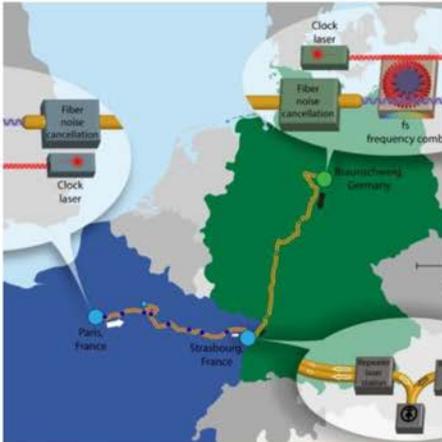


# AKTUELLES AUS DER FACHRICHTUNG 2015

März 2016

Folge 66



Highlights aus dem ersten Jahr des SFB 1128 geo-Q

# Impressum

Jahresberichtsheft Nr. 66 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 umgehend mit, damit wir Sie zeitnah über Beitragszahlungen informieren können.**

## Zusammengestellt durch:

Christine Bödeker (GIH), Ulrike Hepperle (IfE), Sabine Hofmann (ikg), Claudia Sander (IPI), Evelin Schramm (ikg, Gesamtedaktion)

## 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 Kennzeichen nicht durch Rechte Dritter geschützt sind.

Das Copyright für veröffentlichte, von der Gesellschaft zur Förderung der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik selbst erstellten 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 .....	5
Neuer Slogan für die Fachrichtung .....	5
Vize-Präsidentin*2 .....	5
Team des igk bei weltweitem Wettbewerb erfolgreich .....	5
Sonderpreise der Victor Rizkallah-Stiftung für internationale Studierende .....	6
Verleihung des Bachelorpreises .....	6
Verleihung des Walter-Großmann-Preises .....	7
Sonderforschungsbereich SFB 1128 geo-Q.....	10
Forschungsarbeiten .....	15
Geodätisches Institut .....	15
Institut für Erdmessung .....	24
Institut für Kartographie und Geoinformatik .....	45
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation .....	49
Dissertationen .....	58
Doktorandenseminar .....	62
Organisation von Workshops und Symposien.....	63
Messen und Öffentlichkeitsarbeit.....	70
Aus dem Lehrbetrieb .....	73
Bericht des Studiendekanats .....	73
Absolventenfeier der Fakultät Bauingenieurwesen und Geodäsie.....	77
Internationales .....	78
Master- und Bachelorarbeiten .....	80
Exkursionen .....	103
Projektseminare Geodäsie und Geoinformatik.....	111
Praxisprojekte Geodäsie und Geoinformatik .....	114
Praxisprojekte Navigation und Umweltrobotik .....	119
Aus der Gesellschaft .....	122
Bericht über die Mitgliederversammlung der Gesellschaft .....	122
Verschiedenes .....	128

Aufruf Bachelor-Preis 2017 der Förderergesellschaft .....	128
Anhang - Personelles .....	140
Geodätisches Institut .....	140
Institut für Erdmessung .....	145
Institut für Kartographie und Geoinformatik .....	149
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation .....	151
Publikationen und Vorträge .....	155
Geodätisches Institut .....	155
Institut für Erdmessung .....	160
Institut für Kartographie und Geoinformatik .....	169
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation .....	171
Geodätische Kolloquien .....	175
Lehrveranstaltungen .....	176
Geodätisches Institut .....	176
Institut für Erdmessung .....	179
Institut für Kartographie und Geoinformatik .....	181
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation .....	183
Honorarprofessoren und Lehrbeauftragte der Fachrichtung .....	185

# NEUES AUS DER FACHRICHTUNG

## NEUER SLOGAN FÜR DIE FACHRICHTUNG

Die Kommission für Öffentlichkeitsarbeit der Fachrichtung hat nach der Ausschreibung eines entsprechenden Wettbewerbs nun einen neuen Slogan entworfen: Statt "Alles andere als vermessen" lautet nun das Motto **"Die Welt vermessen. Zukunft gestalten"**. Der Slogan ist nicht das Ergebnis einer einzelnen Einreichung, sondern ist im Nachgang in der Gruppe entstanden. Die Kommission dankt allen, die Vorschläge eingereicht und dazu beigetragen haben, einen griffigen Text zu finden.

## VIZE-PRÄSIDENTIN\*2



Seit Anfang 2015 ist Prof. Monika Sester Vizepräsidentin für Internationales der Leibniz Universität. In dem neu geschaffenen Amt setzt sie sich für die Internationalisierung auf allen Ebenen der Universität ein.

Im August 2015 wurde Prof. Monika Sester zur Vizepräsidentin der Internationalen Gesellschaft für Kartographie (ICA) gewählt. Sie ist damit eine von sieben Vizepräsidenten der Gesellschaft.

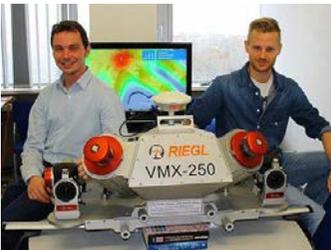
## PROF. VOSS DEKAN DER FAKULTÄT BAUINGENIEURWESEN UND GEODÄSIE



Seit Oktober steht Prof. Winrich Voß der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie als Dekan vor. Weitere Mitglieder des Dekanats sind Prof. Torsten Schlurmann (Franzius-Institut) als Prodekan sowie Prof. Steffen Marks (Massivbau) als Prädekan.

Das Team wird komplettiert durch die Studiendekane Prof. Martin Achmus (Grundbau) und Prof. Steffen Schön (Erdmessung).

## TEAM DES IKG BEI WELTWEITEM WETTBEWERB ERFOLGREICH



Steffen Busch und Alexander Schlichting vom IKG sind mit ihrem Team Bright Delight unter den sechs Finalisten des Valeo Innovation Challenge, die ihren Prototypen am 28.09.2015 in Paris vorstellen durften.

Der französische Automobilzulieferer Valeo hat auch in diesem Jahr wieder Studierende aus aller

Welt dazu aufgerufen, ihre Ideen für das Auto der Zukunft einzureichen. Ziel der Valeo Innovation Challenge ist es, Fahrzeuge im Jahre 2030 noch intelligenter und sicherer zu machen. Aus über 1300 angemeldeten Teams hatten sich zunächst 20 für Phase 2 des Wettbewerbs qualifiziert und 5.000 Euro erhalten, um einen Prototypen zu entwerfen. Sechs der Teams haben es mit ihrem Prototypen nun zum Finale nach Paris geschafft – darunter auch Steffen Busch und Alexander Schlichting vom IKG.

## SONDERPREISE DER VICTOR RIZKALLAH-STIFTUNG FÜR INTERNATIONALE STUDIERENDE

Zum zweiten Mal nach 2014 hat die Victor Rizkallah-Stiftung Sonderpreise für die besten internationalen Studierenden ausgelobt, je einen für den Bachelor- und den Masterstudiengang Geodäsie und Geoinformatik. Damit würdigt die Stiftung die oft erheblichen Anstrengungen, die diese Gruppe Studierender bewältigen muss, um das Studium erfolgreich abzuschließen.



*von links: M.Sc. Yu Feng, Prof. Sester, B.Sc. Roman Lieder, Prof. Rizkallah*

Für das Jahr 2015 wurden ausgezeichnet Herr B.Sc. Roman Lieder und Herr M.Sc. Yu Feng. Die Preise wurden im Beisein des Stifters und ehemaligen Hochschullehrers der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie, Prof. Victor Rizkallah, der Vizepräsidentin für Internationales, Prof. Sester, sowie des Dekans, Prof. Winrich Voß, am 12.01.2015 im Rahmen des Geodätischen Kolloquiums verliehen.

## VERLEIHUNG DES BACHELORPREISES



*Die Preisträger Steven Mohrland und Dmitri Diener nehmen die Urkunden und den Preis von Herrn Dr. Jahn entgegen.*

Den Bachelorpreis teilen sich in diesem Jahr Dmitri Diener und Steven Mohrland. Die beiden Bachelorabsolventen wurden im Rahmen des Geodätischen Kolloquiums am 17.11.2015 von der Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover vom Vorsitzenden Herrn Jahn für ihr besonderes ehrenamtliches Engagement geehrt. Der Preis ist mit 500 € dotiert.

Beide Herren sind seit Beginn ihres Studiums in der Fachschaft engagiert und haben sehr aktiv zur Förderung des Nachwuchses und zur Stärkung der lokalen, nationalen und internationalen Vernetzung unter den Studenten beigetragen. Die Förderergesellschaft freut sich über dieses große Engagement und wünscht den Herren Mohrland und Diener viel Erfolg beim Abschluss ihres derzeitigen Masterstudiums

## VERLEIHUNG DES WALTER-GROßMANN-PREISES

Frau M.Sc. Corinna Harmening wurde im Rahmen des Geodätischen Kolloquiums am 17.11.2015 von der Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover und der Leibniz Universitätsgesellschaft Hannover e.V. mit dem Walter-Großmann-Preis ausgezeichnet. Speziell wurde damit die öffentlichkeitswirksame, klare und verständliche Darstellung ihrer am Institut für Kartographie und Geoinformatik erstellten Masterarbeit „Raumzeitliche Segmentierung von natürlichen Objekten in stark verdeckten Szenen“ gewürdigt (Betreuer Dr. Jens-André Paffenholz). Die Arbeiten zu dieser hochaktuellen Thematik könnten hiermit einem breiten Publikum bekannt gemacht werden. Der preisgekrönte Beitrag ist im Folgenden wiedergegeben.



*Der Vorsitzende Dr. Cord-Hinrich Jahn überreicht der Preisträgerin Corinna Harmening den mit 2000,- € dotierten Preis und die Urkunde*

## DIE VERMESSUNG DER PFLANZE

Schlagzeilen wie „Trockenheit führt zu Ernteaussfällen“ zeigen immer wieder, wie sehr der Mensch von der Natur abhängig ist. Von den Wetterkapriolen betroffen sind in unseren Breiten vor allem die Landwirte, denen als Folge von Ernteaussfällen finanzielle Einbußen oder sogar der Verlust der Existenzgrundlage drohen. In anderen Landstrichen, beispielsweise in weiten Teilen Afrikas, verursachen Trockenperioden oftmals Hungerkatastrophen, denen viele Tausend Menschen zum Opfer fallen. Vor diesem Hintergrund sind Antworten auf Fragen, wie sich Erträge von Pflanzen steigern lassen und wie Ernten gesichert werden können, von immenser Bedeutung.

Antworten auf diese Fragen werden mit Hilfe der Phänotypisierung gefunden. Dieser Zweig der Pflanzenforschung untersucht den Einfluss von Umweltbedingungen wie z. B. Sonnenscheindauer, Wassermenge oder Düngemiteleinsetzung auf das Wachstum einer Pflanze. Ausgehend von den gewonnenen Erkenntnissen sollen optimale Anbaubedingungen ab-

geleitet oder neue Pflanzensorten gezüchtet werden, die veränderten Umweltbedingungen trotzen können.

Die Grundlage einer solchen Phänotypisierung stellt die Analyse und die Vermessung des Erscheinungsbildes einer Pflanze dar. Von Interesse sind beispielsweise die Blätter hinsichtlich ihrer Größe und Ausrichtung. Gegebenenfalls werden die Pflanzen zudem Veränderungen der Umwelteinflüsse ausgesetzt und es wird die Reaktion der Pflanzen auf diese veränderten Bedingungen untersucht.

Es existieren unterschiedliche Messverfahren, die in der Pflanzenforschung typischerweise eingesetzt werden. Sie alle besitzen jedoch erhebliche Nachteile: Allen gemeinsam ist, dass sie manuell durchgeführt werden. Die Analyse einer großen Anzahl von Pflanzen innerhalb kürzester Zeit ist somit nicht möglich, für eine effektive Phänotypisierung jedoch zwingend notwendig. Erschwerend kommt hinzu, dass häufig destruktive Verfahren eingesetzt werden, bei denen die Pflanze zerstört wird. Eine Feststellung von Veränderungen ist somit nicht möglich. Zwar existieren auch Verfahren, bei denen die Messungen an der lebenden Pflanze durchgeführt werden, jedoch sind auch diese Verfahren invasiv, d. h. die Pflanze wird berührt und die aufgedeckten Bewegungen sind nicht mehr allein auf die Umwelteinflüsse zurückzuführen. Hinzu kommt, dass letztere Verfahren in der Regel stark vereinfachte Modelle der Pflanze liefern. Durch diese starke Generalisierung entstehen Ungenauigkeiten, die sich beispielsweise auch in den ermittelten Blattgrößen widerspiegeln: Eine um 10 % zu klein bestimmte Blattgröße ist keine Seltenheit.

Diese Problematik bildet den Schnittpunkt zwischen der Pflanzenforschung einerseits und der Geodäsie und Geoinformatik andererseits: Durch die stetige Weiterentwicklung der geodätischen Sensoren existieren inzwischen berührungsfreie Messverfahren, die sehr schnell und zudem halb- bis vollautomatisch hochgenaue und hochauflösende Messungen im unteren Millimeterbereich durchführen können. Ein solcher Sensor ist beispielsweise der Laserscanner: Ausgesendet wird ein Laserstrahl, der durch einen rotierenden Spiegel in zwei Raumrichtungen gelenkt wird. Trifft der Laserstrahl auf ein Objekt, wird er zum Laserscanner reflektiert. Aus der entsprechenden Laufzeitmessung sowie der Winkelposition des Spiegels lassen sich die 3D-Koordinaten des Reflexionspunktes berechnen. Auf diese Art kann die gesamte Pflanze mit dem Laserstrahl innerhalb weniger Sekunden und berührungslos abgetastet werden. Das Ergebnis ist eine 3D-Punktwolke, die die Grundlage für die anschließende Phänotypisierung bildet.

Die Schwierigkeit bei dieser Art von Phänotypisierung besteht darin, die gesuchten Pflanzenmerkmale wie z. B. die Blattgröße automatisch aus der 3D-Punktwolke abzuleiten: Für den Computer besteht jeder Punkt zunächst nur aus seinen 3D-Koordinaten, die jedoch keine Information

arüber enthalten, ob ein Punkt zu einem Blatt oder zum Stängel gehört und welche Punkte dasselbe Blatt beschreiben. Während das menschliche Gehirn diese Zusammenhänge erkennt und jedem einzelnen Punkt eine Bedeutung zuordnet, müssen zunächst Algorithmen und Programme entwickelt werden, die es dem Computer ermöglichen, zu „sehen“.

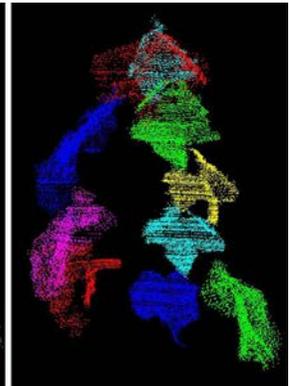
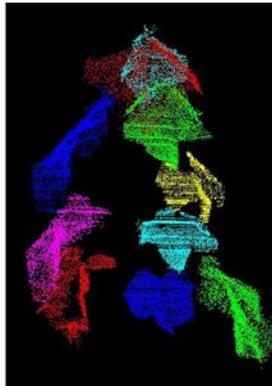
Ein wichtiger Teilbereich dieses maschinellen Sehens ist die sogenannte Segmentierung – die Zusammenfassung einzelner Punkte zu inhaltlich zusammenhängenden Regionen. Für das konkrete Problem der Phänotypisierung umfasst eine solche Segmentierung die Identifikation derjenigen Punkte, die dasselbe Blatt beschreiben. Für die Lösung dieses Problems berechnet der Computer aus den vorliegenden 3D-Informationen punktweise Oberflächeneigenschaften. Benachbarte Punkte, die sich in diesen Eigenschaften ähneln, werden zu Segmenten zusammengefasst. Die gesuchten Blattgrößen lassen sich direkt aus den Segmentgrößen ermitteln.

Für eine Bestimmung von Veränderungen werden die zu untersuchenden Pflanzen zu unterschiedlichen Zeitpunkten gescannt. Die Identifikation derselben Blätter in unterschiedlichen Aufnahmen gelingt dem Computer mit Hilfe eines Vergleichs der Segmentformen (vgl. Abb.).

Das Zusammenspiel der Pflanzenforschung und der Geodäsie und Geoinformatik führt zu einer automatischen, hochgenauen und berührungsfreien Phänotypisierung von Pflanzen, die zu einer deutlichen Verbesserung der bestehenden Verfahren führt. Es trägt dazu bei, Erträge von Pflanzen zu steigern bzw. neue Pflanzen zu züchten, die auch widrigen Wetterverhältnissen trotzen können, und hat Anteil daran, dass Schlagzeilen über Ernteausfälle und Hungerkatastrophen in Zukunft seltener werden.



*Messergebnis der Aufnahme einer Gurkenpflanze mittels eines Laserscanners*



*Segmentierte Punktwolken zweier verschiedener Aufnahmen derselben Gurkenpflanze (Punkte, die zu Segmenten zusammengefasst wurden, sind in den gleichen Farben dargestellt)*

## SFB1 1128 RELATIVISTISCHE GEODÄSIE UND GRAVIMETRISCHE QUANTENSSENSOREN (GEO-Q)

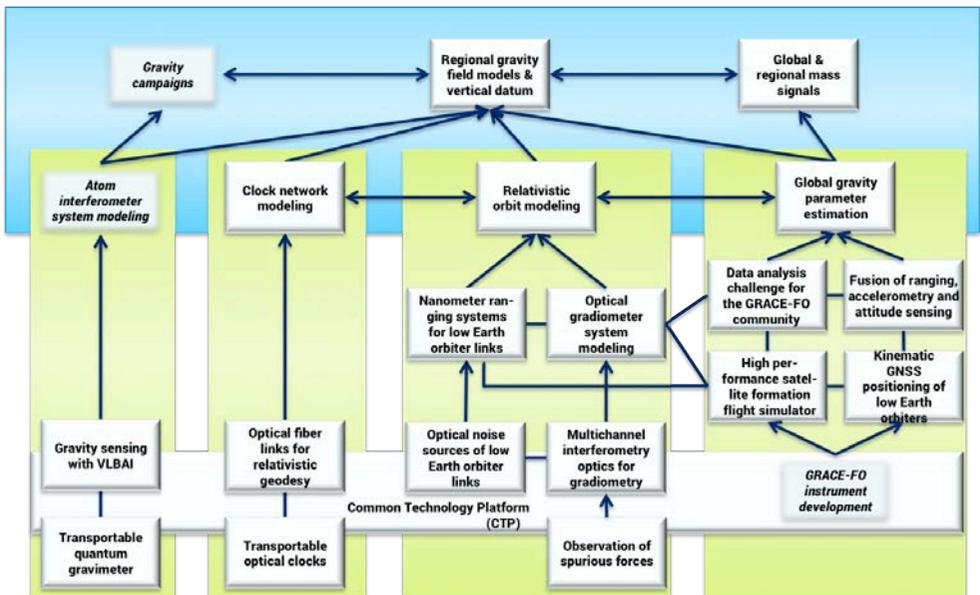
Nach der Einrichtung zum 01.10.2014 war 2015 das erste volle Jahr des SFB 1128 geo-Q. Die etwa 80 SFB-Mitglieder hatten bei der zweitägigen Kick-Off-Konferenz im Februar im Bremer Tagungshotel elements pure ausgiebig Gelegenheit zum gegenseitigen Kennenlernen und für den wissenschaftlichen Austausch. Prof. Joachim Escher (Vizepräsident für Personalentwicklung) begrüßte die Teilnehmer im Namen des Präsidiums der LUH. Als Gäste sprachen eine Reihe prominenter internationaler Wissenschaftler aus Geodäsie und Physik:

- Pete Bender, JILA, University of Colorado, USA
- Frank Flechtner, GFZ Potsdam
- Felipe Guzman, NIST, Washington, USA
- Urs Hugentobler, TU München
- Mark Kasevich, Stanford University, USA
- Hansjörg Kutterer, BKG, Frankfurt
- Torsten Mayer-Gürr, TU Graz, Österreich
- Ulrich Schreiber, Geodätisches Observatorium Wettzell, TU München
- Stefano Vitale, Università di Trento, Italien

Die Teilprojekte der ersten Förderperiode des SFB (bis Juni 2018) sind in der untenstehenden Tabelle und Grafik aufgeführt:

A01	Transportable Quantum Gravimeter	Müller (IfE), Rasel (IQ)
A02	Gravity sensing with very long baseline atom interferometry	Ertmer, Rasel (IQ)
A03	Transportable optical clocks for relativistic geodesy	Lisdät, Schmidt (PTB)
A04	Frequency transfer through long-distance optical fiber links for relativistic geodesy	Grosche, Schnatz (PTB)
A05	Optical noise sources of low Earth orbiter links	Heinzel, Wanner (AEI)
A06	Observation of spurious forces	Danzmann, Mehmet (AEI)
A07	Multichannel interferometry optics for gradiometry	Danzmann, Mehmet (AEI)
B02	Fusion of ranging, accelerometry, and attitude sensing in the multi-sensor system for laserinterferometric inter-satellite ranging	Flury (IfE), Heinzel (AEI)

B03	Kinematic GNSS positioning of low Earth orbiters	Schön (IfE)
B04	Data analysis challenge for the GRACE-FO community	Flury (IfE), Hewitson (AEI), List (ZARM)
B05	High performance satellite formation flight simulator	Flury (IfE), List, Rievers (ZARM)
B06	Nanometer ranging systems for low Earth orbiter links	Braxmaier (ZARM), Heinzel (AEI),
B07	System studies for an optical gradiometer mission	Heinzel (AEI), Müller (IfE)
C01	Global gravity parameter estimation	Flury (IfE)
C02	Relativistic effects in satellite constellations	Hackmann, Lämmerzahl (ZARM), Mai (IfE)
C03	Clock network modeling	Lämmerzahl (ZARM) Müller (IfE)
C04	Regional gravity field modeling & relativistic geodesy	Denker (IfE)
C05	Modeling of mass variations down to small scales	Gitlein, Müller (IfE)

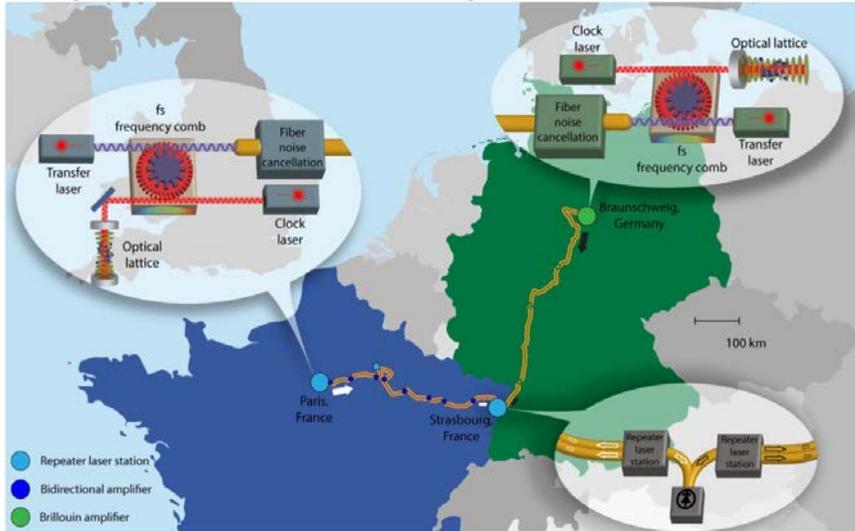


**SFB 1128 Teilprojekte der ersten Förderperiode, Zugehörigkeit zu Projektgruppen und projektübergreifende Verbindungen**

Die Zusammenarbeit im SFB findet u.a. in regelmäßigen projektübergreifenden Meetings statt, z.B. zur Satellitengravimetrie, zur terrestrischen Geodäsie und in der Common Technology Platform.

Ein wissenschaftliches Highlight im SFB war im März der erste rein optische Langstrecken-Frequenzvergleich zwischen den Strontium-Atomuhren der PTB Braunschweig und des Observatoire de Paris (Abteilung Systèmes de Référence Temps Espace SYRTE). Nach Berücksichtigung der relativistischen gravitativen Frequenzrotverschiebung aufgrund des Höhenunterschiedes zwischen Braunschweig und Paris betrug die relative Frequenzgenauigkeit lediglich  $3 \cdot 10^{-17}$ . Dies entspricht einer Unsicherheit im Höhenunterschied von 30 cm.

Anfang Oktober veranstaltete der SFB gemeinsam mit der WE Heraeus-



**Vergleich der Strontium-Gitteratomuhren von PTB und SYRTE über phasenstabilisierte optische Kommunikationsfasern. Die von den Uhren generierten Frequenzen werden im deutschen und im französischen Teil nach unterschiedlichen Verfahren ins Rechenzentrum der Universität Straßburg übertragen; dort findet die Frequenzvergleichsmessung statt (Bild: C. Lisdat, PTB)**

Stiftung die Internationale Herbstschule „Global Gravity Field Modeling from Satellite-to-Satellite Tracking Data“ im Physikzentrum Bad Honnef, mit 10 der international führenden Dozenten auf diesem Gebiet und etwa 60 Teilnehmern aus allen Kontinenten (mehr dazu im Abschnitt Organisation von Workshops und Symposien).

Für den SFB relevant sind die Fortschritte der Mission GRACE Follow-On. Der Start der Zwillingssatelliten ist für 2017 vorgesehen. Der Bau der Komponenten und die Integration der Plattformen (durch Airbus Friedrichshafen) sind weit fortgeschritten. Die Mission wird das erste Laserinterferometer zur Abstandmessung zwischen Satelliten (Laser ranging interferometer LRI) tragen. Das Design des LRI war am Albert-Einstein-Institut (AEI) – eines der in geo-Q involvierten Institute –

entwickelt worden. Im Lauf des Jahres 2015 wurden nun die in der Industrie gefertigten LRI-Komponenten in den Labors des AEI getestet.

