MATLAB implementiert und anhand eines Beispielsorbits der ESA-Mission „Swarm“ getestet.

Eine sehr genaue Modellierung der Satellitenbahn ist durch ein rein analytisches Verfahren nicht mehr möglich. Jedoch existieren numerische Verfahren, welche es erlauben, bei bekannter Position und Geschwindigkeit des Satelliten zu einem definierten Zeitpunkt, zukünftige Positionen und Geschwindigkeiten des Satelliten zu bestimmen. Diese Verfahren werden als numerische Integratoren bezeichnet und benötigen die Kenntnis aller auf den Satelliten wirkender gravitativer und nicht-gravitativer Störbeschleunigungen. Die größte auf den Satelliten wirkende gravitative Beschleunigung wird durch das Erdschwerefeld hervorgerufen. Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Erdschwerefeldmodelle GGM03S, GGM05S und GGM05G verwendet. Die vom Erdschwerefeld hervorgerufene Beschleunigung beträgt 99,99% der Gesamtbeschleunigung. Konkretisiert man diese Gesamtbeschleunigung weiter auf den homogenen Teil, kann man feststellen, dass 99% der Gesamtbeschleunigung durch diesen Anteil hervorgerufen werden. Ein weiterer Beschleunigungseffekt entsteht durch den Einfluss von Drittkörpern. Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Auswirkung der Himmelskörper Sonne, Mond, Venus und Jupiter auf den Satelliten berechnet. Die dazu benötigten Positionen der Himmelskörper wurden mit Hilfe der Polynomkoeffizienten des Jet Propulsion Laboratory (JPL) der National Aeronautics and Space Administration (NASA) bestimmt. Indirekte gravitative Beschleunigungen entstehen durch die Gezeiten der festen Erde, welche aufgrund ihrer zu erwartenden Größe nur in den niedrigen Graden  $n=2$  bis  $n=4$  bestimmt werden müssen. Ein weiterer Schritt ist die Modellierung der Ozeangezeiten, welche sich aus der direkten und indirekten Gravitationsänderungen zusammensetzen. Hierfür wurde das Empirical Ocean Tide Model 11a (EOT11a) bis Grad und Ordnung 120 verwendet. Die Berechnung der Polgezeiten der festen Erde und der Ozeanpolgezeiten wurden nach den IERS Conventions umgesetzt. Weitere Betrachtung in dieser Arbeit fanden die relativistischen Effekte des Schwarzschild-Terms, der Lense-Thirring-Präzession und der Geodätischen Präzession. Diese Effekte berücksichtigen die Krümmung der Raumzeit durch das statische und rotierende Gravitationsfeld der Erde, sowie die Berücksichtigung der Präzession durch die statische Masse. Im Fokus der nicht-gravitativen Effekte stand die Modellierung der atmosphärischen Reibung, des direkten Strahlungsdrucks der Sonne durch den Impuls auf den Satelliten auftreffender Photonen, sowie der Einfluss von der Erde reflektierter kurzwelliger (Albedo) und emittierter langwelliger Strahlung (Infrarot). Die atmosphärische Reibung stellt den größten Anteil der nicht-gravitativen Beschleunigung eines LEO dar. Für die Bestimmung der atmosphärischen Zusammensetzung und somit der Dichte wurde das Modell NRLMSISE-00 verwendet. Der Einfluss der Sonnenaktivität auf die

Dichte wurde durch die Verwendung solarer und geomagnetischer Indizes modelliert. Die Geschwindigkeit des Satelliten wurde relativ zu den Bewegungen der Atmosphäre bestimmt. Hierfür wurde das Windmodell HWM07 verwendet. Die für die atmosphärische Reibung effektive Fläche wurde mit Hilfe eines Makro-Modells bestimmt, wobei für die Bestimmung der Satelliten-Attitude Quaternionen verwendet wurden. Für die Berücksichtigung des direkten Strahlungsdrucks der Sonne sowie des Effektes der kurzwelligen und langwelligen Strahlung der Erde standen Reflektionskoeffizienten der einzelnen Panel des Makro-Modells zur Verfügung. Der Einfluss des direkten Strahlungsdrucks der Sonne wurde als Summe über alle beschienenen Satellitenflächen bestimmt. Für die Berücksichtigung der konkreten Lichtverhältnisse wurde ein konisches Schattenmodell mit drei Regionen (Licht, Halbschatten, Schatten) verwendet. Es wurden mehrere numerische Integratoren implementiert. Der Runge-Kutta-Integrator verwendet das Einzelschrittverfahren und wurde in der Ordnung 4 und 13 umgesetzt. Als Mehrschritt-Integrator wurde der Adams-Bashforth-Moulton-Integrator der Ordnung 4 implementiert. Das bereitgestellte Softwarepaket beinhaltet außerdem den Adams-Bashforth-Integrator. Aufbauend auf den hier vorgestellten Effekten wurde mit Hilfe der implementierten Software die Integration mit einer Schrittweite von einer Sekunde beispielsweise für einen 90-minütigen Swarm-Orbit, was ungefähr einem Umlauf eines LEO-Satelliten um die Erde entspricht, durchgeführt.



**VERBESSERUNG DES INTEGRATIONSERGEBNISSES (ADAMS-BASHFORTH-MOULTON- INTEGRATOR MIT SCHRITTWEITE 1 SEKUNDE) DURCH ZUSÄTZLICHE MODELLIERUNG KLEINERER STÖRBEACCELERATIONEN (ABWEICHUNG DER BERECHNETEN POSITION GEGENÜBER EINEM SOLL-ORBIT (SWARM-A, 01.05.2014)**

Insgesamt konnte nach einer 90-minütigen Integration eine Abweichung zum Sollorbit von unter 2 m erreicht werden. Nach 10 Minuten beträgt diese sogar 2 cm (siehe Abbildung).

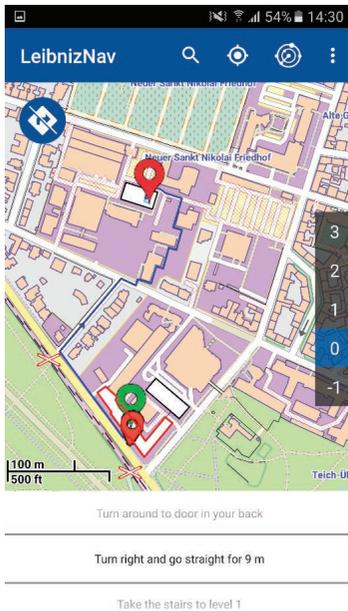
**Studierende:** Peter Alpers, Mahsa Bashi, Igor Koch, Damian Kröhnert

## „LEIBNIZNAVIGATOR“ (IKG)

BETREUER: APL. PROF. CLAUD BRENNER, PAUL CZIOSKA, UDO FEUERHAKE, SABINE HOFMANN, COLIN KUNTZSCH, ALEXANDER SCHLICHTING

Gerade für Erstsemester und Gäste der Leibniz Universität Hannover ist es am Anfang schwierig, sich in den Gebäuden der Universität zu orientieren und den gewünschten Raum zu finden. In anderen Universitäten und Hochschulen, z.B. in Augsburg oder Karlsruhe, wurden zu diesem Zweck Applikationen zur Navigation auf dem Campus und teilweise auch innerhalb der Gebäude entwickelt.

Für die Leibniz Universität Hannover sollte nun im Rahmen des Projektseminars eine App zur Indoor- und Outdoornavigation entwickelt werden, den *Leibniz Navigator*. Dazu sollten jeweils unterschiedliche Methoden zur Lokalisierung und Navigation evaluiert und auf ihre Umsetzbarkeit geprüft werden. Abgesehen von diesem groben Rahmen wurde den Studierenden die Planung und Umsetzung der konkreten Details überlassen.



**NAVIGATIONSBILDSCHIRM DER APP. START- UND ENDPUNKT, AKTUELLE POSITION, ROUTE UND ANWEISUNGEN WERDEN ANGEZEIGT**

Es wurde entschieden, die App für Endgeräte mit einem Android-Betriebssystem ab Version 4.1 zu entwickeln. Kartengrundlage sind OpenStreetMap-Daten (OSM) und Flurpläne, die automatisiert aus Gebäudeplänen der Universität erstellt und generalisiert wurden. Im Rahmen des Projektseminars wurden die Flurpläne des Hauptgebäudes sowie der für Geodäten wichtigen Gebäude und Geschosse in die App integriert.

Zur Positionierung werden im Outdoor-Bereich GPS-Signale genutzt. Als Indoor-Positionierungsmethode wurden QR-Codes gewählt, die an die Raumschilder angebracht werden und Informationen zu Raumnummer und Geschoss enthalten. Scant ein Nutzer den nächstgelegenen Code, ist seine Position türgenau bekannt. Alternativ ist auch eine manuelle Eingabe der Raumnummer möglich. Zusätzlich wurden Verfahren zur die Indoor-Positionierung mittels Beschleunigungssensor und Gyroskop des Smartphones und Bilddeskriptoren, z.B. SIFT, getestet.

Zur Eingabe eines Ziels kann entweder die Suche genutzt werden oder der nächste Point of Interest, wie die nächste Toilette, Cafeteria

oder Haltestelle, angezeigt werden. Außerdem wurde ein Kalender mit Veranstaltungen an der Leibniz Universität integriert, die Räume können direkt als Ziel ausgewählt werden.

Nach der Eingabe von Ziel und aktueller Position wird die kürzeste Route angezeigt. Diese wird mittels Dijkstra-Algorithmus auf Grundlage eines Routinggraphen, abgeleitet aus den Flurplänen und OSM-Daten, berechnet. Die Routenbeschreibung für die Navigation wird automatisch aus der Routengeometrie erstellt.

Bei der Outdoornavigation erfolgt ein online Map Matching basierend auf dem Viterbi-Algorithmus. Dadurch kann detektiert werden, ob der Benutzer entlang der vorgeschlagenen Route läuft. Ist dies nicht der Fall, kann eine neue Route berechnet werden.



Eine Internetverbindung wird lediglich zur Aktualisierung der Datenbank benötigt, bei der zum Beispiel Gebäude hinzugefügt oder Wege gesperrt werden, die zeitweise nicht begehbar sind. Die Detektion gesperrter Wege erfolgt automatisch mit Hilfe von Offline Map Matching und einem Vergleich des tatsächlich genutzten Weges mit der berechneten Route.

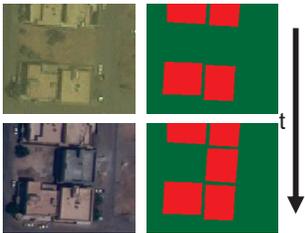
Die App kann von unserer Website <https://leibniznav.ikg.uni-hannover.de/> heruntergeladen werden.

**Studierende:** Sercan Çakır, Frederic Hake, Lukas Hynek, Simone Görler, Richu Mary Shelly, Oskar Wage

### „CHANGE DETECTION USING HIGH-RESOLUTION SATELLITE IMAGES“ (IPI)

BETREUER: ALINA MAAS, APL. PROF. FRANZ ROTTENSTEINER

Ziel dieses Projektseminars war die Entwicklung von Verfahren zur automatischen überwachten Klassifizierung von Satellitenbildern aus mehreren Epochen, um daraus Informationen über die Veränderung der Bodenbedeckung ableiten zu können. Zu diesem Zweck standen den Studierenden zwei Stereobildpaare der Stadt Riad in Saudi-Arabien aus unterschiedlichen Epochen mit ca. 0.5 m bzw. 1.0 m Bodenauflösung sowie eine veraltete Vektorkarte zur Verfügung.



Zunächst mussten die Bilder mit Hilfe von aus der Karte gewonnenen Passpunkten genau georeferenziert werden. Danach wurden für jede Epoche ein digitales Oberflächenmodell und ein digitales Orthophoto als Grundlage für die Klassifikation erstellt. Die Studierenden digitalisierten manuell Trainingsdaten für die Klassifikation sowie Referenzdaten für die Evaluierung der Ergebnisse. Anhand dieser Daten wurden zunächst ein Random Forest Klassifikator

sowie ein kontextbasiertes Verfahren auf Basis von Conditional Random Fields (CRF) unabhängig auf die Bilder der beiden Epochen angewandt, wobei sich zeigte, dass das kontextbasierte Verfahren der unabhängigen Klassifikation einzelner Pixel überlegen ist.

Schließlich wurden zwei Verfahren der Veränderungsdetektion miteinander verglichen. Das erste Verfahren wurde von den Studierenden selbst implementiert und beruht auf einem Vergleich der Ergebnisse einer unabhängigen Klassifikation der Daten aus beiden Epochen. Beim zweiten Ansatz handelt es sich um eine gemeinsame kontextbasierte Klassifikation aller Bilder auf Basis eines um ein Modell für die zeitliche Veränderung erweiterten CRF. Es zeigte sich, dass beide Verfahren ansprechende Ergebnisse liefern konnten.

**Studierende:** Dejan Dragic, Anita Sadat Khezri, Roman Lieder, Stefan Wenck, Bowen Zhou

## PRAXISPROJEKTE IM STUDIENGANG GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK

### PRAXISPROJEKT TOPOGRAPHIE (IKG), "KALKBURG BEI ASCHENHÜTTE IM LANDKREIS OSTERODE"

BETREUER: MALTE JAN SCHULZE, FRANK THIEMANN

Die Überreste der mittelalterlichen Burg auf dem „Kalkberch“ befinden sich auf dem sogenannten Hausberg unweit einer Furt, an der die Hohe Straße zwischen Herzberg und Osterode den Flusslauf der Sieber überquert. Der aus Gipsstein bestehende Berg wurde bis 1952 für den Gipsabbau genutzt. Dabei wurden der Osthang des Berges und damit auch große Teile der mit Gräben und Vorwall umgebenen Burgenanlage abgetragen. Mit starken Störungen ist heute nur etwa ein Viertel der Anlage erhalten.



#### AUSSCHNITT AUS DEM HÖHENLINIENPLAN DER KALKBURG

Das Praxisprojekt Topographie fand vom 11. bis 22. Juli in Hörden am Harz statt. Die 36 Teilnehmer führten eine feintopographische Aufnahme der Kalkburg bei Aschenhütte durch. Aus den Daten wurden ein digitales Geländemodell und ein Höhenlinienplan erstellt. Neben den Vermessungen an der Burg wurde für einen nahegelegenen Wald eine Orientierungslaufkarte aufgenommen. Die Korrektheit wurde durch die Teilnehmer am letzten Abend mit einem Orientierungslauf getestet. Bei einer Exkursion in das Schloss Herzberg konnten sich die Teilnehmer im Museum über die Geschichte der Region und der Welfen informieren.

**PRAXISPROJEKT INGENIEURGEODÄSIE (GIH), BAD SALZDETFRUTH  
BETREUER: JOHANNES BUREICK, ULRICH STENZ, JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ**

Das Praxisprojekt „Ingenieurgeodäsie“ 2016 führte 14 Studierende aus dem 4. Bachelorsemester mit 3 Mitarbeitern vom 11.07.-22.07.2016, in den Kurort Bad Salzdetfurth. Aufgrund von langjähriger Salzgewinnung rund um Bad Salzdetfurth wurden bereits in den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten Bodensenkungen im Bereich des angrenzenden Höhenzuges, den „Saubergen“, festgestellt. Grund genug für Studierende und Mitarbeiter in der Umgebung dieses Teils des niedersächsischen Berglandes erneut -unmittelbar nach 2015- das Praxisprojekt Ingenieurgeodäsie durchzuführen.

Am 11.07.2016 startete der gesamte Messtrupp, nach Verladen des Messequipments, vom GIH aus und richtete sein Rechenbüro sowie die Studierenden ihr Nachtquartier –wie im vergangenen Jahr- in der Turnhalle der Sothenbergschule in Bad Salzdetfurth ein. An dieser Stelle geht ein besonderer Dank an die Leitung und den Hausmeister der Sothenbergschule für die großzügige und unkomplizierte Bereitstellung der Räumlichkeiten.

Im Vorfeld des Praxisprojektes wurden mit der Unterstützung des Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung (LGLN) 19 TP ausgewählt, die in den ersten Tagen des Praxisprojektes mit satellitengestützten Verfahren (statische GNSS-Messungen) bestimmt wurden. Im weiteren Verlauf des Praxisprojektes dienten ausgewählte TP sowie zusätzliche APs der Festlegung des nördlichen und südlichen Portals des Polygonzuges über den Sauberg.

Wie auch im vergangenen Jahr lag der Fokus auf der Bestimmung von Bodensenkungen im Bereich des Sauberges. Aus diesem Grund wurden zum einen die bereits 2015 gemessenen Nivellementserschleifen (ca. 16 km Gesamtstrecke) über den Sauberg gemessen. Zum anderen wurden die Messungen über den Sauberg jeweils im Norden (4,5 km) und Süden



**DURCHFÜHRUNG DES NIVELLEMENTS: ÜBERSICHTSSKIZZE DER NIVELLEMENTSZÜGE UND DURCHFÜHRUNG DER MESSUNG (LINKS UND MITTE); MESSUNG DES POLYGONZUGES: STANDPUNKT DES TACHYMETERS (OBEN RECHTS), ZIELPUNKT UND ÜBERSICHTSSKIZZE (UNTEN RECHTS)**

(8,2 km) an Nivellementspunkte 1. Ordnung angeschlossen. Die im Jahr 2015 aufgetretenen Abweichungen zu den bekannten Sollhöhen konnten auch in diesem Jahr bestätigt werden. Neben dem umfangreichen Nivellement wurde ein 5,2 km langer Polygonzug mit 29 Brechungspunkten vom südlich der Sauberge liegenden Ort Wehrstedt über den Gipfelpunkt zum nördlich gelegenen Ort Wesseln gemessen. Der Koordinatenvergleich für den Gipfelpunkt zwischen GNSS und Tachymetrie betrug wenige Zentimeter.

Des Weiteren erstellten die Studierenden eine 3D-Punktwolke der Sothenbergschule mit einem terrestrischen Laserscanner. Alle Messungen wurden zeitnah im Rechenbüro ausgewertet und die wichtigsten Ergebnisse in einem studentischen Vortrag am 21.07.2016 in der Aula der Sothenbergschule den zahlreichen Gästen vorgestellt.

Ein besonderer Dank gebührt, einmal mehr, Herrn Dipl.-Ing. L. Lichtenberg (LGLN) für seine tatkräftige und fachkundige Unterstützung bei der Vorbereitung und Durchführung des Praxisprojektes sowie der Betreuung der Studierenden. *Eine besondere Anmerkung der Betreuer sei hier noch erlaubt: Lothar, wir werden Deinen fachlichen und freundschaftlichen Rat im kommenden Jahr vermissen und wünschen Dir alles Gute für den wohlverdienten Ruhestand in 2017!*



**STUDIERENDE UND BETREUER DES PRAXISPROJEKTES INGENIEURGEODÄSIE 2016**

#### **Studierende:**

Sebastian Bliedung, Leonie Merit Bödeker, Arne Ehrhorn, Jasmin Tanja Falkenburg, Thorben Freitag, Dominika Natalie Gamrat, Rebekka Handirk, Nico Heinzmann, Julia Mainz, Bruno Menini Matosak, Andreas Maximilian Piter, Kristof Janos Rozsa, Marvin Schink, Marie Woldau

**PRAXISPROJEKT LANDESMESSTUNG UND SCHWEREFELD (IFE), BAD FRANKENHAUSEN**

**BETREUER: THOMAS KRAWINKEL, LUDGER TIMMEN, TOBIAS KERSTEN**

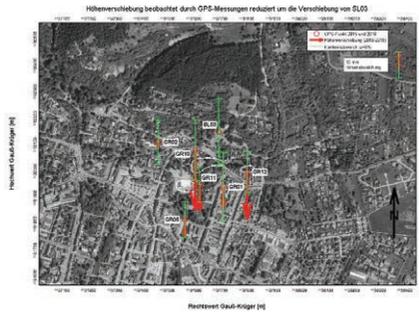
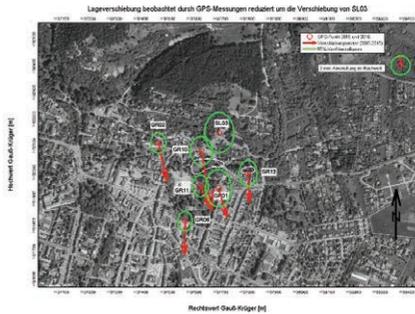
Das diesjährige Praxisprojekt fand in der Zeit vom 11. bis 15. Juli in Bad Frankenhausen, Thüringen im Rahmen des SIMULTAN-Projektes (Geomonitoring) statt. Hauptziel war es, für die GNSS-Kampagnen dieses Projektes eine Zwischenepoche für die Oberflächenüberwachung zu erheben. Hierzu sind die Koordinaten der Überwachungspunkte innerhalb und außerhalb potentieller Gefährdungsbereiche hochpräzise zu bestimmen. Die Studierenden haben sich dabei mit den Zusammenhängen zwischen Geometrie und Geophysik auseinandergesetzt. Im Rahmen des Projektes wurden GNSS- sowie Gravimetrie-Messungen durchgeführt. Insgesamt wurden zehn GNSS-Punkte in sechs Sessions mit einer Dauer von jeweils drei Stunden gemessen. Für das aus elf Punkten bestehende Gravimeterienetz wurde zur Driftkontrolle im dreifachen Stepverfahren gemessen und relative Schwereänderungen im Innendienst bestimmt. Die diesjährigen Messungen bilden die Nullepoche für folgende Studienkampagnen. Aus den gewonnenen Daten werden im SIMULTAN-Projekt Modelle gestützt, die zur Früherkennung von Erdfällen hilfreich sein werden.

Die Auswertung der GNSS Messungen erfolgte in der darauffolgenden zweiten Projektwoche mit der Software Leica Geo Office (LGO) im Innendienst. Die Studierenden setzten sich dabei intensiv mit der GNSS-Datenvorverarbeitung, der Basislinienauswertung und anschließenden Netzausgleichung sowie mit deren Interpretation auseinander. Dabei konnten die notwendigen Kenntnisse und Fertigkeiten anhand praktischer Fragestellungen vertieft werden. Von großer Bedeutung sind in diesem Zusammenhang die Qualitätsbeurteilung und die Interpretation der Ergebnisse.

Detailuntersuchungen bezüglich unterschiedlicher Netzlagerungen, Auswertansätze, wie z. B. Linearkombinationen der GNSS-Beobachtungen, verschiedene Datumsgebungen, unterschiedliche Troposphärenmodellierungen wurden entsprechend gefordert und analysiert. Das GNSS-Überwachungsnetz wurde in einem Punkt (SL03) fest gelagert und im Sinne einer sternförmigen Netzkonfiguration ausgewertet. Ein geodätischer Grundnetzpunkt der Landesvermessung Thüringen und drei



**GRAVIMETRIEMESSUNGEN IN BAD FRANKENHAUSEN, LINKS: PUNKT GRAV10, RECHTS: RATHAUS (DIREKTER ANSCHLUSS AN ABSOLUTMESSUNGEN)**



**LAGE- UND HÖHENVERSCHIEBUNGEN DER GNSS UND GRAVIMETRIEPUNKTE ZWISCHEN DER NULLEPOCHE DER SIMULTAN KAMPAGNE 09/2015 UND DES PRAXISPROJEKTES 07/2016 MIT STADTGEBIET BAD FRANKENHAUSEN**

weitere Trigonometrische Punkte wurden zur Sicherung hinzugezogen. Das lokale Netz wurde mittels der SAPOS-Station Buttstädt an das übergeordnete Netz angeschlossen, welche damit Ausgang für die später durchgeführten Epochenvergleiche sein wird.