In diesem Zusammenhang ist auch die am 3. Dezember 2015 zum Lagrange-Punkt L1 des Sonne-Erde-Systems gestartete Mission LISA Pathfinder zu nennen. Der Satellit trägt ein am AEI entwickeltes komplexes Laserinterferometer, das Abstandsänderungen zwischen zwei im Abstand von 38 cm schwebenden Testmassen messen wird. Damit soll die relative „geodätische Bewegung“ (geodesic motion) der beiden Testmassen mit einem Rauschniveau von lediglich einigen Picometern bestimmt werden und die Auslesung der Position der Testmassen in dieser Genauigkeit untersucht werden. Das Messsystem testet damit wichtige Komponenten für zukünftige Missionen für die Gravitationswellenastronomie. Es kann aber gleichzeitig als optisches Gravitations-Gradiometer betrachtet werden. Erkenntnisse aus der Mission werden nützlich sein, um in geo-Q die Anwendbarkeit ähnlicher Konzepte in Erdorbits für die Schwerefeldbestimmung zu untersuchen (siehe Beitrag K. Douch). Der Satellit wird im Februar 2016 den Lagrange-Punkt L1 erreichen, wo die wissenschaftliche Mission beginnen wird.



**Baustelle des Hannover Institut für Technologie (HITec) in der Callinstrasse im Januar 2016, aufgenommen vom Universitätshochhaus. Im roten Viereck im Vordergrund links entsteht der Einstein-Elevator, ein teilweise im Boden eingelassener Fallturm für Experimente in Mikrogravitation**

Am 27. Januar 2015 fand die Grundsteinlegung des Forschungsneubaus Hannover Institut für Technologie (HITec) auf dem Gelände des bisherigen Parkplatzes vor der „Kaserne“ in der Callinstrasse statt. Nach der für Ende 2016 geplanten Fertigstellung werden dort eine Reihe von Experimenten aus geo-Q einziehen, u.a. die 10 m hohe Atomfontäne zur Very Long Baseline Atom Interferometry (VLBAI), ein Torsionspendel, um die picometergenaue Interferometrie mit mehreren Testmassen zu erforschen, ein Gravimeterlabor sowie Uhrenlabore.

Als Aktivität über die reine Wissenschaft hinaus und um die Themen von geo-Q in die allgemeine Öffentlichkeit zu bringen, wurde eine Zusammenarbeit mit einer Gruppe von Künstlern aus ganz Deutschland ins Leben gerufen. Das Projekt mit dem Titel „Q[‘kju:]“ wird vom Verein Kunst und Begegnung Hermannshof in Völksen am Deister (Leitung Eckhart Liss) koordiniert. Die Künstler haben 2015 wiederholt die Labore von

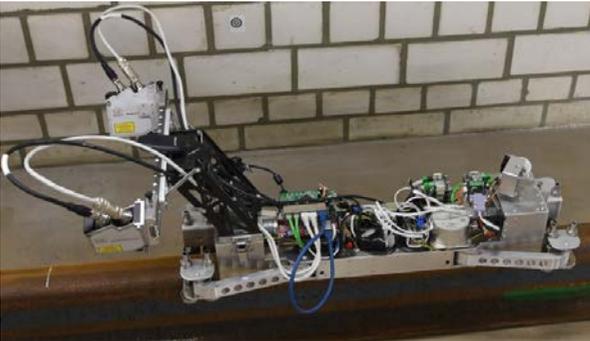
geo-Q besichtigt – insbesondere am AEI, bei der PTB und am Institut für Quantenoptik – und es fanden gemeinsame „Laborientage“ zum Austausch zwischen Künstlern und Wissenschaftlern statt. Als erstes Ergebnis wurde am 25. November zur Feier des 100. Jahrestages der Erstveröffentlichung der Allgemeinen Relativitätstheorie durch Albert Einstein eine öffentliche Veranstaltung im Lichthof der LUH durchgeführt, ein „Parcours zwischen Kunst und Wissenschaft“, bei dem künstlerische Arbeiten gemeinsam mit wissenschaftlichen Kurzvorträgen präsentiert wurden. Die künstlerischen Arbeiten reichten vom eigens für den Anlass komponierten Musikstück „Foreboding“ für 4 Waldhörner bis zu den akustisch erlebbar gemachten Einstein’schen Feldgleichungen.

Der SFB wird von einem internationalen Scientific Advisory Board (SAB) wissenschaftlich beraten. Die Mitglieder des SAB (Michael Watkins, University of Texas; Richard Biancale, Centre National d’Études Spatiales; Stefano Vitale, Universität Trento; Harald Schuh, GFZ; Arnaud Landragin, SYRTE/Observatoire de Paris) trafen sich im November zum ersten Meeting in Hannover. Weitere internationale Gäste des SFB im Jahr 2015 waren Byron Tapley, Srinivas Bettadpur und Franck Pereira dos Santos. Der SFB selbst präsentierte aktuelle Themen und Ergebnisse auf großen Konferenzen wie der Tagung International Frequency Control Symposium – European Frequency Transfer Forum (IFCS-EFTF) in Denver, der IUGG General Assembly in Prag, dem 8. Symposium on Frequency Standards and Metrology, und dem AGU Fall Meeting in San Francisco.

# FORSCHUNGSARBEITEN

GEODÄTISCHES INSTITUT

ADVANCED RAIL TRACK INSPECTION SYSTEM, ARTIS (AIF, M.Sc. JOHANNES BUREICK)



**Messwagen in der Entwicklungsphase**

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.

Das GIH entwickelt in Zusammenarbeit mit Dr. Hesse und Partner Ingenieure (DHPI) ein kinematisches Multisensorsystem (MSS), welches automatisiert Führungs-, Leit- und Fahrschienen im industriellen Umfeld ohne Betriebsbeeinträchtigungen vermisst. Kernstück des MSS ist ein u.a. mit 2 Profillaserscannern, 2 Kameras und einem

Gefördert durch:



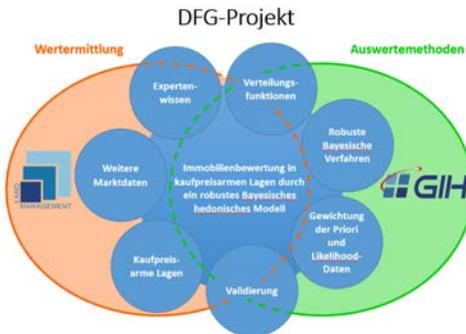
Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## IMMOBILIENBEWERTUNG IN KAUFPREISARMEN LAGEN DURCH EIN ROBUSTES BAYESISCHES HEDONISCHES MODELL (DFG, M.SC. ALEXANDER DORNDORF, DR.-ING. HAMZA ALKHATIB)

Die üblichen Verfahren der Immobilienbewertung funktionieren insb. dann sehr gut, wenn viele Informationen aus den Teilmärkten vorliegen. Im Rahmen des Vergleichswertverfahrens werden regelmäßig statistische Verfahren eingesetzt (hedonische Verfahren, z.B. Regressionsanalyse), um den Verkehrswert abzuleiten. In Gebieten mit wenigen Kauffällen wird die klassische statistische Auswertung nur unzuverlässige Ergebnisse liefern oder nicht anwendbar sein, da diese geeignete Stichprobengrößen erfordern. Diese kaufpreisarmen Lagen stellen daher eine besondere Herausforderung an die Methodik bzw. Vorgehensweise zur Bestimmung des Verkehrswertes dar.

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 Bayesischer Ansatz entwickelt. Die Bayes-Statistik ermöglicht es, Expertenwissen in datengestützte Modelle – wie die multiple lineare Regressionsanalyse – zu integrieren.



Für das Projekt wurde eine Simulationsumgebung entwickelt, wodurch typische kaufpreisarme Lagen anhand von Verteilungsannahmen erstellt werden können. Auf Grundlage des bekannten Erwartungswertes der Simulation wird das robuste Bayesische Modell optimiert und validiert. Die Robustheit des Modells wird durch eine Student-Verteilung realisiert. Erste Ergebnisse zeigen für dieses Modell eine gute Robustheit gegenüber Ausreißern.

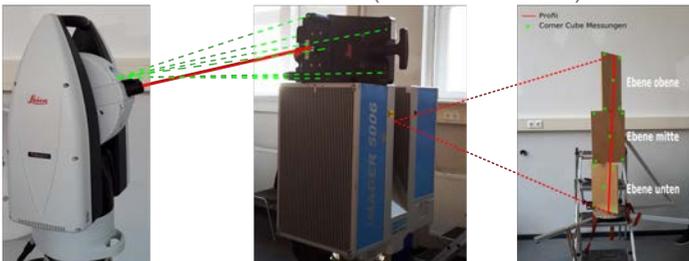
Aktuell wird ein Ansatz für eine optimale Bestimmung der Gewichte zwischen den unterschiedlichen Daten (AKS, Expertenbefragung, Angebotsdaten, etc.) entwickelt. Zukünftig ist beabsichtigt das bisher entwickelte robuste Bayesische Modell an echten Daten zu validieren. Als Untersuchungsgebiete wurden die Teilmärkte Stadt Nienburg/Weser und Landkreis Nienburg/Weser ausgewählt, wo schon eine erste Expertenbefragung des Gutachterausschusses durchgeführt wurde.

## HOCHGENAUES KINEMATISCHES TERRESTRISCHES LASERSCANNING (M.SC. JENS HARTMANN)

Das terrestrische Laserscanning (TLS) ist eine Möglichkeit, um eine schnelle und genaue Erfassung der Geometrie von 3D-Objekten durchzuführen. Aktueller Forschungsschwerpunkt auf diesem Gebiet ist, neben dem schon längere Zeit etablierten statischen terrestrischen Laserscanning, das kinematische terrestrische Laserscanning (k-TLS). Das k-TLS ist in optimaler Weise dazu geeignet komplexe Objekte flächenhaft und hochgenau aus der Bewegung heraus zu erfassen. Im Bereich der Industrievermessung werden Genauigkeiten im Bereich weniger Millimeter und darunter verlangt. Um dies zu erreichen, wird ein neuartiges Multisensorsystem (MSS) verwendet. Die hochgenaue und hochfrequente räumliche 6-DoF (Degrees of Freedom) (Geo-) Referenzierung wird dabei mit einem modernen Lasertracker zu einer T-Mac (Tracker-Machine control Sensor) durchgeführt. Die erreichbaren Genauigkeiten betragen 1/10 mm für die Bestimmung der Position und 0,01° für die Bestimmung der Rotationswinkel. Die T-Mac ist an einem Laserscanner, welcher im Profilmodus (2D) arbeitet und eine 3D-Aufnahme im Nahbereich (<10 m) im sub-Millimeterbereich ermöglicht, montiert. Der Laserscanner kann dabei wahlweise auf einer fahrbaren oder getragenen Plattform installiert werden. Zusätzlich sollen durch eine Digitalkamera auch fotorealistische Eindrücke des Objektes erfasst werden.

Erstmalig sollen mit dem geplanten MSS die geforderte Genauigkeit in der Industrievermessung und die Vorteile einer kinematischen Aufnahme kombiniert werden. Im Rahmen der Forschungsarbeiten sollen die folgenden Schwerpunkte bearbeitet werden:

- Hochfrequente und -genaue, kinematische 6-DoF (Geo-) Referenzierung mit bis zu 1 kHz
- Entwicklung eines Verfahrens für eine hochgenaue integrierte Selbstkalibrierung zwischen den einzelnen Sensoren des verwendeten MSS
- Qualitätsanalyse und Qualitätssicherung der gescannten 3D-Punktwolke (vor Ort Kontrolle)



**Die einzelnen Sensoren des MSS: linke Seite (Geo-) Referenzierung mit Lasertracker auf T-Mac, rechte Seite Profilaufnahme mit Laserscanner**

## DIRECT GEO-REFERENCING OF A TLS-BASED MULTI-SENSOR-SYSTEM USING LOW-COST GNSS EQUIPMENT (DR.-ING. JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ)

Stationary terrestrial laser scanner (TLS) provide a 3D point cloud in a local sensor-defined coordinate system. In general, the transformation parameters (three translations and three rotations) of local 3D point clouds to a global coordinate system are obtained by pre-surveyed control points with known geodetic datum. To improve this procedure, a direct geo-referencing method of a TLS-based multi-sensor-system (MSS) with 3D positioning sensors (here: GNSS equipment) has been developed at the GIH in 2012. For this purpose, the 3D positioning sensors are mounted on top of the laser scanner which rotates about its vertical axis. The analysis of the resulting trajectories of the 3D GNSS-points and the estimation of the transformation parameters are based on a recursive filter approach in form of an extended Kalman Filter (EKF). The evolution of the initial, prototypic MSS into the version *dirGref*<sup>2015</sup> is primary hardware driven. On the one hand, the 3D positioning mounting is improved by using lightweight materials and an easy click-connection system. On the other hand, the initially used geodetic GNSS receivers are substituted by low-cost L1 GNSS equipment and a microcontroller of type Raspberry PI for control and data storage.



***TLS-Based MSS For Directly Geo-Referencing (*dirGref*2015) 3D Point Clouds***

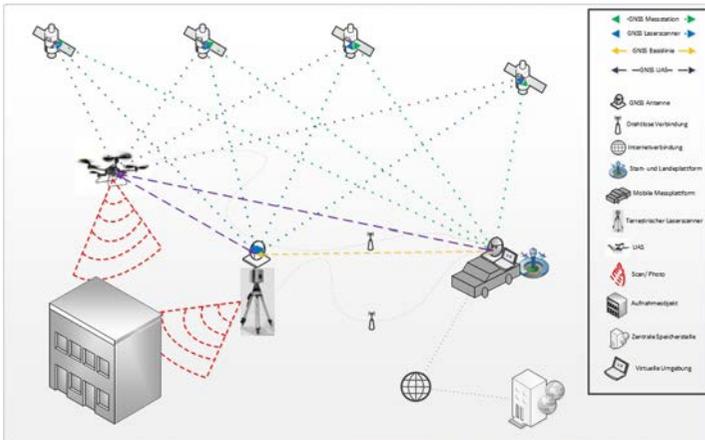
Next to the required calibration task, which was performed in the 3D laboratory by means of a laser tracker, the focus was on the stochastic model of the EKF and its influence on the resulting trajectory. In particular, the previously assumed white process noise is not sufficient in the evaluation approach. For this reason, different approaches (e.g. Gauss-

Markov process modelled by means of a shaping filter) for model-

ling the system and the measurement process are under-investigation. Results of this project were presented at the IUGG, IAG Symposia 2015, G05 GNSS++: Emerging Technologies and Applications, Prague, June 24, 2015.

## MOBILE VIRTUELLE ERFASSUNGSPLATTFORM UND MISSIONSMANAGEMENT FÜR DIE QUALITÄTSANALYSE UND -DARSTELLUNG VON OBJEKTRÄUMEN IN 3D (MOVEQUAD) (VDI/VDE, DIPL.-ING. ULRICH STENZ)

Entwicklungsziel ist die effiziente Planung, Ergänzung und Optimierung UAS (unmanned airborne system) gestützter Erfassungsprozesse mittels bodengestützter Messplattform sowie die Datenanalyse und Qualitätsbewertung in einer virtuellen 3D Umgebung direkt vor Ort. Die Entwicklungen sind in den Prozess des Lärmschutzes zu integrieren und dafür zu optimieren.



**Aufnahmekonfiguration MoVE<sup>Quad</sup>**

Wesentliches Merkmal der Neuentwicklungen ist ein lückenloser digitaler Prozess von der Planung über die Erfassung (terrestrisch und luftgestützt) mit integrierter Daten- und Qualitätsanalyse bis zur Visualisierung der Ergebnisse vor Ort in naher Echtzeit.

Für die Realisierung dieses Prozesses ist eine geeignete Infrastruktur zu entwickeln.

Hierzu soll eine komplexe Systementwicklung, bestehend aus Hardware und Software zur hochpräzisen iterativen und semantischen 3D-Gebäudemodellierung realisiert werden. Dies stellt einen signifikanten Schritt hin zu einer automatisierten und qualitätsgerechten Umsetzung der Lärmschutz-Prozesskette dar.

Projektpartner: Geo-Office GmbH (KMU), Universität Stuttgart (Institut für Photogrammetrie), Leibniz Universität Hannover (Geodätisches Institut)

Laufzeit: 01.02.2015 bis 31.07.2017

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## INGENIEURGEODÄTISCHE ÜBERWACHUNG DES WESERTUNNELS – 7. EPOCHE (M.Sc. JANETTA WODNIOK, M.Sc. JOHANNES BUREICK, M.Sc. SÖREN VOGEL)

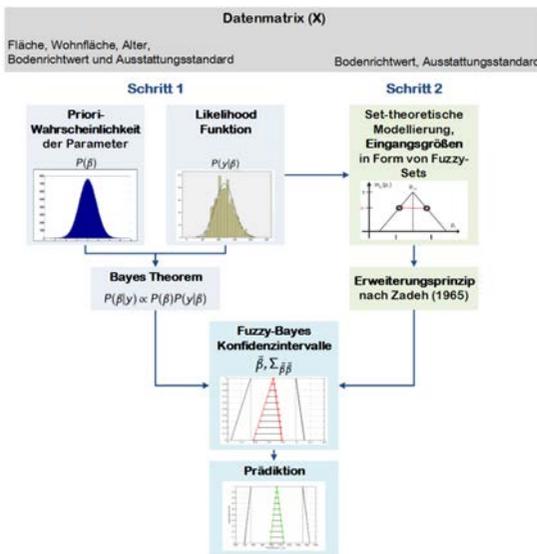
Das Geodätische Institut wurde mit der ingenieurgeodätischen Überwachung des Wesertunnels beauftragt. Nach der Bestimmung des Normalverhaltens des Bauwerkes unter Tideeinfluss (2003 - 2004) wurde die Überwachung im Oktober 2006, 2008, 2010, 2013 und 2015 mit Wiederholungsmessungen fortgesetzt.

Diese Messungen haben zum Zustand Hochwasser stattgefunden. An den Beobachtungen der 7. Wiederholungsmessung im Oktober 2015 waren 3 Mitarbeiter des GIHs und studentische Hilfskräfte beteiligt. Um die Vergleichbarkeit mit den Zuständen der vorangegangenen Epochen zu gewährleisten, sind sämtliche Beobachtungen im Tunnel in einem symmetrisch um den Scheitelpunkt der Tide angeordneten Zeitfenster von 120 min. durchzuführen. Dieses stellt eine besondere logistische Herausforderung dar. Zur konsistenten Erfassung des dreidimensionalen Zustandes des Bauwerkes ist es notwendig, ein synchronisiertes Feinnivellement mit zwei gleichzeitig messenden Trupps durchzuführen und parallel das Polygonnetz mit einem weiteren Trupp tachymetrisch zu beobachten. Um Einflüsse durch den Verkehr auf ein Minimum zu reduzieren, wurden die Messungen im Tunnel überwiegend abends und nachts durchgeführt. Das Feinnivellement wurde mit digitalen Präzisionsnivellieren vom Typ Trimble DiNi 12 und DiNi Level durchgeführt, während bei den tachymetrischen Beobachtungen das automatisch zielsuchende Tachymeter Leica TS30 zum Einsatz kam.

Das tachymetrische Polygonnetz ist außerhalb des Einflussbereiches des Bauwerkes an Punkte angeschlossen, die durch Pfeiler markiert sind. Zur Prüfung ihrer Stabilität wurden auf diesen mit 10 geodätischen Empfängern GPS Beobachtungen durchgeführt. Im Anschluss an die getrennt nach Lage und Höhe berechnete Ausgleichung wurden die ermittelten Koordinaten denjenigen aus vorangegangenen Epochen gegenübergestellt. Die Signifikanz der festgestellten Differenzen wurde im Rahmen einer statistisch strengen Deformationsanalyse bewertet.

## UN SICHERHEITSSCHÄTZUNG DES VERKEHRSWERTES DURCH DAS FUZZY-BAYES-VERGLEICHSWERTVERFAHRENS (DR.-ING. HAMZA ALKHATIB, PROF. INGO NEUMANN, PROF. WINRICH VOß)

Das Vergleichswertverfahren als eines der normierten Bewertungsmethoden in Deutschland basiert aus mathematisch-statistischer Sicht auf einer multiplen linearen Regressionsanalyse. Seit Jahrzehnten hat es sich als Standardverfahren für die Analyse des Immobilienmarktes und der Ermittlung des aktuellen Marktwertes in der Praxis etabliert. Der ermittelte Vergleichswert hängt insbesondere von der Anzahl und der Art der Einflussgrößen ab, die in das Regressionsmodell einfließen. Dennoch hat sich der Umgang bzw. die Ermittlung der Unsicherheit für diesen Ansatz seit seiner Einführung nicht erweitert. Die Unsicherheit ergibt sich einerseits aus der inhärenten Ungenauigkeit der Beobachtungen und aus der Differenz zwischen dem ausgewählten Modell und der Realität andererseits.



**Ablaufdiagramm der Auswertung**

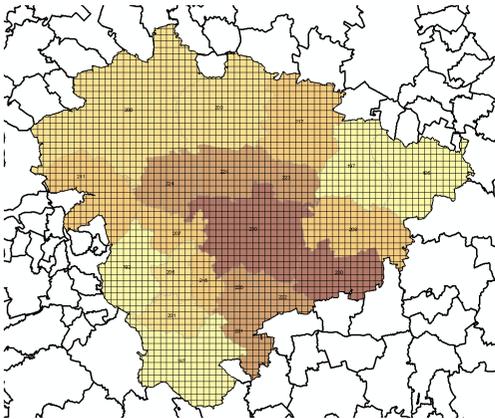
Das Ziel dieser Forschung ist es, die Unsicherheitsermittlung in der Regressionsanalyse durch Unterteilung des Unsicherheitsbudgets in epistemische und aleatorische Anteile weiterzuentwickeln und zu verbessern. Während die aleatorischen Anteile die zufällige Variabilität beschreiben, die mit Hilfe der Bayesianischen Inferenz modelliert werden können, charakterisieren die epistemischen Anteile systematische und/oder deterministische Einflüsse, die aus mangelndem Wissen, Annahmen, Vereinfachungen und sprachlicher Formulierungen herrühren. Epistemische Komponenten können durch ausgewählte Modelle der Fuzzy-Theorie modelliert werden.

In diesem Forschungsprojekt wird ein Fuzzy-Bayes-Ansatz betrachtet, der in der Lage ist, die Unsicherheit des Werts durch die oben beschriebenen Merkmale und damit deren Auswirkungen auf den Marktwert zu quantifizieren.

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

Auf der einen Seite INSPIRE und Geodaten, auf der anderen Seite Immobilienmärkte mit schwierigen Segmenten wie gewerblichen Märkten und kaufpreisarmen Lagen - beides bringt die Forschungs Kooperation zwischen dem Niedersächsischen Ministerium für Inneres und Sport und dem Geodätischen Institut Hannover zusammen.

Mit dem Hintergrund der geforderten Datenverfügbarkeit von Geodaten durch die INSPIRE-Richtlinie der EU vom 14.03.2007 und den gesetzlichen Initiativen auf Bundesebene und den Ländern hat der Ausbau der Geodateninfrastruktur stark an Bedeutung gewonnen. Das Ziel, Geodaten interoperabel bereitzustellen sowie der starke Bedarf nach dynamischen lagebezogenen Daten für die Immobilienwertermittlung und Marktanalyse liefern die Motivation für das Projekt.



**Lagequalitätswert der Makrolage auf Gemeindeebene (Region Hannover)**

Das Projekt beschäftigt sich derzeit mit der Berechnung eines einheitslosen Qualitätswertes zur Aussage über das Wertniveau der Immobilienlage. Basierend auf GIS-Analysen und Geobasis- sowie Geofachdaten werden diese Qualitätswerte für verschiedene Immobilienteilmärkte auf Basis eines Rasternetzes ermittelt. Hierbei wird das Ziel verfolgt, Lagewerte und Werteeinflüsse auf verschiedenste Immobilienarten durch Betrachtung und Hinzunahme von Geodaten abzubilden. So ist beispielsweise eine Ergänzung der Bodenrichtwerte, unabhängig von Kauffalldaten, denkbar.

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

Als Branding bezeichnet man den Aufbau und die Entwicklung von Marken, bspw. durch Aufzeigen von Alleinstellungsmerkmalen. Unter regionalem Branding ist das In-Wert-Setzen von charakteristischen Eigenschaften und Alleinstellungsmerkmalen von Regionen zu verstehen.



**RegioBranding**

In diesem Kontext fokussiert das Projekt RegioBranding auf 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 ("transdisziplinär"). So sollen Ergebnisse unmittelbar auf Voraussetzungen und Bedürfnisse in den Regionen konfektioniert werden.

Innerhalb dieses Zirkels beschäftigt sich das GIH mit der Analyse von sich wandelnden Landbedeckungen und von Immobilienmärkten. Landbedeckungsveränderungen – z.B. Siedlungsinanspruchnahme ehemaliger landwirtschaftlicher Flächen oder die Umwandlung von Ackerland in Grünland – reflektieren die Ansprüche und Bedarfe einer Gesellschaft im Wandel.

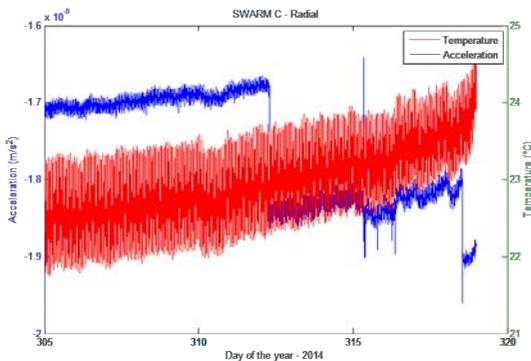
RegioBranding ist ein Projekt, das im Rahmen der fakultätsübergreifenden LUH-Forschungsinitiative TRUST entwickelt und bearbeitet wird. Die Abkürzung TRUST steht für „Transdisciplinary, rural and urban spatial transformation“. Im Zentrum des Interesses von TRUST steht die interdisziplinäre Beantwortung von Fragen der räumlichen Transformation an der Schnittstelle von Ingenieurs- und Naturwissenschaften sowie Sozial- und Geisteswissenschaften.



## INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

### SENSOR FUSION FOR GRACE FOLLOW-ON (DFG, GEO-Q, M.Sc. SANTOSKUMAR BURLA)

To get a better understanding of space accelerometers, GRACE and SWARM accelerometers data are analyzed. Although both accelerometers data have some similar anomalies, SWARM accelerometers have significant jumps in the data. An attempt to remove these jumps by means of GPS derived accelerations is done. Here, the external perturbations are also calculated to remove from the accelerometer data. But the final results have limited success due to the temperature dependency on the accelerometer data. Hence, it is recommended to remove the jumps once the temperature correction is done.



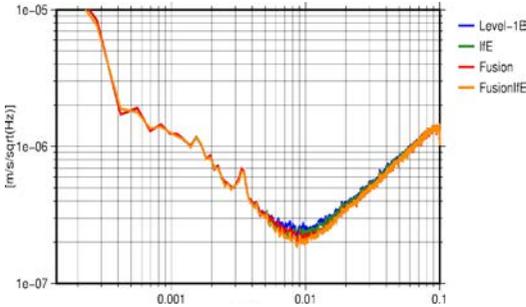
#### **Correlation between Acceleration and Temperature**

external perturbations acting on the satellite. LQR controller has shown better performance than PID controller but when the LQR is away from the linearization point, the performance is not better than the SDRE. I have regularly participated in Global Gravity Field Recovery (GFR) group meetings and provided some inputs for this group.

### DISENTANGLING GRAVITATIONAL SIGNALS AND ERRORS IN GLOBAL GRAVITY FIELD PARAMETER ESTIMATION FROM SATELLITE OBSERVATIONS (DFG, GEO-Q, M.Sc. SUJATA GOSWAMI)

When sets of global gravity field parameters are estimated from data sets of inter-satellite ranging measurements from GRACE, the post-fit measurement residuals obtained at the involved analysis centers still exceed the expected level considerably. The post-fit residuals are particularly large for spectral components in the mHz band where they exceed the expected influence of sensor noise by one order of magnitude. This frequency band is particularly important for time-variable gravity and mass variations. For further improvement of gravity field results, it is needed to disentangle and understand the sources of residuals. This applies to GRACE gravity field reprocessing, and will be even more appli-

cable to extract improved results from the higher sensor precision of GRACE-FO. Several effects are known to contribute to the residuals: systematic sensor and system modeling errors, such as uncertainties in star camera alignments and in phase center position calibrations, as well as environmental disturbances, and geophysical aliasing due to under sampling of rapid mass variations.



**The power spectral density of post-fit range rate residuals computed from the four different gravity field solutions. 1. Official level-1B JPL, 2. IfE is reprocessed at IfE, 3. Fusion: reprocessed at TU Graz, 4. Fusion at IfE**

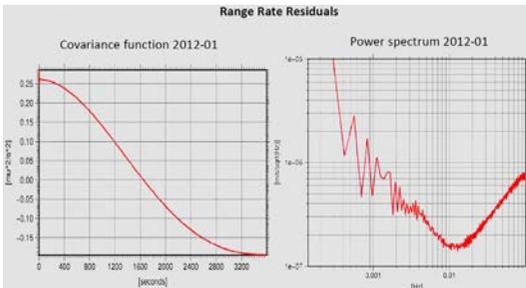
We will improve the understanding of systematic errors and disturbances and will develop an advanced covariance stochastic modeling for the parameter estimation that reflects the complex properties of error contributions.

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.

## DISENTANGLING GRAVITATIONAL SIGNALS AND ERRORS IN GLOBAL GRAVITY FIELD PARAMETER ESTIMATION FROM SATELLITE OBSERVATIONS (DFG, GEO-Q, M.Sc. SANIYA BEHZADPOUR)

Ms. Behzadpour has been working on the C01 project together with Prof. Mayer-Gürr in Graz. A summary of the work progress is as follows:

She studied different gravity field solution methods with main focus on



**The covariance function and the power spectrum of the range rate residuals.**

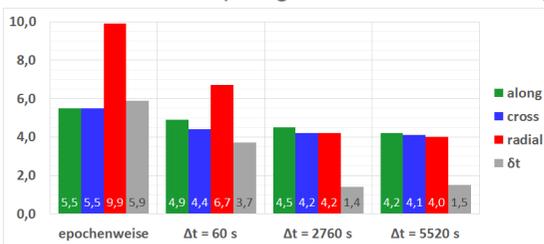
the integral equation approach and getting acquainted with the GROOPS (Gravity Recovery Object Oriented Programming System) software package, developed at Institute of Geodesy of TU Graz. Furthermore, she did an estimation of the unconstrained monthly solutions and daily solutions by means of Kalman filtering for the second half of the year 2014 for ITSG-Grace 2014 model. In addition, she got acquainted with the recent developed stochastic model by Torsten Mayer-Gürr. In this method, in addition to the K-band and POD observations, the linearized observation equations are also set up for the

accelerometer data. This method shows some improvements in estimation of the spherical harmonics coefficients, but in this case there is a strong correlation between the observations, and the complexity that it caused, affected the implementation of the method. Moreover, a study on regression diagnostics using residual analysis is carried out.

The main idea is to check how good the model is fitted by checking the normality and homogeneity of variance of the residuals. Checking these assumptions for the range rate and accelerometers residuals, it has been concluded that one of the major problems in the range rate observations is the outliers in the data.

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

Im Rahmen des SFB 1128 geo-Q ist das Thema des Projekts B03 die Positionierung von Low Earth Orbitern (LEO) zu verbessern. Die dreidimensionalen Koordinaten aus kinematischen Orbits dieser tieffliegenden Satelliten sind Voraussetzung, um aus weiteren Sensordaten das Erdschwerefeld zu bestimmen. Neben Sternkameradaten für die Orientierung des Satelliten sind GNSS-Beobachtungen, welche an Bord des Satelliten empfangen werden, Grundlage für die Orbitbestimmung. Der



**GRACE B: mittlere formale Standardabweichungen kinematischer Orbitkoordinaten in Millimeter für verschieden lange Uhrmodellierungsintervalle**

Forschungsansatz ist, dass durch weltraumtaugliche Atomuhren an Bord der Erdbeobachtungssatelliten, die bereits vom terrestrischen Fall bekannte

GNSS-Empfängeruhrmodellierung hier ebenfalls realisierbar ist. Vorteile sind die Stabilisierung der Beobachtungsgeometrie (geringere DOP-Werte), die Dekorrelation der radialen Orbitkoordinate vom

Empfängeruhrfehler und dessen präziserer Bestimmung.

Über ein kinematisches Precise Point Positioning (PPP) anhand von ionosphärenfreien Linearkombinationen für Code- und Trägerphasenmessungen, und gegenüber dem terrestrischen Fall angepassten Fehlerkorrekturen, kann die Empfängeruhrmodellierung in einem Extended Kalman Filter (EKF) oder einem Least-Squares Adjustment (LSA) angewendet werden.

Anhand von Simulationen können für den Fall der GRACE-Satelliten PPP-Lösungen berechnet werden, bei denen die Stabilität der Atomuhr beliebig gewählt werden kann. So zeigt die Abbildung, dass die mittlere formale Standardabweichung der radialen Koordinate (rot) von 9,9 mm für eine epochenweise Schätzung des Empfängeruhrfehlers auf bis zu

4,0 mm verbessert werden kann, wenn ein LSA mit der Uhrstabilität eines Aktiven Wasserstoff-Masers berechnet wird. Die mittlere formale Standardabweichung des Empfängeruhrfehler $\delta t$  (grau) kann sogar noch deutlicher verbessert werden.

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

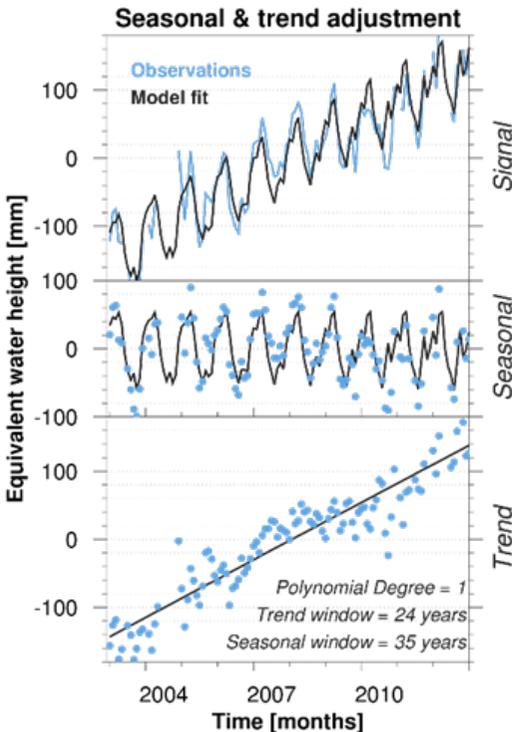
Entfernungsmessungen zwischen Satelliten sind heute mit einer Genauigkeit von bis zu 10nm möglich. Bei dieser hohen Genauigkeit ist es erforderlich relativistische Effekte in der Bahn- und Zeitbestimmung sowie der Signalausbreitung zu berücksichtigen. Für die Bahnbestimmung muss geklärt werden, ob deren post-Newton'sche Approximation für die hochgenauen experimentellen Möglichkeiten ausreichend ist. Dazu wird in einem ersten Schritt das Schwarzschild-Problem betrachtet. Einerseits können hier Satellitenbahnen rein numerisch berechnet werden. Andererseits kann mit Hilfe von Lie-Reihen eine semi-analytische Berechnung durchgeführt werden. Da für das Schwarzschild-Problem auch eine analytische Lösung vorliegt, wird diese ebenfalls zum Vergleich der Ergebnisse herangezogen. Ziel ist es, zuerst die Abweichungen zwischen den jeweils berechneten Satellitenorbits zu ermitteln. Danach wird die semi-analytische Lösung unter Ausnutzung des parallelen Rechnens möglichst effizient implementiert, um zukünftig auch den Einfluss anderer relativistischer Effekte auf Satellitenbahnen berechnen zu können.

#### REGIONAL GRAVITY FIELD MODELING & RELATIVISTIC GEODESY (DFG, GEO-Q, DR.-ING. MIAO LIN, DR.-ING. HEINER DENKER)

The accurate modeling of topographic and atmospheric effects is crucial for regional geoid and quasigeoid computations. Therefore one focus in subproject C04 is the refined computation of these gravitational effects based on spherical tesseroids instead of rectangular prisms used so far. As no complete analytical solution exists for the tesseroid elements, several numerical approaches were investigated, involving the 2D and 3D Gauss-Legendre quadrature (GLQ) as well as Taylor series expansions. Numerical tests were carried out by comparing the tesseroid results with corresponding analytical solutions, e.g., existing for spherical rings and shells. To speed up the computations, a combined approach of 3D GLQ for the inner zone and Taylor series expansions for the outer zone appears to be optimal. After final testing, the tesseroid computation routines shall be integrated into the widely used Fortran program TC as an additional option to the standard computation based on rectangular prisms. Furthermore, preparations were also done to determine the gravity potential at the Max-Planck-Institut für Quantenoptik (MPQ) in Garching to support future clock comparisons involving MPQ.

MODELING OF MASS VARIATIONS DOWN TO SMALL SCALES (DFG, GEO-Q,  
DR.-ING. BALAJI DEVARAJU, M.SC. LARS LEBMANN)

With the advances in sensor technologies for satellite and terrestrial gravimetry, the Earth's gravity field can be observed with an increased spatial and temporal resolution. This new-age data opens up vistas in the study of small-scale geophysical effects. In order to demonstrate this, a data-driven model of small-scale mass variations for Fennoscandia is being developed within this project. It is supported by novel satellite/terrestrial gravimetric data and other ancillary geophysical data. This model will then be used to gauge the sensitivity of the satellite signals and their associated uncertainties. In addition, this model will also be helpful in constraining the small-scale geodynamic transition zone (Glacial Isostatic Adjustment forebulge) and in understanding the changes in small hydrological basins such as the Baltic Sea.

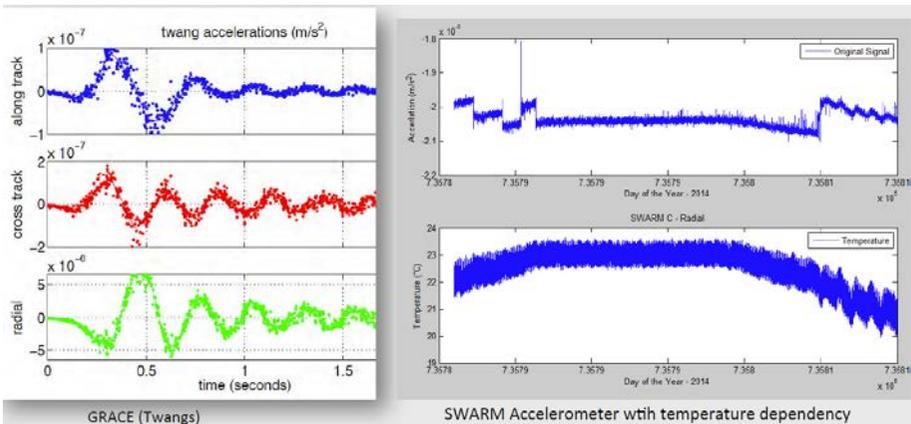


Since the gravimetric signals are integral signals of mass changes, efficient methods of signal separation have to be devised. To this end, we have investigated non-parametric methods for signal separation: Bandpass filtering and seasonal and trend adjustment by local regression (STL). All sensor systems are limited by their sampling frequency, which necessitates the proper treatment of the under sampled signals, also known as dealiasing. Currently, uncertainties in the modelling of daily atmospheric or unmodelled hydrological mass changes smear into the monthly global gravity field solutions. Ocean and climate models are used to consider these mass variations and calculate their effect on gravity. The model will also be used to investigate whether the augmentation of regional models will enable better dealiasing of gravity observations than it is currently possible.

*Separating the signal into seasonal and trend components which are triggered by hydrology and glacial isostatic adjustment*

## GENERIC HIGH PERFORMANCE SATELLITE DYNAMICS AND FORMATION FLIGHT SIMULATOR FOR MODELING GEODETIC OBSERVATIONS AND ENVIRONMENT CONDITIONS IN ORBIT; ANALYSE VON SWARM AKZELEROMETERDATEN (DFG, GEO-Q; ESA, M.SC. GUY APELBAUM)

Im SFB-Projekt B05 sollen umweltbedingte Störungen in Akzelerometermessungen im Weltraum wie die „Twangs“ der Mission GRACE untersucht werden. Dazu soll der High Performance Satellite Dynamics Simulator HPS des ZARM verwendet und weiterentwickelt werden. Aufgrund der ausgeprägten umweltbedingten Störungen in den Akzelerometermessungen der drei Satelliten der Ende 2013 gestarteten Magnetfeldmission Swarm der ESA ergab sich der akute Bedarf und die Gelegenheit, die Untersuchung auf diese Messungen auszudehnen. Dabei geht es um die Aufdeckung und Korrektur zahlreicher Sprünge in den Swarm-Daten, um die Modellierung und Reduktion der ausgeprägten Temperaturabhängigkeit der gemessenen Beschleunigungen und um das Verständnis der auf den drei Satelliten sehr unterschiedlichen Akzelerometerqualität. Seit September 2015 wurden diese Arbeiten dank einer zusätzlichen Förderung im Swarm Expert Support Laboratory (ESL) der ESA intensiviert, in Kooperation mit Christian Siemes (ESA/ESTEC).



### **Einige beobachtete Effekte in GRACE und SWARM Beschleunigungsmessdaten**

Es wird erwartet, dass so die Qualität der Beschleunigungen und der daraus abgeleiteten Thermosphärendichte verbessert werden kann. Die verbesserten Daten sollen im Swarm ESL der Swarm Nutzergemeinschaft zur Verfügung gestellt werden.

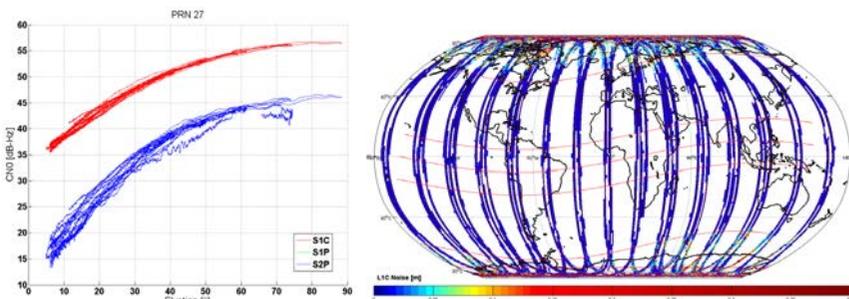
## CONSISTENT OCEAN MASS TIME SERIES FROM LEO POTENTIAL FIELD MISSIONS (CONTIM), WORK PACKAGE: IMPROVED GPS DATA ANALYSIS FOR THE SWARM CONSTELLATION (DFG, M.SC. LE REN)

Satellite missions are becoming more and more demanding in accuracy of absolute and relative position and attitude of a single spacecraft or a spacecraft formation, respectively.

The first objective is to understand the GPS data quality of the pendulum-like orbit of the SWARM formation flying through the highly active ionosphere layers. A second objective is to develop and implement improved absolute and relative positioning strategies for the SWARM spacecraft formation and validate them by SLR.

The current focus of the project launched in October 2015 is to assess the quality of the GPS data of the SWARM satellites. A first quality indicator is the carrier-to-noise density ratio, which indicates potential multipath contamination and diffraction as well as ionospheric scintillations. Second measures to be investigated are different observation noises. The code noise performance is assessed based on multipath combination. Due to lack of the true position of the antenna, a simple de-trending approach based on multiple differentiations of successive measurement epochs is applied for qualitative rather than quantitative evaluation of the carrier phase. Furthermore the completeness and information about cycle slips will be analyzed.

The quality measures with respect to different parameters, like e.g. time, elevation, geographic location, and others are depicted, which will help to understand their temporal and spatial evolution. The initial investigations have shown that the phase measurements are greatly disturbed around high-latitude regions.



**C/N0 for PRN27 (left) and L1C noise (right) for SWARM A on 20/04/2015**

## EUROPEAN GRAVITY SERVICE FOR IMPROVED EMERGENCY MANAGEMENT (EGSIEM, DR.-ING. TAMARA BANDIKOVA)



Seit Januar 2015 ist das Institut für Erdmessung (Prof. Dr.-Ing. Jakob Flury, Dipl.-Ing. Tamara Bandikova) in dem neu gestarteten Forschungsprojekt „European Gravity Service for Improved Emergency Management (EGSIEM)“ beteiligt. Ein internationales Forschungskonsortium unter Leitung der Universität Bern (Schweiz) nutzt die satellitengenerierten Erdschwerefelddaten zur Verbesserung der Vorhersage und Kartierung von hydrologischen Extremereignissen wie z.B. großflächigen Fluten und Dürren. An dem Forscherteam sind weiter die folgenden Institute beteiligt: die Universität Luxemburg (Luxemburg), das Helmholtz-Zentrum Potsdam - Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., das Centre National d'Études Spatiales (Frankreich), die Géode & Cie (Frankreich) und die Technische Universität Graz (Österreich). EGSiEM ist durch das EU Horizon2020 Rahmenprogramm für Forschung und Entwicklung für den Zeitraum von 2015-2017 gefördert.

Ziel der Forschung ist es, die Datenprodukte der Schwerefeldsatellitenmission GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) zu verbessern und die Datenprozessierung zu beschleunigen, so dass die Daten innerhalb von 5 Tagen nach ihrer Aufnahme zur Verfügung stehen. Da die GRACE Daten wichtige Information über die Verteilung der gesamten Wassermengen beinhalten, kann man daraus z.B. die Grundwasservariationen oder den Sättigungsgrad des Bodens ableiten, was wichtige Indikatoren für die Überwachung der Dürren und Fluten darstellen. Durch EGSiEM soll neben der Vorhersage von Wetter- und Klimaereignissen, die generelle Anwendung von Erdschwerefelddaten in den Erd- und Umweltwissenschaften vorangetrieben und die zeitliche Auflösung der Daten verbessert werden.

Mehr Informationen unter [www.egsiem.eu](http://www.egsiem.eu)

## GLOBAL GRAVITY FIELD RECOVERY FROM SATELLITE DATA (LAND NIEDERSACHSEN, DR.-ING. MAJID NAEIMI)

Global gravity field modeling from satellite observations is a complex and multistep process. Due to its difficulties, only a few working groups in the world are able to provide gravity field models from satellite observations. Since the beginning of the year 2015 and after approval of the SonderForschungsBereich (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.

In the first phase, the team members worked on the preparation of a dynamic orbit integrator to model the trajectory of a LEO satellite as realistic as possible. To this end, all known background and force models are taken into account. Direct and indirect tidal effects, air drag and solar radiation pressure as well as non-tidal variability in the oceans and atmosphere are examples of the disturbing force models which have been used in the dynamic integration. In addition several numerical integration techniques have been successfully implemented by the group.

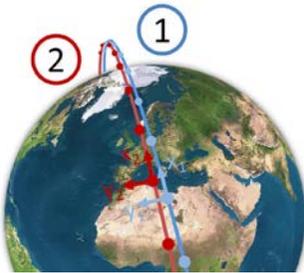
The group, known as the GFR (Gravity Field Recovery) team, holds weekly meetings to report the latest progress and to discuss current problems and technical issues. All activities of the group are regularly archived in the wiki-page (\*) of the group. In addition, Majid Naeimi has been involved in the organization of the Wilhelm und Else Heraeus Autumn School on Global Gravity Field Modeling from Satellite-to-Satellite Tracking Data.

## STUDY OF A CAI (COLD ATOM INTERFEROMETER) GRADIOMETER AND MISSION CONCEPTS (ESA, DR. KARIM DOUCH, PROF. JÜRGEN MÜLLER, DR.-ING. AKBAR SHABANLOUI)

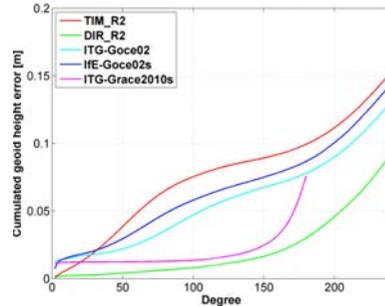
This project is led by the Paris Observatory and aims at studying the potential of cold atom interferometry for a spaceborne gravitational gradiometer. First results show that the intrinsic sensitivity of the CAI gradiometer is not good enough to map the time-varying gravitational field, therefore new scientific goals are studied. The challenging requirements for such a sensor only leave 2 possibilities for the orbit dynamics: either inertial pointing which would enable to operate 3 orthogonal gradiometer arms and thus determine the 3 diagonal elements of the GGT (Gravitational Gradient Tensor); or Earth pointing with only one sensitive gradiometer arm parallel to the satellite rotation vector. The performance of both configurations in terms of RMS error on the retrieved gravity anomaly is investigated thanks to a simulation of a 1-month measurement session.

## THE GOCE MISSION – IN-ORBIT VALIDATION AND GLOBAL GRAVITY FIELD RECOVERY FROM SST-HL AND SGG DATA

ESA's gradiometry mission GOCE (Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer) re-entered the Earth's atmosphere in November 2013 after a highly successful operation time of more than four years. GOCE 'observations' the gravitational gradients, i.e. 2nd order derivatives of the gravitational potential are used in a variety of Earth related sciences, e.g. oceanography, geophysics, geodesy.



*Two ascending Collinear Tracks along which GOCE gradients are compared*



*Cumulative geoid height errors w.r.t. EIGEN-6C4*

## IN-ORBIT VALIDATION USING COLLINEAR TRACKS (LAND NIEDER-SACHSEN, M.SC. PHILLIP BRIEDEN)

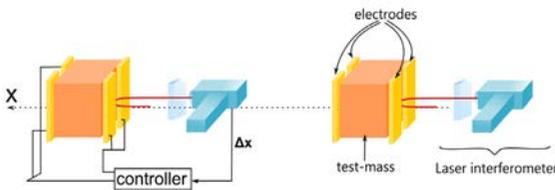
To ensure the gravitational gradient quality for geo-related analysis, dedicated validation (i.e. quality and consistency check) is performed, in which gradients are compared to each other in orbit altitude. Besides the comparison in satellite track cross-overs, gradients are compared along collinear satellite tracks – these are almost parallel and just some kilometers away from each other. Results confirm the high gradient quality with a mean RMS of less than 7 mE (1 mE = 10-12 1/s<sup>2</sup>) for the important main diagonal components of the gravitational gradient tensor.

## GLOBAL GRAVITY FIELD RECOVERY (CHINESE SCHOLARSHIP AND DFG, GEO-Q, M.SC. HU WU)

During its lifetime, GOCE delivered hundreds of million SST-hl (satellite-to-satellite tracking high-low) and SGG (satellite gravity gradiometry) observations that are used to determine global gravity field models with high accuracy and resolution. The IfE\_GOCE02s model, maximum spherical harmonic degree and order of 240, is developed based on 8 months of observations. The accuracy of IfE\_GOCE02s is 10 cm (in terms of geoid height error) at the resolution of 100 km, which is at a comparable level with the 2nd generation of the GOCE officially published models that are computed on the same data base. Now, the whole data set will be used to develop the next-generation IfE\_GOCE model.

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

The success of both GOCE and GRACE missions has led to the idea of using gradiometry to recover the time-varying part of the gravitational field, with a better spatial resolution than current state-of-the-art. The computation of a realistic time-varying field has shown that the gradiometer must reach a sensitivity better than  $10^{-4}$  E/Hz in the 0.5-7 mHz bandwidth. Therefore the sensitivity of current best electrostatic accelerometers must be improved by a factor of 50. This can be achieved by integrating laser interferometry technology in the sensor detector. The operability of 3 different configurations of the gradiometer have been studied and a GOCE-like configuration enhanced by 6 laser interferometers has been finally selected. In this configuration, the 3 diagonal elements of the gradient tensor will be measured with a higher



***Scheme of a one arm gradiometer composed of 2 accelerometers with the ultra-sensitive axis along  $x$***

sensitivity and combined with the output of 3 fiber optic gyroscopes, which will yield the 3 diagonal gravitational gradients. The simulation of the full measurement process for realistic satellite conditions is in progress. This will enable to better quantify the error budget.

## EINRICHTUNG EINES STATE-OF-THE-ART SCHWEREGRUNDNETZES IN MEXIKO (UNAM, CENAM, DR.-ING. LUDGER TIMMEN)

2015 wurde eine Zusammenarbeit mit dem CENAM (Centro Nacional de Metrología, Santiago de Querétaro) begonnen. Diese Zusammenarbeit wurde durch die PTB Braunschweig vermittelt und dient dem Aufbau eines nationalen Gravimetrie-Standards, welches dann auch für wissenschaftliche Zwecke und für die angewandte Gravimetrie (Exploration) zur Verfügung stehen wird. Neben dem CENAM ist das Zentrum für Geowissenschaften der mexikanischen Universität UNAM (Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México) der zweite wichtige Partner. Im der Zeit vom 19. bis 28. August wurden in Querétaro drei neue Absolutgravimetriestationen in der näheren Umgebung der Stadt eingemessen. Das diente ebenfalls als Ausbildung der beteiligten 2 Wissenschaftler (von CENAM und UNAM) im Umgang mit dem neu beschafften FG5 Freifallgravimeter. Die nächste gemeinsame Messkampagne ist für Februar/März 2016 geplant.