Parallel hierzu wurden die mit zwei Relativgravimeter Scintrex (SC-04492, 9303210) erhobenen Messungen ausgewertet. Dabei wurden jeweils eine freie und datumsgebende Netzauswertung der Schwerewerte untersucht. Der Schwereunterschied im Messgebiet wurde zu  $50 \mu\text{m/s}^2$  bestimmt. Die durchschnittlichen Standardabweichungen bei der datumsgebenden Ausgleichung betragen  $100 \mu\text{m/s}^2$  und für die freie Netzausgleichung  $22 \mu\text{m/s}^2$ .

Die Erkenntnisse und Ergebnisse sind von den Studierenden in einem internen Bericht zusammengefasst. Das Praxisprojekt wurde in Kooperation mit der Landesvermessung Niedersachsen (LGLN), der Landesvermessung Thüringen (TLVermGeo) und dem Leibniz Institut für Angewandte Geophysik (LIAG) durchgeführt.

**Studierende:** Bastian Altemeier, Sara Brakemeier, Mareike Dorozynski, Franziska Fasser, Dominik Grüning, Aiko Hattermann, Lucy Icking, André Jensen, Victoria Kröger, Fabian Ruwisch, Johanna Schewe, Mareike Schülmann, Sabrien Serhan, Nina Staack, Weronika Szczepanec, Stefan Thoben, Miriana Voelsen

## PRAXISPROJEKTE IM STUDIENGANG NAVIGATION UND UMWELTROBOTIK

### PRAXISPROJEKT NUUR I: „NAVIGATION UND ORTUNG MIT MINDSTORMS ROBOTERN“ BETREUER: STEFFEN BUSCH, MAX COENEN, TOBIAS KERSTEN, SÖREN VOGEL

Das Projektseminar NuUR I findet im ersten Mastersemester Navigation und Umweltrobotik statt und gliedert sich in zwei Kernbereiche. Im Rahmen von praktischen Übungen lernten die Studierenden verschiedene



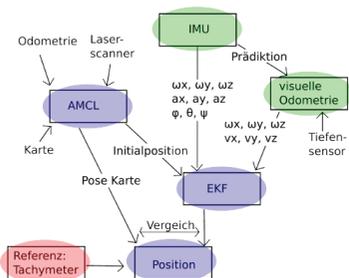
Navigationssensoren anhand eines Lego Mindstorms Roboters kennen. Anschließend erarbeiteten die Studierenden im zweiten Teil des Seminars selbständig eine praktische Lösung für eine Hindernisfahrt des Roboters. Dazu erarbeiteten sie sich jeweils zu zweit die Funktionsweise der Sensoren und des Roboter Operating System (ROS). Die Fusion der Sensor-Teilmodule erfolgt unter Verwendung von ROS über einen PC. Die Studierenden nutzten ein Kameratracking zur Korrektur der Odometrie sowie einen Laserscanner und einen Ultraschallsensor zur Hinderniserkennung. Jede Gruppe implementierte individuelle Ausweichstrategien in C++, um komplizierte Hindernisse, wie zu niedrige Brücken oder Säulen, zu erkennen. Bei der Abschlusspräsentation konnten alle Gruppen erfolgreich von beliebigen Startpunkten zu beliebig vorgegebenen Zielen autonom, navigieren.

**Studierende:** Busse Janik, Flasbarth Tim, Gruening Dominic, Kroemer Patrick, Langer Amadeus Claudius Titus und Niehaus Stephan.

### PRAXISPROJEKT NUUR II: „HOCHGENAUE LOKALISIERUNG“

BETREUER: APL. PROF. CLAUS BRENNER, CHRISTIAN BISCHOF, STEFFEN BUSCH, MAX COENEN UND SÖREN VOGEL

Im diesjährigen zweiten Praxisprojekt sollte eine mobile Roboterplattform hochgenau innerhalb eines Gebäudes lokalisiert werden. Dafür haben sich die Studierenden mit verschiedenen Verfahren zur Lokalisierung auseinandergesetzt und diese für ihre eigenen Ziele adaptiert. Als notwendige Grundvoraussetzung wurde sich zudem intensiv mit der Systemkalibrierung der Sensorplattform beschäftigt und so die sechs Freiheitsgrade jeden Sensors in Bezug auf ein übergeordnetes Roboterkoordinatensystem bestimmt.



**STRUKTURPLAN DER  
POSITIONIERUNGSVERFAHREN**

Als erfassende Sensoren wurden im Projekt ein Laserscanner (Hokuyo), eine Inertiale Messeinheit (IMU, xSens) sowie eine Kamera mit Tiefenbildsensor (Microsoft Kinect 2) eingesetzt. Als mobile Roboterplattform wurde ein KUKA youBot verwendet.

Die von den Studierenden implementierte Lo-

kalisierung der mobilen Roboterplattform erfolgt zweigleisig. Zum einen wird diese mit dem Laserscanner in Kombination mit dem Verfahren der Adaptiven Monte Carlo Lokalisierung (AMCL) realisiert. Als Grundlage dafür wurden eine bekannte Karte der Umgebung sowie die interne Roboterodometrie verwendet. Zum anderen wird als zweite unabhängige Lösung die Position des Roboters anhand einer visuellen Odometrie (VO) auf Basis der Kamerabildaten bestimmt. Dabei wurde die VO noch um Informationen der IMU ergänzt und damit eine effizientere visuelle inertielle Odometrie (VIO) entwickelt. Die ermittelten Roboterpositionen werden zudem in einem Extended Kalman Filter (EKF) fusioniert.

Zur schlussendlichen Validierung der eigenen Lokalisierung wurde die mobile Roboterplattform mit einem 360 Grad Prisma ausgestattet und die Position fortlaufend von einem Tachymeter (Leica MS50) extern bestimmt. Die bei der Fusion unterschiedlicher Sensoren notwendige Zeit-synchronisation wurde auf Basis eines Raspberry Pi 2 in Verbindung mit einem U-blox GNSS-Empfänger realisiert.



**STUDIENDE PRÄSENTIEREN YOUBOT  
MIT EINGESETZTER SENSORIK**

#### **Studierende:**

Matthias Fahrland, Matthias Jakob, Birgit Klein, Felix Matthes, Janek Schönwetter, Sergiy Shebotnov, Philipp Trusheim und Dennis Wittich

### **STUDENTISCHES FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSPROJEKT NUUR**

**BETREUER: CHRISTIAN BISCHOF, SÖREN VOGEL, MAX COENEN, STEFFEN BUSCH, PROF. FRANZ ROTTENSTEINER, PROF. CLAUD BRENNER**



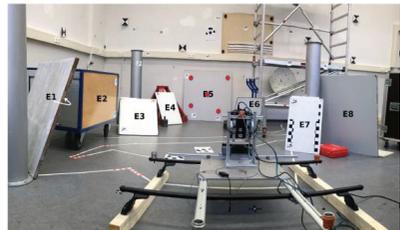
**MULTISENSORPLATTFORM**

Das studentische Forschungs- und Entwicklungsprojekt im dritten NuUR-Semester behandelte die „Präzise Lokalisierung“ eines mobilen Messsystems (MMS). Hierfür wurde eine Multisensor-Plattform bestehend aus einer IMU&GPS Einheit, eines Laserscanners sowie einer Kamera bereitgestellt und verwendet.

Ein Teilblock des Projektes bestand in der Kalibrierung der Kamera sowie der Multi-Sensorplattform. Hierfür wurde ein geeigneter

Messaufbau im

3D Labor, bestehend aus mehreren Referenzebenen, welche mit einem Lasertracker eingemessen wurden, gewählt. In einem weiteren Teilblock wurde eine Filterlösung zur Positionierung implementiert, in welcher die Sensoren fusioniert wurden und in welcher ein Fahrzeug-Bewegungs-Modell integriert wurde. Simula-

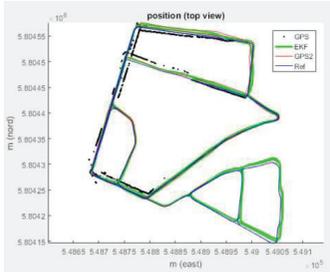


**MESSAUFBAU ZUR MULTISENSOR KALIBRIERUNG**

tionen und eine Messfahrt zeigten sichtliche Verbesserungen der Positionierung der Filterlösung im Vergleich zu einer reinen GPS Trajektorie.

Als ein weiterer Ansatz zur Positionierung wurde eine monokulare Visuelle Inertial-Odometrie entwickelt. Hierzu wurde eine Bündelausgleichslösung unter Verwendung einer Einzelbild-Sequenz und direkten Beobachtungen

aus der GPS/IMU Einheit implementiert. Des Weiteren wurden Untersuchungen des von Google entwickelten ROS Moduls „Cartographer“ hinsichtlich der Eignung für das Mapping im Outdoor-Bereich durchgeführt. Hierzu wurden Messfahrten mit dem mobilen Messsystem durchgeführt. Unter Verwendung der Daten der IMU Einheit und des Laserscanners des MMS konnte mittels des „Cartographers“ eine Karte erstellt werden und mit der Referenzkarte des MMS verglichen werden.



#### TRAJEKTORIENVERGLEICH AUS FILTERLÖSUNG UND GPS

**Studierende:** Felix Matthes, Matthias Jakob, Birgit Klein, Philipp Trusheim, Dennis Wittich, Janek Schönwetter, Sergiy Shebotnov, Mathias Fahrland

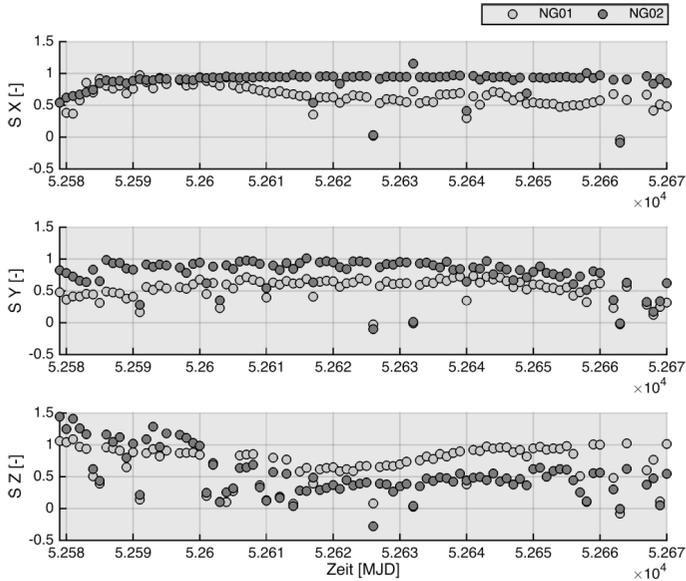
## STUDENTISCHES FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSPROJEKT (IFE)

### GNSS-BASIERTE KALIBRIERUNG DES GRACE-BESCHLEUNIGUNGSSENSORS

IGOR KOCH, BETREUER: AKBAR SHABANLOUI

Die seit 2002 operierenden GRACE-Satelliten sind mit Beschleunigungsmessern ausgestattet, welche die auf die Satelliten wirkenden nicht-gravitativen Beschleunigungen messen. Diese Messwerte sind allerdings keine absoluten Werte, sondern müssen vielmehr in ihrer Magnitude und Amplitude durch einen Kalibrierungsprozess korrigiert werden. Die Kalibrierung der erwähnten Messwerte setzt voraus, dass als Referenz Angaben zur nicht-gravitativen Beschleunigung bekannt sind. Ein möglicher Ansatz (NG01) ist die Modellierung der auf den Satelliten wirkenden Flächenbeschleunigungen, welche sich aus der atmosphärischen Reibung, dem direkten Strahlungsdruck der Sonne und dem Strahlungsdruck der Erde zusammensetzen. Neben dem nun vorgestellten Ansatz, wurde in dieser Arbeit ein komplementärer Ansatz (NG02) untersucht. Aus den reduzierten dynamischen Angaben zur Position eines jeweiligen Satelliten wurde zuerst die Gesamtbeschleunigung, bestehend aus dem gravitativen und nicht-gravitativen Anteil, bestimmt. Hierfür wurden durch kurze Satellitenbahnabschnitte Polynomfunktionen gelegt. Die Approximation der diskreten Punkte durch eine Funktion erlaubt es durch eine zweifache Ableitung nach der Zeit die Gesamtbeschleunigung zu bekommen. Zieht man von dieser Gesamtbeschleunigung den gravitativen Anteil ab, welcher aus dem zeitvariablen Schwerefeldanteil, dem Einfluss von Drittkörpern, den Gezeiten der festen Erde, Ozeangezeiten, Polgezeiten der festen Erde, Ozeanpolgezeiten sowie den relativistischen Effekten, bestehend ist, bekommt man eine weitere nicht-gravitative Referenzbeschleunigung, die benutzt werden kann um die Messwerte eines Beschleunigungsmessers zu kalibrieren. Unter Verwendung dieser beiden Ansätze zur Modellierung der Referenzbeschleunigung, wurde der tägliche Bias und Skalierungsfaktor nach der Methode der kleinsten Quadrate geschätzt. Die beiden Ansätze wurden an zwei unterschiedlichen Zeiträumen untersucht. Der erste Zeitraum, Nov. 2003 - Jan. 2004 weist eine starke solare Aktivität auf, welche sich vor allem über die atmosphärische Dichte auf die Beschleunigung durch atmosphärische Reibung auswirkt. Der zweite untersuchte Zeitraum, Jun. – Aug. 2008, weist eine sehr niedrige solare Aktivität auf. Die unterschiedliche solare Aktivität beeinflusst die Magnitude des nicht-gravitativen Signals. So beträgt die euklidische Norm der nicht-gravitativen Beschleunigung für den ersten Zeitraum  $10^{-7} \text{ m/s}^2$  und die des zweiten lediglich  $10^{-8} \text{ m/s}^2$ . Ein Zeitraum mit ungefähr 90 Tagen erlaubt eine genauere Untersuchung bezüglich des Einflusses der Bahnorientierung auf die Kalibrierung des Beschleunigungssensors. Betrachtet man die Korrelationskoeffizienten der jeweiligen nicht-gravitativen Referenzbeschleunigungen mit den damit kalibrierten Messwerten des Beschleunigungsmessers, so kann man einige Aspekte feststellen. Die Korrelation für den ersten Ansatz ist größtenteils unabhängig von der solaren Aktivität und somit von der Magnitude der nicht-gravitativen Beschleunigung. Hier liegt die Korrelation zwischen 0.80 und 0.93 (Median der täglichen Korrelationskoeffizienten). Der komplementäre Ansatz ist stark von der Magnitude der nicht-gravitativen Beschleunigung abhängig. Lediglich für die Along-Track-

Achse werden mit dem ersten Ansatz vergleichbare Korrelationen erreicht. Für den zweiten untersuchten Zeitraum liefert der zweite Ansatz wegen der kleineren Magnitude der nicht-gravitativen Beschleunigung eine sehr kleine Korrelation.



**SKALIERUNGSFAKTOREN FÜR DEN ZEITRAUM NOVEMBER 2002-JANUAR 2003. OBEN: ALONG-TRACK, MITTE: CROSS-TRACK, UNTEN: RADIAL**

Die mit den zwei Ansätzen bestimmten Skalierungsfaktoren sind ebenfalls von der Magnitude der nicht-gravitativen Referenzbeschleunigung abhängig. Für die Along-Track-Achse des ersten Zeitraums liefert der zweite Ansatz stabilere Skalierungsfaktoren, als der erste Ansatz. Die Ergebnisse für den ersten Zeitraum sind beispielhaft in der Abbildung dargestellt. Ähnliches ist bei dem Bias zu sehen. Für den solar schwächeren Zeitraum liefert der erste Ansatz realistischere Kalibrierungsparameter. Allerdings sieht man bei dem ersten Ansatz eine starke Verschlechterung der Parameter, wenn die Bahnebene fast senkrecht zur Sichtlinie Erde-Sonne ist und die Satelliten sich somit fast sonnensynchron bewegen. Hier wird die maximal beschienene Satellitenoberfläche maximal und es sind größere Anforderungen für die Modellierung des direkten solaren Strahlungsdrucks nötig.

# AUS DER GESELLSCHAFT

## BERICHT ÜBER DIE MITGLIEDERVERSAMMLUNG DER GESELLSCHAFT

Der Vorsitzende, Herr Dr.-Ing. Cord Jahn, eröffnet die Mitgliederversammlung (15.11.2016) um 17:10 Uhr, und begrüßt die anwesenden Teilnehmer (insg. 29). Es wird die ordnungsgemäße Einladung und Beschlussfähigkeit festgestellt.

Die Versammlung gedenkt des kürzlich verstorbenen langjährigen Mitgliedes:

Dr. Günther Henneberg    Eintritt 1955,    verstorben am 04.11.2016

Herr Dr. Jahn berichtet, dass im Einvernehmen mit dem Präsidium der LUH die Position des Alumnibeauftragten eingeführt wird, da der Begriff des Geschäftsführers zu Irritationen in der universitären Verwaltung geführt hatte. Die zu ernennende Person wird im Einvernehmen mit dem Vorstand der Förderergesellschaft von der Fachrichtung bestellt und ist dann auch die Kontaktperson zwischen der Förderergesellschaft und der Fachrichtung. Diese Position wird in der überarbeiteten Satzung, die in dieser Mitgliederversammlung verabschiedet werden soll, beschrieben und gleicht somit die nicht mehr vorhandene Position des Geschäftsführers aus. Der ehemalige Geschäftsführer Dr. Ludger Timmen wird mit der Verabschiedung der neuen Satzung automatisch in die Position des Alumnibeauftragten übergeleitet.

Seit diesem Jahr ist der Bewerbungsschluss zum Bachelorpreis der 31. Dezember (nicht mehr 30.Sept.). Dadurch erhofft man sich eine bessere Bewerberzahl bei den Studierenden, da im Semesterbetrieb einfacher potentielle Bewerber angesprochen werden können.

Herr Dr. Jahn informiert, dass er aus persönlichen Gründen sein Amt als Vorsitzender im kommenden Geschäftsjahr, bis Nov. 2017, ruhen lässt und Herr Stündl als 2. Vorsitzender die Führungsarbeit übernimmt.

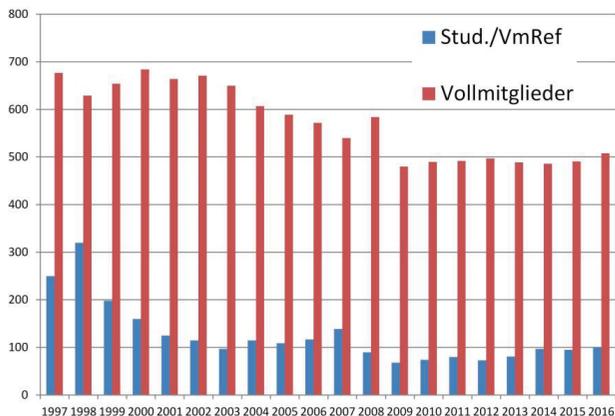
## MITGLIEDEREHRUNGEN

Die über 50 Jahre zur Gesellschaft gehörenden Mitglieder werden mit Urkunde geehrt. Leider konnten nur 2 der Mitglieder zur Verleihung beim Kolloquium anwesend sein. In diesem Jahr sind es insg. 13 Personen:

Herr	Gustav-Adolf	Deutelmoser
Herr	Iven	Drecoll
Herr Dr.-Ing	Hermann	Drewes
Herr	Wolfgang	Haase
Herr	Frank	Heinrich
Herr	Erwin	Kromke
Herr	Volker	Mertens
Herr	Dieter	Paul
Frau	Almut	Pistorius
Herr	Klaus-Jürgen	Schmidt
Herr Dr.-Ing	Peter	Schuhr
Herr.	Karl-Heinrich	Schulze-Schwefe
Herr	Günter	Wiebe

## MITGLIEDERENTWICKLUNG

Der Schatzmeister, Herr Wilhelm Zeddies, gibt im Folgenden einen Überblick über die Mitgliederentwicklung, die sich wie folgt darstellt: Bestand lt. Verz. d. Schatzmeisters Okt. 2016: 507 Vollmitglieder, 92 Studierende, 8 VmRef. (insg. 607).



MITGLIEDERENTWICKLUNG 1997-2016

## KASSENBERICHT

Herr Zeddies stellt den Kassenbericht für das abgeschlossene Haushaltsjahr und die Darstellung der Entwicklung des Gesellschaftsvermögens vor.

### Jahresabschluss 2015-2016 (in Euro)

Bestand Girokonto am 01.10.2015	5.657,25
Summe Einnahmen	18.679,02
Summe Ausgaben	16.391,28
Bestand am 30.09.2016	<b>7.944,99</b>

Bestand TopZins-Konto am 01.10.2015	14.796,69
Zinseinkünfte	3,96
Umbuchung von TopZinskonto auf Girokonto	-2.500,00
Bestand am 30.09.2016	<b>12.300,65</b>

---

<b>Gesamtbestand am 30.09.2016</b>	<b>20.245,64 €</b>
------------------------------------	--------------------

## BERICHT DER KASSENPRÜFER, ENTLASTUNG DES VORSTANDES

Der Jahresabschluss per 30.09.2016 wurde von den Kassenprüfern Herrn Witte und Herrn Dr. Willgalis geprüft. Die Prüfung der Buchungen ergab keine Beanstandungen. Die Buchführung und der Jahresabschluss entsprechen daher nach dem Ergebnis der pflichtgemäßen Prüfung den Vorschriften der Vereinsatzung.

Es erfolgte die Entlastung des Schatzmeisters und des Vorstandes durch die Mitglieder, welches einstimmig beschlossen wurde.

## HAUSHALTSPLAN 2016/2017

Der Schatzmeister präsentiert den Haushaltsplan 2016/2017, wie in der folgenden Tabelle gezeigt. Herr Zeddies stellt folgenden Beschlussantrag: „die Mitgliederversammlung stimmt dem Haushaltsplan 2016/2017 zu“. Dieser Antrag wird ohne Gegenstimme angenommen.