## ABSOLUTGRAVIMETRISCHE SCHWEREMESSUNGEN IN DEUTSCHLAND, SCHWEDEN UND LUXEMBURG (DR.-ING. LUDGER TIMMEN, M.SC. MANUEL SCHILLING)

Mit dem FG5X-220 Absolutgravimeter wurden 2015 Schwermessungen in nationalen Referenzstationen, im Weltraumobservatorium in Onsala / Schweden und in einer neuen Laborhalle der Universität Luxemburg durchgeführt. Im SIMULTAN-Projekt fanden erstmalig absolute Messungen in Flottbeck und Bad Frankenhausen statt.

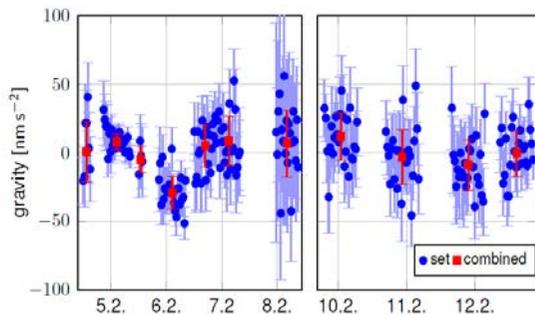
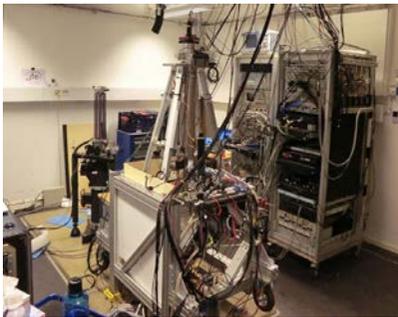
Station	Datum	Bemerkung
Onsala, Schweden (Punkte AC u. AA)	04.– 12.02.15	Onsala Space Observatory, SLG-Station, Vergleich mit Atomgravimeter GAIN
PTB "Alte Gleisewaage"	04.– 06.05.15	Norddeutsche Referenzstation (seit 2008, Geodynamik)
Bad Frankenhausen (Rathaus)	22.– 24.06.15	SIMULTAN: Erdfallgebiet, Erstmessung
Hannover (IfE Grav.labor)	29.– 31.07.15	DSGN94 4/4, Gravimeterüberprüfungen, Langzeittrend
Ruthe (Punkt 201)	03. – 05.08.15	Außenlabor des IfE, Gravimeterüberprüfung, Referenzmessung Accelerometer-Experiment
Hamburg-Flottbeck (DESY)	12.– 14.10.15	SIMULTAN: Erdfallgebiet, Erstmessung
Belval, Luxemburg (Punkte 2, 1, 10, 8)	09.- 13.11.15	Comparison of Absolute Gravimeters, EURAMET.M.G-K2 Comparison

## ÜBERWACHUNG DER LANGZEITSTABILITÄT DES FG5X-220 NACH DEM GERÄTEUPGRADE IN 2012 (LAND NIEDERSACHSEN, DR.-ING. LUDGER TIMMEN, M.SC. MANUEL SCHILLING)

Die Messungen mit dem Absolutgravimeter FG5X-220 sind nicht von externen Referenzen abhängig. Das Gerät enthält die notwendigen Referenzen (Rubidium-Oszillator, Laser) um Messungen auf SI-Einheiten zurückzuführen. In der regelmäßigen Kontrolle des Rubidium-Oszillators zeigte sich in der zweiten Jahreshälfte einen Sprung in der Frequenz und eine Umkehr der Drift. Die Messung der Frequenz vor Messkampagnen erlaubt die Kompensation dieses Effekts. Neben der Kontrolle der internen Referenzen wurden regelmäßig Messungen an gut charakterisierten Stationen durchgeführt. Messungen in Clausthal, Onsala sowie in internationalen Vergleichen zeigten bislang keine Verschiebung des Messniveaus des aufgerüsteten FG5X-220 im Vergleich zu dem FG5-220, wie es seit 2003 im Einsatz war.

## EIN MOBILES ABSOLUTGRAVIMETER NACH DEM PRINZIP DER ATOMINTERFEROMETRIE FÜR HOCHGENAUE PUNKTMESSUNGEN (DFG, M.SC. MANUEL SCHILLING)

Im Rahmen der Kooperation mit der Humboldt-Universität zu Berlin wurde eine zweiwöchige Messkampagne am Onsala Space Observatory, Schweden, durchgeführt. Ziel dieser Messungen war der Test des Quantengravimeters bezüglich der Transportabilität und der direkte Vergleich mit dem Supraleitgravimeter (SG) vor Ort und dem FG5X-220. Der Vergleich mit dem SG zeigte eine Verbesserung der Sensitivität auf  $1 \times 10^{-10} g$  zum letzten Vergleich mit einem SG in Wettzell. Der Unterschied zum Absolutschwerewert des FG5X-220 liegt bei  $32 \pm 39 \text{ nm/s}^2$ . Jahreszeitlich bedingt zeigten sich ab dem zweiten Tag in Onsala starke Störungen in der Messung durch den Anstieg der Mikroseismik. Der resultierende Absolutschwerewert wurde hierdurch jedoch nicht beeinflusst. GAIN zeigte keine wesentliche Beeinträchtigung der Messungen. Grund hierfür sind die Verfahren zur Isolierung der inertialen Referenz, die auch für klassische Absolutgravimeter interessant in der Anwendung sind.



**FG5X-220 und GAIN in Onsala (links), reduzierte FG5X Messungen mit steigendem Einfluss der Mikroseismik (rechts)**

## IMPROVED COMPENSATION OF VIBRATIONAL NOISE IN THE LASER INTERFEROMETER WITH APPLICATIONS IN ABSOLUTE GRAVIMETRY (DFG, DR.-ING. SERGIY SVITLOV)

Laser interferometry is the standard tool for accurate displacement measurements. In absolute gravimetry it implies tracking of a freely falling object in the Earth gravity field with a sub-nanometre resolution. Currently the precision of commercial absolute gravimeters is given as  $10^{-9}$ , the accuracy however is about  $1e^{-8}$ . The goal of this project is to advance the accuracy of absolute gravimetry by about a factor of 10. The current limiting factor and main source of noise are unavoidable vibrations of the reference reflector in the interferometer, which attenuated with special vibration isolation systems. In this project a new concept for vibration compensation is under development and realization. In addition to the standard interferometric signal, a signal of a highly sensitive seismic accelerometer attached to the reference reflector is recorded. In contrast to similar attempts, we had previously calibrated to high precision the transfer function of the accelerometer at the SPEKTRA Schwingungstechnik und Akustik GmbH in Dresden. Combining signals from the interferometer and accelerometer through novel inverse filtering and correlation algorithms, a new level of accuracy can be reached. A special importance is an applicability of this concept to the absolute gravimeter based on atom interferometry. For this, common experiments with the Institute of Quantum Optics (LUH) were carried out. Furthermore, we are developing new adaptive filtering algorithms based on an original approach utilizing the time- and frequency domain analysis of an absolute gravimeter as a linear dynamic system. To prove the concept, experimental data were collected with a free-fall absolute gravimeter FG5X-220 (LUH) at different absolute gravity stations. Besides, the project envisages collaboration with the Earthquake Research Institute, the University of Tokyo (Japan) in part of improvements of both the free-fall and the rise-and-fall compact absolute gravimeters, intended for observations of volcanic activities. For this, new digital fringe signal processing methods were developed, suited for the quadrature laser interferometer with a built-in compact accelerometer used to compensate vibration disturbances. The improved accuracy of absolute gravimetry will have strong impacts on geophysics, geodesy, and fundamental metrology, towards the new definition of the kilogram.

## ITOC – INTERNATIONAL TIMESCALES WITH OPTICAL CLOCKS (EUROPEAN METROLOGY RESEARCH PROGRAM EMRP, DR.-ING. HEINER DENKER, DR.-ING. LUDGER TIMMEN, DR.-ING. CHRISTIAN VOIGT)

Im Jahre 2015 wurden verschiedene Vergleiche zwischen den neuartigen optischen Uhren an den beteiligten Standorten in Europa durchgeführt, insbesondere auch zwischen der PTB in Braunschweig und dem OBSPARIS in Paris. In diesem Zusammenhang lieferte das IfE die Schwerepotentialdifferenzen zwischen den Uhrstandorten zur Berücksichtigung der relativistischen Rotverschiebung. Für angestrebte Frequenzstabilitäten und -unsicherheiten im Bereich von  $10^{-18}$  ergeben sich Genauigkeitsanforderungen für das Schwerepotential von  $0,1 \text{ m}^2/\text{s}^2$ , entsprechend  $0,01 \text{ m}$  in der Höhe. Bei dem Uhrenvergleich zwischen Braunschweig (PTB) und Paris (OBSPARIS) über eine  $1415 \text{ km}$  lange Glasfaserverbindung konnte bisher eine Genauigkeit der optischen Uhren sowie Übereinstimmung mit geodätischen Resultaten im Bereich von  $10^{-17}$  erzielt werden, entsprechend  $0,1 \text{ m}$  in der Höhe. Dies ist etwa eine Größenordnung besser als bisherige Frequenzvergleiche und um mehrere Größenordnungen schneller als alle bisherigen Vergleiche, da bei den optischen Uhren Mittelungszeiten von nur etwa  $1000 \text{ Sekunden}$  ausreichend sind.

Neben dem dominanten statischen Anteil des Schwerepotentials müssen bei hochgenauen Uhrenvergleichen auch die zeitlichen Variationen des Schwerefeldes berücksichtigt werden. Hierzu wurden alle aus Modellen bekannten zeitvariablen Effekte auf das Schwerepotential untersucht und Abschätzungen der entsprechenden Amplituden und dominierenden Zeitskalen durchgeführt. Dabei sind für reine Uhrenvergleiche nur die Effekte für Schwerepotentialdifferenzen zwischen den Uhrstandorten von Bedeutung, während jedoch für zukünftige Beiträge von optischen Uhren zu internationalen Zeitskalen (z.B. TAI, UTC) auch die absoluten (gesamten) Potentialvariationen zu berücksichtigen sind. Für alle Uhrstandorte wurden vom IfE für das gesamte Jahr 2015 Zeitreihen für die Erd- und Ozeangezeiteneffekte bereitgestellt. So betragen z.B. für einen Uhrenvergleich zwischen Braunschweig (PTB) und London (NPL) die Gezeiteneffekte der festen Erde max. etwa  $1 \text{ m}^2/\text{s}^2$ , die Ozeangezeiten und induzierte Aufladeneffekte liefern mit bis zu  $12\%$  der festen Erdgezeiten den zweitgrößten Anteil, während alle weiteren Beiträge, beispielsweise aufgrund von nicht-gezeitenbedingten Massenverlagerungen in Atmosphäre, Ozean und kontinentaler Wasserspeicherung, üblicherweise unterhalb von  $\pm 0,1 \text{ m}^2/\text{s}^2$  verbleiben.

## EUROPÄISCHES GRAVIMETRISCHES (QUASI)GEOID 2015 (EGG2015) (DR.-ING. HEINER DENKER)

Im Jahre 2015 wurde ein vollständig aufdatiertes Quasigeoidmodell (EGG2015) für das gesamte Europa erstellt. Die Grundlage bildeten wiederum hochauflösende Punkt- und einige mittlere Schwerewerte, altimetrische Daten, digitale Geländemodelle mit einer Basisauflösung von 3" × 3" (etwa 90 m) sowie das globale Schwerefeldmodell GOCO-C05S basierend auf GOCE und GRACE Satellitenbeobachtungen. In die Neuberechnung gingen alle neuen und aufdatierten Schwerefelddaten seit der letzten Berechnung in 2008 ein, insbesondere auch die im Zusammenhang mit dem ITOC-Uhrenprojekt vom IfE durchgeführten Schweremessungen in Deutschland (Braunschweig), Frankreich (Paris, Fréjus-Tunnel), Großbritannien (London) und Italien (Turin, Fréjus-Tunnel). Somit war auch insbesondere die Unterstützung von Vergleichen neuartiger optischer Uhren zwischen den entsprechenden Standorten eines der wesentlichen Ziele dieser Neuberechnung. Die internere Fehlerschätzung ergab eine Standardabweichung von 0.020 m für die berechneten Quasigeoidhöhen, was auch durch unabhängige Vergleiche mit GPS und Nivellement bestätigt wurde; dies gilt jedoch nur für Gebiete mit entsprechend guter Verteilung und Genauigkeit der Ausgangsdaten. Ferner wird die Berechnung europäischer Geoid- und Quasigeoidmodelle auch weiterhin durch die Internationale Assoziation für Geodäsie (IAG) unterstützt; für den Zeitraum 2015 – 2019 erfolgt dies im Rahmen einer regionalen Subkommission (SC2.4a European Gravity and Geoid).

## SINKHOLE INSTABILITY: INTEGRATED MULTI-SCALE MONITORING AND ANALYSIS (BMBF, PROJEKT SIMULTAN, DR.-ING. LUDGER TIMMEN)

Im SIMULTAN-Arbeitspaket 3.2 "Zeitliche Schwereänderungen" wird auch die Absolutgravimetrie (AG) des IfE eingesetzt, um zeitliche Schwereänderungen in den Erdfallgebieten Hamburg-Flottbeck und Bad Frankenhausen zu messen. 2015 wurde die Erstvermessung vorgenommen, die dann 2016 und 2017 wiederholt werden. In Flottbeck befindet sich die AG-Station auf dem Gelände des Deutschen Elektronen-Synchrotrons (DESY). In Bad Frankenhausen wird die Aktivität direkt von der Stadtverwaltung unterstützt und die Station befindet sich im historischen Keller des Rathauses.



**Absolutgravimetrie-Station Bad Frankenhausen: Rathaus**

## INTEGRIERTES GEODÄTISCHES ÜBERWACHUNGSKONZEPT FÜR ERDFALL-INDUZIERTER OBERFLÄCHENDEFORMATION UND MASSENUMLAGERUNG (BMBF, PROJEKT SIMULTAN, DR.-ING. TOBIAS KERSTEN)

Ziel des im Juni 2015 gestarteten und interdisziplinär ausgerichteten Verbundvorhabens SIMULTAN (Sinkhole Instability and multi scale monitoring and analysis) ist die Weiterentwicklung von Methoden zur Früherkennung von Naturgefahren in Deutschland mit speziellem Fokus auf die fachübergreifende Analyse von Erdfällen. Direkte Kooperationspartner im Arbeitspaket WP3 sind das Leibniz Institut für Angewandte Geowissenschaften sowie die Geologischen Dienste der Stadt Hamburg und des Landes Thüringen.

Bereits im August 2015 konnte in Kooperation mit den Verbundpartnern in Bad Frankenhausen und in Hamburg ein kombiniertes Nivellements-Gravimetrie und GNSS-Netz eingerichtet und Kampagnen zur Generierung der Nullepoche erfolgreich durchgeführt werden; diese Messungen werden im halbjährigen Rhythmus bis zum Ende der Projektlaufzeit im Sommer 2018 wiederholt. Besondere Herausforderungen (Abschattung, Vibrationen) bieten hierbei die Untersuchungsgebiete, welche ausschließlich im urbanen Stadtgebiet gelegen sind.

Es bestehen rege Kontakte zur Landesvermessung in Thüringen und Hamburg sowie zusätzlich zur Vermessungsabteilung MEA2 des Deutschen Elektronensynchrotrons (DESY) und der Glückauf Vermessung Sondershausen, welche geeignete Punkte für die Errichtung von lokalen Referenzstationen (Gravimetrie und GNSS) zur Verfügung stellten.



(a)



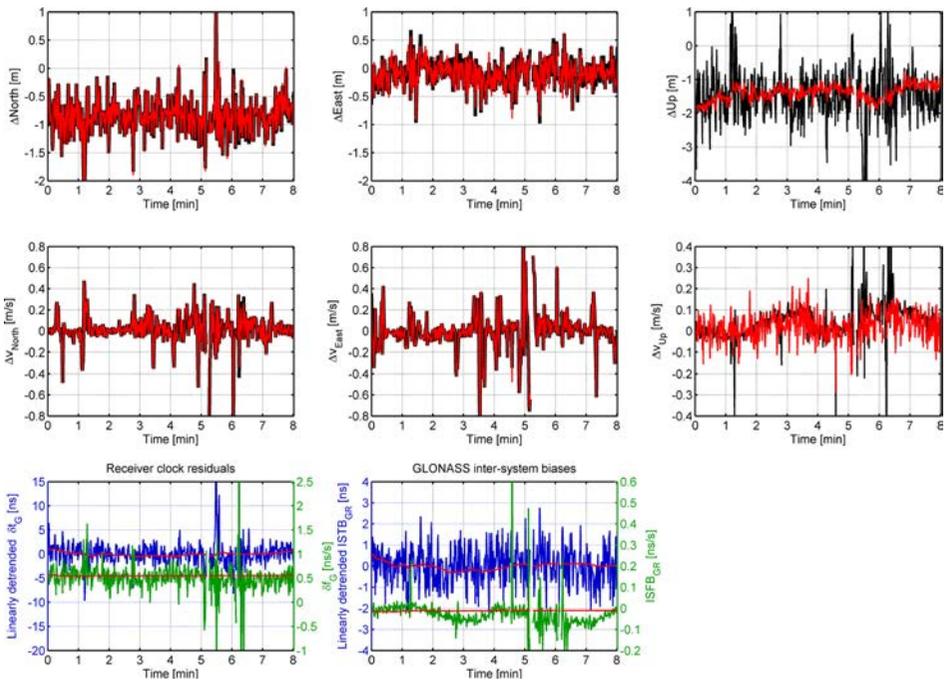
(b)

**Messpunkt Grünanlage Hambrug Groß-Flottbek (a), lokale Referenzstation auf dem Gelände des Deutschen Elektronensynchrotrons (DESY) (b)**

## VERBESSERTER POSITIONIERUNG UND NAVIGATION DURCH UHR-MODELLIERUNG (BMWI/DLR, M.Sc. 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.

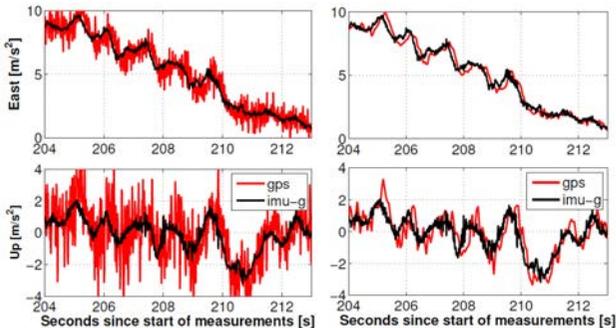


**Topozentrische Koordinaten und Geschwindigkeiten sowie Uhrfehler und Inter-system Biases (GPS+GLONASS) relativ zur Referenztrajektorie**

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

## GESCHWINDIGKEITS- UND BESCHLEUNIGUNGS-BESTIMMUNG AUS 100HZ GPS-BEOBACHTUNGEN IM HOCHDYNAMISCHEN FLUG (LAND NIEDERSACHSEN, M.SC. CHRISTIAN BISCHOF)

Aufgrund der großen Positionsänderungen in der Flugnavigation sind hohe Update-Raten für die Positions- und Geschwindigkeitsbestimmung von Interesse. Für die Flug-Gravimetrie sind zudem Beschleunigungsschätzungen aus GNSS-Trägerphasen essentiell.



**Exemplarische Ost-/Hoch-Beschleunigung in der Kurve während eines hochdynamischen Fluges aus GPS- (rot) und IMU-Messungen (schwarz), links: 100Hz GPS-Messrate, rechts: 20Hz GPS-Messrate**

Im Flugexperiment konnten die hohen Beschleunigungen gut mittels GPS abgebildet werden. Ein deutlich geringeres Rauschniveau für 20 Hz im Vergleich zu 100 Hz ist sichtbar. Es treten vergleichbare Latenzen gegenüber der IMU-Beschleunigung wie im zuvor durchgeführten Rüttel-tisch-Experiment von ca. 0.2 Sekunden auf.

## PRECISE POINT POSITIONING MIT GPS-EINFREQUENZ-EMPFÄNGERN UND DER RADOM-ANTENNE IN RAISTING FÜR DAS AUTONOME FAHREN (PPP-AF), ARBEITSPAKET RECEIVER-BIASES (BMW, DR.-ING. TOBIAS KERSTEN)

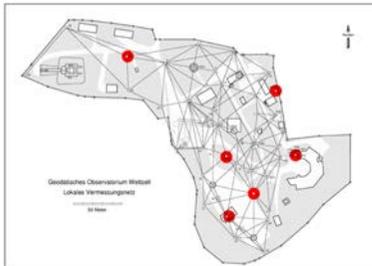
Das bis Mai 2015 laufende Arbeitspaket konzentrierte sich auf die Bestimmung der empfängerspezifischen Trägerphasen-Biases, die bei der Positionierung und Navigation mit Precise Point Positioning (PPP) einen erheblich limitierenden Einfluss ausüben. In dem Projekt wurde eine alternative Methode analysiert, um die Biases verschiedener Empfängerhersteller vergleichen zu können. Hierbei wurden die an einer Nullbasislinie und einem gemeinsamen stabilen Frequenznormal (Wasserstoff-Maser der Physikalisch Technischen Bundesanstalt, PTB) angeschlossenen, unterschiedlichen Empfänger studiert.

Die nur relativ zu bestimmenden Empfänger-Biases weisen ein stabiles und wiederholbares Verhalten auf. Herausforderungen liegen in vollständigen Signalabbrissen, da abhängig vom Empfängerhersteller der Initiale Phasen-Bias entweder beibehalten oder aber vollständig neu aufgesetzt wird.

## UNTERSUCHUNGEN DER TURBULENZ UND VERBESSERTE MODELLIERUNG DER ATMOSPHERISCHEN REFRAKTION MIT VLBI UND GNSS (DFG, M.SC. FRANZISKA KUBE)

Im Rahmen des 2012 gestarteten Projektes werden kleinskalige meteorologische Phänomene (Turbulenz) untersucht, die Fluktuationen in den Phasenbeobachtungen geodätischer Raumverfahren wie VLBI oder GNSS verursachen.

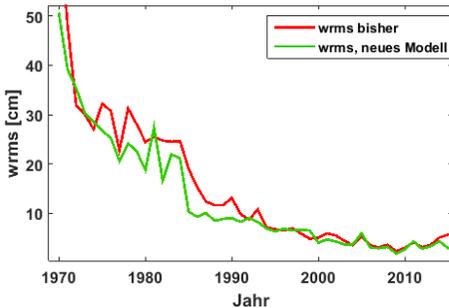
Im Februar 2015 wurde eine Messkampagne am Geodätischen Observatorium Wettzell im Bayerischen Wald durchgeführt. Auf fünf Pfeiler des geodätischen Netzes wurde an drei aufeinanderfolgenden Tagen GNSS-Beobachtungen aufgezeichnet. Gleichzeitig fanden VLBI-Messungen mit dem 20 m Radioteleskop und einem der neuen TWIN-Teleskope statt. Ziel dieser Untersuchungen ist es, die Variabilität des Wasserdampfes in der Troposphäre und die daraus resultierenden Refraktionseffekte zu studieren.



***Vermessungsnetz mit Pfeilerstandorten und Blick auf Pfeiler 33.***

## LUNAR LASER RANGING (LLR) (DFG, DIPL.-ING. FRANZ HOFMANN)

2015 begann die zweite, 3-jährige, Förderperiode des Projektes „Lunar Reference Systems“ der DFG FOR1503 „Space-Time Reference Systems“. Im Rahmen des Projektes wurde die Modellierung der externen Kräfte auf den Mond in der Ephemeridenrechnung weiter verfeinert. In den Bewegungsgleichungen werden jetzt Kopplungen der Planeten Merkur bis Saturn mit dem Mond-

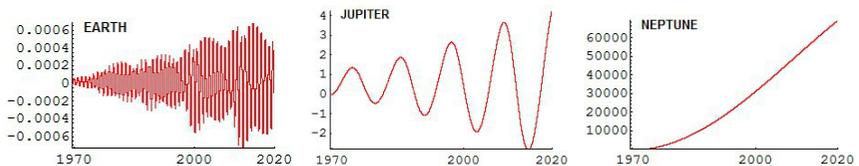


schwerefeld bis Grad und Ordnung 2 berücksichtigt. Das Modell der Wechselwirkung zwischen dem Erd- und Mondschwerefeld wurde erweitert, sodass die Kräfte zwischen beliebigen Graden der Schwerefeldentwicklung beider Körper, sowie sekulare Veränderungen der zonalen Erdpotentialkoeffizienten berücksichtigt werden können. Die Abbildung zeigt den positiven Effekt von teilweise mehreren cm im jährlichen rms.

den können. Die Abbildung zeigt den **Jährlicher gewichteter rms der LLR post-fit residuen, Vergleich zwischen bisherigem und neuem Modell**

## BARYZENTRISCHE EPHEMERIDEN (DFG, DR.-ING. HABIL. ENRICO MAI)

Die Modellierung moderner baryzentrischer Ephemeriden berücksichtigt zunehmend auch die gravitationelle Wirkung kleinerer Himmelskörper des Sonnensystems, wie z.B. Asteroiden. Zunächst wurde deshalb die IfE-Ephemeriden-Software, in Analogie zu etablierten Ephemeriden, um eine größere Anzahl (einige Hundert) individueller Himmelskörper des Hauptasteroidengürtels zwischen den Bahnen von Mars und Jupiter ergänzt. Die Auswirkung hunderttausender weiterer Asteroiden wird effizient über ein Ringmodell berücksichtigt. Es wird untersucht, ob die Ersetzung des Rings durch eine Ringscheibe bessere Ergebnisse liefert.



**tno-ring-einfluss (in m) auf heliozentrische radien von erde, jupiter, neptun**

In gleicher Weise werden kleine Himmelskörper jenseits der Neptunbahn (Trans-Neptun-Objekte, TNO) via eines einfachen Rings modelliert.

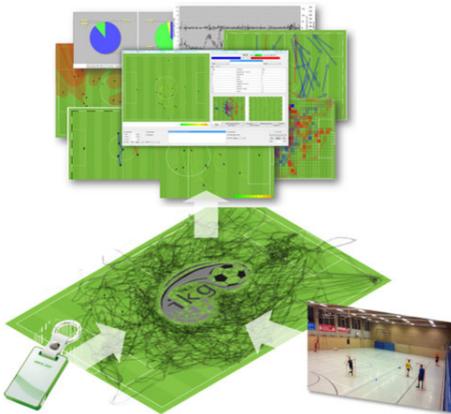


## FUßBALLANALYSE AM COMPUTER (M.SC. UDO FEUERHAKE)

„Für Profi-Trainer oder auch einfache Hobby-Kicker. Vielen Fußballbegeisterten wird der Weg zum Taktikfuchs durch eine automatisierte Spielanalyse am Computer erleichtert. Ausgeklügelte Verfahren ermöglichen eine einfachere Bewertung der Leistung der Akteure. Hierfür werden aus reinen Bewegungsdaten (inkl. Ball) sowohl grundlegende Leistungsparameter der Spieler ermittelt als auch für den ungeübten Betrachter verborgene Muster in Teambewegungen und Passspiel ans Tageslicht gebracht. Dieses Wissen legt die Schwächen des nächsten Gegners unbarmherzig offen, fundiert das Feedback-Gespräch mit dem analysierten Spieler und verleiht jeder Stammtischdiskussion einen nie dagewesenen Tiefgang.“

Soweit die Idee. Doch wie funktioniert das Ganze?

Die zur Analyse benötigten Bewegungsinformationen der Spieler werden mit Hilfe sogenannter Tracking-Systeme ermittelt. Dabei werden zu jeder Zeit die Positionen der Spieler (und des Balls) auf dem Spielfeld bestimmt. Während im professionellen Bereich hauptsächlich hochgenaue aber auch teure Kamerasysteme zur Video-basierten Objektverfolgung



oder der sogenannte „Chip im Ball“ (funk-basiert) zum Einsatz kommen, sollen bei unserer Lösung Verfahren angewendet werden, die auf preiswertere Technik in Form von GPS-Loggern und/oder Smart-Kameras/Smartphones zurückgegriffen werden. Die damit (möglicherweise) eingekauften höheren Ungenauigkeiten bei der Verfolgung der Objekte, soll aber durch die entwickelte Analyse-Software kompensiert werden. Diese Software verarbeitet die Trajektorien der Spieler (und des Balls) und generiert Informationen, die eine Analyse

des gesamten Spiels, eines Teams oder eines einzelnen Spielers ermöglichen bzw. unterstützen. Sie bietet neben den heutigen Standardanalysen wie z.B. der zurückgelegten Distanz, den „Heat maps“, der Formation eines Teams und der Passanalyse, auch fortgeschrittenere Analysen aus dem Bereich der Mustererkennung. Mit Hilfe dieser Analysen wird nicht nur die Bewegungsleistung der Spieler gemessen sondern auch ein gewisses Maß an Taktik oder typischen Verhalten offengelegt.

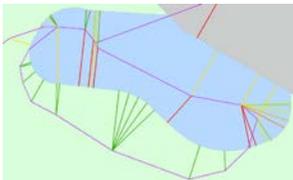
## BESEITIGUNG VON GEOMETRISCHEN KONFLIKTEN ZWISCHEN KATASTER- UND TOPOGRAPHISCHEN DATENSÄTZEN (LGLN, LVERMGEO SH, M.SC. MALTE SCHULZE, DIPL.-ING. FRANK THIEMANN)

Werden Datensätze unabhängig voneinander erhoben, gewartet und fortgeführt, können Konflikte in Geometrie und Semantik entstehen, selbst wenn dieselben Objekte in beiden Datensätzen beschrieben werden. Besonders aus finanzieller Sicht ist es wünschenswert diese zu harmonisieren, um den Aufwand für Erhebung und Fortführung zu reduzieren.

Dieses Projekt zielt auf die automatische Beseitigung von geometrischen Konflikten insbesondere bei Datensätzen der tatsächlichen Nutzung zwischen ATKIS und ALKIS ab. Die Strategie sieht vor zunächst korrespondierende Objekte auf Basis einer nächster Nachbar Analyse aufzusuchen, insbesondere wird hierfür die Semantik in beiden Datensätzen berücksichtigt um Fehlzuordnungen zu minimieren. Im zweiten Schritt werden die gebildeten Zuordnungen, die als Lotabstände zwischen beiden Datensätzen interpretiert werden können, in einem gemeinsamen Ausgleichsmodell minimiert. Der Grad der Anpassung kann dabei über die Varianzen der Punktkoordinaten beeinflusst werden. Somit lassen sich beide Datensätze, je nach lokal vorherrschender Genauigkeit, flexibel aneinander anzupassen.



1. Geometrische Konflikte zwischen Topographischem- (Lila) und Katasterdatensatz (Flächen-darstellung) eines Teiches.



2. Bildung und Bewertung von Objektverknüpfungen.



3. Beseitigung der geometrischen Konflikte durch Ausgleichung.

## EXTRAKTION VON VERHALTENS MUSTERN AUS TRAJEKTORIEN (IAV, M.SC. STEFANIA ZOURLIDOU)

Eine Straßenkarte kann nicht nur als eine kompakte Repräsentation des Straßennetzwerks dienen, sondern auch eine Beschreibung des Fahrverhaltens der Verkehrsteilnehmer liefern, welche durch Straßenregulationen vorgegeben werden. Straßenregulationen sind Regeln, die vorgeben, welche Fahrmanöver an einem Punkt erlaubt sind und welche nicht und werden vorrangig durch Verkehrsschilder realisiert. Eine Straßenkarte sollte daher nicht nur topologische und geometrische Informationen des Straßennetzwerks enthalten, sondern auch die Beschränkungen von Fahrmanövern, welche durch Verkehrsschilder angezeigt werden (z.B. Einbahnstraße, nicht links abbiegen etc.). Die Motivation, solche Information mit einzubeziehen liegt in der Sicherheit, welche gefährdet ist sobald die Verkehrsschilder missachtet werden. Navigationssysteme enthalten diese Informationen bereits, das Problem liegt jedoch in der Aktualisierung von Änderungen. Daher sollen die Verkehrsregeln automatisch aus dem Verkehrskontext abgeleitet werden, sodass Veränderungen dynamisch erkannt und beim Nutzer aktualisiert werden können.



Ziel dieser Arbeit ist, zu erforschen wie Verkehrsregeln aus Trajektorien bestimmter Fahrverhalten rekonstruiert werden können. Eine Möglichkeit ist die Anwendung von Methoden des Maschinellen Lernens auf Sensordaten von Autos anzuwenden, wie zum Beispiel GPS-Trajektorie, Bremsen, Blinken oder die Geschwindigkeit.

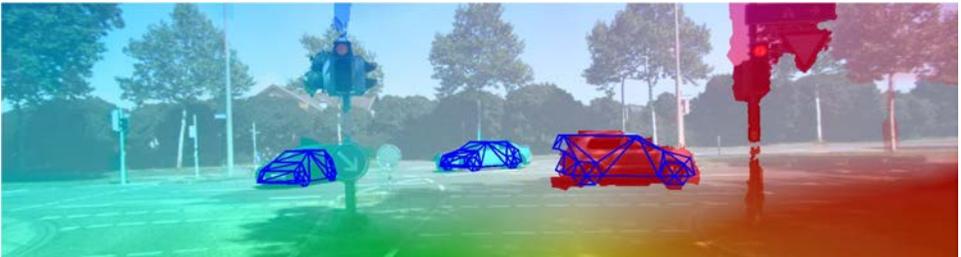
***Klassifikation von Kreuzungen, abhängig von der Art der Steuerung (Verkehrszeichen, Ampel oder ohne)***

**Hinweis:** Dies ist nur eine kleine Auswahl an aktuellen Forschungsarbeiten am ikg. Eine Beschreibung aller Arbeiten findet sich unter [www.ikg.uni-hannover.de](http://www.ikg.uni-hannover.de).

## INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND GEOINFORMATION

### GEMEINSAME REKONSTRUKTION VON SZENENFLUSS UND FAHRZEUGEN (INSTITUTSPROJEKT, M.SC. MORITZ MENZE)

Das vorgestellte Projekt schließt sich an Arbeiten aus dem Vorjahr an. Basierend auf einem Ansatz zur Berechnung des dreidimensionalen Szenenflusses wurde, in andauernder Kooperation mit Dr. Andreas Geiger vom Max Planck Institut für Intelligente Systeme in Tübingen, ein Verfahren zur gleichzeitigen Schätzung eines räumlichen Bewegungsfeldes und zur Rekonstruktion von Fahrzeugen entwickelt. Datengrundlage für die Untersuchungen sind jeweils zwei aufeinander folgende Stereobildpaare, die von einem fahrenden Auto aus aufgezeichnet wurden.



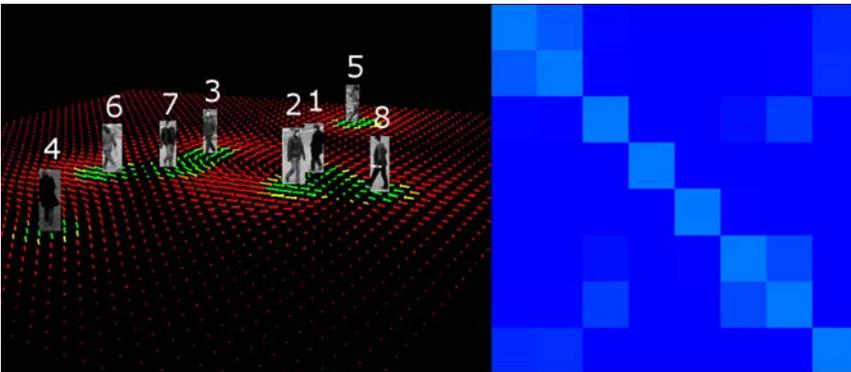
**Referenzansicht, farbcodiertes Bewegungsfeld und rekonstruierte Fahrzeuge**

Der Ansatz erweitert das zuvor entwickelte objektbasierte Szenenmodell. Die beobachtete Szene wird dabei in eine kleine Menge individuell bewegter Objekte segmentiert. Für jedes der Objekte werden die Parameter einer räumlichen Starrkörpertransformation geschätzt. Durch die zusätzliche Integration eines deformierbaren geometrischen Fahrzeugmodells gelingt die parametrisierte Rekonstruktion von Fahrzeugen. Die Abbildung zeigt ein Eingabebild, das farbcodiertes Bewegungsfeld und die Ergebnisse der Objektrekonstruktion in blau.

Objektspezifisches Modellwissen unterstützt in dem integrierten Ansatz im Gegenzug die Rekonstruktion der Szenengeometrie und Bewegung. Ungünstige Aufnahmebedingungen, die gerade bei Fahrzeugen durch Reflexionen und transparente Teile häufig auftreten, können anhand der zusätzlichen Objektinformationen kompensiert werden. Um die Synergie zwischen Bewegungsschätzung und Rekonstruktion voll auszuschöpfen, werden alle Unbekannten gemeinsam bestimmt. Dies gelingt mit Hilfe der näherungsweise diskreten Optimierung eines Conditional Random Field Modells. Die Ergebnisse der Arbeiten wurden im Rahmen des ISPRS Workshops *Image Sequence Analysis 2015* vorgestellt.

## GAUß-PROZESSE ZUR MODELLIERUNG VON INTERAKTIONEN BEIM FUGÄNGERTRACKING (INSTITUTSPROJEKT, M.SC. TOBIAS KLINGER)

Online-lauffähige Trackingsysteme basieren meist auf einer rekursiven Schätzung des Zustandsvektors, wobei ein Bewegungsmodell die erwarteten Positionen zu neuen Zeitpunkten vorgibt. In Situationen mit gegenseitigen Verdeckungen stehen häufig zu wenig Bildinformationen für das Korrekturmodell des rekursiven Filters zur Verfügung, sodass die Trajektorien nur auf Grundlage des Bewegungsmodells fortgeführt werden können. Weicht das prädiktive Modell zu stark von der eigentlichen Bewegung einer Person ab, sind weitere Zuordnungen nach dem Auflösen der Verdeckungen häufig falsch.



***Bewegungsvektoren, die mit Hilfe der Gauß-Prozesse geschätzt wurden (links) und Kovarianzmatrix der getrackten Fußgänger mit den Elementen in der Reihenfolge der zugeordneten ID (rechts, helle Elemente deuten auf eine höhere Kovarianz hin).***

Daher wurde in diesem Projekt ein Bewegungsmodell auf Grundlage von Gauß-Prozessen (ähnlich der Kollokation) entwickelt, mit Hilfe dessen die Bewegungsinformationen aller sich in einer Szene befindlichen Fußgänger bei der Prädiktion berücksichtigt wird. Das Modell basiert auf der Annahme, dass die Trajektorien von Personen aufgrund von Interaktionen miteinander korreliert sind. Die Kovarianzstruktur (s. Abbildung) wird daher bei der Prädiktion von Fußgänger-Geschwindigkeiten berücksichtigt. Für die Abbildung wurde die räumliche Distanz zwischen den Personen als Maß für die Kovarianz verwendet. Darüber hinaus wird in dem Projekt auch der Unterschied in der Bewegungsrichtung zweier Fußgänger bei der Berechnung der Kovarianz berücksichtigt. Bei der Prädiktion durch die Gauß-Prozesse stehen unmittelbar Genauigkeitsinformationen für die geschätzten Geschwindigkeiten zur Verfügung (in der Abbildung durch die Farbe der Vektoren codiert: rot für hohe, grün für niedrige Varianz).

## ERFASSUNG UND FORTFÜHRUNG DER TATSÄCHLICHEN NUTZUNG IN AKIS® (LGLN, LVERMGEO SH, M.SC. LENA ALBERT)

Von Seiten der Landesvermessungsbehörden besteht das Bestreben, die Objektart Tatsächliche Nutzung (TN) innerhalb der ALKIS®-Datenbestände zu aktualisieren. Zielsetzung dieses Projekts ist es, ein Verfahren zur automatisierten Aktualisierung der TN unter Verwendung von Bildanalyse-Methoden zu entwickeln. Hierbei sollen Daten der digitalen Photogrammetrie (Luftbilder, Orthophotos, Digitale Gelände- und Oberflächenmodelle) berücksichtigt werden.

Die Verifikation und Aktualisierung des TN-Datenbestandes basiert auf einer Klassifikation der Landnutzung anhand von aktuellen Sensordaten. Als Klassifikationsmethode werden *Conditional Random Fields* (CRF) verwendet. Im Gegensatz zu klassischen Ansätzen, die jedes Objekt unabhängig voneinander klassifizieren, wird bei CRF Kontextwissen, wie z. B. die räumliche Nachbarschaft von Objekten, im Rahmen der Klassifikation berücksichtigt. Bei der Klassifikation der Landnutzung kommen verschiedene Arten von Kontextwissen in Betracht. Neben den benachbarten Landnutzungsarten geben insbesondere die dort vorliegenden Bodenbedeckungsarten einen Hinweis auf die Nutzung einer Fläche.



**Klassifikation der Bodenbedeckung (links) und der Landnutzung (rechts)**

Im Rahmen des Projekts wird ein iterativer Ansatz verfolgt, in dem sich die Klassifikation der Bodenbedeckung und jene der Landnutzung unter Berücksichtigung von gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen diesen beiden Modellebenen abwechseln. Die räumliche Abhängigkeit der Bodenbedeckungen bzw. Landnutzungen benachbarter Objekte wird

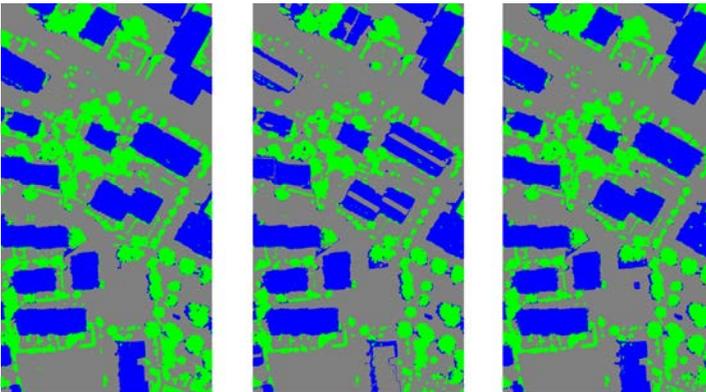
explizit in dem CRF modelliert. Demgegenüber wird die Abhängigkeit zwischen der Bodenbedeckung und der Landnutzung implizit in Form von Merkmalen in der Klassifikation berücksichtigt. Die iterative Vorgehensweise führt zu einer zunehmenden Verfeinerung der Kontextinformationen und damit zu einer Verbesserung der Klassifikationsergebnisse.

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

Luft- und Satellitenbilder sind eine wichtige Informationsquelle zur Datenerfassung für Geo-Informationssysteme. Semantische Informationen aus den Bildern lassen sich aus der Klassifikation ableiten. Dabei wird den Pixeln eines Bildes jeweils eine vordefinierte Objektklasse zugeordnet.

Das Ziel des Projektes ist eine neue Methode basierend auf Transfer Lernen Techniken zur überwachten kontextbasierten Klassifikation von Luft- und hochaufgelösten Satellitenbildern von urbanen Gebieten zu entwickeln. Techniken des Transfer Lernens versuchen, den Umfang der Trainingsdaten für eine erfolgreiche Klassifikation zu reduzieren, indem ein anhand eines vorgegebenen Datensatzes trainierter Klassifikator ohne zusätzliche Trainingsdaten auf einen neuen Datensatz übertragen wird. Dabei folgen die Bildmerkmale jeweils einer anderen, wenn auch ähnlichen, Verteilung in der Quell- und Zieldomäne.

Aktuell wird in dem Projekt Logistische Regression als ein einfacher und schneller diskriminativer Klassifikator verwendet. Die Anpassung an den neuen Datensatz erfolgt iterativ durch das Training des Klassifikators auf dem aktuellen Satz von Merkmalen. Dabei werden die Quellmerkmale in dem aktuellen Satz sukzessive gelöscht und Zielmerkmale hinzugefügt. Nach jeder Iteration wird der Klassifikator durch das Training an den veränderten Satz von Merkmalen angepasst.

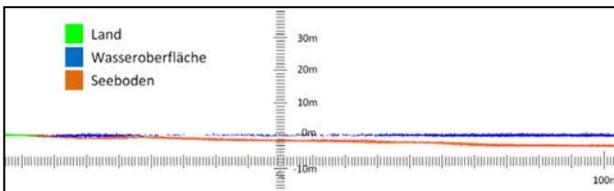


*Exemplarische Klassifikationsergebnisse: Klassifikator trainiert und angewendet auf Zieldomäne ohne Transfer-Lernen (bestmögliches Ergebnis mit dem verwendeten Klassifikator) (Bild links); Klassifikator trainiert auf Quelldomäne und angewendet auf Zieldomäne ohne Transfer-Lernen (Ausgangssituation für Transfer-Lernen) (Bild mitte); Klassifikationsergebnis nach Transfer-Lernen (Bild rechts). Farben: Grund (grau), Gebäude (blau) und Bäume (grün). (getestet auf: Vaihingen Data Set aus dem ISPRS 2D semantic labelling contest)*

## UNTERSUCHUNGEN ZUM EINSATZ DER LASERBATHYMETRIE IN DER SEEVERMESSUNG (BUNDESANSTALT FÜR SEESCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE, M.SC. JOACHIM NIEMEYER)

Grundlegende Aufgaben der Seevermessung sind das Erstellen von Seekarten sowie das Erkennen von größeren, unterwasserliegenden Objekten wie Wracks oder Steinen, welche eine Gefahr für die Schifffahrt darstellen können. Die derzeit angewandte schiffsgestützte hydrographische Aufnahme des Seegrundes durch Echolotvermessungen ist sowohl zeit-, personal- als auch materialintensiv und daher mit hohen Kosten verbunden. In Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) hat das IPI während eines 3,5-jährigen Projektes ermittelt, inwiefern die Aufgaben der Küsten- und Seevermessung alternativ mit Hilfe flugzeuggestützter bathymetrischer Laserscannings durchgeführt werden können. Dazu wird ein Laser im grünen Wellenlängenbereich eingesetzt. Ein Teil der Energie wird von der Wasseroberfläche reflektiert, während der andere Teil in das Wasser eindringt und auf diese Weise den Seegrund in Küstenbereichen erfassen kann.

Um operationell eingesetzt werden zu können, werden an die Laserbathymetrie Forderungen hinsichtlich der Qualität und der höheren Wirtschaftlichkeit im Vergleich zur Echolotvermessung gestellt. Dazu sind drei Befliegungen vor der deutschen Ostseeküste mit unterschiedlichen Sensoren und Konfigurationen durchgeführt worden, um die Vor- und Nachteile des Verfahrens herauszuarbeiten.



**Profil einer Laserbathymetrieaufnahme. Die blauen Punkte beschreiben die Wasseroberfläche, die orangefarbenen den Seeboden (hier bis ca. 7 m Tiefe).**

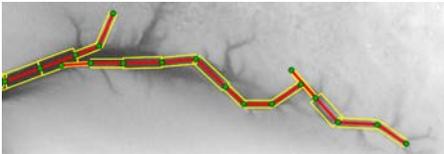
Das im Jahr 2015 abgeschlossene Projekt hat gezeigt, dass Laserbathymetrie für die operationelle Vermessung der Küstenbereiche der deutschen Ostseeküste grundsätzlich geeignet ist, da die Leistungsanforderungen erfüllt werden

konnten. Zudem ist diese Methode etwas wirtschaftlicher als die herkömmliche Echolotvermessung. Den größten Einfluss auf die erreichbare Messtiefe hat die Wassertrübung. Bei den Testflügen konnten 3D Daten des Meeresbodens bis etwa 10-15 m ermittelt werden. Eine zuverlässige Detektion von Unterwasserhindernissen ist mit dieser Technik aktuell jedoch noch nicht möglich.

## WISSENSCHAFTLICHE MONITORINGKONZEPTE FÜR DIE DEUTSCHE BUCHT (NDS. MIN. FÜR WISSENSCHAFT UND KULTUR & NDS. MIN. FÜR UMWELT UND KLIMASCHUTZ, M.SC. ALENA SCHMIDT)

Für eine nachhaltige Nutzung der Küstengewässer besitzt die regelmäßige Beobachtung von Auswirkungen durch klimatische Einflüsse und anthropogene Maßnahmen eine hohe Relevanz. Dies gilt auch für das Wattenmeer der Nordsee und die Deutsche Bucht, welche das Untersuchungsgebiet eines Verbundprojektes verschiedener Hochschulen und Forschungseinrichtungen Niedersachsens, Bremens und Schleswig-Holsteins darstellen. Das Ziel ist es, signifikante Umweltparameter dieser Gebiete abzuleiten und für ein behördliches Monitoring aufzubereiten. Das IPI trägt hierzu durch die Auswertung luftgestützter Laserscannerdaten bei.

Mittels luftgestütztem Laserscanning lässt sich die Topographie in trocken fallenden Wattbereichen flächendeckend, schnell und räumlich hoch aufgelöst erfassen. Unterschiedlichen Fragestellungen kann anhand dieser Datengrundlage nachgegangen werden. Unter der Zielsetzung, die Dynamik von Prielstrukturen zu analysieren, ist ein Verfahren zur automatischen Prielextraktion entwickelt worden. Das Verfahren basiert auf der stochastischen Methode der markierten



**Ergebnis der automatischen Extraktion von Priele**

Punktprozesse. Hierfür wird ein Modell für Priele aufgestellt und unter Ausnutzung von Monte-Carlo-Simulationsverfahren die optimale Objektkonfiguration bestimmt. In das Modell fließen die Netzwerkstruktur von Priele, deren charakteristische Form und die Auftreffwinkel ein. Als Ergebnis liegt eine Graphenstruktur vor.

In Zusammenarbeit mit der Universität Osnabrück und der Nationalparkverwaltung Niedersächsisches Wattenmeer sind zudem markante Geländestructuren in Form von Rippeln südlich des Norderneyer Inselwatts untersucht worden. Es zeigt sich, dass sich die Strukturen sowohl in den Laserscannerdaten als auch in optischen und Radarsatellitendaten gut erkennen lassen. Mit Methoden der Frequenzanalyse können Parameter zur Beschreibung der Strukturen abgeleitet werden. Zudem lassen sich durch den Vergleich der Beobachtungen zu unterschiedlichen Epochen Verlagerungen der Strukturen über die Zeit feststellen.

## BIOMASSE-ERKUNDUNG UND MONITORING PHASE 2 (BIOMASSMON2) AUTOMATISIERTE BIOMASSEPOTENZIALERMITTLUNG DURCH FERN- ERKUNDUNG (DLR / BMWI, DR. TORGE STEENSEN)

Schnell nachwachsende Vegetation repräsentiert einen wichtigen Bestandteil der Energiewende und wurde schon vielfach untersucht. Unterschlagen wurden dabei aber kleinflächige Einheiten wie Straßenbegleitgrün oder Hecken zwischen Feldern, Grundstücken etc. In diesem Projekt liegt der Fokus auf diesen Vegetationsteilen.

Die Datengrundlage bilden Sentinel-2 Daten einer Mission der European Space Agency (ESA) unter dem Copernicus Programm. Der optische Satellit Sentinel-2 stellt täglich geometrisch und spektral hoch aufgelöste Daten zur Verfügung, die wir durch spektrale Entmischung auf kleinflächige Vegetationsbestandteile hin untersuchen.

Unter Zuhilfenahme von Stereoluftbildern und Hintergrundwissen über die Vegetationsarten ist es weiterhin möglich, die dreidimensionale Struktur in den Untersuchungsgebieten abzuleiten und damit auf das Biomassevolumen zu schließen.



***Darstellung der detektierten Straßenrand-, Feldrand- und Ufervegetation des Testgebietes***

Eine Verschneidung mit GIS Datensätzen der Infrastruktur wird das 3D Modell der Landschaft auf die gewünschte Biomasse reduzieren und großflächige, bereits gut dokumentierte Einheiten wie Wälder und Naturschutzgebiete aus dem Datenbestand entfernen.

Die GIS Datensätze liefern uns dazu noch Informationen über lokale infrastrukturbedingte Begebenheiten wie Geschwindigkeitsbeschränkungen auf den Straßen oder Durchfahrtsverbote für LKWs. Diese Zusatzinformationen sind relevant, da sie den potentiellen Transport der Biomasse beeinflussen und damit den optimalen Standpunkt einer Verwertungsanlage.