Der Haushaltsplan für das Geschäftsjahr 01.10.2016 – 30.09.2017 ist wie folgt genehmigt:

<b>Bestand am 1.10.2016 (Giro-/Festgeldkonto)</b>	<b>20.245,64 €</b>
<b>Einnahmen</b>	
Mitgliedsbeiträge	13.500,00
Sonstiges (Zuschuss von der Leibniz-Universitätsgesellschaft, Spenden, Zinsen)	500,00
<b>Summe Einnahmen (gerundet)</b>	<b>14.000,00</b>
<b>Ausgaben</b>	
Walter-Großmann-Preis 2016	0,00
Bachelor-Preis 2016/2017	500,00
Förderung der Geodätischen Exkursion	3.000,00
Förderung der Fachschaft	1.500,00
Förderung der 4 Institute	1.000,00
Sonderförderung Fachrichtung	2.500,00
Förderung Auslandsaufenthalt	1.000,00
Aufwendungen Gesellschaft allgemein	500,00
Mitgliedsbeitrag Leibniz-Universitätsgesellschaft	1.800,00
Fördererheft (Druckkosten und Versand)	3.200,00
<b>Summe Ausgaben</b>	<b>15.000,00</b>
<b>Voraussichtlicher Bestand am 30.09.2017 (gerundet)</b>	<b>19.250,00 €</b>

## FÖRDERRICHTLINIEN

Herr Dr. Jahn stellt den Mitgliedern die Zusammenstellung der Richtlinien zur Förderung der Fachrichtung und der Fachschaft vor, wie sie zuvor in der Vorstandssitzung besprochen wurde.

Bzgl. „Geodätische Exkursionen“ ergab sich eine Diskussion um den Beitrittstermin der einzelnen Studierenden. Es wurde einvernehmlich festgestellt, dass es ausreichend ist, wenn die Studentin/der Student zum Zeitpunkt der Exkursion Mitglied ist.

Bzgl. der Preisvergabe wurde gefragt, ob ein Preisempfänger auch Mitglied zu sein hat. Der Preis wird wie bisher unabhängig davon vergeben.

Prof. Torge regte an, in der Überschrift die Begrifflichkeit „Förderung der Fachrichtung“ durch „Förderung der Institute der Fachrichtung“ zu ersetzen. Dies fand jedoch kein Zuspruch.

Die Richtlinien zur Förderung der Fachrichtung sollen im Berichtsheft 2016 veröffentlicht werden. Bei den Positionen handelt es sich um

1. Anschaffungen und Maßnahmen
2. Walter-Grossmann-Preis
3. Bachelor-Preis
4. Geodätische Exkursionen
5. Auslandsaufenthalte

Diese neue Zusammenstellung der Förderrichtlinien wurde genehmigt.

## SATZUNGSÄNDERUNGEN

Herr Zeddies stellt den Entwurf der überarbeiteten Satzung vor. Die markanten Änderungen sind:

- Streichung der Position des Geschäftsführers, die ersetzt wird durch die Position des Alum nibeauftragten als Kontaktperson zwischen Gesellschaft und Fachrichtung;
- Wahl des Vorstandes für jeweils 2 Jahre anstatt 3 Jahre, um so die Position für potentielle Kandidaten attraktiver zu machen;
- Anpassung des Austrittsdatums eines Mitglieds an das Geschäftsjahr;
- Regelung zur kommissarischen Besetzung eines Amtes bei Ausscheiden oder dauernder Verhinderung eines Vorstandsmitgliedes;
- Bekanntgaben zur Mitgliederversammlung (Tagungsordnung etc.) können z.B. auch per Email („in Textform“) erfolgen.

Die Neufassung der Satzung wurde ohne Gegenstimmen bei keiner Enthaltung genehmigt. Die Veröffentlichung erfolgt umgehend im Internet auf den Webseiten der Gesellschaft.

## BERICHT DER FACHRICHTUNG

Der Bericht der Fachrichtung wird in diesem Jahr durch Herrn Prof. Jürgen Müller vom IfE gegeben. Auf eine ausführliche Darstellung des Inhaltes dieses Vortrags, insbesondere was die Institutsaktivitäten (Projektarbeiten) betrifft, wird hier verzichtet, da viele Details im folgenden Berichtsheft publiziert werden. Im Folgenden werden einige markante Ereignisse und Veränderungen genannt:

Ab Dezember 2016 werden Doktorandinnen und Doktoranden im Graduiertenkolleg "Integrität und Kollaboration in dynamischen Sensornetzen" eingestellt. Diese DFG geförderte Maßnahme dient zur Stärkung des wissenschaftlichen Nachwuchses in Deutschland. Die Förderung läuft zunächst über viereinhalb Jahre. Am Graduiertenkolleg sind neben den vier Instituten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik auch ein Institut aus der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik beteiligt. Der Sprecher des Graduiertenkollegs ist Prof. Steffen Schön.

Unter Federführung des IPI wurde eine Kooperation mit dem GFZ Potsdam gestartet, womit auch eine S-Professur verbunden ist.

Im Erstsemester des GuG Bachelorstudiums sind 42 Personen eingeschrieben, im Masterstudiengang 31 mit ca. 20 englischsprachigen Studierenden, und im Masterstudiengang Navigation und Umweltrobotik (NuUR) insg. 8 Personen.

Zur „Nacht, die Wissen schafft“ sind ca. 800 Besucher erschienen, um sich an den Institutsständen innerhalb des GIH Gebäudes zu informieren.

Innerhalb der Exzellentsstrategie 2017 werden seitens des IfE in Kooperation mit Physik-Institutionen (PTB, LUH) Projektskizzen vorbereitet.

Die bisherige Forschungsinitiative Trust (Transdisciplinary Rural and Urban Spatial Transformation) wurde im Juli 2016 vom Präsidium als neues Forschungszentrum an der LUH zum Themenfeld „Räumliche Transformation – Zukunft von Stadt und Land“ eingerichtet. Es arbeiten 29 Kolleginnen und Kollegen aus 6 Fakultäten zusammen. Der Sprecher des neuen FZ TRUST ist Prof. Winrich Voß.

Prof. Christian Heipke wurde zum Präsidenten des ISPRS (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing) ernannt (2016-2020).

Prof. Müller schließt damit, dass sich die Fachrichtung über die Beiträge der Förderer (Interesse u. Beteiligungen, finanz. Unterstützung) sehr freue und sich dafür bedankt.

#### **BERICHT DER FACHSCHAFT**

Stefan Thoben (Sprecher der Fachschaft) berichtet von den Aktivitäten der Fachschaft Geodäsie und Geoinformatik im Zeitraum vom 17.11.2015 bis 15.11.2016. Beispiele für jährlich wiederkehrende PR-Ereignisse sind zentral durch die Universität organisierte Veranstaltungen wie „Herbstuni“, „AbInsStudium“ sowie die Hochschulinformationstage. An diesen Terminen übernimmt die Fachschaft die Aufgabe, Vorträge vor Schülern und Schülerinnen zu halten, die das Studium der Geodäsie und Geoinformatik aus der Sicht eines Studierenden beschreiben.

Bei einigen Veranstaltungen wurde auch für Essen und Getränke gesorgt. Zusätzliche lokale Aktivitäten sind das Organisieren der Sommerparty der Geodäten, die Erstsemestereinführung (Führung durch Univ., Stadtrallye, Frühstück auf Messdach), die Veranstaltung des ERSI-Workshop (Infoveranstaltung für Erstsemester) und die aufwendige Organisation des Fußball-Cup der Geodäten.

Der jeweils im Januar stattfindende Winterball für Absolventen wird ebenfalls personell mit unterstützt. Im Rahmen der allgemeinen Selbstverwaltung in der Fachrichtung stellen die Geodäsiestudierenden 5 Personen im Fachschaftsrat der Fakultät und 2 Vertreter (als Stellvertreter) im Fakultätsrat.

Über Hannover hinaus sind noch einige nationale und internationale Veranstaltungen für die Fachschaftsarbeit von Bedeutung. Insg. 7 Personen nahmen an der IGSM in München teil (International Geodetic Student Organisation). Es wird von den Treffen des 8. und 9. KonGeoS (Konferenz der GeodäsieStudierenden, Graz u. Mainz) berichtet. Im Vorstand des KonGeoS sind 2 Mitglieder aus Hannover vertreten.

Die erhaltenden Fördermittel des Förderervereins wurden im Wesentlichen für die An- und Abreise zu den Treffen der KonGeoS (Graz) und der IGSM (TU München) verwendet.

Im Namen der Fachschaft Geodäsie und Geoinformatik bedankt sich Herr Thoben herzlich für die Unterstützung durch die Förderergesellschaft.

#### **BERICHT ZUR GROßEN GEODÄTISCHEN EXKURSION 2015**

Roman Lieder stellt die Große Geodätische Exkursion vor, die in diesem Jahr Stationen in Spanien beinhaltete und in der Zeit 25.09.-01.10.2016 stattfand.

In einem reich bebilderten Vortrag, konnte man einen guten Eindruck über den Verlauf der Exkursion bekommen. Ein ausführlicher Exkursionsbericht wird im kommenden Berichtsheft der Förderergesellschaft enthalten sein. Für die Unterstützung wird den Förderern gedankt.

**Das Programm:**

Mo, 26.09.	Barcelona: Besuch bei GeoNumerics, nachmittags gothisches Viertel und anschliessend die unfertige Kirche La Sagrada Familia
Di, 27.09.	Barcelona: ICGC Flughafen und Hangar, nachmittags Institut Cartographic i Geologic de Catalunya (ICGC)
Do, 29.09.	Madrid: Besuch des GMV Innovating Solutions
Fr, 30.09.	Madrid: Besuch des Institut Geográfico Nacional (IGN), nachmittags Königspalast

**VERSCHIEDENES**

Prof. Ingo Neumann erwähnt, dass der „Tag der Geodäsie“ erneut in 2017 durchgeführt werden soll. Der Termin ist der 20. Mai 2017.

Die nächste Mitgliederversammlung wird auf den 21.11.2017 datiert. Die Mitgliederversammlung endet gegen 19:00 Uhr.

**ABSETZBARKEIT VON MITGLIEDSBEITRÄGEN**

Die Mitgliedsbeiträge an die Fördergesellschaft sind für steuerliche Zwecke wie Spenden absetzbar. Im Normalfall erkennen die Finanzämter den Kontoauszug an. Zusätzlich können Sie noch den unten stehenden Hinweis anfügen.

Die Gesellschaft zur Förderung der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik an der Leibniz Universität Hannover ist wegen Förderung von Wissenschaft und Forschung nach dem Freistellungsbescheid des Finanzamtes Hannover-Nord, StNr. 25/206/43646, vom 06.09.2015 nach §5 Abs. 1 Nr. 9 des Körperschaftssteuergesetzes von der Körperschaftssteuer und nach §3 Nr. 6 des Gewerbesteuergesetzes von der Gewerbesteuer befreit.

## AUFRUF WALTER-GROßMANN-PREIS 2017 DER FÖRDERERGESELLSCHAFT

Zur Erinnerung an Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E.h. Walter Großmann stiftet die Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover den „Walter-Großmann-Preis“. 2017 soll der Preis zum 19. Mal verliehen werden. Der Preis besteht aus einer Verleihungsurkunde, sowie einem Geldbetrag von € 2.000,-. Er soll für fachbezogene Studienreisen oder eine andere wissenschaftliche Fortbildung verwendet werden.

Teilnahmeberechtigt sind alle Masterkandidaten bzw. Master der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover, deren Masterarbeit zwischen September 2015 und August 2017 eingereicht und beurteilt wurde.

Einzureichen sind:

1. Eine formlose Bewerbung um den Walter-Großmann-Preis mit Angabe des Themas der Abschlussarbeit, ihrer Bewertung durch die Universität und einer Kurzzusammenstellung des Inhaltes, soweit diese noch nicht im Berichtsheft der Förderergesellschaft veröffentlicht wurde.
2. Eine allgemeinverständliche, öffentlichkeitswirksame Darstellung (Presseartikel) des betreffenden Forschungsbereichs.

Besonders gelungene öffentlichkeitswirksame Darstellungen können unabhängig von der Preisverleihung mit insgesamt € 500,- prämiert werden.

Da eine Veröffentlichung der Bewerbungen nach der Preisverleihung u.a. im folgenden Fördererheft vorgesehen ist, bitten wir, die Unterlagen in schriftlicher und digitaler Form auf CD (WORD für WINDOWS, Schrifttyp: Arial 12, mit eingebundenen Abbildungen) bis zum 31.08.2017 einzureichen bei

Dr.-Ing. Ludger Timmen, c/o Institut für Erdmessung

Schneiderberg 50, 30167 Hannover

Tel: 0511 762 3398, Email: [timmen@ife.uni-hannover.de](mailto:timmen@ife.uni-hannover.de)

Später eingehende Bewerbungen können nicht berücksichtigt werden.

## AUFRUF BACHELOR-PREIS 2018 DER FÖRDERERGESELLSCHAFT

Der „Bachelor-Preis Geodäsie und Geoinformatik“ wird an Bachelorabsolventen der Fachrichtung vergeben und honoriert hervorragende Leistungen im Bereich der Schlüsselkompetenzen. Der Preis besteht aus einem Geldbetrag von € 500,- sowie einer Verleihungsurkunde und wird jährlich verliehen.

1. Als mögliche **förderungswürdige Felder**, in denen die Schlüsselkompetenzen besondere Bedeutung haben, kommen beispielhaft in Frage:
  - 1.1. Gruppenaufgaben: Bachelorseminar, Bachelorprojekt, Praxisprojekte, weitere Übungen, Arbeitsgruppen mit festen Strukturen.
  - 1.2. Betreuungsaufgaben: Erstsemesterbegleitung (über die Fachschaft hinaus), Betreuung/Unterstützung von Gästen oder ausländischen Studierenden.
  - 1.3. Öffentlichkeitsarbeit: Vertretung der Studienrichtung nach außen, Schülerwerbung (Durchführung oder Einbringung von Ideen, Unterlagen, Präsentationen, Experimenten), Aufklärung bei anderen gesellschaftlichen Gruppen, Unterstützung des Internetauftritts.
  - 1.4. Netzwerke: Einbringung und Etablierung von Praxiskontakten, Unterstützung von Netzwerken, Initiierung und Förderung von interdisziplinärem Austausch unter Studierenden.
  - 1.5. Studienunterlagen: Erstellung von Lernunterlagen, die allen zur Verfügung stehen; dazu zählt auch gemeinschaftliche Erarbeitung, Unterstützung und semesterübergreifender Austausch.
  - 1.6. Gesellschaftliches Engagement: Nachweis außeruniversitäre gesellschaftlichen Engagements, z.B. in Vereinen oder sozialen Einrichtungen.
2. **Voraussetzungen**
  - 2.1. Die/der Bewerber/in hat gezeigt, dass sie/er neben den rein fachlichen Leistungen hervorragende Schlüsselkompetenzen besitzt.
  - 2.2. Der Bachelorabschluss weist erfolgreiche Leistungen auf und wurde im Zeitraum Januar bis Dezember 2017 erreicht.
3. **Verfahren**
  - 3.1. Einzelne Kandidaten oder kleine Gruppen bewerben sich in der Regel selber, sie können aber auch von Mitgliedern der Fachrichtung und der Förderergesellschaft vorgeschlagen werden. Die Vorschläge sind bis zum Ende des Jahres 2017 an die Geschäftsstelle der Förderergesellschaft (z.Hd. Dr. Ludger Timmen) zu richten.
  - 3.2. Jeder Vorschlag umfasst:
    - eine ca. einseitige Begründung der Bewerbung, in der auf die entsprechenden Schlüsselkompetenzen eingegangen wird.
    - das Ergebnis der Bachelorprüfung.
  - 3.3. Die Entscheidung über die Vorschläge obliegt einer Kommission, die sich aus 7 Mitgliedern des erweiterten Vorstands der Förderergesellschaft zusammensetzt.
  - 3.4. Die Verleihung des Förderpreises erfolgt im Rahmen des Geodätischen Kolloquiums in 2018.

## RICHTLINIEN ZUR FÖRDERUNG DER FACHRICHTUNG UND DER FACHSCHAFT

Grundlage für die Förderung sind die Beiträge der Mitglieder. Daher kommen der Fachrichtung und der Fachschaft eine wichtige Funktion in der Werbung neuer Mitglieder zu. Bei der Förderung werden folgende Schwerpunkte zugrunde gelegt:

### **Anschaffungen und Maßnahmen**

1. Für die Haushaltsplanung der Förderergesellschaft ist es erforderlich, dass der Finanzbedarf für die Förderung von Anschaffungen und Maßnahmen ab 500 Euro bis zum Beginn des neuen Geschäftsjahres (01. Oktober) schriftlich angemeldet wird.
2. Die Entscheidung über die Förderung trifft der Vorstand.

### **Walter-Großmann-Preis**

Zur Erinnerung an Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E.h. Walter Großmann stiftet die Gesellschaft zur Förderung der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover den „Walter-Großmann-Preis“. Der Preis besteht aus einer Verleihungsurkunde, sowie einem Geldbetrag in Höhe von € 2.000,-. Er soll für fachbezogene Studienreisen oder eine andere wissenschaftliche Fortbildung verwendet werden. Näheres regelt die Verleihungsordnung.

### **Bachelor-Preis**

Der „Bachelor-Preis Geodäsie und Geoinformatik“ honoriert hervorragende Leistungen im Bereich der Schlüsselkompetenzen. Der Preis besteht aus einem Geldbetrag in Höhe von € 500,- sowie einer Verleihungsurkunde und wird jährlich verliehen. Näheres regelt die Verleihungsordnung.

### **Geodätische Exkursionen**

1. Bei der Förderung werden nur die Studierenden berücksichtigt, die Mitglieder der Förderergesellschaft sind.
2. Auslandsexkursionen werden mit maximal 3000 Euro, Inlandsexkursionen mit maximal 2000 Euro gefördert.
3. Dem Antrag auf Förderung ist eine Kostenkalkulation beizufügen.
4. Der Förderbetrag wird nach Abschluss der Exkursion gegen Abrechnung an das Institut ausgezahlt, welches die Exkursion organisiert. Abschlagszahlungen bis zur Hälfte des Förderbetrages sind auf Antrag möglich.

### **Auslandsaufenthalte**

Auslandsaufenthalte können pro Geschäftsjahr insgesamt mit bis zu 1000 € gefördert werden. Die Einzelförderung beträgt maximal 400 €. Näheres regelt die Vergabeordnung.

# ANHANG - PERSONELLES

## GEODÄTISCHES INSTITUT

### MITARBEITER

**Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann**, Ingenieurgeodäsie und geodätische Auswertemethoden (Geschäftsführender Leiter)

**Prof. Dr.-Ing. Winrich Voß**, Flächen- und Immobilienmanagement

**Dr.-Ing. Hamza Alkhatib**, AG-Leiter im Bereich "Geodätische Auswertemethoden"

**M.Sc. Keno Bakker**, Interoperabilität von Geodaten am Beispiel aktueller Aufgaben der Wertermittlung (Minist. des Innern Niedersachsen)

**M.Sc. Jörn Bannert**, Stadt-Land-Wandel: Innovative Ansätze zur Sicherung der Daseinsvorsorge im ländlichen Raum (ab 01.07.2016)

**Dipl.- Betriebswirtin (FH) Christine Bödeker**, Organisation Lehre und Geschäftszimmer

**M.Sc. Johannes Bureick**, Automatisierte Vermessung von Führungs-, Leit- und Fahrschienen im industriellen automatisierten Umfeld (AiF)

**M.Sc. Dmitri Diener**, Weiterentwicklung eines Systems zur kinematischen Positionierung und Echtzeitauswertung eines selbstfahrenden Schienenmesswagens (ab 01.11.2016)

**M.Sc. Alexander Dorndorf**, Immobilienbewertung in kaufpreisarmen Lagen durch ein robustes Bayesisches hedonisches Modell (DFG)

**Dipl.-Ing. Ilka von Gösseln**, Effizienzoptimierung und Qualitätssicherung ingenieurgeodätischer Prozesse

**Karin Hapke**, Geschäftszimmer (bis 31.03.2016)

**Dipl.-Ing. Jens Hartmann**, Entwicklung neuer Konzepte für das hochgenaue kinematische terrestrische Laserscanning (BMW i)

**Dr.-Ing. Boris Kargoll**, AG-Leiter im Bereich "Geodätische Auswertemethoden" (ab 01.03.2016)

**M.Sc. Rony Uli Kelting**, Sensorik und Labore

**B.Eng. Johannes Link**, Mechatroniklabor und Administration

**M.Sc. Mohammad Omidalizarandi**, Raum-zeitliches Monitoring von Brückenbauwerken mittels Low-Cost-Sensorik (AiF) (ab 01.12.2016)

**Dr.-Ing. Jens-André Paffenholz**, AG-Leiter im Bereich „Ingenieurgeodäsie“

**Dipl.- Geol. Nadja Reusch**, Geschäftszimmer

**Dr.-Ing. Markus Schaffert**, Branding von Stadt-Land-Regionen durch Kulturlandschaftscharakteristika (BMBF), AG-Leiter im Bereich "Flächen- und Immobilienmanagement"

**Dipl.-Ing. Ulrich Stenz**, FrOLE – MoVEQuad, 3D-Punktwolken-Fusionierung und Prozessmodelle für die Daten-Qualitätsanalyse (AiF)

**Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Tegeler**, Vermessungstechnische Sammlung

**M.Sc. Sören Vogel**, Entwicklung neuer Auswertemodelle und –verfahren für kinematische Multisensorsysteme

**M.Sc. Yvonne Weßel**, Flächen- und Immobilienmanagement

(bis 31.03.2016)

**M.Sc. Janetta Wodniok**, Geodätisches Monitoring von Großbauwerken

**Dr.-Ing. Xiangyang Xu**, TLS-basierte Verifikation von FEM-Modellen

(ab 01.09.2016)

**Dr. Hao Yang**, Parametrische Identifikation beim Monitoring

**M.Sc. Yin Zhang**, Steuerung und Optimierung von Messprozessen durch die Berücksichtigung von Kostenfunktionen (DFG)

#### EXTERNE DOKTORANDEN

**Dipl.-Ing. Bashar Ali**, Folgen des demografischen Wandels am Beispiel der Grundschulen

**M.Sc. Andreas Becker**, Qualitätssteigerung des geodätischen Monitorings

**Dipl.-Ing. Dirk Dennig**, Automatisierte Vermessung von Führungs-, Leit- und Fahrschienen im industriellen automatisierten Umfeld

**Dipl.-Ing. René Gudat**, Markttransparenz am Grundstücks- und Immobilienmarkt

**Dipl.-Ing. Reinhard Mundt**, Ableitung von Bodenwerten aus Kaufpreisen bebauter Grundstücke

**Dipl.-Ing. Sebastian Horst**, Unterstützung von Entscheidungsprozessen beim geodätischen Monitoring

**Dr.-Ing. Shahzad Sayyad**, Integration des terrestrischen Laserscannings mit Digitalkameras (2016 promoviert zum Dr.-Ing.)

**Dr.-Ing. Sebastian Zaddach**, Zum Beitrag Bayesscher Schätzverfahren in der Vergleichswertermittlung (2016 promoviert zum Dr.-Ing.)

#### GÄSTE

**Dr.-Ing. Xiangyang Xu**, CSC-Stipendiatin im Bereich der TLS-basierten Verifikation von FEM-Modellen (bis 31.08.2016, 2016 promoviert zum Dr.-Ing.)