Das Produkt dieser Studie, eine Bestimmung der Biomasse und eine Festlegung des optimalen Transportstrecken, soll automatisiert und allgemein zugänglich gemacht werden, sodass beteiligte Parteien der Politik und Energiewirtschaft diese entsprechend nutzen können.

## OBJEKTBASIERTE REGISTRIERUNG VON SAR-DATEN AUF SCHRÄGLUFT-BILDER IN STÄDTISCHEM GEBIET (M.SC. LUKAS SCHACK)

In hochaufgelösten Synthetic-Aperture-Radar-(SAR)-Bildern moderner Sensoren ist eine Fülle urbaner Objektstrukturen sichtbar. SAR ist zudem unabhängig von Tageszeit und Witterung und eignet sich daher zur Erfassung von Zeitreihen. Allerdings ist die Zuordnung von Strukturen in den SAR-Daten zu konkreten Objekten oftmals selbst für Experten schwierig. Aufgrund der erforderlichen Schrägsicht, stammt ein großer Anteil der erfassten Strukturen von Gebäudefassaden. Auch in den in jüngster Zeit Verbreitung findenden Schrägluftbildern sind Fassadenstrukturen gut zu erkennen. Der Gegenstand der wissenschaftlichen Untersuchungen dieses Projektes ist die Zuordnung von Gebäudestrukturen aus SAR-Bildern zu ihren Entsprechungen in optischen Schrägluftbildern. Durch Methoden der Mustererkennung werden regelmäßig angeordnete Merkmale in den SAR-Daten extrahiert, die dann entsprechenden Strukturen in den Luftbildern, etwa Gittern von Fenstern, zugeordnet werden. Die fusionierten Ergebnisse beinhalten wertvolle Topologie-Information und bieten somit eine vollständigere Objektrepräsentation als die einzelnen Sensordaten. Dadurch ergeben sich Möglichkeiten für das Verbessern der einzelnen Teilergebnisse, beispielsweise der SAR-Prozessierung. Ein weiteres Ziel des Projekts ist es, durch die Fusion mehr über die physikalischen Ursachen für das Fehlen einzelner Punkte in den extrahierten Gittern zu erfahren.

## Globale Bildorientierung mit konvexen Optimierungsmethoden (M.Sc. Martin Reich)

Eine Hauptaufgabe in der Photogrammetrie ist die Gewinnung von dreidimensionaler Information aus überlappenden Bildern. In den meisten Fällen wird diese sequentiell von einem beliebigen Bildpaar aus berechnet. Das hat den Nachteil, dass das Ergebnis von der Wahl jenes Bildpaares abhängt und während des Aufbaus die Gefahr besteht, dass die Bündelausgleichung nicht mehr, bzw. zu einem lokalen Optimum konvergiert. Gegenstand dieser wissenschaftlichen Untersuchung ist es, ein Verfahren zu entwickeln, welches die Bildorientierung global mit Hilfe konvexer Optimierungsmethoden bestimmt. Dafür wird das Orientierungsproblem zunächst in zwei Sub-Probleme aufgeteilt. Im ersten Schritt werden die Rotationsparameter aller Bilder mit Hilfe paarweiser relativer Rotationen bestimmt. Selbst bei kleinen Basislängen können diese präzise geschätzt werden. Unter Verwendung der Lie-Algebra können die relativen Rotationen dazu dienen, absolute Rotationen zu mitteln. Im zweiten Schritt werden dann die Translationen der Bilder bestimmt. Dies geschieht über einen linearen Zusammenhang, welcher sich aus Beobachtungen eines Punktes in mehreren Bildern aufstellen lässt. Alle Unbekannten werden gemeinsam in einer abschließenden Bündelausgleichung bestimmt.

## MESSTECHNISCHE AUSWERTUNG VON SCHIFFSUNFÄLLEN (INSTITUTS-PROJEKT, DR.-ING. MANFRED WIGGENHAGEN)

Von einem Sachverständigenbüro wurden Videos zur Verfügung gestellt, die auf der Elbe bei Magdeburg vor und nach einem Schiffsunfall aufgenommen wurden. Ein THW-Boot war dort aufgrund mehrerer extremer Grundwellen gekentert. Die Auswertung des Videomaterials sollte neben der Position des Unfallortes auch die Geschwindigkeit der Boote und die Höhe der Wellen liefern.

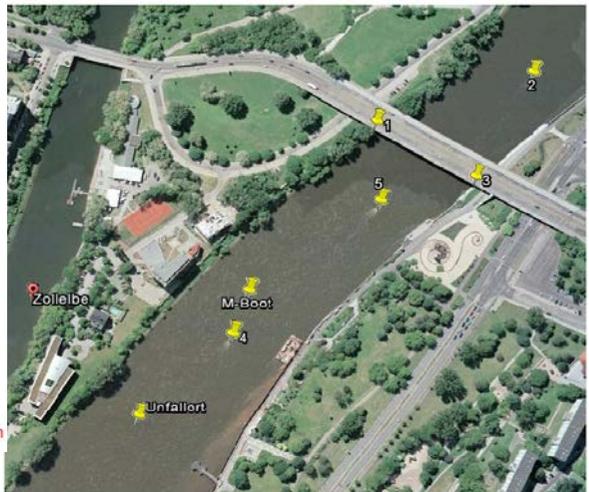
Im Vergleich mit den technischen Daten des Begleitbootes (Bughöhe) konnte die Höhe der Wellen am Unfallort berechnet und die Position im Luftbild dargestellt werden.

Da die zur Verfügung gestellten Videos mit bekannter Bildrate aufgenommen wurden, konnte weiterhin die Schiffsgeschwindigkeit und der Abstand zwischen den Booten kurz vor der Havarie ermittelt werden.



Höhe Bug: 1020 mm, 50% davon ist **Wellenhöhe = 510 mm**

### Bestimmung der Wellenhöhe



Position des Unfallortes und des Begleitbootes auf der Elbe

## DISSERTATIONEN

### GEODÄTISCHES INSTITUT MITBERICHTE

**Thorsten Strübing, Universität der Bundeswehr München:** Kalibrierung von Multisensorsystemen und Auswertetechniken von Lasertriangulationssensoren am Beispiel des Gleismesssystems RACER II, 30.09.2015, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann

**Friedrich Keller, Hafen City Universität Hamburg:** Entwicklung eines forschungsorientierten portablen Multi-Sensor-Systems zum kinematisches Laserscanning innerhalb von Gebäuden, 20.11.2015, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann

**Daniel Wujanz, TU Berlin:** Terrestrial Laser Scanning for Geodetic Deformation Monitoring, 28.01.2016, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann

### INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

**Dipl.-Ing. Tamara Bandikova:** The role of attitude determination for inter-satellite ranging, 28.09.2015.

Referent: Prof. Dr.-Ing. Jakob Flury, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. Martin Horwath (TU Dresden), apl. Prof. Dr. Gerhard Heinzel (AEI Hannover).

Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) ist die erste und bislang einzige Satellitenmission, welche das sogenannte Inter-Satelliten-Ranging Verfahren, die Abstandsmessung zweier Satelliten zueinander, zur Bestimmung des statischen und zeit-variablen Erdschwerefeldes nutzt. Diese Schwerefelddaten sind für ein breites Spektrum der Geowissenschaften von größter Bedeutung, da die Informationen über die Masseverteilung und Massetransport im Erdsystem ermitteln, die mit keinem anderen Satellitenverfahren bestimmt werden können. Aus diesem Grund wird auch nach 13 erfolgreichen Jahren der Erdbeobachtung weiterhin an der Reduzierung des Rauschens der GRACE Schwerefeldmodelle gearbeitet, mit dem Ziel der maximalen Annäherung an die prädierte Genauigkeit. Eine der signifikantesten Fehlerquellen sind nicht korrigierte Fehler in den Satellitenbeobachtungsdaten. Zusammen mit den primären GRACE Messverfahren, d.h. der Mikrowellen Abstandsmessungen, präzisen Bahnbestimmung und der ultra-sensitiven Beschleunigungsmessung, die für die Schwerefeldmodellierung erforderlich sind, stellt die präzise Lagebestimmung die vierte fundamentale Beobachtung dar. Die präzise Lagebestimmung spielt eine entscheidende Rolle nicht nur für den In-Orbit Missionsbetrieb, sondern auch für die wissenschaftliche Datenverarbeitung. Das Ziel ist eine umfassende Studie über die Lagebestimmung, die für GRACE in diesem Umfang noch nicht durchgeführt wurde, zu präsen-

tieren. In dieser Arbeit wird eine ausführliche Analyse über die Eigenschaften und Genauigkeit der GRACE Lagebestimmungssensoren und Lageaktuatoren vorgestellt. Der Fokus liegt auf den Sternkameras, welche die primären Lagesensoren darstellen. Zusätzlich wird eine detaillierte Analyse der Eigenschaften des Inter-Satelliten-Pointings bereitgestellt. Das Inter-Satelliten-Pointing, d.h. die präzise Orientierung der GRACE Satelliten zueinander, ist eine der fundamentalen Grundvoraussetzungen für die Abstandsmessung zwischen den Satelliten. Unsere Überprüfung der Algorithmen für die Bestimmung der Pointingwinkel, welche bei dem Onboard- und Onground-Processing verwendet werden, zeigt einen großen Bias (bis zu 3 mrad) der Pointingwinkel auf. Dieser Bias wird durch Inkonsistenzen zwischen den Kalibrierungsparametern der Sternkameras und Abstandsmesser verursacht. Des Weiteren werden hier die Ergebnisse einer vollständigen Überprüfung der Sternkameradatenprozessierung von Level-1A zu Level-1B vorgestellt. Der Fokus liegt dabei auf den Datenkombinationsmethoden. Diese Überprüfung wurde durchgeführt, um die Ursache des erhöhten Rauschens in den offiziellen Sternkameradaten, d.h. SCA1B Release~02, zu ermitteln. SCA1B RL02 weist ein systematisch erhöhtes Rauschen um den Faktor 3-4 auf. Die Datenanalyse zeigt, dass die Fehlerursache in der inkorrekten Implementierung der Algorithmen für die Sternkameradatenkombination in den offiziellen Verarbeitungsroutinen liegt. Zusätzlich wird der Einfluss der Lagedatengenauigkeit auf die Missionslebensdauer dargestellt. Während der präzisen Orientierung der Satelliten zueinander wird der Treibgasverbrauch und die Anzahl der Düsenaktivierungen, welche beide zu den limitierenden Faktoren der Missionslebensdauer gehören, entscheidend durch die unterschiedliche Messgenauigkeit der Sternkameras beeinflusst. Die Ergebnisse dieser GRACE-Datenanalyse stellen nicht nur die Grundlage für die Verbesserung der bestehenden GRACE Datenprodukten dar. Die gewonnenen Erfahrungen bieten auch wertvolle Informationen für die Entwicklung und das Design künftiger Schwerefeldsatellitenmissionen. Da die Technologie der primären Messsysteme, d.h. der Abstandsmessung, der Bahnbestimmung und der Beschleunigungsmessung stetig verbessert wird, steigen auch die Ansprüche an die Genauigkeit der Lagebestimmung stetig. Daher wird zusätzlich ein grundlegender Ansatz vorgestellt, zur Bestimmung der Anforderungen an die Messgenauigkeit der Lagebestimmungssensoren an die Genauigkeit der relevanten Kalibrierungsparameter sowie die Onboard- und Onground-Verarbeitung der Beobachtungsdaten.

Die Dissertation ist in der Schriftenreihe "Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover" (ISSN 0174-1454) als Heft Nr. 318 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. 758 online veröffentlicht (<http://www.dgk.badw.de>).

## MITBERICHTE

**Dipl.-Ing. Sebastien Guillaume, ETH Zürich:** Determination of a Precise Gravity Field for the CLIC Feasibility Studies, 03.03.2015, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Müller

## INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK MITBERICHTE

**Dipl.-Inf. Christian Asche, Leibniz Universität Hannover, Institut für Bauinformatik:** GPGPU-beschleunigte Reduktion bathymetrischer Geländemodelle mit T-Spline-Flächen, 24.6.15, Referent: apl. Prof. V. Berkahn, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. habil. Monika Sester.

## INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND GEOINFORMATION

**Dipl.-Ing. Christina Steiner:** „Highspeed Stereo-Endoskopie für eng begrenzte Messvolumina“, 17.07.2015

Referent: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann, Prof. Dr.-Ing. Stefan Hinz, Karlsruher Institut für Technologie, Karlsruhe.

Die photogrammetrische Auswertung von Crashversuchen über stationäre Kameras von außen ist eine etablierte Methode zur Analyse von Fahrzeug- und Dummybewegungen und liefert dabei wichtige Informationen zur Beurteilung virtueller Berechnungsmodelle. Für eine zuverlässige Validierung der Modelle ist es von Bedeutung, auch die Vorgänge im Inneren des Fahrzeugs über mitfahrende Kameras auszuwerten. Dies wird bisher jedoch kaum photogrammetrisch durchgeführt. Durch ständige Bewegungen und die Deformation des Fahrzeugs sind keine stabilen Verhältnisse im Aufnahmesystem (innere Orientierung) garantiert und kaum Möglichkeiten vorhanden, das Aufnahmesystem im Objektraum zu referenzieren (äußere Orientierung). Zusätzlich schränken beengte Platzverhältnisse den Einsatz mitfahrender Kameras ein. In dieser Arbeit wird ein System vorgestellt, das es ermöglicht, präzise Messungen von Strecken und Abständen im Fahrzeuginnenraum während eines Crashversuchs durchzuführen. Zu diesem Zweck werden zwei Glasfaserendoskope an Onboard-Hochgeschwindigkeitskameras angeschlossen und als Stereomesssystem eingesetzt. Das System bietet durch seine Flexibilität, den geringen eigenen Platzbedarf sowie Bildfrequenzen bis zu 1000 Bildern pro Sekunde ein breites Einsatzspektrum. Es ermöglicht als mitfahrendes Messsystem das präzise Messen von dreidimensionalen Bewegungsvorgängen und erschließt damit neue Möglichkeiten für die Analyse von

Crashversuchen. Nach der Bestimmung der Abbildungsgeometrie der Glasfaserendoskope durch Kalibrierung werden in einem Sicherheitsversuch die generelle Eignung des Aufnahmesystems als Stereomesssystem und die Stabilität der inneren Orientierung untersucht. Dabei werden Erkenntnisse über die erreichbaren Messgenauigkeiten gewonnen. Der zweite Test wird im Rahmen eines Fahrzeugsicherheitsversuchs durchgeführt und zeigt auf, welche Herausforderungen an das Messsystem durch die realen Versuchsbedingungen gestellt werden. In den Auswertungen ist zu sehen, dass eine Relativbewegung zwischen Kamera und Endoskop-Okular die Messgenauigkeit durch die Verschiebung des Bildhauptpunktes stark beeinträchtigt. Um diese Auswirkungen zu minimieren, wird eine Methode entwickelt, die es ermöglicht, die Verschiebung des Bildhauptpunktes zu korrigieren. Dafür wird ausgenutzt, dass die Verschiebung zwischen Endoskop-Okular und Sensor in einer Bewegung des kreisförmigen Endoskopausschnitts im Bild sichtbar wird. Die Untersuchungen zeigen, dass die besten Ergebnisse dann erzielt werden, wenn die äußeren Orientierungen der Endoskope unabhängig voneinander für jedes Versuchsbild bestimmt werden können. Bei konstanter relativer Orientierung der beiden Endoskopspitzen zueinander liefert auch die Korrekturmethode entsprechend hohe Genauigkeiten für die Streckenmessung. Ist eine ausreichende Beleuchtung des Objektbereichs und damit eine gute Bildqualität gewährleistet, ermöglicht das entworfene Stereomesssystem die Messung von Relativmaßen mit einer Genauigkeit von 1-2 mm. Damit steht ein Messsystem zur Verfügung, das vielseitig einsetzbar ist und hohe Genauigkeit für die Messung von Strecken bietet, selbst unter hochdynamischen Bedingungen.

Die Dissertation ist in der Schriftenreihe „Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover“ (ISSN 0174-1454) als Heft Nr. 317 sowie in der Audi Schriftenreihe des Cuvillier Verlag (ISSN 1865-9268) als Heft Nr. 111 erschienen.

## MITBERICHTE

**Dipl. Ing. Marco Munderloh, Institut für Informationsverarbeitung, Leibniz Universität Hannover:** Detection of moving objects for aerial surveillance of arbitrary terrain, 24.03.2015, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke

**Dipl. Ing. Simon Schuffert, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Karlsruher Institut für Technologie:** Punktkorrespondenzen in Stereobildern aus projektiven und radiometrischen Invarianzen, 13.07.2015, Korreferent: apl. Prof. Dr. techn. Franz Rottensteiner

**Vincent Tournadre M.Sc., Université Paris-Est:** Métrologie par photogrammétrie aéroportée légère, application au suivi d'évolution de digues, 21.12.2015, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke

## 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, 09.01.2015, Moderation: Lukas Schack (IPI)

**M.Sc. Alena Schmidt**, Institut für Photogrammetrie und GeoInformation, Thema: Statistical inference and simulation using spatial point processes

Freitag, 23.01.2015, Moderation: Tamara Bandikova (IFE)

**M.Sc. Lars Leßmann**, Institut für Erdmessung, Thema: Green's functions for the calculation of loading effects on gravity

Freitag, 30.01.2015, Moderation: Steffen Busch (IKG)

**Dipl.- Ing. Colin Kuntzsch**, Instiut für Kartographie und Geoinformatik, Thema: Generative modeling for spatial and spatio-temporal trajectory analysis

Freitag, 06.02.2015, Moderation: Keno Bakker (GIH)

**Dipl.- Ing. Jens Hartmann**, Thema: Process optimization of TLS-based kinematic mapping-systems

Freitag, 19.06.2015, Moderation: Alexander Dorndorf (GIH)

**Mohammad Omidalizandi**, Geodätisches Institut, Thema: Integration of Terrestrial Laser Scanner and Digital Images in Geodetic Deformation Analysis

Freitag, 26.06.2015, Moderation: Fabian Bock (IKG)

**M.Sc. Paul Czioska**, Institut für Kartographie und Geoinformatik, Thema: Determination of Meeting Points in Ride-Sharing Systems

Freitag, 03.07.2015, Moderation: Tobias Klinger (IPI)

**Dipl.- Ing. Andreas Paul**, Institut für Photogrammetrie und GeoInformation, Thema: Transfer Learning for the classification of aerial and satellite images

Freitag, 24.07.2015, Moderation: Santoshkumar Burla (IFE)

**M.Sc. Guy Apfelbaum**, Institut für Erdmessung, Thema: Temperature effects on accelerometer in LEO satellites

## ORGANISATION VON WORKSHOPS UND SYMPOSIEN

### GEODÄTISCHES INSTITUT

147. DVW-SEMINAR: „TERRESTRISCHES LASERSCANNING (TLS 2015)“ AM 07. UND 08.12.2015 IN FULDA (LEITUNG: PROF. INGO NEUMANN ZUSAMMEN MIT PROF. VOLKER SCHWIEGER, PROF. HEINER KUHLMANN UND PROF. WOLFGANG NIEMEIER; ORGANISATION VOR ORT DURCH DAS GEODÄTISCHE INSTITUT)

Das terrestrische Laserscanning (TLS) ist inzwischen ein voll etabliertes Messverfahren, besitzt ein enormes Leistungsspektrum und eröffnet vielfältige Anwendungsmöglichkeiten sowohl innerhalb der klassischen Berufsfelder der Geodäsie als auch in angrenzenden Bereichen. Nach den großen Erfolgen der vergangenen zehn Jahre wurde daher auch in diesem Jahr eine Weiterbildungsveranstaltung zum Thema »Terrestrisches Laserscanning« in Fulda angeboten. Unter der Federführung der DVW-Arbeitskreise 3 »Messmethoden und Systeme« und 4 »Ingenieurgeo-däsie« wurden in Fulda Anregungen und Gedanken zu diesem zukunftsorientierten, innovativen Thema ausgetauscht. Das Geodätische Institut durfte dabei erstmalig die Leitung der Veranstaltung übernehmen.

Wie in den Vorjahren wurde die Veranstaltung in aktuelle Themenfelder unterteilt. Die Sessionen waren:

- Einführung und Grundlagen,
- TLS und BIM,
- Qualitätssicherung von TLS-Daten,
- Berichte aus der Praxis und wichtige Zukunftsfelder.

Mit dem Programm ist es gelungen, aktuelle Trends aufzunehmen sowie kompetente Vortragende für die einzelnen Themen zu gewinnen.

Insgesamt hat eine Rekordzahl von ca. 185 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 des TLS informiert und ausgetauscht. Aufgrund der sehr positiven Resonanzen soll die Seminarreihe weiterhin in einem jährigen Rhythmus fortgesetzt werden.

Die schriftlichen Beiträge des Seminars können als Band 81/2015 der Schriftenreihe des DVW im Wißner Verlag erworben werden (ISBN: 978-3-95786-059-0).

## INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

### WE HERAEUS AUTUMN SCHOOL „GLOBAL GRAVITY FIELD MODELING FROM SATELLITE-TO-SATELLITE TRACKING DATA“ 4.-9. OKTOBER 2015 IM PHYSIKZENTRUM BAD HONNEF

Die Internationale Herbstschule wurde vom SFB 1128 geo-Q und der WE Heraeus Stiftung gemeinsam veranstaltet. Sie brachte eine Auswahl der weltweit anerkannten Wissenschaftler auf dem Gebiet der geodätischen Schwerefeldbestimmung aus Satellitendaten als Dozenten zusammen:

- Reiner Rummel (TU München): Satellite gravimetry – an overview
- Jürgen Kusche (U Bonn): Parameter estimation
- Jakob Flury (Leibniz Universität): Sensor systems
- Adrian Jäggi (U Bern): Orbit determination
- Claus Lämmerzahl (ZARM Bremen): Relativistic geodesy
- Srinivas Bettadpur (U Texas): Classical approach
- Gerhard (Leibniz Universität): Grace-Follow-On
- Torsten Mayer-Gürr (TU Graz): Gravity recovery using short-arc approach
- Matthias Weigelt (BKG): Acceleration approach
- Christopher Jekeli (Ohio State U): Energy balance approach

Die Resonanz übertraf mit über 60 Teilnehmern die Erwartungen deutlich. Die Teilnehmerschaft war sehr international - aus 15 Ländern aller Kontinente - was der Schule ein besonderes Flair verlieh.

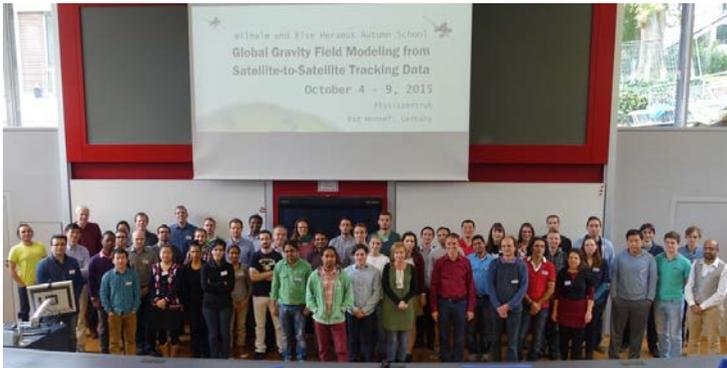
Das Programm der Schule war anspruchsvoll und ging während fünf-einhalb voll ausgefüllter Tage sehr in die Tiefe der verschiedenen mathematischen Modellierungsansätze. Nach der Theorie am Vormittag folgten intensive Programmierübungen am Nachmittag zur praktischen Anwendung. Die Studenten nutzten die Zeit für die Übungen freiwillig über das geplante Ende hinaus bis zum Abendessen aus, um möglichst viele der Aufgaben erfolgreich zu lösen. Die Stimmung war trotz oder vielleicht gerade wegen des vollgefüllten und intensiven Programms bestens und entspannt. Die Dozenten waren vom Engagement der Teilnehmer beeindruckt.

Das Hauptanliegen der Schule war, interessierten Studierenden ein gutes theoretisches und praktisches Wissen über die Schwerefeldbestimmung mithilfe von Satellitendaten zu vermitteln. Wichtige thematische Schwerpunkte waren:

- Filtertechniken zur Verarbeitung der Satellitendaten, wie z.B. die Principal Component Analysis (PCA),
- die Nutzung der präzisen Bahnmodellierung zur Bestimmung des langwelligen Anteils des Erdschwerefeldes, und

- der Vergleich der verschiedenen mathematischen Ansätze zur Bestimmung von Kugelfunktionsmodellen des Schwerefeldes hinsichtlich ihrer Komplexität und ihrer spezifischen Vorteile für Simulationen bzw. für die Echtdatenanalyse.

Die Lecture Notes der Schule werden in Kürze als Band der Springer Lecture Notes in Earth System Sciences erscheinen. Bericht: Prof. Dr.-Ing. Jacob Flury, Dr.-Ing. Majid Naeimi



*Teilnehmer der Internationalen Herbstschule in Bad Honnef*

## INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK

### AGA-TAGUNG: ARBEITSGRUPPE AUTOMATION IN KARTOGRAPHIE, PHOTOGRAMMETRIE UND GIS, 21.-22.09.2015, LANDES-VERMESSUNGSAMT THÜRINGEN, ERFURT

Die AgA ist eine Arbeitsgruppe der Deutschen Geodätischen Kommission (DGK) und der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder (AdV), die sich mit aktuellen Entwicklungen in



*Teilnehmer der AgA-Tagung in Erfurt*

der Automation raumbezogener Informationsverarbeitung beschäftigt. Die Leitung der Arbeitsgruppe hat Prof. Dr.-Ing. habil. Monika Sester vom Institut für Kartographie und Geoinformatik, Leibniz Universität Hannover. Die jährlich stattfindende AgA-Tagung hat sich zu einer festen Institution und Informationsbörse entwickelt, in der Kommunal-, Landes- und Bundesbehörden, Lehr- und Forschungsinstitutionen, Softwareentwickler sowie

weitere Interessierte über Neuentwicklungen und Probleme raumbezogener Informationsverarbeitung übergreifend in Photogrammetrie, GIS und Kartographie informieren. Es wurden 12 Fachvorträge u.a. mit Forschungsverfahren zur Erhöhung des Automationsgrades unterschiedlicher Fachgebiete, die von der AgA-Homepage heruntergeladen werden können. (<http://www.ikg.uni-hannover.de/aga/>).