**M.Sc. Xin Zhao**, CSC-Stipendiatin im Bereich der TLS-basierten kinematischen Deformationsanalyse

**M.Sc. Wei Xu**, Optimization of the surface model and real-time monitoring based on laser scanning and finite element method (ab 01.12.2016)

#### FWJ-FREIWILLIGES WISSENSCHAFTLICHES JAHR

**Dominik Woiwode**, Freiwilliges Wissenschaftliches Jahr (bis 31.08.2016)

#### MITGLIEDSCHAFTEN IN NATIONALEN UND INTERNATIONALEN FACHGREMIEN

**Alkhatib, H.:** Mitglied der IAG Study Group IC-SG2 und IC-SG3 der Intercommission Committee in Theory (ICCT) der International Association of Geodesy (IAG)

International Workshop on the Quality of Geodetic Observation and Monitoring Systems QuGOMS (IAG); Programm-Chair und Haupt-Editor

Mitglied im Deutschen Institut für Normung (DIN), Komitee, NA 005-03-04 AA "Geodätische Instrumente und Geräte (SpA zu ISO/TC 172/SC 6)"

**Bakker, K.:** BWB-Beauftragter des DVW Landesvereins Niedersachsen/Bremen 143

**Neumann, I.:** Ordentliches Mitglied des Ausschusses Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (DGK)

Mitglied in der Abteilung Ingenieurgeodäsie der DGK

Mitglied in der AG „Öffentlichkeitsarbeit“ der DGK

Mitglied im DVW – AK 3, Leiter der Arbeitsgruppe „Qualitätsmodelle und Qualitätssicherung“

Ordentliches Mitglied in der GKGM „Gesellschaft zur Kalibrierung Geodätischer Messmittel“

Mitglied im Deutschen Institut für Normung (DIN, NA 005-03-04 AA "Geodätische Instrumente und Sensoren")

Deutscher Delegierter des DIN im ISO/TC 172/SC 6 „Geodetic and surveying instruments“

Mitglied im Verband Deutscher Vermessungsingenieure (VDV)

**Paffenholz, J.-A.:** Member of the IAG (International Association of Geodesy) Commission 4 Working Group 4.1.3 "3D point cloud based spatio-temporal monitoring"; position held: chair (07/2015 – 06/2019)

Gewähltes Mitglied des DVW-Arbeitskreises 4 "Ingenieurgeodäsie" (01/2015-12/2018)

Mitglied im Vorstand des DVW Landesvereins Niedersachsen-Bremen e. V.;

Wahrnehmung des Amtes des Schriftführers (seit 06/2007)

**Schaffert, M.:** Mitglied im DVW Arbeitskreis 2 „Geoinformation / Geoinformatik“

Mitglied der Europäischen Akademie für Bodenordnung (EALD)

**Voß, W.:** Ordentliches Mitglied des Ausschusses Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (DGK)

Mitglied des Lenkungskreises und der Abteilung „Land- und Immobilienmanagement“ der DGK

Sprecher des Forschungszentrums TRUST (Transdisciplinary Rural and Urban Spatial Transformation) an der LUH

Mitglied im Vorstand der Europäischen Akademie für Bodenordnung / European Academy of Land Use and Development (EALD).

Mitglied im Vorstand des TRUST-/ARL-Promotionskollegs "Räumliche Transformation"

Mitglied FIG Task Force „Real Estate Market Studies“

Mitglied im DVW – AK 6 "Immobilienwertermittlung"

Mitglied im Editorial Board der ZfV, Bereich Landmanagement

Mitglied des Beirates für Kommunalentwicklung Rheinland Pfalz

Mitglied der Niedersächsischen Akademie Ländlicher Raum e. V. (ALR)

Ehrenamtlicher Gutachter des Oberen Gutachterausschusses für Grundstückswerte in Niedersachsen und des Gutachterausschusses in Hameln-Hannover

## INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

### MITARBEITER

- Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Müller**, Physikalische Geodäsie, Geschäftsführender Leiter
- Prof. Dr.-Ing. Steffen Schön**, Positionierung und Navigation, GNSS
- Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Günter Seeber**, Professor im Ruhestand
- Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Torge**, Emeritusprofessor
- Prof. Dr.-Ing. Jakob Flury**, SFB Sprecher
- M.Sc. Guy Apelbaum**, SFB: Twangs und andere Umwelteinflüsse bei GRACE
- Dr.-Ing. Tamara Bandikova**, Gravity Recovery and Climate Experiment (bis 31.03.2016)
- M.Sc. Saniya Behzadpour**, SFB: Globale Schwerefeldbestimmung aus GRACE Daten, in Kooperation mit TU Graz
- Dr.-Ing. Liliane Biskupek**, SFB: Semi-Analytische Satellitenbahn-berechnung
- M.Sc. Christian Bischof**, GNSS-Highrate und Beschleunigungen, Bürgernahes Flugzeug
- M.Sc. Mohamed Bochkati**, Quanten- und Inertialnavigation (ab 01.12.2016)
- Dr.-Ing. Johannes Bouman**, geo-Q Geschäftsführer (01.02.-30.06.2016)
- Dipl.-Ing. Phillip Brieden**, GOCE und künftige Satellitenmissionen (bis 31.12.2016)
- M.Sc. Santoshkumar Burla**, SFB: Sensorfusion für GRACE Follow-On
- Dr.-Ing. Heiner Denker**, Schwerefeldmodellierung, SFB PI
- Dr.-Ing. Balaji Devaraju**, SFB: De-Aliasing von Satellitenbeobachtungen
- Dr. Karim Douch**, SFB: Optische Gradiometrie
- M.Sc. Nicolas Garcia-Fernandez**, Graduiertenkolleg i.c.sens (ab 01.12.2016)
- M.Sc. Melanie Garmann**, Integrität und Navigation (bis 29.02.2016)
- M.Sc. Sujata Goswami**, SFB: Untersuchung von GRACE Residuen
- M.A. Petra Heldt-Bertrand**, SFB Sekretariat
- Dipl.-Soz.wiss. Ulrike Hepperle**, Geschäftszimmer
- Dipl.-Ing. Franz Hofmann**, DFG-Projekt: Mondreferenzsysteme
- Dr.-Ing. Tobias Kersten**, BMBF-Projekt SIMULTAN
- M.Sc. Thomas Krawinkel**, GNSS und Uhren
- Dipl.-Ing. Ortwin Krüger**, Technik (bis 31.12.2016)
- Dipl.-Ing. Franziska Kube**, DFG-Projekt: Turbulenztheorie und GNSS
- M.Sc. Lars Leßmann**, SFB: Modellierung von Massenvariationen in Skandinavien
- Dr.-Ing. Miao Lin**, SFB: Regional Gravity Field Modeling & relativistic Geodesy

**Dr.-Ing. habil. Enrico Mai**, DFG-Projekt: Baryzentrische Ephemeriden, SFB PI

**B. Eng. Thomas Maschke**, Technik

**Bärbel Miek**, Geschäftszimmer

**Dr.-Ing. Majid Naeimi**, SFB: Global Gravity Field Modeling from satellite to satellite tracking data, GFR team

**M.Sc. Le Ren**, DFG Projekt zu SWARM: GPS Ionosphärenmodellierung/ kinematische Orbits

**M.Sc. Manuel Schilling**, Gravimetrie und Physikalische Geodäsie

**Dr.-Ing. Akbar Shabanloui**, Permafrost/Satellitengravimetrie

**Dr.-Ing. Sergei Svitlov**, Gravimetrie, Satellitenmissionen

**Dr.-Ing. Ludger Timmen**, Gravimetrie und Physikalische Geodäsie

**M.Sc. Christoph Wallat**, SFB: Satellitenpositionierung und Uhrmodellierung

**Dr.-Ing. Matthias Weigelt**, geo-Q Geschäftsführer (seit 01.11..2016)

**M.Sc. Hu Wu**, ESA-Projekt: Satelliten-Gradiometrie

#### GÄSTE

**Dr. Henryk Dobsław**, GFZ, Juni

**Dr. Eelco Doornbos**, TU Delft, April

**Prof. Jim Faller**, JILA, Juni

**Prof. Christopher Jekeli**, Ohio State University, Juni bis August

**Prof. Sergei Kopeikin**, University of Missouri, Juni

**Prof. Torsten Mayer-Gürr**, TU Graz, Juli

**Dana Anderson**, JILA, August

**Jason Williams**, JPL, August

#### FWJ-FREIWILLIGES WISSENSCHAFTLICHES JAHR

**Daniel Rotter** (bis 31.08.2016)

**Jennifer Schulze** (ab 01.09.2016)

#### EHRUNGEN



Der Young Author Award Geodäsie des DVW zur Nachwuchsförderung im Bereich Geodäsie wurde Herrn **Dipl.- Ing. Franz Hofmann** (Hannover) für seine Veröffentlichung in der zfv 6/2015 mit dem Titel „Lunar Laser Ranging: Das Erde-Mond-System und Tests der Einstein'schen Gravitationstheorie“ verliehen.

**ÜBERGABE DES DVW YOUNG AUTHOR AWARD  
GEODÄSIE DURCH DEN LEITER DES AK7 PROF.  
STEFFEN SCHÖN AN DIPL.- ING. FRANZ HOFMANN**

**Prof. (em.) Dr.-Ing Wolfgang Torge**, 50. Promotionsjubiläums mit Festvortrag durch Prof. J. Faller im Rahmen des Geodätischen Kolloquiums, siehe Seite 4.

## MITGLIEDSCHAFTEN IN NATIONALEN UND INTERNATIONALEN FACHGREMIEN

**Denker, H.:** Associate Editor, Geodetic Theory & Applications, Marine Geodesy (seit 01.01.2008)

International Association of Geodesy (IAG) Fellow

Chair IAG Sub-Commission SC2.4a "Gravity and Geoid in Europe"

Member International Gravity Field Service (IGFS) Advisory Board

Advisor International Service for the Geoid (IGS)

Member IAG Joint Study Group JSG 0.15: Regional geoid/quasi-geoid modelling – Theoretical framework for the subcentimetre accuracy

Corresponding Member IAG Joint Working Group JWG 2.2.1: Integration and validation of local geoid estimates

**Flury, J.:** Mitglied im Board of Representatives des Swarm Data, Innovation and Science Cluster (DISC) der ESA

Chair der neuen IAG Joint Working Group JWG2.1 „Relativistic Geodesy: First steps towards a new geodetic technique“

**Müller, J.:** Sprecher der GGOS Standing Committee on Satellite Missions (seit 2015)

Mitglied im wissenschaftlichen Beirat des GFZ (2011 - 2016)

Mitglied des ESA Earth Science Advisory Committee (ESAC), 2009 - 2013

Ordentliches Mitglied in der Klasse für Ingenieurwissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, seit 1.1.2012 deren Vorsitzender

IAG-Vertreter im Nationalen Komitee für Geodäsie und Geophysik (NKG), seit Dezember 2011 NKG-Vorsitzender, und Vertreter Deutschlands in der IAG und in der IUGG

Federführender Schriftleiter, zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement

International Earth Rotation Service (IERS): ILRS-Vertreter im IERS Directing Board (2006 - 2016)

International Laser Ranging Service (ILRS): LLR-Vertreter im ILRS Governing Board (2006 - 2016), Lunar Analysis Center, Analysis Working Group

Mitglied der DGK (Ausschuss Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften) sowie in der Abteilung „Erdmessung“, seit 2015 deren Vorsitzender

Mitglied im DVW-Vorstand (seit 1.1.2011) sowie im DVW AK 7 „Experimentelle, Angewandte und Theoretische Geodäsie“, Organisation der Geodätischen Woche

Mitglied im Europäischen GRACE Science Team und weiterer Verbundprojekte zur Untersuchung von Schwerefeldsatellitenmissionen.

Sprecher und Koordination der DFG-Forschungsgruppe „Erdrotation und globale dynamische Prozesse“ (offizieller Abschluss 2015)

Mitglied im Vorstand der Leibniz Forschungsschule QUEST (Quantum Engineering and Space-Time Research) an der Leibniz Universität Hannover

Mitglied im Vorstand der Forschungsinitiative FI:GEO an der Leibniz Universität Hannover

Mitglied im Vorstand des SFB 1128 geo-Q (Relativistic geodesy and gravimetry with quantum sensors) an der Leibniz Universität Hannover

**Schön, S.:** Mitglied der IGS Antenna Working Group und der IGS Troposphere Working Group

Ordentliches Mitglied der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

Leiter des DVW-AK7

**Svitlov, S.:** Mitglied, IAG Working Group JWG 2.1 "Techniques and Metrology in Absolute Gravimetry"

**Timmen, L.:** Geodätische Leitung des nationalen Arbeitskreises Geodäsie und Geophysik (AKGG)

Mitglied, IAG Working Group JWG 2.1.1 "Establishment of a global absolute gravity reference system"

Mitglied, IAG Working Group WG 2.1: Techniques and metrology in terrestrial (land, marine, airborne) gravimetry

#### AUSLANDSAUFENTHALTE

**Dr. Sergiy Svitlov** has visited Earthquake Research Institute (ERI), the University of Tokyo (Japan) from 06.10.2016 till 20.11.2016 under the ERI short-term visiting program, and contributed to the project "Development of a compact absolute gravimeter for advanced observations of volcanic activities" (project report is available at <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/kokusai/english/vr/index.html>)

## INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK

### MITARBEITER

- Prof. Dr.-Ing. Monika Sester**, Geschäftsführende Leiterin  
**apl. Prof. Dr.-Ing. Claus Brenner**, Mobile Mapping  
**Dipl.-Phys. Fabian Bock**, DFG-SocialCars – Automatische Generierung von dynamischen Parkplatzkarten mittels Crowd-Sensing  
**M. Sc. Steffen Busch**, dynamische kooperative Karten (DFG)  
**M. Sc. Paul Czioska**, DFG-SocialCars – Bestimmung von geeigneten Haltestellenpositionen in flexiblen Nahverkehrssystemen  
**M.Sc. Yu Feng**, Data Mining in sozialen Netzwerken (BMBF)  
**M.Sc. Comp. Ing. Udo Feuerhake**, Dezentrale Interpretation von Bewegungstrajektorien  
**M. Sc. Geoinf. Daniel Fitzner (bis 31.12.16)**, RainCars - Verteilte Erfassung des Niederschlags mit einem mobilen Geosensornetz (DFG)  
**Dipl.-Ing. Sabine Hofmann**, Landmarken basierte Positionsbestimmung  
**Dipl.-Inf. Colin Kuntzsch**, Mustererkennung in Personentracks  
**Dipl.-Ing. Julia Schachtschneider (seit 01.12.16)**, DFG-i.c.sens – Massiv kollaborative Erfassung von dynamischen Umgebungen  
**M.Sc. Alexander Schlichting**, Umgebungsinformation aus Mobile Mapping Daten  
**Evelin Schramm**, Institutssekretärin  
**Dipl.-Ing. Malte Jan Schulze**, Systemadministration, Geodatenintegration  
**Dipl.-Ing. Frank Thiemann**, Generalisierung von Landnutzungsflächen  
**M. Sc. Stefania Zourlidou**, Trajektorienanalyse

### EXTERNE DOKTORANDEN

- M.Sc. Oliver Röth**, Extraktion hochgenauer Fahrspurgeomtrie

### GÄSTE

Herr **Ronny Kutadinata** (15.02. - 26.02.2016), und Frau **Zahra Navidkashani** (22.08. - 02.09.2016), beide University of Melbourne, Australien, forschten im Rahmen des DFG Graduiertenkollegs SocialCars am igk. Der Austausch wurde unterstützt vom DAAD in Kooperation mit dem Project iMoD an der Universität Melbourne.

Weitere Informationen erhalten Sie unter [www.socialcars.org/](http://www.socialcars.org/) und <http://imod-au.info/>

Frau **Karen Xia**, 25.5. – 10.8.2016, Columbia University New York, USA, forschte am igk zum Thema „Spatio-Temporal Statistical and Clustering Analysis on Long-Term Parking Meter Data“. Der Aufenthalt wurde durch das DAAD RISE Austauschprogramm gefördert.

Frau **Juliana Siqueira-Gay** (8.12.2016 – 24.2.2017) Master-Studentin im Fach Transportation Engineering an der Polytechnic School, University of São Paulo, Brasilien, bearbeitet am igk das Projekt "Mining the spatial inequalities: an essay of São Paulo". Der dreimonatige Aufenthalt wird durch ein CAPES-Stipendium (Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel) gefördert.

## FREIWILLIGES WISSENSCHAFTLICHES JAHR

**Hendrik Dybus** (seit 01.09.2016)

**Hannah Rost** (01.09.2015 bis 31.08.2016)

Wie bereits in den vergangenen Jahren beteiligte sich unser Institut am freiwilligen wissenschaftlichen Jahr und ermöglichte einer Abiturientin einen 12-monatigen Einblick in das wissenschaftliche Arbeiten an der Universität.

Im Rahmen des Projekts lernte Frau **Hannah Rost** wissenschaftliche Grundlagen wie Mathematik und Programmiersprachen und gleichzeitig den praktischen Umgang mit Robotern. Nach einer kurzen Einarbeitungszeit unterstützte sie unser Institut außerdem in der Lehre durch die Betreuung von Studierenden in den NuUR Praxisprojekten beim Programmieren autonomer Roboter und im Praxisprojekt Topographie bei der Vermessung einer Burg. In einem größeren eigenständigen Projekt nutzte Frau Rost Bilderkennungsalgorithmen, um einem Roboter das Zeichnen von Portraits beizubringen. Die entstandenen Kunstwerke wurden bereits von vielen Personen z.B. während der „Nacht, die Wissenschaft“ im November dieses Jahres bestaunt.



## EHRUNGEN

Herr **Daniel Fitzner** und Frau **Monika Sester** haben mit dem Paper "Decentralized Gradient-based Field Motion Estimation with a Wireless Sensor Network" bei der Konferenz 'Sensornets 2016' in Rom den 'Best Student Paper Award' gewonnen. Der Preis wird für Veröffentlichungen vergeben, bei denen der Erstautor Doktorand ist. Insgesamt wurden bei der Konferenz nur 13% aller Einreichungen als Full Paper akzeptiert.

Die Veröffentlichung "Autonomous car and ride sharing: flexible road trains" von Frau **Monika Sester** und Kollegen wurde bei der 24. ACM SIGSPATIAL 2016 mit dem Best Vision Paper Preis ausgezeichnet.

Frau **Prof. Sester** wurde beim Kongress der ISPRS in Prag für ihre Aktivitäten als Arbeitsgruppenleiterin der AG „Mobility: Tracking, Analysis and Communication“ mit der „President's Honorary Citation“ geehrt.

## MITGLIEDSCHAFTEN IN NATIONALEN UND INTERNATIONALEN FACHGREMIEN

**Sester, M.:** Ordentliches Mitglied der Deutschen Geodätischen Kommission (DGK) bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

Ordentliches Mitglied der Braunschweiger Wissenschaftlichen Gesellschaft in der Klasse für Ingenieurwissenschaften

Ordentliches Mitglied der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech)

Sprecherin der Forschungsinitiative FI:GEO der Leibniz Universität Hannover (zusammen mit Prof. Francois Holtz, Mineralogie)

Leiterin der Sektion Hannover der Deutschen Gesellschaft für Kartographie (DGfK)

Mitglied des Vorstands der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung (DGPF)

Mitglied der DFG-Senatskommission für Zukunftsaufgaben der Geowissenschaften (ZAG, früher Geokommission)

Mitglied im DFG-Unterausschuss für Informationsmanagement

Mitglied im wissenschaftlichen Beirat des AGeoBW

Leiterin WG II/8, Mobility: tracking, analysis and communication (zusammen Stephan Winter, Australien, XiaoGuang Zhou, China)

Leiterin der Sektion Hannover der Deutschen Gesellschaft für Kartographie (DGfK)

Vizepräsidentin der Internationalen Kartographischen Gesellschaft

## AUSLANDSAUFENTHALTE

### **Fabian Bock @ Universität Neapel Federico II, Italien**

Im Zeitraum vom 1. September bis 26. November verbrachte Fabian Bock einen Forschungsaufenthalt in Neapel (Italien). Fokus dieses Aufenthalts war die intensivere Zusammenarbeit mit Professor Sergio Di Martino an der Universität Neapel Federico II. Darüber hinaus fand ein enger Austausch mit weiteren Forschern vor Ort statt. Schwerpunkt der Forschung war die Untersuchung, inwiefern Fahrten von Taxis aufgrund ihrer raum-zeitlichen Verteilung auch geeignet sind, die Parkplatzverfügbarkeit am Straßenrand über Sensoren ausreichend häufig erfassen. Dazu wurden Taxitrajektorien von mehr als 500 Taxis in San Francisco analysiert und mit Parkplatzdaten aus dem SFpark Projekt verknüpft. Als Ergebnis der Zusammenarbeit konnte ein Artikel für die AGILE Konferenz eingereicht werden.

### **Paul Czioska @ University of Melbourne, Australien**

Im Rahmen eines vom DAAD geförderten Kooperationsprojektes zwischen dem igk und der University of Melbourne waren im Jahr 2016 zwei australische Gastwissenschaftler zu Besuch in Hannover: Ronny Kutadinata und Zahra Navidikashani. Im Austausch ging Paul Czioska im September für knapp fünf Wochen nach Melbourne. Bereits beim ersten Besuch von Ronny Kutadinata wurde ein gemeinschaftliches Forschungsprojekt gestartet, mit dem die bisherigen Arbeiten über bedarfsgerechte Verkehre in Städten zusammengefasst werden sollen und dessen Publikation sich aktuell in der Bearbeitung befindet. Der Aufenthalt im winterlichen Melbourne war eine in jeder Hinsicht lohnenswerte Erfahrung. Die sehr international aufgestellte Universität bietet viele Möglichkeiten zum Austausch mit Studenten und Wissenschaftlern, und auch die Stadt mit der imposanten Skyline hat jede Menge zu bieten. Besonders bemerkenswert waren die alten Traditionen in der Unterkunft, dem University College: Während den Semesterzeiten wurde jede Woche zum High Table Dinner geladen, zu dem man auch als Gastwissenschaftler geladen war und nur mit akademischer Robe erscheinen durfte. Im nächsten Jahr stehen weitere gegenseitige Besuche mit der University of Melbourne an.

## INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND GEOINFORMATION

### MITARBEITER

- Prof. Dr.-Ing. Christian Heipke**, Photogrammetrie und Fernerkundung  
**apl. Prof. Dr. techn. Franz Rottensteiner**, Bildanalyse  
**em. Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Gottfried Konecny**, Emeritusprofessor  
**M.Sc. Lena Albert**, Probabilistische Klassifikationsverfahren (bis 31.12.2016)  
**M.Sc. Gregor Blott**, Personenwiedererkennung in Bildsequenzen (externer Doktorand von Bosch, seit 15.12.2016)  
**Dipl.-Ing. Uwe Bolte**, Systemadministration  
**Dipl.-Ing. Jonas Bostelmann**, Mars Express Bilddatenauswertung  
**B.Sc. Uwe Breitkopf**, Systemadministration  
**M.Sc. Chen Lin**, Punktmerkmale und -deskriptoren  
**M.Sc. Maximilian Coenen**, Analyse von Stereobildsequenzen  
**Dr.-Ing. Richard Guercke**, Bildsequenzanalyse (bis 30.04.2016)  
**Dr.-Ing. Karsten Jacobsen**, Geometrie von Luft- und Satellitenbildern  
**Dipl.-Geogr. Andre Kalia**, Permanent Scatterer Interferometrie (externer Doktorand der BGR, seit 01.09.2016)  
**Dipl.-Ing. Tobias Klinger**, Personendetektion aus Bildsequenzen  
**M.Sc. Christian Kruse**, Erkennung von Kriegsschäden in Luftbildern (seit 01.02.2016)  
**M.Sc. Alina Maas**, Änderungdetektion aus Luft- und Satellitenbildern  
**Dr.-Ing. Moritz Menze**, 3D-Personenrekonstruktion (bis 31.01.2016)  
**M.Sc. Uyen Nguyen**, Personenverfolgung in Bildsequenzen (seit 01.12.2016)  
**Dipl.-Ing. Joachim Niemeyer**, Full-Waveform-Laserscanning (bis 31.12.2016)  
**Dipl.-Ing. Andreas Paul**, Transferlernen in der Bilddatenklassifikation  
**Annette Radtke**, Sekretariat ISPRS  
**M.Sc. Martin Reich**, Photogrammetrie mit UAV (bis 31.08.2016)  
**Claudia Sander**, Sekretariat  
**M.Sc. Lukas Schack**, Fusion optischer mit Radardaten (bis 30.09.2016)  
**M.Sc. Alena Schmidt**, Laserscanning in Wattgebieten  
**M.Sc. Yujin Song**, Geometrische photogrammetrische Verfahren (bis 31.12.2016)  
**Dr. Torge Steensen**, Fernerkundung und Biomasse  
**M.Sc. Jakob Unger**, Photogrammetrie mit UAV  
**Dipl.-Ing. Murat Ürün**, Nahbereichsphotogrammetrie (externer Doktorand von VW-Nutzfahrzeuge)  
**M.Sc. Wang Xin**, Orientierung ungeordneter Bilddaten (CSCStipendiat, seit 16.10.2016)  
**Dr.-Ing. Manfred Wiggenhagen**, Nahbereichsphotogrammetrie

**M.Sc. Chun Yang**, Convolutional Neural Networks (seit 01.11.2016)

## GÄSTE

**Masashi Arai**, Geospatial Information Authority (GSI), Tsukuba, Japan, April 2015 - März 2016, Radarinterferometrie

**M.Sc. Kamila Pawluszek**, Wroclaw University, Oktober 2015 - Juni 2016, SAR für Hangrutschungsgebiete

**M.Sc. Pedro Marco Achancaray Diaz**, PUC Rio de Janeiro, April 2016 - März 2017, Probabilistische Bildanalyse

**Can Atalay**, Bülent Ecevit Universität, Zonguldak, Türkei, Juli 2016, Auswertung von Pleiades Satellitenbildaufnahmen

**Prof. Dengfeng Chai**, Zhejiang University Hangzhou, Juli-September 2016, Markierte Punktprozesse

**M.Sc. Hajnalka Neuberger**, TU Budapest, Oktober 2016 - Februar 2017, Luftgestütztes Laserscanning

**M.Sc. Merve Erdemir**, TU Gebze (Türkei), Oktober 2016 - Februar 2017, Building detection from point cloud data

## EHRUNGEN

**Dr.-Ing Moritz Menze** erhielt im Dezember 2016 für seine im Mai am IPI abgeschlossene Dissertation zum Thema *Object Scene Flow*, die sowohl theoretisch als auch hinsichtlich der erreichten praktischen Ergebnisse einen bemerkenswerten Stand erreicht hat, den Preis der Victor Rizkallah-Stiftung.



V.L.N.R. PROF. LOHAUS, PROF. RIZKALLAH, DR. HOLLSTEIN, URSULA RIZKALLAH, M.SC. ROSPUNT, M.SC. FÜLSCHER, DR.-ING. HÄCKELL, DR.-ING. BECHTEL, DR.-ING. LANGEJÜRGEN, DR.-ING. GRIGUTSCH, DR.-ING. MENZE, BILDQUELLE: THOMAS DAMM

**M.Sc. Max Coenen**, wissenschaftlicher Mitarbeiter des IPI, wurde im Rahmen der Dreiländertagung in Bern am 08.06.2016 für seine am IPI erstellte Masterarbeit „Klassifikation von Stereobildern aus Mobile-Mapping Daten mittels Conditional Random Fields“ (Betreuer: apl. Prof. Franz Rottensteiner) mit dem 1. Platz des Karl-Kraus-Nachwuchsförderpreises ausgezeichnet. Der Preis wird jährlich gemeinsam von der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geo-information (DGPF), der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung

und Geoinformation (OVG) und der Schweizerischen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung (SGPF) für herausragende Bachelor-, Master- und Diplomarbeiten vergeben.



VON LINKS: **PROF. UWE STILLA**, **URSULA KRAUS**, **ANGELIKA XAVER (2. PREIS)**, **MAX COENEN (1. PREIS)**, **OLIVER KAHMEN (3. PREIS)**, **PROF. ANSGAR BRUNN**

Prof. Ian Dowman, **Dr. Karsten Jacobsen**, **Prof. Gottfried Konecny** und Dr. Rainer Sandau erhielten die ISPRS Karl Kraus Medaille für ihr Lehrbuch „High Resolution Satellite Optical Imagery“.

#### MITGLIEDSCHAFTEN IN NATIONALEN UND INTERNATIONALEN FACHGREMIEN

**Heipke, C.:** Präsident der International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)

Ordentliches Mitglied der Deutschen Geodätischen Kommission (DGK) bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

Ordentliches Mitglied der Braunschweiger Wissenschaftlichen Gesellschaft in der Klasse für Ingenieurwissenschaften

Ordentliches Mitglied der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech)

Mitglied der International Academy of Astronautics (seit 2016)

Mitglied des Redaktionsbeirates der Zeitschrift Photogrammetrie • Fernerkundung • Geoinformation

Mitglied des Kuratoriums des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (IOSB), Karlsruhe und Ettlingen

Externer Gutachter des Comité Scientifique-Technique (CST), IGN-Paris

**Jacobsen, K.:** Stellvertretender Vorsitz der ISPRS Arbeitsgruppe I/4 „Calibration and Validation of Satellite Sensors

Stellvertretender Vorsitzender der EARSeL Interest Group „3D Remote Sensing“

Stellvertretender Vorsitzender des DGPF Arbeitskreises „Sensoren und Plattformen“

**Konecny, G.:** Entpflichtetes Mitglied der Deutschen Geodätischen Kommission (DGK) der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

Vorsitzender der Beratungsgruppe für Entwicklungszusammenarbeit im Vermessungs- und Geoinformationswesen der Bundesrepublik Deutschland

Vorstandsmitglied (Honorary Vice President) der European Association of Remote Sensing Laboratories (EARSeL)

Stellvertretender Vorsitz der ISPRS Arbeitsgruppe V/7 „Innovative Technologies in Training Civil Engineers and Architects“

**Rottensteiner, F.:** Vorsitzender der ISPRS Arbeitsgruppe II/4 "3D Scene Analysis"

Schriftleiter der Zeitschrift "Photogrammetrie Fernerkundung Geoinformation" für das Fachgebiet Photogrammetrie

## WORKSHOPS

**Jacobsen, K.:** Maßgebliche Gestaltung und Durchführung der "1st Geospatial Information Days – Geospatial Information from Image and Point Cloud" an der Bülent Ecevit Universität, Zonguldak, Türkei vom 25.-28.10.2016

Durchführung des Fortbildungskurses „Advances and Trends in Geomatics – Digital Terrain Analysis 2016“ an der Universidad de Colombia, Bogotá, vom 21.-25.11.2016

# PUBLIKATIONEN UND VORTRÄGE

## GEODÄTISCHES INSTITUT

### BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Alkhatib, H., Weitkamp, A., Zaddach, S., Neumann, I. (2016): Realistische Unsicherheitsschätzung des Verkehrswertes durch ein Fuzzy-Bayes-Vergleichswertverfahren, In: Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement (zfv), Vol. 141, No. 3, pp. 169-178.
- Bureick, J., Alkhatib, H., Neumann, I. (2016): Robust Spatial Approximation of Laser Scanner Point Clouds by Means of Free-form Curve Approaches in Deformation Analysis, In: Journal of Applied Geodesy 10 (1), S. 27–35. DOI: 10.1515/jag-2015-0020.
- Bureick, J., Neuner, H., Harmening, C., Neumann, I. (2016): Curve and Surface Approximation of 3D Point Clouds, In: allgemeine vermessungs-nachrichten (avn) 123. Jahrgang (2016) Nr. 11-12, S. 315-327.
- Hartmann, J., Marschel, L., Dorndorf, A., Paffenholz, J.-A. (2016): Ein objektraumbasierter und durch Referenzmessungen gestützter Kalibrierprozess für ein k-TLS-basiertes Multi-Sensor-System, Akzeptierter Beitrag für allgemeine vermessungs-nachrichten (avn). 124. Jg., Heft 1-2, 2017 im Druck.
- Hesse, Ch., Neumann, I., Wodniok, J., Lippmann, G.: (2016): Monitoring von Großbauwerken an der Schnittstelle zwischen Geodäsie, Bauingenieurwesen und Maschinenbau am Beispiel des Schiffshebewerkes Lüneburg, In: ZfV Nr. 05/2016, S. 306 - 316. DOI: 10.12902/zfv-0133-2016.
- Omidalizarandi, M., Paffenholz, J.-A., Stenz, U., Neumann, I. (2016): Highly Accurate Calibration of Terrestrial Laser Scanner and Digital Camera for Structural Monitoring Applications, In: Proceedings of the 3rd Joint International Symposium on Deformation Monitoring (JISDM), Vienna, March 30 - April 1, p. 8.
- Paffenholz, J.-A., Alkhatib, H., Stenz, U., Neumann, I. (2016): Aspekte der Qualitätssicherung von Multi-Sensor-Systemen, Akzeptierter Beitrag für allgemeine vermessungs-nachrichten (avn).
- Schaffert, M., Steensen, T., Wenger, F.C. (2016): Landbedeckungsveränderungen in der Metropolregion Hamburg (1990-2006). Ein räumlich-zeitlicher Vergleich als Beitrag zur Charakterisierung von Kulturlandschaften, In: Flächenmanagement und Bodenordnung (FUB) 4/2016, S. 149-159.
- Soot, M., Weitkamp, A., Dorndorf, A., Alkhatib, H., Jeschke, A. (2016): Analysis on Different Market Data for Real Estate Valuation – Investigations on German Real Estate Market, In: FIG (Hrsg.) Proceedings of FIG Working Week 2016. Christchurch, New Zealand, ISBN: ISBN 978-87-92853-52-3.
- Vogel, S., Alkhatib, H., Neumann, I. (2016): Accurate Indoor Georeferencing with Kinematic Multi Sensor Systems, In: IEEE International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (I-PIN) 2016, Alcalá de Henares (Madrid), Spain, October 4-7, p. 8.. DOI: 10.1109/IPIN.2016.7743601.
- Yang, H., Omidalizarandi, M., Xu, X., Neumann, I. (2016): Terrestrial laser scanning technology for deformation monitoring and surface modeling of arch structures, In: Journal of Composite Structure, DOI: 10.1016/j.compstruct.2016.10.095.
- Yang, H., Xu, X., Neumann, I. (2016): Laser Scanning-Based Updating of a Finite Element Model for Structural Health Monitoring, In: Sensors Journal, IEEE., DOI: 10.1109/JSEN.2015.2508965.
- Yang, H., Xu, X., Neumann, I. (2016): Optimal finite element model with response surface methodology for concrete structures based on Terrestrial Laser Scanning technology, In: Journal of Composite Structures, DOI: 10.1016/j.compstruct.2016.11.012.

### NICHT BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Bakker, K., Voß, W. (2016): Modell zur Bestimmung der Standortqualität für Immobilien aus Geobasis- und Geofachdaten (Makroebene). Nachrichtenblatt Nds. Vermessungs- und Katasterverwaltung, Heft 2/2016.
- Danielczyk, R., Klein, I., Lange, L., Steffenhagen-Koch, P., Voß, W., Weitkamp, A. (2016): Zur Rolle von kleinen und mittleren Unternehmen in ländlichen Räumen Niedersachsens. In: Albers, H.-H.; Hartenstein, F. (Hrsg.): CSR und Stadtentwicklung - Unternehmen als Partner für eine nachhaltige Stadtentwicklung. Verlag Springer Gabler, Berlin.

- Dorndorf, A., Soot, M., Weitkamp, A., Alkhatib, H. (2016): Development of a Robust Bayesian Approach for Real Estate Valuation in Areas with Few Transactions, In: FIG (Hrsg.) Proceedings of FIG Working Week 2016. Christchurch, New Zealand, ISBN: 978-87-92853-52-3.
- Gikas, V., Retscher, G., Kealy, A., Zhang, K., Paffenholz, J.-A., Ruotsalainen, L., Perakis, H., Santos, M. (2016): IAG SC 4.1 "Emerging Positioning Technologies and GNSS Augmentation" Objectives and Structure for the Term 2015-19, In: Proceedings of the 2016 European Navigation Conference, Helsinki, Finland, May 30 - June 2, p. 4.
- Haupt, M., Paffenholz, J.-A. (2016): 3D-Punktwolken basiertes Monitoring aus der Sicht eines Ingenieurbüros – Chancen und Herausforderungen, In: DVW e. V. (Hrsg.): Terrestrisches Laserscanning 2016 (TLS 2016). DVW-Schriftenreihe, Band 85, Wißner-Verlag, Augsburg, S. 75-87.
- Marschel, L., Hartmann, J., Dorndorf, A., Paffenholz, J.-A. (2016): Ein objektraumbasierter und durch Referenzmessungen gestützter Kalibrierprozess für ein k-TLS-basiertes Multi-Sensor-System, In: Luhmann T., Müller C. (Hg.) Photogrammetrie - Laserscanning - Optische 3D-Messtechnik. Beiträge der Oldenburger 3D-Tage 2016. Berlin: Wichmann, S. 31-41. ISBN: 978-3-87907-604-8.
- Omidizarandi, M. and Neumann, I. (2016): Fusion of TLS and image based measurements for monitoring of natural and artificial objects. In: Niemeier, W. und Riedel, B. (Hrsg.): Tagungsband Geomonitoring 2016, Braunschweig, S. 49-54.
- Paffenholz, J.-A., Bureick, J., Diener, D.; Link, J. (2016): Synchronization aspects of sensor and data fusion in a research multi-sensor-system, In: Proceedings of the 5th International Conference on Machine Control & Guidance. Clermont-Ferrand, France, October 5-6.

## VORTRÄGE UND POSTER

- Bureick, J., Alkhatib, H., Neumann, I. (2016): Robust Spatial Approximation of Laser Scanner Point Clouds by Means of Free-form Curve Approaches in Deformation Analysis, In: 3rd Joint International Symposium on Deformation Monitoring (JISDM), Vienna, Austria, from 30th March-1st April.
- Dorndorf, A., Soot, M., Weitkamp, A., Alkhatib, H. (2016): Development of a Robust Bayesian Approach for Real Estate Valuation in Areas with Few Transactions, FIG Working Week, Christchurch, New Zealand, 2-6 May.
- Gikas, V., Retscher, G., Kealy, A., Zhang, K., Paffenholz, J.-A., Ruotsalainen, L., Perakis, H., Santos, M. (2016): IAG SC 4.1 "Emerging Positioning Technologies and GNSS Augmentation" Objectives and Structure for the Term 2015-, 2016 European Navigation Conference, Helsinki, Finland, May 30 - June 2 (Poster).
- Kersten, T., Paffenholz, J.-A. (2016): Noise Analysis of High Sensitivity GNSS-Receiver for Direct Geo-Referencing of Multi-Sensor Systems, IAG Commission 4 Positioning and Applications Symposium, DOI: 10.13140/RG.2.2.13265.33120. Wroclaw, Poland, September 6.
- Marschel, L., Hartmann, J., Dorndorf, A., Paffenholz, J.-A. (2016): Ein objektraumbasierter und durch Referenzmessungen gestützter Kalibrierprozess für ein k-TLS basiertes Multi-Sensor-System, 15. Oldenburger 3D-Tage, Optische 3D-Messtechnik - Photogrammetrie - Laserscanning, Oldenburg, 04.02.
- Neumann, I. (2016): Aktuelle System und Entwicklungen im Bereich des Indoor-Mappings. Eingeladener Vortrag auf dem VDV-Seminar „Keine Angst vor vielen Punkten - Punktwolken verändern unsere Praxis“, 21. und 22. April, Fulda.
- Neumann, I. (2016): Integration of terrestrial laser scanning and digital images for optimal data acquisition. Invited presentation at the University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, China, 18th October.
- Neumann, I. (2016): Curve- and Surface approximation of 3d point clouds by statistical methods. Invited presentation at the University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, China, 19th October.
- Neumann, I. (2016): Deformation monitoring of natural and artificial objects. Invited presentation at the University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, China, 20th October.
- Neumann, I. und Alkhatib, H. (2016a): Normen, Richtlinien und Gesetzestexte für die Qualitätssicherung. 153. DVW-Seminar „Qualitätssicherung geodätischer Mess- und Auswertverfahren“, 23./24.06. in Hannover.
- Neumann, I. und Alkhatib, H. (2016b): Behandlung von Messunsicherheiten bei der Prüfung geodätischer Messsysteme. 153. DVW-Seminar „Qualitätssicherung geodätischer Mess- und Auswertverfahren“, 23./24.06. in Hannover.

- Neumann, I., Alkhatib, H. und Gordon, B. (2016): Praxisnahe Prüfung terrestrischer Laserscanner. 153. DVW-Seminar „Qualitätssicherung geodätischer Mess- und Auswerteverfahren“, 23./24.06., in Hannover.
- Neumann, I., Genz, T., Krause, U. und Stenz, U. (2014): Rechtssicherheit ingenieurgeodätischer Messprozesse – Umsetzung und praktische Relevanz. Eingeladener Vortrag auf dem DVW-Landestag in Sachsen-Anhalt, Magdeburg, Deutschland, 04.11.2016.
- Paffenholz, J.-A. (2016): SA am Geodätischen Institut der Leibniz Universität Hannover: Referenzmessungen bis Monitoring, 8. Projektdialog SpatialAnalyzer, Köln, 03.11.
- Paffenholz, J.-A., Bureick, J., Diener, D., Link, J. (2016): Synchronization aspects of sensor and data fusion in a research multi-sensor-system, 5th International Conference on Machine Control & Guidance. Clermont-Ferrand, France, October 5.
- Schaffert, M., Steensen, T. (2016): Open Geo Data for Detecting Urban (Infra-) Structures, European Academy of Land Use and Development (EALD) Symposium, Ljubljana, 02.09.
- Schaffert, M. (2016): Landbedeckungsveränderungen im regionalen und zeitlichen Kontext, Statuskonferenz Regiobranding, Hamburg, 20.07.
- Soot, M., Weitkamp, A., Dorndorf, A., Alkhatib, H., Jeschke (2016): Analysis on Different Market Data for Real Estate Valuation – Investigations on German Real Estate Market, FIG Working Week, Christchurch, New Zealand, 2.-6. May.
- Stenz, U. (2016): Qualitätsanalyse von 3D-Daten anhand von Referenzmessungen mit übergeordneter Genauigkeit, VDV Seminar "Keine Angst vor vielen Punkten - Punktwolken verändern unsere Praxis", Fulda, 21.-22.04.
- Stenz, U., Neumann, I., Paffenholz, J.-A., Hartmann, J., Bureick, J. (2016): Qualitätssicherung TLS-basierter Multisensorsysteme, Geodätisches Kolloquium Oldenburg, Oldenburg, 02.06.
- Vogel, S., Alkhatib, H., Neumann, I. (2016): Wissensbasierter Ansatz für die genaue Indoor-Georeferenzierung eines kinematischen Multisensorsystems, Geodätische Woche 2016, Session 4. Angewandte Geodäsie, Hamburg, 12.10.
- Voß, W. (2016): Market studies and governmental activities concerning affordable housing. FIG-Working Week 2016, Christchurch, New Zealand, 04.05.
- Voß, W. (2016): Sanierungsausgleichsbeträge: Aktuelle Grundlagen und Rechtsprechung. Vhw-Seminare Flörsheim (01.03.) und Hannover (13.12.).
- Voß, W. (2016): Land aquisition for infrastructural projects - The challenge of transparent price information. 6th International and Interdisciplinary Symposium: Infrastructure Projects and Land Management, European Academy of Land use and Development, Ljubljana, 01.09.
- Voß, W. (2016): Elements and Structure of Real Estate Market Studies. FIG / World Bank Conference, Sustainable Real Estate Markets - Policy Framework and Necessary Reforms, Athens, Greece, 20.09.
- Voß, W. (2016): Immobilienmärkte im Wandel. 8. Bonner Symposium für Immobilienbewertung, Immobilienmärkte unter Druck, Bonn, 27.10.
- Voß, W. (2016): Bodenpolitik vor neuen Herausforderungen: Immobilien- und Wohnungsmärkte unter Druck. Interdisziplinäres Prüfer- und Ausbilderforum für das Technische Referendariat, Institut für Städtebau Berlin, 07.12.
- Wagner, Ch., Paffenholz, J.-A., Stützel, H. (2016): Messungen und Rekonstruktion der dreidimensionalen Pflanzenarchitektur bei Cucumis sativus mit Hilfe des Low-Cost Sensors Microsoft Kinect V2, Beitrag für Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Band 28, Giessen, September (Poster).
- Wehmann, W. und Neumann, I. (2016): Terrestrisches Laserscanning - Überblick über aktuelle Systeme und Registrierverfahren. Eingeladener Vortrag auf dem 11. Jenaer GeoMessdiskurs, 06. Juni, Jena.
- Xu, X. and Neumann, I. (2016): Benefits of terrestrial laser scanning in the generation and calibration of FEM-Models. Invited presentation at the University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, China, 21st October.

## INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

### BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Bischof, C., Schön, S. (2016): Vibration detection with 100 Hz GPS PVAT during a dynamic flight, *Advances in Space Research, Special Issue High-Rate GNSS*, Elsevier Ltd., DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.asr.2016.08.008>.
- Flury, J. (2016): Relativistic geodesy, 8th Symposium on Frequency Standards and Metrology 2015, *Journal of Physics: Conference Series* 723:012051, doi:10.1088/1742-6596/723/1/012051.
- Freier, C., Hauth, M., Schkolnik, V., Leykauf, B., Schilling, M., Wziontek, H., Scherneck, H., Müller, J., Peters, A. (2016): Mobile quantum gravity sensor with unprecedented stability, *Journal of Physics Conference Series* 723(1), [arxiv.org/abs/1512.05660](http://arxiv.org/abs/1512.05660).
- Kauker S., Holst C., Schwieger V., Kuhlmann H., Schön S. (2016): Spatio-temporal Correlations of Terrestrial Laser Scanning / Raumzeitliche Korrelationen beim terrestrischen Laserscanning, *Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN) Jg. 123 (6) 2016*, S. 170-182 ISBN: 0002-5968.
- Kerमारrec G., Schön S. (2016): Taking correlations in GPS least squares adjustments into account with a diagonal covariance matrix, *Journal of Geodesy* DOI: 10.1007/s00190-016-0911-z.
- Kersten, T., Schön, S. (2016): Receiver Antenna Phase Center Models and Their Impact on Geodetic Parameters, In: Rizos, Ch. (Hrsg.): *International Association of Geodesy Symposia*, Springer Berlin Heidelberg, DOI: 10.1007/1345\_2016\_223.
- Kersten, T., Schön, S. (2016): GPS code phase variations (CPV) for GNSS receiver antennas and their effect on geodetic parameters and ambiguity resolution, *Journal of Geodesy*, Springer Berlin Heidelberg, DOI: 10.1007/s00190-016-0984-8.
- Krawinkel, T., Schön, S. (2015): Benefits of receiver clock modeling in code-based GNSS applications, *GPS Solutions*.
- Krawinkel, T., Schön, S. (2015): Benefits of Chip Scale Atomic Clocks in GNSS Applications, *Proceedings of the 28th International Technical Meeting of The Satellite Division of the Institute of Navigation (ION GNSS+ 2015)*.
- Kube, F., Schön, S. (2016): PPP Carrier Phase Residual Stacking for Turbulence Investigations, In: Rizos, Ch. (ed.): *International Association of Geodesy Symposia*, Springer Berlin Heidelberg, DOI 10.1007/1345\_2016\_239.
- Lin, M., Denker, H., Müller, J. (2016): Regional gravity field modeling by radially optimized point masses: case studies with synthetic data. In: Rizos, C., Willis, P. (eds.), *IAG 150 Years, Proceedings of the 2013 IAG Scientific Assembly, Potsdam Germany, 1-6 Sept. 2013*, *International Association of Geodesy Symposia* 143: 233-239, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg. doi: 10.1007/1345\_2015\_92.
- Lisdat, C., Grosche, G., Quintin, N., Shi, C., Raupach, S.M.F., Grebing, C., Nicolodi, D., Stefani, F., Al-Masoudi, A., Dörscher, S., Häfner, S., Robyr, J.-L., Chiodo, N., Bilicki, S., Bookjans, E., Koczwar, A., Koke, S., Kuhl, A., Wiotte, F., Meynadier, F., Camisard, E., Abgrall, M., Lours, M., Legero, T., Schnatz, H., Sterr, U., Denker, H., Chardonnet, C., Le Coq, Y., Santarelli, G., Amy-Klein, A., Le Targat, R., Lodewyck, J., Lopez, O., Pottie, P.-E. (2016): A clock network for geodesy and fundamental science. *Nature Communications* 7, Article number: 12443. doi:10.1038/ncomms12443.
- Löcher, A., Hofmann, F., Gläser, P., Haase, I., Müller, J., Kusche, J., Oberst, J. (2016): Towards Improved Lunar Reference Frames: LRO Orbit Determination, *Proceedings of REFAG Meeting 2014*, Springer IAG symposia series, No. 146, p. 1-6, doi: 10.1007/1345\_2015\_146.
- Nagornyi, V.D., Svitlov, S., Araya, A. (2016): Improving absolute gravity estimates by the  $L_p$ -norm approximation of the ballistic trajectory, *Metrologia* 53, 754-761.
- Schön, S., Pham, H.K., Kersten, T., Leute, J., Bauch, A. (2016): Potential of GPS Common Clock Single-differences for Deformation Monitoring, *Journal of Applied Geodesy*, 10(1), pp. 45-52, Walter de Gruyter, DOI: 10.1515/jag-2015-0029.
- Siemes, C., Encarnação, J., Doornbos, E., van den Ijssel, J., Kraus, J., Perešty, R., Grunwaldt, L., Apelbaum, G., Flury, J., Holmdahl Olsen, P.E.: (2016) Swarm accelerometer data processing from raw accelerations to thermospheric neutral densities, *Earth, Planets and Space* 68:92, doi:10.1186/s40623-016-0474-5.
- Shabanloui, A., Müller, J. (2016): Mass variations in the Siberian permafrost region based on new GRACE results and auxiliary models. *Proceedings of the IGFS Workshop in Shanghai 2014*, Springer IAG symposia series, No. 144, p. 1-8, doi: 10.1007/1345\_2015\_186.
- Schilling, M., Timmen, L. (2016): Traceability of the Hannover FG5X-220 to the SI Units, *International Association of Geodesy Symposia*, DOI: 10.1007/1345\_2016\_226.

- Vishwakarma, B. D., Devaraju, B., Sneeuw, N. (2016). Minimizing the effects of filtering on catchment scale GRACE solutions. *Water Resources Research*, 52 (8): 5868-5890. DOI: 10.1002/2016WR018960.
- Voigt, C., Denker, H., Timmen, L. (2016): Time-variable gravity potential components for optical clock comparisons and the definition of international time scales. *Metrologia* 53: 1365-1383. doi: 10.1088/0026-1394/53/6/1365.

## NICHT BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Denker, H. (2016): SC 2.4a: Gravity and geoid in Europe. The Geodesist's Handbook 2016, *Journal of Geodesy* 90: 1016. doi: 10.1007/s00190-016-0948-z.
- Freier, C., Hauth, M., Schkolnik, V., Leykauf, B., Schilling, M., Wziontek, H., Scherneck, H.-G., Müller, J., Peters, A. (2016): Mobile quantum gravity sensor with unprecedented stability, *Journal of Physics: Conference Series*, 8th Symposium on Frequency Standards and Metrology, 12.-16.10.2015, Potsdam.
- Kersten, T., Timmen, L., Schön, S., Kobe, M., Gabriel, G., Vogel, D. (2016): On Integrated Geodetic Monitoring for Sinkhole-Induced Surface Deformation and Mass Dislocation, In: *Proceedings of the 3rd Joint International Symposium on Deformation Monitoring (JISDM 2016)*, 30. März bis 01. April, Wien, Österreich.
- Lisdat, C., Grosche, G., Quintin, N., Shi, C., Raupach, S.M.F., Grebing, C., Nicolodi, D., Stefani, F., Al-Masoudi, A., Dörscher, S., Häfner, S., Robyr, J.-L., Chiodo, N., Bilicki, S., Bookjans, E., Koczwara, A., Koke, S., Kuhl, A., Wiotte, F., Meynadier, F., Camisar, E., Abgrall, M., Lours, M., Legero, T., Schnatz, H., Sterr, U., Denker, H., Chardonnet, C., Le Coq, Y., Santarelli, G., Amy-Klein, A., Le Targat, R., Lodewyck, J., Lopez, O., Pottie, P.-E. (2016): A clock network for geodesy and fundamental science. arXiv:1511.07735.
- Müller, J. (2016): Erdmessung mit Quanten und Relativität. *BWG Jahrbuch 2016*; arXiv:1608.08407 [physics.geo-ph, gr-qc].
- Pavlis, E., Müller, J. (2016): International Laser Ranging Service (ILRS). *IERS Annual Report 2015 ed. by W. Dick and D. Thaller, BKG*, p. 41-52, online: [www.iers.org/IERS/EN/Publications/AnnualReports/AnnualReport2015](http://www.iers.org/IERS/EN/Publications/AnnualReports/AnnualReport2015).
- Pearlman, M., Müller, J., et al. (2016): GGOS Bureau of Networks and Observations. In: *The Geodesist's Handbook 2016* (ed. by Drewes, H., Kuglitsch, F., Adám, J. et al.), *Journal of Geodesy*, vol. 90, p.1084-1086, doi: 10.1007/s00190-016-0948-z.
- Ren L., Schön S. (2016): Swarm GPS Receiver Performance and Kinematic Orbit Determination under the Influence of Ionospheric Scintillation, *Navitec 2016*, Noordwijk, Netherlands, 14-16.12.2016.
- Schön, S. (2016): Interval-based reliability and integrity measures, *Proc. ESA Navitec 2016*.
- Vogt, S., Grotti, J., Koller, S., Häfner, S., Herbers, S., Al-Masoudi, A., Grosche, G., Denker, H., Sterr, U., Lisdat, C. (2016): Using a transportable optical clock for chronometric levelling. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 18: EGU2016-16061, EGU General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17-22 April.
- Wallat, C., Schön, S. (2016): Phase only PPP and multi-antenna solutions for improved kinematic LEO orbits, *Proceedings of the 8th esa navitec*.
- Wu, H., Müller, J., Brieden, P. (2016): Benefit of GOCE gravity gradients at the lowered orbit on the global gravity field model. *International Symposium on Gravity, Geoid and Height Systems 2016*, Thessaloniki, Greece, 19.-23. September, (Vortrag).
- Wu, H., Müller, J., Brieden, P. (2016): The IfE global gravity field model from GOCE-only observations. *International Symposium on Gravity, Geoid and Height Systems 2016*, Thessaloniki, Greece, 19.-23 September.
- Wu, H., Müller, J., Brieden, P. (2016): The latest IfE global gravity field model from GOCE-only observations. *ESA Living Planet Symposium 2016*, Prague, the Czech Republic, 9.-13. May.

## MONOGRAPHIEN

- Seitz, F., Müller, J. (2016): Erdrotation. Buchkapitel im „Handbuch der Geodäsie“, Band „Erdmessung und Satellitengeodäsie“ (Hrsg. R. Rummel), Springer, Berlin, S. 1-29, doi:10.1007/978-3-662-46900-2\_12. Februar.
- Torge, W. (2016): Geschichte der Erdmessung, in: *Freeden, W., Rummel, R. (Editor): Handbuch der Geodäsie*, pp 1-71, Springer Berlin Heidelberg, 2016, DOI: 10.1007/978-3-662-46900-2\_1.

## VORTRÄGE UND POSTER

- Apelbaum, G., Siemes, Chr., Grunwaldt, L., Peresty, R., Kraus, J., Doornbos, E., Encarnacao, J., van den IJssel, J., Flury, J., Olsen, P. E. H. (2016): Overview of Swarm Accelerometer Disturbances and Related Testing, Living Planet Symposium, Prague, Czech Republic, 9-13 May (Poster).
- Bischof, C., Schön, S (2016): Verbesserung der Richtigkeit im Virtuellen Empfänger durch Geschwindigkeitsschätzung, Geodätische Woche 2016 in Hamburg, 11-13. Oktober.
- Biskupek L., Mai E. (2016): Numerical integration of the Schwarzschild problem using Lie series for the calculation of satellite orbits, Poster, 609. WE-Heraeus-Seminar on "Relativistic Geodesy: Foundations and Applications", Bad Honnef, 13.-19. März.
- Biskupek, L., Mai, E. (2016): Semi-analytische Satellitenbahnberechnung als mögliche Alternative zu klassischen Verfahren, Geodätische Woche 2016, Hamburg, 11.-13. Oktober.
- Biskupek, L., Mai, E. (2016): Semi-analytical satellite orbit calculation as possible alternative for numerical integration, Poster at AGU Fall Meeting 2016, San Francisco, 12.-16. Dezember.
- Damme, F., Hussmann, H., Wickhusen, K., Mai, E., Oberst, J. (2016): Stable Orbits in the Didymos Binary Asteroid System – Useful Platforms for Exploration, EGU General Assembly 2016, Wien, 17.-22. April.
- Darbeheshiti, N., Naeimi, M., Hewitson, M., Heinzel, G., Flury, J. (2016): A new approach to the regularization of regional gravity field in SRBF, European Geosciences Union, General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17.-22. April.
- Denker, H. (2016): Geodetic results from the ITOC project. Geo-Q, Terrestrial Geodesy (TG) Working Group Meeting, Hannover, 13. April.
- Denker, H. (2016) A new European Gravimetric (Quasi)Geoid EGG2015. First Joint Comm. 2 and IGFS Meeting, Internat. Symp. on Gravity, Geoid and Height Systems 2016, GGHS2016, Thessaloniki, Greece, 19. – 23. September (Poster).
- Denker, H., Lin, M. (2016): C04: Regional gravity field modeling for relativistic geodesy and vertical datum definition. Geo-Q, 2nd Scientific Advisory Board Meeting, Hannover, 4. October (Poster).
- Denker, H., Timmen, L., Svitlov, S. (2016): Gravity potential for optical clock comparisons, REG(LUH) 36-month status report. Project "International timescales with optical clocks (ITOC)", SIB55, European Metrology Research Programme (EMRP) of EURAMET, 36-month review meeting, University of York, United Kingdom, 4. April.
- Denker, H., Timmen, L., Voigt, C. (2016): Gravity potential for optical clock comparisons. Optical clocks: quantum engineering and international timekeeping, Workshop, Joint EMRP project consortia: ITOC & QESOCAS, University of York, United Kingdom, 08 April (Poster).
- Denker, H., Timmen, L., Voigt, C. (2016): Gravity field modelling with regard to optical clock comparisons. First Joint Comm. 2 and IGFS Meeting, Internat. Symp. on Gravity, Geoid and Height Systems 2016, GGHS2016, Thessaloniki, Greece, 19. – 23. September (Poster).
- Denker, H., Timmen, L., Voigt, C. (2016): Geodetic contributions to the project "International Timescales with Optical Clocks (ITOC)". First Joint Comm. 2 and IGFS Meeting, Internat. Symp. on Gravity, Geoid and Height Systems 2016, GGHS2016, Thessaloniki, Greece, 19. – 23. September.
- Devaraju, B., Müller, J. (2016): Quantifying tidal aliasing errors in the localised analysis of satellite tracking data, European Geosciences Union General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17. – 22. April.
- Devaraju, B., Müller, J. (2016): Ocean-tide aliasing errors in the analysis of low-low satellite-to-satellite tracking data, GRACE Science Team Meeting, Potsdam, Germany, 05. – 07. Oktober.
- Devaraju, B., Weigelt, M., Müller, J. (2016): Ocean-tide aliasing errors in the analysis of low-low satellite-to-satellite tracking data, Geodätische Woche, Hamburg, Germany, 11. – 13. Oktober.
- Douch, K., Müller, J., Heinzel, G., Brieden, P., Shabanloui, A. (2016): Performance assessment of an optical gradiometer for future gravitational missions, Poster, ESA Living Planet Symposium, Prague 09.-12. May.
- Douch, K., Wu, H., Müller, J., Shabanloui, A., Brieden, P., Heinzel, G (2016): A first performance assessment of two new concepts of satellite gravitational gradiometers, Vortrag, Gravity, Geoid and Height Systems 2016, Thessaloniki, 19. September.
- Douch, K., Müller, J., Heinzel, G., Brieden, P., Shabanloui, A (2016): B07: System studies for an optical gradiometer, Poster, GeoQ Science Advisory Board meeting, Hannover, 04. Oktober.
- Douch, K., Wu, H., Müller, J., Shabanloui, A. (2016): Performance study of a cold atom interferometry gradiometry satellite mission via end-to-end simulations, Vortrag, Geodätische Woche 2016, Hamburg, 13. Oktober.

- Douch, K., Müller, J., Heinzel, G., Brieden, P., Shabanloui, A (2016): B07: System studies for an optical gradiometer, Vortrag, GeoQ Milestone meeting, Hannover, 18. Oktober.
- Hofmann, F. (2016): Status Report PN3(a) - Lunar Laser Ranging, Statusseminar der DFG Forschergruppe FOR1503, Bonn, 13. Juni.
- Hofmann, F., Müller, J. (2016): Update of the IfE LLR analysis model and new fit of relativistic parameters, 20th International Workshop on Laser Ranging, Potsdam, 10.-14. Oktober.
- Hofmann, F., Biskupek, L., Müller, J. (2016): Lunar Laser Ranging as a geodetic experiment for reference frames and general relativity, Vortrag, Geodätische Woche 2016, Hamburg, 11.-13. Oktober.
- Icking L., Kersten T., Schön, S. (2016): Dynamische und adaptive Elevationsmasken zur Optimierung von GNSS-Netzen, Geodätische Woche 2016, 11.-13. Oktober, Hamburg.
- Flury, J. (2016): Geodetic Space Sensors, PTB, 20. Oktober.
- Flury, J. (2016): Re-assessment of GRACE sensor observation models and impact on gravity field parameter estimation, GGHS Thessaloniki, 19. September.
- Flury, J. (2016): Vorlesungen zu Gravimetrie und Schwerefeldbestimmung, FOMO Summer School Arcachon 3.-10. September.
- Flury, J. (2016): Relativistic Geodesy and Gravimetry with Quantum Sensors, University of Birmingham, 4. April.
- Flury, J. (2016): Relativistic Geodesy: Perspectives and Applications, WE Heraeus Seminar Relativistic Geodesy, 15. March.
- Kermarrec, G., Schön, S. (2016): On the use of fully populated matrices in least-squares adjustment, EGU Vienna 17.-22. April (Poster).
- Kersten, T. (2016): Satelliten zeigen uns nicht nur den Weg – Einblicke in Geodäsie und Geoinformatik, Tag der Naturwissenschaften am Carl Bechstein Gymnasium, 19. Februar, Erker.
- Kersten, T., Paffenholz, J.-A. (2016): Noise Analysis of High Sensitivity GNSS-Receiver for Direct Geo-Referencing of Multi-Sensor Systems, IAG Commission 4 Symposium, September 04.-07., Breslau, Polen, DOI: 10.13140/RG.2.2.13265.33120.
- Kersten, T., Schön, S. (2016): Bestimmung von auswaschungsinduzierten Oberflächendehformationen mit GNSS in Multi-Sensornetzen und innerstädtischen Bereichen, Geodätische Woche 2016, 11.-13. Oktober, Hamburg.
- Kersten T., Schön, S. (2016): On Integrated Geodetic Monitoring for Sinkhole-Induced Surface Deformation and Mass Dislocation, 30. März-01. April, Wien, Österreich.
- Krawczyk, C., Dahm, T., Gabriel, G., Polom, U., Becker, D., Schön, S., Timmen, L., Werban, U., Kaufmann, G., Börner, F., Al-Halbouni, D., Weise, A., Tschache, S., Zaksek, K., Kersten, T., Mai, F., Vienken, T., Tippelt, T., Romanov, D., Schuck, A., Grube, A., Katzschmann, L., Taug, R., Kirsch, R. (2016): Sinkhole Instability: integrated Multi-scale Monitoring and analysis, BMBF-Statusseminar "Frühwarnsysteme" (Projektnummer 03G0843) - innovative Sensor- und Informationstechnologien (Sonderprogramm GEOTECHNOLOGIEN), 19.-20. Oktober, Bonn.
- Krawinkel, T., Schön, S. (2015): Benefits of Receiver Clock Modeling in GNSS Navigation, Poster, 26th General Assembly of International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), Prag, 22.6.-2.7.
- Krawinkel, T., Schön, S. (2015): On the Benefits of Atomic Clocks in Autonomous GNSS Navigation, Vortrag, 5th Galileo Science Colloquium, Braunschweig, 27.-29. Oktober.
- Kröger, V., Shabanloui, A., Müller, J (2016): Mass variations in the permafrost region of China determined from GRACE and complementary hydrological models. GSTM 2016, Potsdam, 5.-7. Oktober (Poster).
- Lin, M., Denker, H. (2016): Comparison of various methods for modeling gravitational effects of the topography. First Joint Comm. 2 and IGFS Meeting, Internat. Symp. on Gravity, Geoid and Height Systems 2016, GGHS2016, Thessaloniki, Greece, 19 – 23 September (Poster).
- Mai, E. (2016): The Time Aspect in Solar-System Ephemeris Construction, Poster at 60<sup>th</sup> WE-Heraeus-Seminar on Relativistic Geodesy: Foundations and Applications, Bad Honnef, 13.-19. März.
- Mai, E (2016): The Time Aspect in Solar-System Ephemeris Construction, Poster at DLR's Early Career Scientists Week, Wandlitz, 06.-08. April.
- Mai, E., Müller, J., Oberst, J. (2016): Status report PN1 – Barycentric Ephemeris, Statusseminar der DFG-Forschergruppe FOR1503 "Referenzsysteme" Bonn, 13.-14. Juni.
- Mai, E., Müller, J. (2016): Stochastic Optimization in Planetary Ephemeris Modelling, Geodätische Woche 2016, Hamburg, 11.-13. Oktober.