Die ca. 40 Teilnehmer profitierten vom informellen Charakter der Veranstaltung. Zwischen den Vorträgen war ausreichend Zeit für Diskussionen und Erfahrungsaustausch zu aktuellen Themen. Am Nachmittag des zweiten Tages wurden zwei Führungen angeboten:

- Aktuelle Arbeiten am Basis-DLM
- Generalisierung und Herstellung DTK25 nach der Umstellung auf das AAA-Modell

Im Ergebnis der zweitägigen Veranstaltung konnten alle Teilnehmer wichtige Impulse und Anregungen für ihre eigene Arbeit mit nach Hause nehmen.

(Text Ramona Kurstedt, Landesvermessungsamt Thüringen)

## ESRI-ANWENDERTREFFEN

Das 22. ESRI-Anwendertreffen Norddeutschland fand in Zusammenarbeit mit der Forschungsinitiative FI:GEO am 28.05.2105 an der Leibniz Universität Hannover statt.

## INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND GEOINFORMATION

### ISPRS KONFERENZ "PHOTOGRAMMETRIC IMAGE ANALYSIS" (PIA15) UND "HIGH RESOLUTION EARTH IMAGING FOR GEOSPATIAL INFORMATION" (HRIGI15), MÜNCHEN, 25.-27.03.2015

Organisiert von Prof. Uwe Stilla, TU München, Prof. Christian Heipke, Leibniz Universität Hannover

Mit großem Erfolg wurden die bekannten ISPRS Konferenzen "*Photogrammetric Image Analysis*" (PIA) und "*High Resolution Earth Imaging for Geospatial Information*" (HRIGI) zum ersten Mal im Rahmen einer gemeinsamen Veranstaltung durchgeführt. Unter dem Dach der Technischen Universität München und dem Vorsitz von Uwe Stilla und Christian Heipke konnten vom 25. bis zum 27. März insgesamt über 180 Wissenschaftler, Experten und Anwender aus 86 verschiedenen Einrichtungen in 27 Ländern aktuelle Forschungsergebnisse vorstellen und diskutieren.



**Teilnehmer der Konferenz aus Sicht eines RPAS**

Die gemeinsame Ausrichtung von PIA und HRIGI ermöglichte einen gelungenen Austausch zwischen den Themengebieten „Semantik“ und „Geometrie“. Entsprechend der starken thematischen Auffächerung dieser fusionierten Konferenz beteiligten sich daran sieben ISPRS Arbeitsgruppen, namentlich: „LiDAR, SAR and Optical Sensors for Airborne and Spaceborne Platforms“ (WG I/2), „Geometric and Radiometric Modeling of Optical Airborne and Spaceborne Sensors“ (WG I/4), „Orientation and Surface Reconstruction“ (WG III/1), „3D Scene Analysis“ (WG III/4), „Methods for the Update and Verification of Geospatial Databases“ (WG IV/1), „DEM Generation and Surface Deformation Monitoring from SAR Data“ (WG VII/2), and „Pattern Analysis in Remote Sensing“ (ICWG III/VII).



**Keynote Speakers: Oben: Tomas Pajdla, Unten: Richard Bamler**

Zur gemeinsamen Konferenz wurden insgesamt 120 Beiträge aus 27 Ländern in Form von 59 Volltexten (Full Paper) und 61 Kurzfassungen eingereicht. Nach Begutachtung der Volltextbeiträge durch 34 Mitglieder des Programmkomitees in einem strengen „Double-Blind-Review“-Verfahren wurden 38 Beiträge (64%) angenommen und in den ISPRS Annals veröffentlicht. Die zurückgewiesenen Beiträge wurden zusammen mit den 61 Kurzfassungen in einem vereinfachten Begutachtungsverfahren beurteilt, bei dem letztendlich 42 Beiträge (51%) angenommen und die nachfolgend eingereichten Endfassungen in den ISPRS Archives veröffentlicht wurden. Alle

80 Artikel werden im Conference Proceedings Index (CPCI) sowie in Scopus und Google Scholar gelistet.

Die inhaltliche Basis der Konferenz lieferten 36 Fachvorträge in 10 Sitzungen und 46 Posterpräsentationen in 3 interaktiven Blöcken. Hinzu kamen zwei Grundsatzreferate (Keynote), gehalten von Tomas Pajdla von der Czech Technical University in Prag mit dem Titel "Solving Minimal Problems For 3D Reconstruction From Images" (Abb. links), sowie von Richard Bamler vom Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR) über das Thema "TerraSAR-X, TanDEM-X and Beyond" (Abb. rechts). Die Vorträge wurden in thematisch sortierten Vortragsblöcken mit den Titeln „Conditional Random Fields“, „Terrestrial“, „Forest Monitoring“, „Geometry“, „Synthetic Aperture Radar“, „Digital Elevation Models“, „Image Analysis“ und „Buildings“ sowie einer Vortragsblock der Industrie „From Sensors to Solutions“ abgehalten. Die Vortragsblöcke wurden ohne zeitliche Überschneidung (single track) und im Wechsel mit den Präsentationen der Poster abgehalten.

Im Zuge der Konferenzeröffnung gratulierten Uwe Stilla und Christian Heipke neun Teilnehmern zum Erhalt von Reisestipendien, vergeben durch „The ISPRS Foundation“ (TIF) (Abb. 3a). Den „Best Paper Award“ erhielten Javier A. Montoya-Zegarra, Jan Dirk Wegner, Ľubor Ladický, und Konrad Schindler von der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich (ETH) für ihren Beitrag mit dem Titel: „Semantic Segmentation of Aerial Images in Urban Areas with Class-Specific Higher-Order Cliques“. Den Preis für das beste Poster erhielten Mozhdeh Shahbazi, Gunho Sohn Jérôme Théau und Patrick Ménard, deren Posterpräsentation mit dem Titel: „Robust Sparse Matching and Motion Estimation using Genetic Algorithms“ an drei verschiedenen Institutionen in Kanada entstand.



**links: Christian Heipke (5. v. l.), Uwe Stilla (1. v. r.), mit den Empfängern der Anreisestipendien vergeben durch TIF - The ISPRS Foundation, rechts: Best Poster Award, Gunho Sohn (Mitte).**

Die gut konzipierte Gesamtgliederung des Programms ermöglichte eine angenehme Abwechslung aus Informationsvermittlung und anregender Diskussion. Hierfür sorgten nicht zuletzt zwei abendliche Veranstaltungen, bei der die Konferenzteilnehmer in angenehmer Atmosphäre bis in

die späten Abendstunden diskutieren und neue Kontakte knüpfen konnten. Neben der Einführungsfeier (Icebreaker) im Vorhoelzer Forum, einem kleinen Salon umrandet von großen Balkonen mit einem freien Blick über die Dächer Münchens, war vor allem der abendliche Empfang im Münchener Künstlerhaus ein besonderes Ereignis. Hier hatten die Veranstalter zu einem gemütlichen Abend bei sehr guter Verpflegung und dem bekanntlich schmackhaften bayerischen Bier in historischen Räumlichkeiten geladen, die von der Firma Hexagon unterstützt wurde. Das Vortragsprogramm sowie eine Fotogalerie finden sich unter <http://www.pia15.tum.de>.

Den Organisatoren ist eine international vernetzende und hochinformativ Konferenz gelungen, die in jeder Hinsicht erfreute. Hierfür gebührt den hauptverantwortlichen Uwe Stilla, Christian Heipke und Ludwig Hoegner sowie zahlreichen weiteren Mitgestaltern und Helfern vor Ort großer Dank seitens aller Konferenzteilnehmer.

(Text Damian Bargiel, Technische Universität Darmstadt)

## MESSEN UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### SCHÜLERTALENTAKADEMIE GEODÄSIE

Im Sommersemester 2015 hat die Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover erstmals die SchülerTalent-Akademie Geodäsie (STAG) veranstaltet. Ziel der Akademie ist es, die Schülerinnen und Schüler, insbesondere der 10. – 11. Schulklassen, für das Ingenieurfach Geodäsie zu begeistern.

Unter dem Motto "Virtuelle 3D-Welten - Wie kommt Hannover in den Rechner?" fanden von März bis Juli 2015 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.

Von Oktober 2015 bis Januar 2016 wurde die zweite STAG mit ca. 30 TeilnehmerInnen zum Thema „Aus dem Weltraum in die Nachbarschaft - unsere Umwelt verändert sich“ ausgerichtet. Hierbei ging es für die SchülerInnen darum Veränderungen von Natur und Umwelt am Computer zu erkennen und zu analysieren. Dabei spielten Aufnahmen von Satelliten eine zentrale Rolle. Insbesondere wurden Anwendungen aus den Bereichen Hochwasser- und Katastrophenmanagement, Landnutzungsveränderungen und Landmassentransport behandelt.

Alle teilnehmenden Schülerinnen und Schüler wurden von ihrer Schule für die STAG vorgeschlagen, dabei achteten die Lehrerinnen und Lehrer sowohl auf die Leistungen in Mathematik und Geographie als auch auf das Interesse der jungen Leute an dem für viele eher unbekanntem Fach. Im Vorfeld hatte im Januar 2015 ein Treffen mit ausgewählten LehrerInnen stattgefunden, um die Rahmenbedingungen für eine

optimale Durchführung der Akademie zu schaffen. So sollten etwa Elemente wie ‚hands on‘, ‚hands out‘ und ‚Schüler auch fordern‘ realisiert werden.

Zum Abschluss der STAG findet jedes Mal ein gemeinsames Grillen auf dem Messdach statt, an dem Schüler/innen, Mitarbeiter und Professoren der beteiligten Institute sowie Lehrer teilnehmen. Alle Schü-

lerinnen 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. Weitere Informationen sind unter <http://www.gug.uni-hannover.de/stag.html> zu finden.



## IDEEN-EXPO

Vom 04.-12.07.2015 fand die diesjährige IdeenExpo, das europaweit größte Jugendevent für Naturwissenschaften und Technik, in Hannover auf dem Messegelände statt – sie hat rund 350.000 Besucher angelockt.



Die Geodäsie und Geoinformatik war in Halle 9 im Bereich LifeScience mit einem Exponat, eingebunden in den Bereich der Leibniz Universität, vertreten. Am 08. Juli besuchte Ministerpräsident Stephan Weil unser Exponat und tauchte mit Hilfe der OculusRift in die Welt des Mobile Mappings ein. Neben einem Rundflug



durch die Straßen von Hannover konnten sich die Besucher virtuell durch die Flure in der Nienburger Straße 1 bewegen. Für die Zuschauer wurden parallel dazu die Bilder der VirtualReality-Brillen auf großen Monitoren gezeigt, was viele Besucher anlockte.

Neben diesem Exponat wurde vom ikg der Workshop **"GeoChallenge"** in Kooperation mit der time2team GmbH zum Thema **"Geodäsie und Geoinformatik: Die Welt der Geodaten"** angeboten.

Insgesamt 9 Schulklassen nutzten das Angebot und begaben sich, nach einer kurzen Einführung in die Welt der Geodaten, in Teams auf den Weg, mehrere Rätsel und Aufgaben mit Bezug zur Geodäsie zu lösen. Die Aufgaben waren dabei, ähnlich zum Geocaching, an verschiedenen Standorten auf dem IdeenExpo-Gelände verteilt und mussten zunächst mit dem GPS gefunden werden. Zur Lösung der Aufgaben war neben einem mathematischen Basiswissen auch Teamwork und Kreativität gefragt. So musste z.B. der Flächeninhalt eines Dreiecks berechnet oder mit Hilfe von Schnüren eine GPS-Positionslösung bestimmt werden. Bei Schätzaufgaben galt es, möglichst nahe an den anschließend mit einem Tachymeter bestimmten Wert zu kommen. Am Schluss wurde das Sieger-Team mit Sachpreisen geehrt.



## SONNENFINSTERNIS AM 20.03.2015

Die partielle Sonnenfinsternis am 20. März 2015 konnte auf dem Mesdach bei perfektem Wetter von mehr als 200 Besuchern beobachtet werden. Beim Blick durch den mit einem Weißlichtfilter ausgerüsteten großen Refraktor erlebten die Besucher die Bedeckung "hautnah" mit. Neben der auf den ersten Blick erkennbaren Verdeckung der Sonne, konnte auch ein einzelner kleiner Sonnenfleck, die Randverdunkelung der Sonne und das Mondrandprofil beobachtet werden. Der kleine Refraktor der Astronomischen Station wurde mit einem H-alpha Filter ausgerüstet und zeigte die Bedeckung im Licht der roten Wasserstoff Linie bei 656 Nanometern. Neben dem chromosphärischen Netzwerk auf der Sonnenoberfläche konnten auch einige sehr schöne Protuberanzen am Rand der teilweise verfinsterten Sonne beobachtet werden - ein einmaliges Erlebnis.

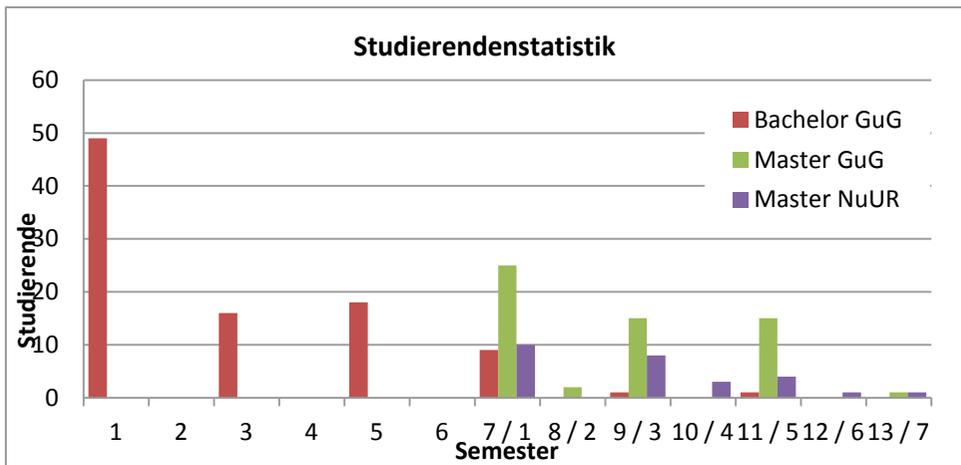


# AUS DEM LEHRBETRIEB

## BERICHT DES STUDIENDEKANATS

### STUDIENDENSTATISTIK WS2015/16

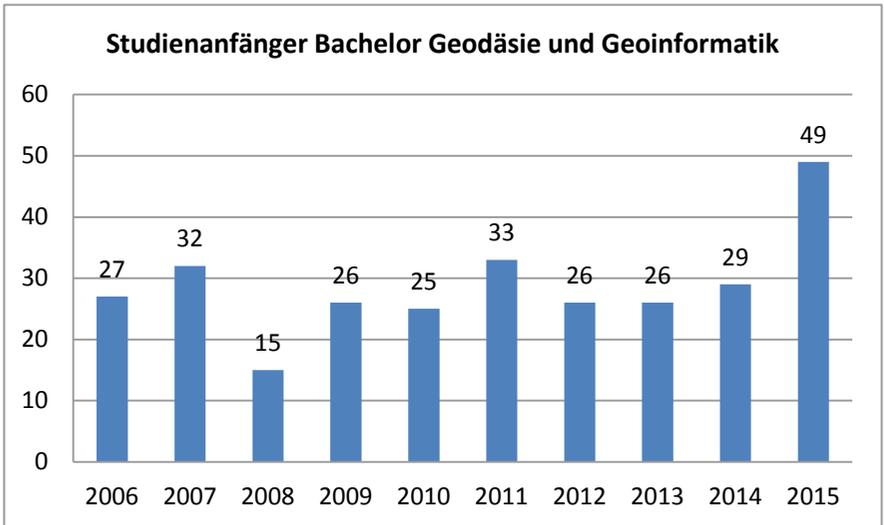
Im Wintersemester 2015/16 sind in den Studiengängen der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik 180 Studierende eingeschrieben. Im Bachelorstudium Geodäsie und Geoinformatik sind davon 94 immatrikuliert, im Masterstudium Geodäsie und Geoinformatik 58 Studierende. Im Masterstudiengang Navigation und Umweltrobotik befinden sich 28 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.



*Eingeschriebene Studierende je Studiengang und Semester der Fachrichtung*

Mit einem Frauenanteil von etwa 36 % im Bachelorstudiengang und circa 26 % in den Masterstudiengängen ist der Anteil der Studentinnen für Ingenieurstudiengänge wie gewohnt überdurchschnittlich hoch.

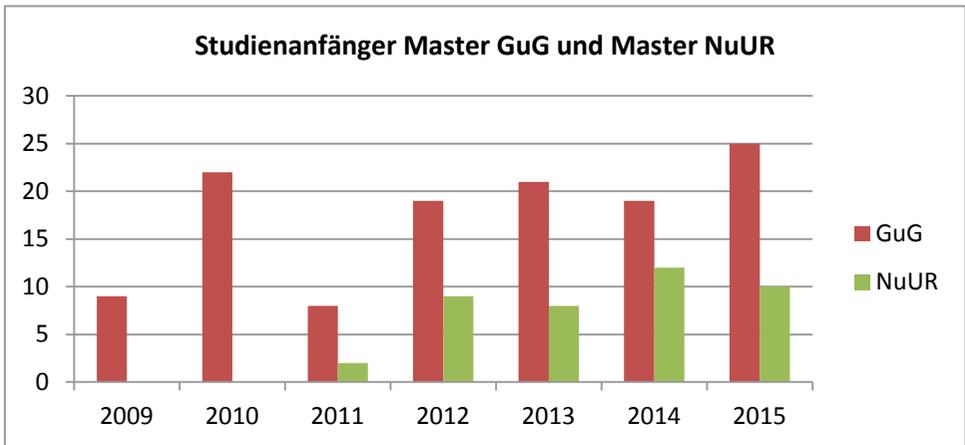
Zum Wintersemester 2015/16 haben 49 Studierende das Bachelorstudium aufgenommen, womit eine deutliche Steigerung um etwa 69 % im Vergleich zum Vorjahr festzustellen ist. Die genaue Entwicklung ist der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen. Im zweiten Studienjahr sind 16 Studierende eingeschrieben, in das dritte Studienjahr sind 18 Studierende gewechselt. In höheren Semestern befinden sich elf Studierende.



***Studienanfänger im Studiengang Bachelor Geodäsie und Geoinformatik von 2006 - 2015***

Zum aktuellen Wintersemester haben im Master Geodäsie und Geoinformatik 25 Studierende das Studium aufgenommen, von denen vier den Master in Englisch absolvieren. Diese Möglichkeit wurde erstmals geschaffen, indem zu dem bisher schon verpflichtenden ersten Mastersemester in Englisch noch eine Reihe von Fächern zusätzlich auf Englisch angeboten wird. Somit ist es möglich, den Master vollständig in Englisch zu studieren. Dazu haben zwei Studierende ihren Bachelorabschluss an einer ausländischen Universität abgelegt und drei Studierende kommen von einer anderen deutschen Hochschule. Insgesamt sind also 36 % der Studierenden aus dem ersten Mastersemester von einer anderen Hochschule zu uns an die Leibniz Universität gewechselt. Dieser Wert entspricht auch den Erfahrungen aus dem vorletzten Jahr, wohingegen im letzten Jahr ein deutlich geringerer Anteil festzustellen war.

Im Wintersemester 2015/16 haben im Masterstudiengang Navigation und Umweltrobotik zehn 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 ein Fünftel 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.



**Studienanfänger im Studiengang Geodäsie und Geoinformatik von 2009-2015 sowie im Studiengang Navigation und Umweltrobotik von 2011-2015**

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. Dies umschließt Veranstaltungen der Universität wie die Herbstuni oder die Hochschulinformationstage, aber auch nicht-universitäre Veranstaltungen wie die IdeenExpo. Auf diese Weise sollen Schüler, Lehrer, Eltern und andere Interessierte über die Studiengänge der Fachrichtung informiert werden. Darüber hinaus fand im Sommersemester 2015 erstmals die „SchülerTalentAkademie Geodäsie“ statt, die halbjährlich angeboten wird (<http://www.gug.uni-hannover.de/stag>).

## ABSOLVENTEN

Im Kalenderjahr 2015 haben insgesamt 21 Studierende erfolgreich ihr Bachelorstudium beendet. Im Masterstudiengang Geodäsie und Geoinformatik gab es 18 Absolventen, im Masterstudiengang Navigation und Umweltrobotik waren es sieben Absolventen. Sie sind in der folgenden Auflistung zu finden:

### BACHELOR

<b>Böhme</b>	Carolin	<b>Brandes</b>	Niklas Willem
<b>Breva</b>	Yannick	<b>Dikhoff</b>	Isabelle
<b>Eckhoff</b>	Mathis	<b>Görler</b>	Simone
<b>Hake</b>	Frederic	<b>Hesse</b>	Achim
<b>Hynek</b>	Lukas	<b>Knabe</b>	Annike
<b>Koch</b>	Igor	<b>Kröger</b>	Johannes
<b>Kröhnert</b>	Damian	<b>Lieder</b>	Roman
<b>Meyer</b>	Christian	<b>Mlynarek</b>	Marcel

<b>Plumhoff</b>	Tim	<b>Sippel</b>	Christian
<b>Tietge</b>	Tobias	<b>Wage</b>	Oskar
<b>Wenck</b>	Stefan		

#### MASTER GuG

<b>Anhuth</b>	Christoph	<b>Can</b>	Li
<b>Feng</b>	Yu	<b>Finke</b>	Karina
<b>Garmann</b>	Melanie	<b>Kaste</b>	Johanna Kristina
<b>Kecec</b>	Ugur	<b>Kruse</b>	Christian
<b>Lengsfeld</b>	Alexander	<b>Pape</b>	Werner
<b>Rabenstein</b>	Felix	<b>Sander</b>	Jan
<b>Schack</b>	Claudia	<b>Schaper</b>	Jan
<b>Singer</b>	Alexander	<b>Staude</b>	Vincent
<b>Steggemann</b>	Jana	<b>Weiß</b>	Jennifer

#### MASTER NuUR

<b>Coenen</b>	Maximilian	<b>Curs</b>	Steven
<b>Herbst</b>	Marco	<b>Krause</b>	Sven
<b>Maas</b>	Alina	<b>Mohr</b>	Peter
<b>Probst</b>	Lewin		

Im Jahr 2015 sind zwei Promotionen, beide von Frauen, abgeschlossen worden.

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 Studiengangskoordinatorin 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>

## ABSOLVENTENFEIER DER FAKULTÄT BAUINGENIEURWESEN UND GEODÄSIE

Am Samstag, 16.01.2016 fand die Absolventenfeier der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie statt. Zu dieser Feier waren neben den Absolventen des Jahres 2015 auch die „Silbernen“ und „Goldenen“ eingeladen, d.h. diejenigen, die vor 25 bzw. 50 Jahren ihre Diplom-, Doktor- oder Habilitationsurkunde erhielten.

In diesem Jahr erreichten 208 Absolventen aus dem Bauingenieurwesen und 45 Absolventen aus der Geodäsie ihren Abschluss. Vor 25 Jahren machten insgesamt 191 Studierende ihren Abschluss, davon 45 Geodäten. Vor 50 Jahren waren es 157 Absolventen, davon 12 Geodäten.

Die Anzahl der Promotionen/Habilitationen in den drei geladenen Absolventenjahrgängen waren: 2015: 13/1, 1990: 30/3, 1965: 30/1. Die Absolventen erhielten die Urkunden aus den Händen der Prüfungsausschussvorsitzenden (apl. Prof. Dr.-Ing. Volker Berkahn 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. Christian Kruse für den besten Masterabschluss und Frau B. Sc. Isabelle Dikhoff für den besten Bachelorabschluss die Preise.



**Herr Dr.-Ing. Cord-Hinrich Jahn mit den Preisträgern Christian Kruse und Isabelle Dikhoff**

Den Festvortrag zum Thema ‚theoria cum praxi‘ – Leibniz' Auftrag seit 300 Jahren“ hielt Herr Hon.-Prof. Thomas Schwark, Leiter des historischen Museums Hannover; musikalisch wurde die Veranstaltung vom Jazz-Duo Marie-Luisa Ehrlich (Gesang) und Sung-Yueh Chou (Cello) 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 vom DVW Landesverein Niedersachsen-Bremen sowie der Firma ESRI mit unterstützt, wofür sich die Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie herzlich bedankt.

## INTERNATIONALES

### AUSLÄNDISCHE STUDIERENDE IN DER FACHRICHTUNG

Diese Studierenden haben im Ausland eine Hochschulzugangsberechtigung erworben (Abitur oder Bachelorabschluss):

#### 1. Semester Bachelor GuG:

Amir Abdelaziz Chouk Abitur in Tunesien

Basil Said Ahmad Abitur in Israel

#### 7. Semester Bachelor GuG:

Kristóf Rósza Abitur in Ungarn

#### 1. Semester Master GuG:

Sercan Cakir Yildiz Technical University, Istanbul, Türkei

Anita Sadat Khezri Universiti Tenaga Nasional, Selangor, Malaysia

Kavita Krishnamurthy Sardar Patel College of Engineering, Mumbai, Indien

Pang Di Universität Wuhan, China

Richu Mary Shelly Kannur University, Kerala, Indien

Zhou Bowen Universität Jilin, Changchung, China

#### 3. Semester Master GuG:

Mahsa Bashi Universität Shahid Rajaei, Teheran, Iran

#### 7. Semester Master GuG:

Feng Yu South China Agricultural University

#### 5. Semester Master NuUR:

Sven Krause Universität Edinburgh, Schottland

### AUSLÄNDISCHE AUSTAUSCHSTUDIERENDE IN DER FACHRICHTUNG

Vicente de Paula Sousa Jun. WS 14/15, Universidade Federal do Piaui, Brasilien

Utkan Mustafa Durdag WS 14/15, SS 15, Yildiz Teknik Universitesi, Türkei, ERASMUS-SMS-Programm (Promotionsbegleitender Aufenthalt am GIH).