- Mai, E., Biskupek, L (2016): Status report C02 lFE-part: Semi-analytical orbit integration, Milestone Meeting, Sonderforschungsbereich SFB1128 Relativistic Geodesy and Gravimetry with Quantum Sensors (geo-Q), Hannover, 17.-18. Oktober.
- Mai, E. (2016): Application of an Evolution Strategy in Planetary Ephemeris Optimization, Poster at AGU Fall Meeting 2016, San Francisco, 12.-16. Dezember.
- Margolis, H. S., Benkler, E., Calonico, D., Denker, H., Delva, P., Godun, R. M., Lisdat, C., Abgrall, M., Achkar, J., Al-Masoudi, A., Barwood, G. P., Baynes, F. N., Baynam, C. F. A., Bilicki, S., Bize, S., Bookjans, E., Bowden, W., Cerretto, G., Chupin, B., Clivati, C., Donnellan, S., Dörscher, S., Fordell, T., Gerginov, V., Gersl, J., Gill, P., Grebing, C., Guéna, J., Häfner, S., Hill, I. R., Hobson, R., Huang, G., Huntemann, N., Jones, J. M., King, S. A., Klein, H. A., Lamb, A., Le Coq, Y., Le Targat, R., Leuten, J., Lindvall, T., Lipphardt, B., Lodewyck, J., Menchetti, M., Merimaa, M., Mura, A., Nicolodi, D., Nisbet-Jones, P. B. R., Ozimek, F., Peik, E., Pizzocaro, M., Piester, D., Riedel, F., Robyr, J.-L., Rolland, A., Rosenbusch, P., Rovera, D., Rust, F., Sanner, C., Sesia, I., Shemar, S. L., Shi, C., Sterr, U., Szymaniec, K., Tamm, C., Timmen, L., Vogt, S., Voigt, C., Wallin, A. E., Weyers, S., Whibberley, P. B. (2016): Towards international timescales with optical clocks. First Joint Comm. 2 and IGFS Meeting, Internat. Symp. on Gravity, Geoid and Height Systems 2016, GGHS2016, Thessaloniki, Greece, 19 – 23 September (Poster).
- Müller, J. (2016): The benefit of clock measurements for gravity field applications. 609. WE-Heraeus-Seminar on "Relativistic Geodesy: Foundations and Applications", Bad Honnef, 18.03.
- Müller, J. (2016): Standing Committee on Satellite Missions – status report. GGOS Meeting, Wien, 20.04.
- Müller, J., Hofmann, F. (2016): Lunar Laser Ranging - simulations -. PLATO Meeting, Wien, 21.04.
- Müller, J. (2016): LLR status report – 2016. ILRS/AWG Meeting, Wien, 22.04.
- Müller, J. (2016): Erdmessung mit Quanten und Relativität. BWG Gauß-Kolloquium, Braunschweig, 29.04.
- Müller, J. (2016): Earth observation using space geodetic techniques. Geo-Q Lecture Week, Mardorf, 20. Juni.
- Müller, J., Flury, J. (2016): New concepts for Earth observation based on quantum optics and relativity. GGHS Meeting, Thessaloniki, 20. September.
- Müller, J. (2016): Gravity Modeling. Meeting des geo-Q Scientific Advisory Boards, Hannover, 03.10.
- Müller, J. (2016): Height Systems and Clock Measurements. Geo-Q Meeting on Terrestrial Geodesy, Hannover, 01. November.
- Müller, J., Flury, J. (2016): Novel Earth observation based on quantum optics and relativity. AGU Fall Meeting, San Francisco, 16. Dezember.
- Naeimi, M., Flury, J. (2016): A new approach to the regularization of regional gravity field in SRBF, European Geosciences Union, General Assembly 2016. Vienna, Austria, 17-22 April.
- Naeimi, M., MDC Team (2016): Introducing data analysis challenges for GRACE and GRACE Follow-on, AGU Fall meeting, 12-16 December, San Francisco, USA.
- Ren L., Schön S. (2016): Swarm GPS Receiver Performance under the Influence of Ionospheric Scintillation, Poster, EGU General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17-22. April (Poster).
- Ren L., Schön S. (2016): GPS-based Kinematic Orbit Determination of Swarm Satellites under the Influence of Ionospheric Scintillation, First SPP1788 Colloquium, Bonn, Germany, 27-29. Juni (Vortrag).
- Ren L., Schön S. (2016): Absolute and Relative Kinematic Orbit Determination for Swarm Satellites, Geodetic Week 2016, Hamburg, Germany, 11-13. Oktober (Poster).
- Ren L., Schön S. (2016): Swarm GPS Receiver Performance and Kinematic Orbit Determination under the Influence of Ionospheric Scintillation, Navitec , Noordwijk, Netherlands, 14-16. Dezember (Vortrag).
- Ren, L., Schön, S. (2016): Insights from absolute and relative kinematic orbit determination for Swarm satellites, ESA Swarm Meeting Edinburgh, 27. September.
- Ruwisch, F., Kersten, T., Schön, S. (2016): GNSS-Doppeldifferenzanalyse für urbane Monitoring-Ansätze, Geodätische Woche 2016, 11.-13. Oktober, Hamburg (Poster).
- Schilling, M., Timmen, L. (2016): Das Schwerfeld in Kraft- und Beschleunigungsmesseinrichtungen, Vortrag, Geodätische Woche, 11.-13. Oktober, Hamburg.
- Schilling, M., Schlippert, D., Schubert, C., Wodey, E., Meiners, C., Ertmer, W., Rasel, E.M., Müller, J. (2016): Estimating the gravity field impact on a 10 meter atom interferometer, Poster, AGU Fall-meeting, 12.-16. Dezember, San Francisco.

- Shabanloui, A., Müller, J. (2016): Constraining GRACE mass variations in the Siberian permafrost region based on combined Satellite Altimetry and Satellite Imagery data. ESA Living Planet, Prague, Czech Republic.
- Shabanloui, A. (2016): Geokineamtics and Geodynamics. SFB lecture week 2, Juni, Mardorf.
- Shabanloui, A. (2016): Siberian Permafrost Variations Monitoring with Geodetic Sensors. Presented at FI:GEO Meeting, Hannover.
- Shabanloui, A., Müller, J. (2016): A New Graphical User Interface (GUI) Tool for Estimation and Visualisation of Mass Variations Based on GRACE L2 P Products. 1st Joint Commission 2 and IGFS Meeting, International Symposium on Gravity, Geoid and Height Systems, Thessaloniki, Greece.
- Shabanloui, A., Kröger, A.V., Müller, J. (2016): Mass Variations in the Permafrost region of China based on GRACE and Complementary Hydrological Results. 1st Joint Commission 2 and IGFS Meeting, International Symposium on Gravity, Geoid and Height Systems, Thessaloniki, Greece.
- Siemes, Chr., Grunwaldt, L., Peresty, R., Kraus, J., Doornbos, E., Encarnacao, J., van den IJssel, J., Flury, J., Apelbaum, G., Olsen, P. E. H. (2016): Improvements of the Swarm Accelerometer Data Processing, Living Planet Symposium, Prague, Czech Republic, 9-13 May (Poster).
- Svitlov, S. (2016): On vibration effect and compensation in the corner-cube and atom absolute gravimeters (talk on the IfE scientific seminar 28.04.).
- Svitlov, S., Apelbaum G., Douch K., Rotter D., Flury J., Siemes Ch. (2016): Swarm accelerometer characterization and signal processing, the First SPP-1788 *DynamicEarth* Colloquium, Bonn, 27.-29.06. (Poster).
- Svitlov, S., Araya, A., Tamura, Y., Tsubokawa, T. (2016): Laser interferometry in absolute gravimeters: signal processing and error analysis (talk on the ERI (the University of Tokyo, Japan) scientific seminar 20. Oktober).
- Timmen, L., Arzate, J., Esparza, A., Schilling, M. (2016): Absolutgravimetrie in Mexiko 2015/2016: der Jalisco Block, Vortrag, Herbsttagung des Arbeitskreises Geodäsie/Geophysik, Annweiler am Trifels, 26. Oktober.
- Vogt, S., Grotti, J., Koller, S., Häfner, S., Herbers, S., Al-Masoudi, A., Grosche, G., Denker, H., Sterr, U., Lisdat, C. (2016): Using a transportable optical clock for chronometric levelling. EGU General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17.–22. April.
- Voigt, C., Denker, H., Timmen, L. (2016): Time-variable components of the gravity potential field. Optical clocks: quantum engineering and international timekeeping, Workshop, Joint EMRP project consortia: ITOC & QESOCAS, University of York, United Kingdom, 08 April (Poster).
- Wallat, C., Schön, S. (2016): On the feasibility of phase only PPP for kinematic LEO orbits, EGU General Assembly, Vienna, Geophysical Research Abstracts, Vol. 18, EGU2016-16142.
- Wallat, C., Schön, S. (2016): Trägerphasenbasierte kinematische Orbitbestimmung erdnaheer Satelliten, Geodätische Woche, 11.-13.10., Hamburg.

## INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK

### BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Agatz, N., Bazzan, A., Kutadinata, R., Mattfeld, D., Sester, M., Winter, S., Wolfson, O. (2016): Autonomous car and ride sharing: flexible road trains (vision paper), Proceedings of the 24th ACM SIGSPATIAL.
- Bock, F., Di Martino, S., Sester, M. (2016): What are the potentialities of crowdsourcing for dynamic maps of on-street parking spaces?, Proceedings of the 9th ACM SIGSPATIAL International Workshop on Computational Transportation Science, S. 19-24.
- Bock, F., Sester, M. (2016): Improving Parking Availability Maps using Information from Nearby Roads, Transportation Research Procedia, vol. 19, S. 207 – 214.
- Bock, F., Liu, J., Sester, M. (2016): Learning On-Street Parking Maps from Position Information of Parked Vehicles, Geospatial Data in a Changing World, Springer, S. 297-314.
- Brenner, C. (2016): Scalable Estimation of Precision Maps in a MapReduce Framework, Proc. of the 24th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems, Burlingame, California, 27:1–27:10, <http://doi.acm.org/10.1145/2996913.2996990>.
- Feuerhake, U. (2016): Recognition of Repetitive Movement Patterns - The Case of Football Analysis, ISPRS International Journal of Geo-Information, vol. 5, no. 11, S. 208.
- Fitzner, D., Sester, M. (2016): Decentralized Gradient-based Field Motion Estimation with a Wireless Sensor Network, Proceedings of the 5th International Conference on Sensor Networks, S. 13-24
- Fitzner, D., Sester, M. (2016): Field Motion Estimation with a Geosensor Network, ISPRS International Journal of Geo-Information, vol. 5, no. 10, S. 175.
- Kondermann, D., Nair, R., Honauer, K., Krispin, K., Andrulic, J., Brock, A., Gussfeld, B., Rahimimoghaddam, M., Hofmann, S., Brenner, C., Jähne, B. (2016): The HCI Benchmark Suite: Stereo and Flow Ground Truth with Uncertainties for Urban Autonomous Driving, The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) Workshops.
- Kuntzsch, C., Sester, M., Brenner, C. (2016): Generative models for road network reconstruction, International Journal of Geographical Information Science, vol. 30, no. 5, S. 1012-1039.
- Röth, O., Zaum, D., Brenner, C. (2016): Road Network Reconstruction Using Reversible Jump MCMC Simulated Annealing Based on Vehicle Trajectories from Fleet Measurements, 2016 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Göteborg, 19.-22. Juni, S. 194-201.
- Meissner W., Sester, M. (2016): Automatische kartographische Verdrängung mit PushAll, Kartographische Nachrichten, vol. 1, S. 21-24.
- Rabiei, E., Haberlandt, U., Sester, M., Fitzner, D.: Interactive comment on Areal rainfall estimation using moving cars-computer experiments including hydrological modeling, Hydrol. Earth Syst. Sci, S. H2004.
- Schlichting, A., Brenner, C. (2016): Generating a Hazard Map of Dynamic Objects Using Lidar Mobile Mapping, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, vol. 82, no. 12, S. 967-972.

### NICHT BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Brenner, C., Schlichting, A., Bock, F. (2016): Dynamische Karten – Gedächtnis mobiler Roboter. Unimagazin, Forschungsmagazin der Leibniz Universität Hannover, Ausgabe 03/04.
- Busch, S., Schindler, T., Klinger, T., Brenner, C. (2016): Analysis of spatio-temporal traffic patterns based on pedestrian trajectories. Proc. XXIII Congress ISPRS, WG II/8.
- Feng, Y., Schlichting, A., Brenner, C. (2016): 3D-Feature Point Extraction from LiDAR Data using a Neural Network. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences, 41. S. 563 - 569.
- Hofmann, S., Brenner, C. (2016): Accuracy assessment of mobile mapping point clouds using the existing terrestrial reference, ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, vol. XLI-B1, S. 601-608.
- Kuntzsch, C., Zourlidou, S., Feuerhake, U. (2016): Learning the Traffic Regulation Context of Intersections from Speed Profile Data, GIScience 2016 Workshop on Analysis of Movement Data (AMD'16), Montreal, Canada.
- Schlichting, A., Brenner, C. (2016): Vehicle Localization by LIDAR Point Correlation Improved by Change Detection, ISPRS-International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, S. 703-710.

Zourlidou, S., Sester, M. (2016): Intersection Detection Based on Qualitative Spatial Reasoning on Stopping Point Clusters. ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, vol. XLI-B2, S. 269-276.

#### VORTRÄGE UND POSTER

Bock, F. (2016): Automated generation of dynamic parking maps based on crowd-sensing - Kolloquium Informatik, Universität Federico II, Neapel, 10.10.

Bock, F. (2016): Data Mining im kooperativen Stadtverkehr (zusammen mit Jan Brinkmann) - Fortbildung für Informatiklehrer, Schloss Dagstuhl, 15.12.

Czioska, P. (2016): SocialCars - kooperatives (de-)zentrales Verkehrsmanagement. Kolloquium der Absolventengruppe "Next Generation Mobility", Max-Planck-Institut für Dynamik und Selbstorganisation, Göttingen, 09.09.

Czioska, P. (2016): A GIS-based approach to determine beneficial meeting points for long-distance ride-sharing trips. Kolloquium iMoD, University of Melbourne, Australien, <http://imod-au.info/>, 03.10.

## INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND GEOINFORMATION

### HERAUSGABEN

Heipke, C., Madden, M., Li, Z., Dowman, I. (Eds.): State-of-the-art in photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences. In: JPRS 115 (2016), Nr. 5, S. 1-2, DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2016.03.006

### DISSERTATIONEN

- Klinger, T.: Probabilistic multi-person localisation and tracking. In: Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover, ISSN 0174-1454, Nr. 329, und in: Reihe C der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, ISSN 0065-5325, Nr. 787 online veröffentlicht ([www.dgk.badw.de](http://www.dgk.badw.de))
- Menze, M.: Object Scene Flow. In: Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover, ISSN 0174-1454, Nr. 323, und in: Reihe C der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, ISSN 0065-5325, Nr. 774 online veröffentlicht ([www.dgk.badw.de](http://www.dgk.badw.de)).
- Reich, M.: Global Image Orientation from Pairwise Relative Orientations. In: Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover, ISSN 0174-1454, Nr. 328, und in: Reihe C der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, ISSN 0065-5325, Nr. 785 online veröffentlicht ([www.dgk.badw.de](http://www.dgk.badw.de)).
- Schack, L.: Object-based Matching of Persistent Scatterers to Optical Oblique Images. In: Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover, ISSN 0174-1454, Nr. 327, und in: Reihe C der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, ISSN 0065-5325, Nr. 784 online veröffentlicht ([www.dgk.badw.de](http://www.dgk.badw.de)).
- Steiner, C.: Highspeed Stereo-Endoskopie für eng begrenzte Messvolumina. In: Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover, ISSN 0174-1454, Nr. 317.

### BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Adolph, W., Jung, R., Schmidt, A., Ehlers, M., Heipke, C., Bartholomä, A., Farke, H. (2016): Integration of TerraSAR-X, RapidEye and airborne lidar for remote sensing of intertidal bedforms on the upper flats of Norderney (German Wadden Sea), *Geo-Marine Letters*, pp. 1-13.
- Alrajhi, M., Heipke C. (2016): Automatic generation of orthorectified high resolution satellite imagery – a case study for Saudi Arabia. In: PFG (1/2016), pp. 5-15.
- Ayma Quirita, V. A., Achanccaray Diaz, P., Feitosa, R. Q., Happ, P. N., Costa, G. A. O. P., Klinger, T., Heipke, C. (2016): Metaheuristics for Supervised Parameter Tuning of Multiresolution Segmentation. In: *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters* 2016 (13) 9, pp. 1364-1368.
- Chen J., Dowman I., Li S., Li Z., Madden M., Mills J., Paparoditis N., Rottensteiner F., Sester M., Toth C., Trinder J., Heipke C (2016): Information from Imagery: ISPRS Scientific Vision and Research Agenda. JPRS (115), pp. 3-21.
- Chen, L., Rottensteiner, F., Heipke, C. (2016): Invariant Descriptor Learning Using a Siamese Convolutional Neural Network. In: *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 2016 III-3, pp. 11-18.
- Gwinner, K., Jaumann, R., Hauber, E., Hoffmann, H., Heipke, C., Oberst, J., Neukum, G., Ansan, V., Bostelmann, J., Dumke, A., Elgner, S., Erkeling, G., Fueten, F., Hiesinger, H., Hoekzema, N.M., Kersten, E., Loizeau, D., Matz, K.-D., McGuire, P., Merten, V., Michael, G., Pasewaldt, A., Pinet, P., Preusker, F., Reiss, D., Roatsch, T., Schmidt, R., Scholten, F., Spiegel, M., Stesky, R., Tirsch, D., van Gasselt, S., Walter, S., Wählisch, M., Willner, K.: The High Resolution Stereo Camera (HRSC) of Mars Express and its Approach to Science Analysis and Mapping for Mars and its Satellites, *Planetary and Space Science* (126), pp. 93–138.
- Jacobsen, K., Topan, H., Cam, A., Özendi, M., Oruc, M. (2016): Image Quality Assessment of Pléiades-1A Triplet Bundle and Pan-sharpened Images. In: PFG 3, pp. 141-152.
- Klinger, T., Rottensteiner, F., Heipke, C. (2016): A gaussian process based multi-person interaction model. In: *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* III-3, pp. 271-277.

- Konecny, G., Breitkopf, U., Radtke, A. (2016): The Status of Topographic Mapping in the World – A UNGGIM-ISPRS Project 2012–2015. In: Zeitschrift für Vermessungswesen ZfV 141, no. 1, pp. 20-26.
- Maas, A., Rottensteiner, F., Heipke, C. (2016): Using label noise robust logistic regression for automated updating of topographic geospatial databases In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences III-7, pp. 133-140.
- Paul, A., Rottensteiner, F., Heipke, C. (2016): Iterative re-weighted instance transfer for domain adaptation. In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences III-3, pp. 339-346.
- Reich, M., Heipke, C. (2016): Convex image orientation from relative orientations. In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences III-3, pp. 107-114.
- Schack, L., Soergel, U., Heipke, C. (2016): Graph matching for the registration of persistent scatterers to optical oblique imagery. In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences III-7, pp. 195-202.
- Steiner, C.; Wiggenhagen, M.; Heipke, C. (2016): Highspeed Stereo-Endoskopie für eng begrenzte Messvolumina. In: PFG (4), 181-190.

#### NICHT BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Albert, L., Rottensteiner, F., Heipke, C. (2016): Contextual land use classification: How detailed can the class structure be? In: Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. XLI-B4, pp. 11-18, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLI-B4-11-2016.
- Alrajhi, M., Alam, Z., Khan, A.M., Alobeid, A.: Influence of GSD for 3D City Modeling and Visualization from Aerial Imagery. In: Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. XLI-B3, pp. 561-565.
- Alrajhi, M., Janjua, S.K., Khan, A.M., Alobeid, A.: Updating Maps Using High Resolution Satellite Imagery. In: Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. XLI-B4, pp. 711-719.
- Alrajhi, M., Khan, M.; Khan, A.M., Alobeid, A.: Influence of DEM in Watershed Management as Flood Zonation Mapping. In: Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. XLI-B8, pp. 3-10.
- Bostelmann, J., Heipke, C.: Global Bundle Adjustment with Variable Orientation Point Distance for Precise Mars Express Orbit Reconstruction. In: Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. XLI-B4, pp. 361-368.
- Busch, S., Schindler, T., Klinger, T., Brenner, C.: Analysis of Spatio-Temporal Traffic Patterns Based on Pedestrian Trajectories. In: Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. XLI-B2, pp. 497-503.
- Chai, D., Schmidt, A., Heipke, C.: Detecting linear features by spatial point processes. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLI-B3, pp. 841-848, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLI-B3-841-2016.
- Coenen, M., Rottensteiner, F. (2016): Klassifikation von Stereobildern aus Mobile Mapping Daten mittels Conditional Random Fields. In: DGPF Tagungsband 25/2016, Bern, Schweiz, Juni, auf CD-ROM.
- Gerke, M., Nex, F., Remondino, F., Jacobsen, K., Kremer, J., Karel, W.: Orientation of Oblique Airborne Image Sets - Experiences from the ISPRS Benchmark on Multi-Platform Photogrammetry. In: Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. XLI-B1, pp. 185-191.
- Jacobsen, K. (2016): Ersatz des SRTM Oberflächenmodells durch AW3D30? In: DGPF Tagungsband 25/2016, Bern, Schweiz, Juni, auf CD-ROM.
- Jacobsen, K.: Analysis and Correction of Systematic Height Model Errors. In: Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. XLI-B1, pp. 333-339.
- Jacobsen, K., Gerke, M. (2016): Sub-camera calibration of a penta-camera. In: EuroCOW, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. XL-3-W4 pp. 35-40.
- Konecny, G. (2016): Unresolved Issues of Map Updating, Proceedings ISPRS WG IV/2 Workshop "Global Geospatial Information and High Resolution Global Land Cover/Land Use Mapping", Novosibirsk, 21. April, ISBN 978-5-87693-900-5 pp. 39-44.
- Konecny, G., Breitkopf, U., Radtke, A., Lee, K. (2016): The Status of Topographic Mapping in the World - A UNGGIM-ISPRS Project 2012-2014. In: Proceedings ISPRS WG IV/2 Workshop "Global Geospatial Information and High Resolution Global Land Cover/Land Use Mapping", Novosibirsk, Russian Federation, 21. April, ISBN 978-5-87693-900-5, pp. 4-38.

- Konecny, G., Breitkopf, U., Radtke, A.: The Status of Topographic Mapping in the World a UNGGIM–ISPRS Project 2012-2015. In: *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* XLI-B4, pp. 737-741, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLI-B4-737-2016.
- Niemeyer, J., Rottensteiner, F., Soergel, U., Heipke, C.: Hierarchical Higher Order CRF for the Classification of Airborne LIDAR Point Clouds in Urban Areas. In: *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* XLI-B3, pp. 655-662.
- Schack, L., Soergel, U., Heipke, C.: Graph matching for the registration of persistent scatterers to optical oblique imagery. *Proceedings, Asian Conference on Remote Sensing, Colombo*, 8 p., on USB-Stick.
- Schmidt, A., Kruse, C., Rottensteiner, F., Soergel, U., Heipke, C.: Network detection in raster data using marked point processes. In: *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* XLI-B3, pp. 701-708, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLI-B3-701-2016.
- Unger, J., Rottensteiner, F., Heipke, C.: Integration of a generalised building model into the pose estimation of UAS images. In: *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* XLI-B1, pp. 1057-1064, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLI-B1-1057-2016.

## VORTRÄGE UND POSTER

- Heipke C. (2016): Photogrammetry and remote sensing: challenges in research and development, Seminar "Trends and developments of Photogrammetry and Remote Sensing", NGCC, Beijing, 08.01.
- Heipke C. (2016): Research and development trends in remote sensing, Key note, International Remote Sensing Conference, Riad, 17.01.
- Heipke C. (2016): Herausforderungen bei der Erstellung von 3D-DLMs, Münchner GI-Runde 2016, München, 25.02.
- Heipke C. (2016): Neue Möglichkeiten der Fernerkundung und der Bildverarbeitung, DVW - 13. Norddeutsche Fachtage, Neubrandenburg, 04.03.
- Heipke C. (2016): Photogrammetrie und Fernerkundung für die Geoforschung, GFZ-Seminar Geodäsie, Potsdam, 03.05.
- Heipke C. (2015): Cooperation between academia and industry in the pursuit of scientific excellence – a German example, Geospatial World Forum / European Geospatial Business Summit, Rotterdam, 24.05.
- Heipke C. (2016): SDG's and the role of earth observation, IAF - ITU Global Conference on Space and the Information Age (GLIS 2016), Genf, 06.06.
- Heipke C. (2016): Automatic updating of topographic data bases, ICGC - Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, Barcelona, 27.09.
- Heipke C. (2016): ISPRS - serving society with information from imagery, Key Note, 37<sup>th</sup> Asian Conference on Remote Sensing, Colombo, 18.10.
- Heipke C. (2016): Research and development trends in geomatics, Keynote, Seminar "60 years Geomatics at Wuhan University", Wuhan, 22.10.
- Heipke C. (2016): ISPRS - serving society with information from imagery, 11<sup>th</sup> International Conference of the African Association of Remote Sensing for the Environment, Kampala, 25.10.
- Heipke C. (2016): Research and development goals in remote sensing and the role of ISPRS, Key Note, 17th SELPER International Symposium, Puerto Iguazú, 08.11.
- Heipke C. (2016): Research and development in ISPRS - the next 4 years, Seminar, National Institute For Space Research-INPE, São José dos Campos, 11.11.
- Heipke C. (2016): Photogrammetrie auf Mars Express, Geodätisches Kolloquium, Universität Bonn, 08.12.
- Jacobsen, K. (2016): "Height models by ZiYuan-3 – systematic errors and accuracy figures" und "Accuracy Characteristics of ALOS World 3D – 30m DSM", EARSeL Symposium, Bonn, 24.6.
- Jacobsen, K. (2016): Digital Aerial Cameras, University Nairobi, Kenia, 01.07.
- Schaffert, M.; Steensen, T. (2016): Open Geo Data for Detecting (Urban) Infrastructures, 6th EALD-Symposium, Ljubljana, 02.09.
- Steensen, T., Müller, S., Dresen, B. and Büscher, O. (2016): Detection of small-scaled vegetation features using Landsat and Sentinel-2 data sets, Living Planet Symposium, Prag, 09.-13-05.
- Steiner C. (2016): Highspeed-Stereoskopie für eng begrenzte Messvolumina, Oldenburger 3D-Tage, Jade Hochschule, 03.02.

## GEODÄTISCHE KOLLOQUIEN

### WINTERSEMESTER 2015 / 2016

Dienstag, 17.11.2015: **apl. Prof. Dr.-Ing. Claus Brenner**, Institut für Kartographie und Geoinformatik, Leibniz Universität Hannover, Thema: Karten – von allen für alle

Dienstag, 15.12.2015: **Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Bernhard Heck**, Geodätisches Institut, Lehrstuhl Physikalische und Satellitengeodäsie, Karlsruher Institut für Technologie, Thema: Geodätische Überwachung von Bodenbewegungen und Deformationen der Erdkruste – methodische Entwicklungen und neue Ergebnisse

Dienstag, 12.01.2016: **Prof. Dieter Fritsch**, Institut für Photogrammetrie, Universität Stuttgart, Thema: Punktwolken, und was dann?

Dienstag, 26.01.2016: **Dr. Daniel Steudler**, pat. Ing.-Geom., Eidgenössische Vermessungsdirektion, Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Wabern, Schweiz, Thema: Das Schweizer Katasterwesen vor dem Hintergrund internationaler Entwicklungen

### SOMMERSEMESTER 2016

Dienstag, 24.05.2016: **Prof. Dr. Angela Schwering**, Institute for Geoinformatics, University of Muenster, Thema: Kognition und Raumorientierung

Dienstag, 31.05.2016: **Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Werner Lienhart**, Institute of Engineering Geodesy and Measurement Systems, Graz University of Technology, Thema: Rissdetektion und Langzeitüberwachung von Bauteilen, Brücken und Staumauern mit faseroptischen Sensoren

Dienstag, 07.06.2016: **Prof. Dr. James Faller**, JILA, The University of Colorado and the University of Glasgow, Thema: The 350-year history of measuring gravity and the 50-year history of Lunar Laser Ranging, Kolloquium anlässlich des 85. Geburtstages und des 50. Promotionsjubiläums von Prof. em. Dr.-Ing. Wolfgang Torge

Dienstag, 14.06.2016: **Dipl.-Ing. Robert Krägenbring**, Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft, Referat 34, Kataster- und Vermessungswesen, Erfurt, Thema: Die Gutachterausschüsse – Transparenz und offene Daten

Dienstag, 28.06.2016: **Univ. Prof. Dr.-Ing. Helmut Mayer**, Institut für Angewandte Informatik, Universität der Bundeswehr München, Thema: Von der Orientierung bis zur funktionalen Modellierung für Bilder vom Boden und vom UAV

# LEHRVERANSTALTUNGEN

## GEODÄTISCHES INSTITUT

### LEHRVERANSTALTUNGEN BACHELOR WS 15/16 UND SS 16

#### INGENIEURGEODÄSIE UND GEODÄTISCHE AUSWERTEMETHODEN

Lehrveranstaltung	Dozent/Assistent	Sem.	V	Ü
Grundlagen geodätischer Auswertemethoden I	Dr. Vennegeerts / Vogel	1	2	1
Vermessungskunde I	Stenz / Hartmann	1	2	1
Grundlagen geodätischer Auswertemethoden II	Dr. Vennegeerts / Vogel	2	2	1
Vermessungskunde II	Stenz / Hartmann	2	2	2
Vermessungskunde III	Dr. Paffenholz / Hartmann	3	2	1
Ausgleichsrechnung und Statistik I	Prof. Neumann / Dr. Alkhatib	3	2	1
Bachelorseminar: „Qualitätsbeurteilung eines k-TLS basierten Multisensorsystems“ „Regenerative Energien – Standorte und Agrarlandpreise“	Dorndorf Dr. Schaffert / Bakker	3	-	1
Bachelorprojekt s. o.	Dorndorf Dr. Schaffert / Bakker	4	-	4
Vermessungskunde IV	Dr. Paffenholz / Bureick	4	2	2
Ausgleichsrechnung und Statistik II	Prof. Neumann / Dr. Alkhatib	4	1	1
Praxisprojekt Ingenieurgeodäsie	Dr. Paffenholz / Stenz / Bureick	4	10 Tage	
Ausgleichsrechnung und Statistik III	Prof. Neumann / Dr. Alkhatib	5	1	1
Ingenieurgeodäsie I	Dr. Paffenholz / Wodniok / Link	5	2	1
Ingenieurgeodäsie II	Prof. Neumann / Wodniok	6	1	1

#### FLÄCHEN- UND IMMOBILIENMANAGEMENT

Grundlagen der Stadt- und Regionalplanung	Dr. Wolf / Bakker	3	2	1
Flächenmanagement I	Prof. Voß / Bakker	4	2	1
Landentwicklung und Dorferneuerung I	Dr. Schaffert	5	1	-
Immobilienmanagement I	Dr. Haack	6	2	1

## LEHRVERANSTALTUNGEN MASTER IM WS 15/16 UND SS16

## INGENIEURGEODÄSIE UND GEODÄTISCHE AUSWERTEMETHODEN

Lehrveranstaltung	Dozent/Assistent	Sem.	V	Ü
Kinematic Measurement Processes in Engineering Geodesy	Dr. Paffenholz / Zhang	1 G	2	1
Geodätische Schätzverfahren	Prof. Neumann / Dr. Alkhatib	1 N	2	1
Industrial surveying (W)	Prof. Neumann / Wodniok	2 G	1	1
Filterung im Zustandsraum (W)	Dr. Alkhatib	2 G	2	1
Inertialnavigation und Filterung (anteilig: Filterung im Zustandsraum)	Dr. Alkhatib	2 N	2	1
Selected topics of geodetic data analysis (W)	Dr. Alkhatib / Dr. Kargoll Dorndorf	2 G	2	1
Kalibrierung von Sensorsystemen (W)	Prof. Neumann / Bureick	2 G	1	1
Ingenieurgeodäsie, Aktuelle Aspekte (W)	Prof. Neumann	3 G	1	-
Analyse von Deformationsmessungen (W)	Prof. Neumann / Zhang	3 G	1	1

## FLÄCHEN- UND IMMOBILIENMANAGEMENT

Land and real estate management II	Prof. Voß / Bannert	1 G	2	1
Projektseminar „Spatial analysis of real estate market“	Dr. Schaffert / Bannert	2+3 G	-	4/4
Land tenure and land policy (W)	Prof. Voß / Dr. Schaffert	2 G	-	2
Landentwicklung und Dorferneuerung II	Gottwald	2 G	2	-
Öffentliches Vermessungswesen	Liebig	2 G	1	-
Städtebauliche Projektentwicklung (W)	Dr. Wolf	3 G	2	-
Immobilienmanagement III (W)	Prof. Voß / Bannert	3 G	1	-

(W) Wahlpflichtveranstaltung, G: Master GuG, N: Master Navigation und Umweltrobotik

## LEHRVERANSTALTUNGEN FÜR EXTERNE IM WS 15/16 UND SS16

Lehrveranstaltung	Dozenten	Sem.	V	Ü
Wirtschaftlichkeitsbewertung von Immobilien (EX: Bauingenieurwesen und Wirtschaftsingenieurwesen Bau, TU Braunschweig)	Prof. Voß	1	2	-

(EX) Lehrexport für andere Fachrichtungen

## INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

### LEHRVERANSTALTUNGEN BACHELOR IM WS 15/16 UND SS 16

Lehrveranstaltung	Dozent / Assistent	Sem.	V	Ü
Grundlagen der Geodäsie	Prof. Müller / Schilling	2	2	1
Grundlagen GNSS/Satellitengeodäsie	Prof. Schön / Bischof	3	2	1
Bachelorseminar (Vorträge)	Prof. Flury/Dr. Shabanloui/Goswami/Apelbaum	4	-	1
Bachelorseminar (Projekt)	Krawinkel / Bischof / Kersten	4	-	4
Physikalische Geodäsie	Prof. Müller / Schilling/Dr. Timmen	5	2	1
Positionierung und Navigation I	Prof. Schön / Lindenthal	5	1	1
Mathematische Geodäsie	Dr. Denker / Schilling	5	1	1
Gravimetrie	Dr. Timmen	5	1	-
Geodätische Raumverfahren	Prof. Müller / Brieden	6	2	1
Landesvermessung	Dr. Jahn / Bischof / Krawinkel	6	2	1
Projektpraktikum Landesvermessung und Schwerefeld (2 Wochen im Juli) GPS- und Gravimetrie-Messungen im Gebiet der Salzstöcke Bokeloh und Benthe	Bischof / Krawinkel / Dr. Timmen	6	10 Tage	

### LEHRVERANSTALTUNGEN MASTER IM WS 15/16 UND SS 16

Lehrveranstaltung	Dozent / Assistent	Sem.	V	Ü
Positionierung und Navigation II	Prof. Schön	1 G	2	1
Methoden und Anwendungen der Physikalischen Geodäsie	Prof. Flury / Bandikova / Dr. Naeimi	1 G	2	1
Praxisprojekt I	Prof. Schön / Kersten u.a.	1 N	-	2
Praxisprojekt II und III	Bischof und Andere	2+3 N	-	4/4
Projektseminar: Orbit Modeling	Prof. Flury / Dr. Naeimi / Dr. Shabanloui/Schilling	2+3 G	-	4/4
Satellite Orbit Calculation (W)	Dr. Mai	2 G	1	1
Relativistische Modellierung in der Geodäsie (W)	Prof. Müller	2 G	1	-
Inertialnavigation (W)	Prof. Schön / Bischof	2 G/N	2	1
GNSS Receiver-Technologie (W)	Prof. Schön	2 G	2	1
Navigation – ausgewählte Kapitel (W)	Prof. Schön	2 G	2	-
Signalverarbeitung in der Erdmessung (W)	Dr. Denker / Schilling	2 G	2	1
Forschungsprojekt (W)	Prof. Flury	2 G	-	3
Gravimetrie II (W)	Dr. Timmen	2 G	1	1
Aktuelle Satellitenmissionen (W)	Prof. Müller / Schilling / Brieden	3 G	2	1
Geodätisches Hauptseminar / Kolloquium	Prof'n und Mitarbeiter	2 G	-	-
Schwerefeldmodellierung(W)	Dr. Denker, Dr. Voigt	3 G	2	1
Spacecraft Dynamics (W)	Dr. Mai	3 G	2	1
Rezente Geodynamik (W)	Dr. Shabanloui	3 G	1	1
Geodetic Astronomy (W)	Prof. Flury / Hofmann	3 G	1	1

**INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK**
**LEHRVERANSTALTUNGEN BACHELOR IM WS 15/16 UND SS 16**

Lehrveranstaltung	Dozenten	Sem.	V	Ü
Informatik für Ingenieure	Prof. Brenner / Hofmann	1	2	1
Einführung in GIS und Kartographie I	Thiemann	1	1	1
Einführung in GIS und Kartographie II	Thiemann	2	1	1
Praxisprojekt Topographie (Schlussübung)	Thiemann/ Schulze	2	10 Tage	
Bachelorseminar (Vorträge)	Prof. Sester und Mitarbeiter	3	-	1
Bachelorprojekt	Thiemann / Fitzner	4	-	4
Geoinformationssysteme I / Geländemodellierung	Kuntzsch	4	2	1
Geoinformationssysteme II	Kuntzsch	5	2	1

(W) Wahlpflichtveranstaltung

**LEHRVERANSTALTUNGEN MASTER IM WS 15/16 UND SS 16**

Lehrveranstaltung	Dozenten	Sem.	V	Ü
Internet - GIS	Feuerhake/ Fitzner/ Kuntzsch	1 G	2	1
GIS in der Fahrzeugnavigation	Prof. Brenner / Hofmann	2 G/N	1	1
GIS III – Anwendungen und neue Forschungsrichtungen (W)	Feuerhake / Westenberg	2 G	2	-
Geodateninfrastrukturen (W)	Prof. Kutterer	2 G	1	-
GIS und Hydrographie (W)	Hon.-Prof. Schenke	2 G	1	-
Hauptseminar	Prof. Sester und Mitarbeiter	2 G	-	2
Projektseminar (W)	Prof. Sester und Mitarbeiter	2+3 G		4/4
GIS–Praxis– u. Visualisierungsaspekte (W)	Hon.-Prof. Buziek	3 G	1	-
GIS – Praxis II (W)	Thiemann	3 G	-	2
GIS und Geodateninfrastruktur	Thiemann / Schulze / Fitzner	1 N	2	1
Laserscanning – Modellierung und Interpretation	Prof. Brenner / Schlichting	3 G/N	1	1
SLAM und Routenplanung	Prof. Brenner	3 G/N	2	1
Geosensornetze	Feuerhake/ Fitzner	3 N	2	1
Kurs C	Busch	1 N	1	1
Praxisprojekt NuUR I	Busch / u.a.	1 N	-	2
Praxisprojekt NuUR II	Prof. Brenner / Busch / /u.a.	2 N	-	4
Studentisches F&E Projekt NuUR	Prof. Brenner / Busch / u.a.	3 N	-	4
Ringvorlesung Navigation und Umweltrobotik	Prof. der Fachrichtung, externe Referenten	2 N	2	-

(W) Wahlpflichtveranstaltung, G: Master GuG, N: Master Navigation und Umweltrobotik

## LEHRVERANSTALTUNGEN FÜR EXTERNE IM WS 15/16 UND SS 16

Lehrveranstaltung	Dozenten	Sem.	V	Ü
Introduction to GIS (EX: Water Resources and Environmental Management (WATENV))	Prof. Sester / Czioska / Zourlidou	1	1	1
Geo-Informationssysteme (EX: Landschaftsarchitektur und Umweltplanung, Geographie und Geowissenschaften B.Sc. und M.Sc., Bau- und Umweltingenieurwesen, B.Sc.)	Schulze / Fitzner	div.	1	1

(EX) Lehrexport für andere Fachrichtungen

## INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND GEOINFORMATION

## LEHRVERANSTALTUNGEN BACHELOR IM WS 15/16 UND SS 16

Lehrveranstaltung	Dozenten	Sem.	V	Ü
Einführung Programmieren I	Dr. Guercke / Menze	1	1	2
Einführung Programmieren II	Dr. Wiggenhagen	2	1	1
Digitale Bildverarbeitung	Prof. Rottensteiner / Paul	2	2	1
Photogrammetrie I	Prof. Heipke / Prof. Rottensteiner	3	2	1
Photogrammetrie II	Prof. Heipke / Prof. Rottensteiner	4	2	1
Photogrammetrie III	Prof. Heipke / Prof. Rottensteiner	5	1	1
Fernerkundung	Dr. Steensen / Kruse	6	2	1
Bachelorseminar	Prof. Heipke und Mitarbeiter	3+4		4

## LEHRVERANSTALTUNGEN MASTER IM WS 15/16 UND SS 16

Lehrveranstaltung	Dozenten	Sem.	V	Ü
Photogram. Computer Vision	Prof. Heipke / apl. Prof. Rottensteiner	1 G/N	2	1
Bildanalyse I (W)	apl. Prof. Rottensteiner und Mitarbeiter	2 G/N	2	1
Bildanalyse II (W)	apl. Prof. Rottensteiner und Mitarbeiter	3 G/N	1	1
Ausgewählte Kapitel aus Computer Vision (W)	Dr. Bulatov	3 G/N	1	1
Optische 3D Messtechnik (W)	Dr. Wiggenhagen	2 G	2	1
Operat. Fernerkundung (W)	Prof. Reinartz	3 G	1	-
Radarfernerkundung (W)	Dr. Motagh	2 G	2	1
Photogrammetrie und Fernerkundung in der Praxis (W)	Schmidt	3 G	2	-
Ringvorlesung Navigation und Umweltrobotik	Prof. Heipke / Unger	2 N	2	-
Grundlagen der Betriebswirtschaft und Unternehmensführung (W)	Dr. Komp	2 G/N	1	-
Führung als Qualifikation im Ingenieurberuf (W)	Dr. Komp	3 G/N	1	-
Geodätisches Hauptseminar / Kolloquium	Prof. Heipke und Mitarbeiter	1 G	-	2
Projektseminar	Prof. Heipke und Mitarbeiter	2+3 G	-	4/4
Praxisprojekt Navigation und Umweltrobotik	Prof. Heipke und Mitarbeiter	2+3 N	-	2/4

(W) Wahlpflichtveranstaltung; G: Master GuG, N: Master Navigation und Umweltrobotik

## LEHRVERANSTALTUNGEN FÜR EXTERNE IM WS 15/16 UND SS 16

Lehrveranstaltung	Dozenten	Sem.	V	Ü
G&G für Bauingenieure (EX: Bau- und Umweltingenieurwesen, B.Sc.)	Dr. Wiggenhagen / Unger	1	2	2
Remote Sensing (EX: Studiengang WATENV, M.Sc.)	Dr. Steenesen / Niemeyer	1	1	-
Einführung in die Fernerkundung (EX: Landschaftsarchitektur und Um- weltplanung, Geographie und Geowis- sensschaften B.Sc. und M.Sc.)	Dr. Steensen / Schmidt	div.	1	1

(EX) Lehrexport für andere Fachrichtungen

## ANMERKUNG

Eine Reihe der Veranstaltungen aus dem B.Sc.- und M.Sc.-Studium Geo-  
däsie und Geoinformatik sowie Navigation und Umweltrobotik ist offen für  
Studierende anderer Fächer (u.a. Informatik, Elektrotechnik, Maschinen-  
bau, Computergestützte Ingenieurwissenschaften, Mathematik, Physik)

## HONORARPROFESSOREN UND LEHRBEAUFTRAGTE DER FACHRICHTUNG

### HONORARPROFESSOREN

Hon.-Prof. Dr.-Ing. Peter Reinartz (Bestellung: 2010), Institut für Methodik der Fernerkundung, DLR, Vorlesung: Operationelle Fernerkundung

#### Es lesen nicht mehr:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Augath (Bestellung: 1993), ehem. Geodätisches Institut TU Dresden

Hon.-Prof. PD Dr.-Ing. habil. Joachim Boljen (Bestellung: 2008), ehem. Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein

Hon.-Prof. Dr.-Ing. D. Grothenn, Ltd.Vermessungsdirektor (Bestellung: 1978), (ehem. Nds. Landesverwaltungsamt. Landesvermessung)

Präsident und Prof. Dr.-Ing. Dietmar Grünreich (Bestellung: 1999), ehem. Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt

Hon.-Prof. Dr.-Ing. Dierk Hobbie (Bestellung: 1998), ehem. Carl Zeiss

Ministerialrat a.D. Hon.-Prof. Dipl.-Ing. Hermann Möllering (Bestellung: 2000), ehem. Niedersächsisches Ministerium für Inneres und Sport

Ltd. Verm. Dir. a.D. Hon.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Georg Reuter (Bestellung: 1996), ehem. Amt für Agrarstruktur Hannover

Hon.-Prof. Dr.-Ing. K.-W. Schrick, Regierungsdirektor a.D. (Bestellung: 1967), ehem. Deutsches Hydrographisches Institut

Hon.-Prof. Dr.-Ing. Ralf Schroth (Bestellung: 1998), BLOM Deutschland GmbH

Ltd. Verm.Dir. a.D. Hon.-Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Tegeler (Bestellung: 1994), ehem. Landesvermessung und Bezirksregierung Lüneburg

Ltd. Verm.Dir. Hon.-Prof. Dr.-Ing. Werner Ziegenbein (Bestellung: 1991), ehem. Behörde für Geoinformation, Landentwicklung und Liegenschaften

### LEHRBEAUFTRAGTE

Dr.-Ing. Dimitri Bulatov (seit 2014), Fraunhofer Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung, Karlsruhe/Ettlingen, Vorlesung: Ausgewählte Kapitel aus Computer Vision

Hon.-Prof. Dr.-Ing. habil. Gerd Buziek (Bestellung: 2008), ESRI Geoinformatik GmbH, Kranzberg, Vorlesung: GIS-Visualisierung und Praxisaspekte

Dipl.-Ing. Martin Gottwald, Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Vorlesung: Landentwicklung und Dorferneuerung II

Dr.-Ing. Björn Haack, Sachverständigenbüro für Immobilienbewertung Dr. Haack, Vorlesung: Immobilienmanagement I

Dr.-Ing. Cord-Hinrich Jahn, Ltd. Vermessungsdirektor (seit 2006), Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Niedersachsen (LGLN), Landesvermessung und Geobasisinformation Vorlesung: Landesvermessung

Dr. rer. nat. Klaus-Ulrich Komp (seit 2009), EFTAS Fernerkundung Technologietransfer GmbH, Vorlesungen: Grundlagen der Betriebswirtschaft und Unternehmensführung, Führung als Qualifikation im Ingenieurberuf

Präsident und Prof. Dr.-Ing. habil. Hansjörg Kutterer (Bestellung: 2011), Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt, Vorlesung: Geodateninfrastrukturen

Dipl.-Ing. Siegmund Liebzig (seit 2016), Niedersächsisches Ministerium für Inneres und Sport, Vorlesung: Öffentliches Vermessungswesen

Prof. Dr. rer. nat. Volker Paelke (seit 2010) Institut de Geomatica, Castelldefels (Barcelona, Spanien), Vorlesungen: Augmented Reality, Geodatensvisualisierung 2

Hon.-Prof. Dr.-Ing. Hans Werner Schenke (Bestellung: 2010), Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven, Vorlesung: GIS-Hydrographie

Dr.-Ing. Harald Vennegeerts (seit April 2011), Leica Geosystems, Vorlesung: Grundlagen geodätischer Auswertemethoden

Dr.-Ing. Christian Voigt (seit 2013), Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Helmholtz-Zentrum Potsdam, Vorlesung: Schwerefeldmodellierung

Dipl.-Ing. Gerfried Westenberg (seit 2003), Gerfried Westenberg GeoMarketing, Beitrag "Geodatenmarkt und Marketing" (im Rahmen der Lehrveranstaltung GIS III)

Dr.-Ing. Reinhard Wolf (seit 2005), Landeshauptstadt Hannover, Fachbereich Planen und Stadtentwicklung, Vorlesung: Städtebauliche Projektentwicklung und Grundlagen der Stadt- und Regionalplanung