Manon Girard	WS 14/15, Ecole Nationale des Sciences Géographiques, Frankreich
Katarzyna Grochowicz	WS 14/15, SS15, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Polen
Pawel Jablonski	WS 14/15, Politechnika Warszawska, Polen
Dániel Moka	WS 14/15, Budapesti Muszaki és Gazdaságtudomány Egyetem, Ungarn
Alicja Puacz	SS 15, Politechnika Warszawska, Polen
Joyce Raymundo da Silva	WS14/15 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasilien
Thales Silva Heck	WS 14/15, Universidade Federal de Viçosa, Brasilien
Agata Szoltysik	SS 15, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Polen
Viktória Zubály	WS 14/15, Budapesti Muszaki és Gazdaságtudomány Egyetem, Ungarn

#### STUDIERENDE DER FACHRICHTUNG BEIM FABLAB IN ST. PETERSBURG

Vom 22.-28. März 2015 wurde am FabLab der St. Petersburger Polytechnischen Universität Peter der Große ein Projekt durchgeführt, welches das Motto hatte: «From an idea to a device in one week». Innerhalb einer Woche arbeiteten gemischte Teams auf verschiedenen Ländern und mit verschiedenen Hintergründen (Studierende und Schüler) an kleineren Projekten, die sie von der Planung bis zur Realisierung verwirklichten. Beispiele waren ein sich selbst gießender Blumentopf, eine Drink-Misch-Maschine oder ein Hoverboard. Von der Leibniz Universität nahmen auch vier Studierende der Geodäsie und Geoinformatik teil: Frederic Hake, Melanie Arendt, Dmitri Diener und Roman Lieder. Das Projekt wurde im Rahmen der Strategischen Partnerschaft durchgeführt, innerhalb derer die Leibniz Universität und die St. Petersburger Universität auf verschiedenen Ebenen zusammenarbeiten.

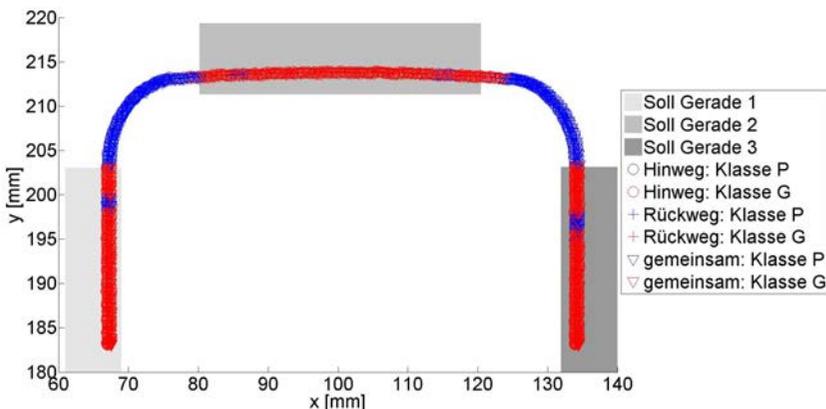
# MASTER- UND BACHELORARBEITEN

## GEODÄTISCHES INSTITUT

### BACHELORARBEITEN

#### ENTWICKLUNG UND BEURTEILUNG VERSCHIEDENER VERFAHREN ZUM UMGANG MIT DATENLÜCKEN BEI KINEMATISCHEN MULTISENSOR-SYSTEMEN (ISABELLE DIKHOFF, BETREUER: DR.-ING. HAMZA ALKHATIB, M.SC. JOHANNES BUREICK, M.SC. JENS HARTMANN)

In der Ingenieurgeodäsie bieten kinematische MSS die Möglichkeit 3D-Objekte schnell und genau zu erfassen und ebenso genau und effizient 3D-Punktwolken mit mehreren Millionen Punkten zu erzeugen. Trotz moderner Sensorik sowie einer sorgfältigen Planung und Messung ist der Anwender nicht vor Datenlücken, z.B. aufgrund von Verdeckungen oder fehlender direkter Bestimmbarkeit, geschützt. In ihrer Bachelorarbeit hat Frau Dikhoff ein Programmablauf entwickelt, der mit Hilfe des Expectation-Maximization(EM)-Algorithmus fehlende Informationen bei der Überwachung von Schienengeometrien prädiziert. Durch Anwendung des EM-Algorithmus gelang es ihr, die nicht direkt messbare Information, ob ein Schienensegment der Form eine Gerade (Beziér-Kurve 1. Grades) oder einer Parabel (Beziér-Kurve 2. Grades) entspricht, zu bestimmen. Durch Integration von Restriktionen in das Ausgleichungsmodell erzielte die Kandidatin eine signifikante Verbesserung der Ergebnisse.



**Klassifizierungsergebnis nach Programmablauf (rot = Gerade, blau = Parabel)**

## ANALYSE DES MESSPROZESSES FÜR DIE BESTIMMUNG VON REFERENZGEOMETRIEN (HAUKE HAAS, BETREUER: M.SC. JANETTA WODNIOK, M.SC. JENS HARTMANN, PROF. DR.-ING. NEUMANN)

Für die Verifizierung eines Messverfahrens können z.B. Referenzgeometrien verwendet werden. Hierfür ist es notwendig, dass die Form des Referenzobjektes mit einem Messverfahren höherer Genauigkeit bestimmt worden ist. Ein geeignetes Instrument zur Bestimmung von Referenzgeometrien ist der Lasertracker. Die Vorteile dieses Messverfahrens liegen in ihrer hohen Messgenauigkeit, der dynamischen Messung und dem für industrielle Anwendungen großen Arbeitsbereich. Mittels verschiedener Zieleinrichtungen für die 3D (z.B. Corner Cube) und 6DoF (Degrees of Freedom) Messung (z.B. T-Probe) können die unterschiedlichsten Aufgabenstellungen bearbeitet werden.

Innerhalb dieser Arbeit wurden beide Messmittel (Corner Cube und T-Probe) anhand verschiedener Referenzgeometrien untersucht. Es hat



**Leica AT960 und Leica T-Probe**

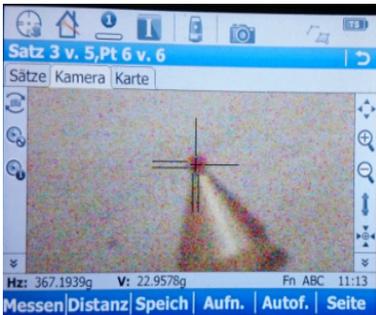
sich durch eine Vielzahl an Messungen herausgestellt, dass sich beide Messmittel ergänzen, sodass überall dort, wo eines der Messmittel an seine Eignungsgrenze stößt, das andere eine zuverlässige Erweiterung darstellt.

Die hohe Genauigkeit des Lasertrackers birgt aber auch die Gefahr, dass beispielsweise bei unsorgfältiger Bedienung Fehler auftreten, die vom Bediener mit bloßem Auge nicht wahrgenommen werden können. Für die Messung und Auswertung wurde eine messtechnische Software verwendet. Diese bietet eine große Auswahl an Messmodi und Auswertetools, die ebenfalls untersucht worden sind. Die Qualität des Messergebnisses ist nicht nur abhängig von der Eignung der verwendeten Zubehöre, sondern auch von der richtigen Anwendung der Software und der Sorgfalt, mit der die Messung durchgeführt wird.

## UNTERSUCHUNG UND PERFORMANZANALYSE DER LEICA NOVA MS50 (ROMAN LIEDER, BETREUER: DIPL.-ING. ULRICH STENZ, DR.-ING. JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ)

Geodätische Sensoren lassen sich klassisch hinsichtlich einer flächenhaften oder punktuellen Arbeitsweise unterscheiden. Flächenhafte Aufnahmesysteme sind terrestrische Laserscanner und photogrammetrische Sensoren. Tachymeter und Lasertracker hingegen sind punktuell messende Systeme. Neue Entwicklungen in der Sensortechnik kombinieren sowohl die einzelnen Sensoren, als auch die Aufnahmeverfahren in einem Sensor. Ein Beispiel hierfür ist die Leica Nova MS50 MultiStation (MS50), als Kombination eines Videotachymeters mit zusätzlicher Scanfunktion.

Innerhalb dieser Arbeit wurde die Leistungsfähigkeit der MS50 untersucht. Zu Beginn wurden die Kamerakomponente und die Laserscanningfunktion näher untersucht. Zum einen wurde die Anzielgenauigkeit mit der Koaxialkamera untersucht, wobei der Fokus auf steilen Visuren lag, für die sonst nur Beobachtungen mittels zusätzlichem Steilsichtprimsa möglich sind. Als Ergebnis der Untersuchung konnte festgestellt werden, dass die Anzielung mit Hilfe der Koaxialkamera, insbesondere bei schlechten Sichtbedingungen, der klassischen optischen Anzielung vorzuziehen ist. Die Präzision der Anzielung ist für beide Verfahren in einem vergleichbaren Bereich. Zum anderen wurde die Performanz der MS50 hinsichtlich Messdauer und Genauigkeit im Vergleich zum terrestrischen Laserscanner Zoller+Fröhlich Imager 5006 im 3D-Labor sowie im Innenraum der Klosterkirche Fredelsloh untersucht. Der letzte Baustein der Bachelorarbeit war die Entwicklung eines Verfahrens zur automatisierten Anzielung von Zielzeichen auf Basis der Daten der verfügbaren Kameras der MS50 unter Nutzung gängiger Algorithmen der Mustererkennung. Die prototypische Umsetzung erfolgte in Python unter Nutzung der OpenCV Bibliothek. Dabei wurde die Daten der MS50 über die Leica GeoCOM-Schnittstelle ausgelesen.



**Anzielung eines Punktes mit der Koaxialkamera**

Der letzte Baustein der Bachelorarbeit war die Entwicklung eines Verfahrens zur automatisierten Anzielung von Zielzeichen auf Basis der Daten der verfügbaren Kameras der MS50 unter Nutzung gängiger Algorithmen der Mustererkennung. Die prototypische Umsetzung erfolgte in Python unter Nutzung der OpenCV Bibliothek. Dabei wurde die Daten der MS50 über die Leica GeoCOM-Schnittstelle ausgelesen.

## ERWEITERUNG DES KALIBRIERPROZESSES EINES K-TLS BASIERTEN MULTI-SENSOR-SYSTEMS (LARS MARSCHEL, BETREUER: M.SC. JENS HARTMANN, DR.-ING. JENS ANDRÉ PAFFENHOLZ)

Das kinematische terrestrische Laserscanning (k-TLS) ist in optimaler Weise dazu geeignet komplexe Objekte flächenhaft und hochgenau zu erfassen. Als Voraussetzung muss die Position und Orientierung des Systems im Raum zu jeder Zeit mit einer der Aufgabe entsprechenden Genauigkeit bekannt sein. Die Bestimmung von Position und Orientierung mittels Zusatzsensorik (i.d.R. Navigationsensoren) wird als (Geo-) Referenzierung bezeichnet.



**Anordnung der Sensoren bei der Kalibrierungsmessung**

Bei dem vorgestellten k-TLS basierten Multi-Sensor-System (MSS) kommen ein Lasertracker und ein Tracker-Maschine control Sensor (T-Mac) zum Einsatz, wodurch eine hochfrequente und genaue räumliche six Degrees of Freedom (6-DoF) Positionierung mit bis zu 1kHz ermöglicht wird. Mit dem Lasertracker wird das Referenzpunktfeld der T-Mac, welche am Laser-

scanner adaptiert ist, angemessen. Das Koordinatensystem der T-Mac ist gegenüber dem Koordinatensystem des Laserscanners dreidimensional verschoben und verdreht. Der Prozess zur Bestimmung dieser relativen Orientierung wird (6 DoF) Kalibrierung genannt. Eine Möglichkeit die 6 DoF (drei Translationen und drei Rotationen) hochgenau zu bestimmen besteht in der gemeinsamen Erfassung von Referenzgeometrien durch den Lasertracker und den Laserscanner.

In dieser Arbeit wurde das zuvor beschriebene etablierte Kalibrierungsverfahren dahingehend optimiert, dass vier (zwei Translationen + zwei Rotationen) der 6-DoF ohne die Verwendung von Referenzgeometrien bestimmt werden können. Als Zwangsbedingung für die Bestimmung der 4-DoF wird eine Kreisbahn eingeführt, auf der sich die am Laserscanner montierte T-Mac bewegt. Der Vorteil hierbei ist, dass nur die hochgenauen Lasertrackermessungen in das Ausgleichsmodell einfließen. Des Weiteren wurden die bisher auf Eulerwinkel basierten Rotationsmatrizen auf Quaternionen umgestellt, wodurch das in dieser Arbeit aufgetretene numerische Problem des Gimbal Lock vermieden wird. Damit konnte der aktuell sehr hohe Arbeitsaufwand (i.d.R. 4-5 Stunden) für die Anordnung der Referenzgeometrien verringert und der Kalibrierprozess effizienter gestaltet werden. Die erzielten Genauigkeiten der 6-DoF liegen für die Translationen im sub-mm bzw. für die Rotationen im mgon Bereich.

## ENTFERNUNGSABHÄNGIGER ANSATZ ZUR BESTIMMUNG VON BODENRICHTWERTEN DURCH MULTIPLE REGRESSION (ACHIM HESSE, BETREUER: DR.-ING. MARKUS SCHAFFERT)

Die Bestimmung der Bodenrichtwerte erfolgt insbesondere im ländlichen Bereich bislang meist durch Verfahren, die letztlich auf einer subjektiven Bewertung von Sachverständigen fußen. Es stellt sich daher die Frage nach alternativen Ansätzen zur Objektivierung.

Vor diesem Hintergrund wendet Herr Achim Hesse in seiner Bachelorarbeit deshalb einen entfernungsabhängigen Ansatz zur Bestimmung von Bodenrichtwerten durch Multiple Regression an. Das Polynom, das dieser Arbeit zugrunde liegt, wurde durch Herrn Dr.-Ing. Andreas Hendricks an der Bundeswehr Universität in Neubiberg entwickelt und im Münchener Umland bereits erprobt. Die Arbeit von Herrn Hesse überträgt diesen Ansatz auf die Landkreise Hannover und Lüchow-Dannenberg in Niedersachsen und steht somit in einem breiten fachlich räumlichen Gesamtzusammenhang.

## ÜBERTRAGUNG MARKT- UND STANDORTANALYSE AUF KULTURLANDSCHAFTSELEMENTE (TIM PLUMHOFF, BETREUER: DR.-ING. MARKUS SCHAFFERT)

Kulturlandschaft kann als vom Menschen geprägte Landschaft verstanden werden. Kulturlandschaften wiederum bestehen aus Kulturlandschaftselementen, die für die jeweilige Kulturlandschaft charakteristisch sind. Anlehnend an die Methodik der Standort- und Marktanalyse, wie sie z.B. für Untersuchungen in den Bereichen „Wohn-, Gewerbe-, Einzelhandelsnutzung“ etabliert ist, wurde durch Herrn Plumhoff eine Methode zur Bewertung von Kulturlandschaftselementen entwickelt. Diese Methode wurde prototypisch im Landkreis Lüchow-Dannenberg in Niedersachsen (und dort für ausgewählte Kulturlandschaftselemente) angewendet. Die



**Kulturlandschaft in Norddeutschland mit natürlichen Kulturlandschaftselementen**  
(Quelle: M. Schaffert)

Arbeit gliedert sich an Tätigkeiten an, die derzeit im Umfeld des Forschungsprojekts RegioBranding am Geodätischen Institut durchgeführt werden.

## EIGNUNG VON INSPIRE-DATEN & DIENSTEN FÜR DEN EINSATZ IN DER WERTERMITTLUNG (BENEDIKT RIEMANN, BETREUER: DR.-ING. MARKUS SCHAFFERT)

Seit dem Erlass der EU-INSPIRE-Richtlinie und ihrer Ratifizierung in nationales Recht ist der Ausbau von Geodateninfrastrukturen in Europa deutlich vorangeschritten. Auch Aufgaben der Immobilienwertermittlung dürften von den damit einhergehenden Möglichkeiten prinzipiell profitieren können. Suche und Bezug von werterelevanten Geodaten stellen Akteure jedoch mitunter vor Herausforderungen. Ebenso fehlen Anwendungs-ideen für die fachgerechte Nutzung der bereitgestellten Geodaten im Umfeld der Wertermittlung.

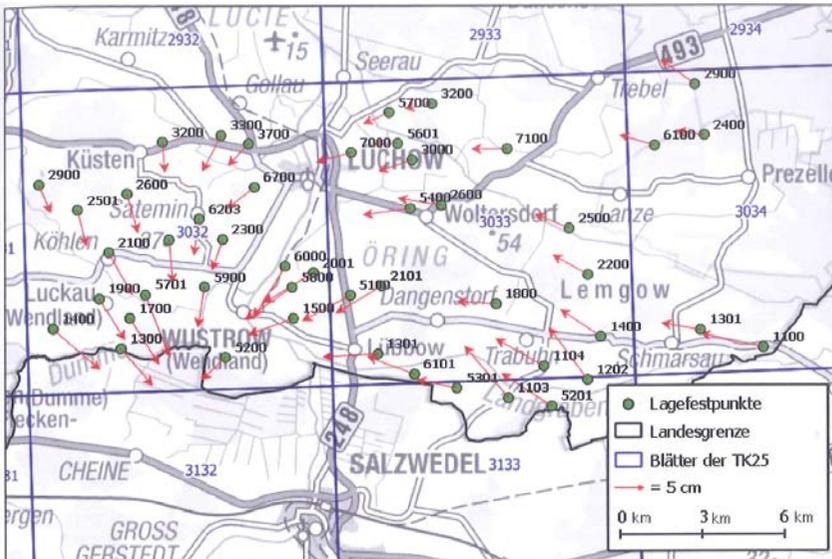


**INSPIRE-Logo,** ©  
**EU (ec.europa.eu)**

Im Rahmen seiner Bachelorarbeit erprobt und untersucht Herr Riemann deshalb, wie sich INSPIRE-Geowebdienste für Identifikation und Bezug wertrelevanter Geodaten eignen und welches Nutzungspotential INSPIRE-Daten in der Wertermittlung bieten. Eine anwendungsorientierte Überprüfung fand dabei mit Blick auf INSPIRE-Geowebdienste und Geodaten im Geltungsbereich der Stadt Celle statt.

## MESSUNGEN UND ANALYSEN MÖGLICHER BODENBEWEGUNGEN IN DER GEMARKUNG WUSTROW (TOBIAS TIETGE, BETREUER: PROF. DR.-ING. INGO NEUMANN, DR.-ING. CORD-HINRICH JAHN UND DR.-ING. HAMZA ALKHATIB)

In Niedersachsen sind bei 30 % der Landesfläche Bodenbewegungen anthropogenen Ursprungs zu erwarten. Diese Veränderungen beziehen sich sowohl auf die vertikale als auch auf die horizontale Komponente der Position sämtlicher Objekte in diesen Gebieten. Die Auswirkungen auf die Ergebnisse jeglicher Vermessungen in den betroffenen Regionen sind insbesondere durch die Anwendung von Satellitenmessverfahren offenkundig geworden. Bei nachbarschaftsorientierten Messverfahren waren die Lageveränderungen bislang nicht erkennbar. In seiner Bachelorarbeit hat Herr Tietge untersucht, inwieweit Bodenbewegungen in Verdachtsgebieten anhand des Nachweises der Festpunkte – Amtliches Festpunktinformationssystem (AFIS) – detektierbar sind. Dafür wurden im Rahmen dieser Arbeit im Raum Wustrow insgesamt 48 Punkte lagemäßig mit dem SAPOS-Dienst HEPS bestimmt. Ein Teil dieser Punkte wurde zusätzlich durch statische GNSS-Messungen über verschiedene Zeiträume besetzt. In seiner Bachelorarbeit hat Herr Tietge alle Tätigkeiten zur Vorbereitung der Messungen sowie die Analysen der Untersuchungen zur Detektion von Bodenbewegungen selbstständig durchgeführt.

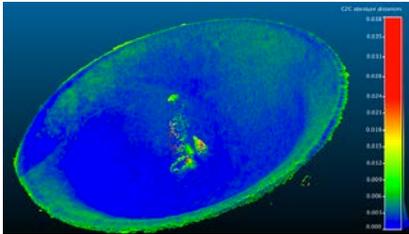


**Längenänderungen der Epoche 2014 gegenüber den bestimmten Koordinaten von 1960/1970**

## MASTERARBEITEN

### QUALITÄTSGESICHERTE DATENFUSION VON 3D-PUNKTWOLKEN DES HANDGEFÜHRTEN MESSSYSTEMS DPI-7 IN KOMBINATION MIT TERRESTRISCHEM LASERSCANNING (ALEXANDER SINGER, BETREUER: DIPL.-ING. ULRICH STENZ, PROF. DR.-ING. INGO NEUMANN)

Der handgeführte Scanner DPI-7 ist ein Beispiel für einen photogrammetrischen Sensoren, der 3D-Punktwolken generiert. Er wird beim Landeskriminalamt der Hansestadt Hamburg (LKA HH) neben TLS bei der Erfassung und Rekonstruktion von Tatorten eingesetzt. Für diesen Sensor liegen keine Aussagen hinsichtlich geodätischer

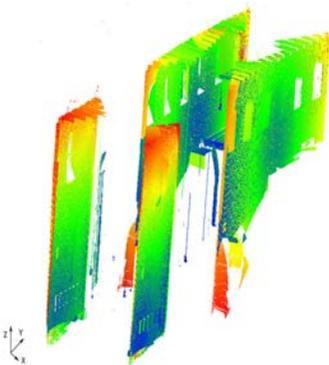


**Datenfusion DPI-7 und Imager5006**

Qualitätsparameter vor. In Zusammenarbeit mit dem LKA HH wurde innerhalb dieser Masterarbeit der Handscanner DPI-7 untersucht sowie Qualitätsparameter definiert und ermittelt. Als Referenzsensor wurde der am Institut vorhandene terrestrische Laserscanner Zoller + Fröhlich Imager 5006 verwendet. Ein weiterer wesentlicher Aspekt lag in der Fusion der Daten beider Sensoren.

### INGENIEURGEODÄTISCHES MONITORING ANTHROPOGENER STRUKTUREN MITTELS 3D PUNKTWOLKEN (JAN SANDER, BETREUER: DR.-ING. JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ, PROF. DR.-ING. INGO NEUMANN)

Das terrestrische Laserscanning (TLS) nimmt einen immer größeren Stellenwert beim ingenieurgeodätischen Monitoring von natürlichen und anthropogenen Strukturen und Objekten ein. Insbesondere bei komplexen



**Extrahierte Punktwolken aller sechs Standpunkte für die vier auszuwertenden Wände in der Klosterkirche Fredelsloh**

Objektoberflächen weist das TLS aufgrund der flächenhaften Erfassung gegenüber den konventionellen, punktuellen Vorgehensweisen entscheidende Vorteile auf. Aufgrund der Komplexität des Messverfahrens ist es wichtig, dass der gesamte Mess- und Auswerteprozess sehr detailliert geplant und systematisch analysiert wird, um eine hinreichende Datenqualität bei den Monitoringergebnissen zu erzielen. Denn trotz aufwendiger Kalibrierung und Datenanalyse sind bei Monitoringaufgaben systematische Messabweichungen nicht immer zu vermeiden. Dies

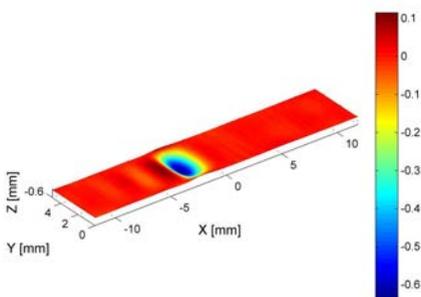
liegt z.B. an den atmosphärischen Einflüssen, den Eigenschaften des Monitoringobjektes und den Messunsicherheiten der Sensorik. Diese Unsicherheiten können jedoch durch eine geeignete

Vorgehensweise signifikant reduziert werden, sodass sich das TLS für das ingenieurgeodätische Monitoring und im Speziellen für die flächenhafte Deformationsanalyse natürlicher und anthropogener Objekte sehr gut einsetzen lässt.

Das Ziel der Masterarbeit war die Erarbeitung und praktische Anwendung des ingenieurgeodätischen Monitorings mittels 3D Punktwolken terrestrischer Laserscanner mit allen notwendigen Schritten von der Aufnahmeplanung, der Durchführung bis zum Epochenvergleich. Hierzu standen zwei exemplarische Objekte zur Verfügung: eine Gabionenwand sowie der Kircheninnenraum der Klosterkirche Fredesloh. Im Rahmen der Masterarbeit wurden folgende Punkte bearbeitet: Durchführung des Feldprüfverfahrens für den terrestrischen Laserscanner gemäß dem DVW-Merkblatt; Entwicklung eines zwischen den Objekten übertragbaren Monitoringkonzeptes unter Berücksichtigung der bereits durchgeführten Messungen des GIH; Durchführung und Aufbereitung jeweils einer weiteren Messkampagne pro Objekt. Aufbauend auf den erfassten 3D-Punktwolken wurde eine flächenhafte Deformationsanalyse vorbereitet, in dem die Objekte mit mathematischen Flächen und Körpern, wie Ebenen und Ellipsoiden, approximiert wurden. Abschließend erfolgte der Vergleich zwischen den zur Verfügung stehenden Messepochen.

### RÄUMLICHE APPROXIMATION VON 3D-PUNKTWOLKEN MITTELS ROBUSTER FREIFORMFLÄCHEN (FELIX RABENSTEIN, BETREUER: DR.-ING. HAMZA ALKHATIB, M.SC. JOHANNES BUREICK)

Laserscanning bietet durch die millionenfach diskrete Einzelpunktbestimmung die Möglichkeit schnell und genau große 3D-Punktwolken zu generieren. Für verschiedene Anwendungen ist es nötig, die 3D-

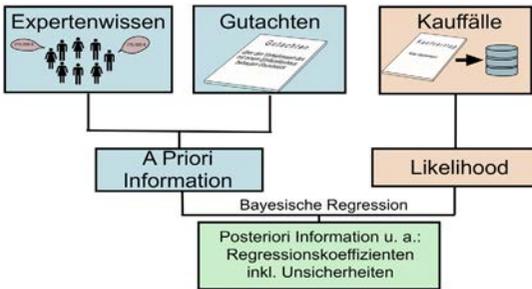


#### **Mithilfe einer B-Spline-Fläche modellierter Schienendefekt**

Laserscanning bietet durch die millionenfach diskrete Einzelpunktbestimmung die Möglichkeit schnell und genau große 3D-Punktwolken zu generieren. Für verschiedene Anwendungen ist es nötig, die 3D-Punktwolke bzw. Teile davon durch Freiformflächen, wie z.B. B-Spline-Flächen, zu beschreiben. Allerdings können die erfassten 3D-Punktwolken mit Ausreißern kontaminiert sein und Datenlücken enthalten. Herr Rabenstein hat in seiner Masterarbeit robuste Schätzer (M-Schätzer: L1-Norm, Huber und Hampel) bzw. robuste Algorithmen (RANSAC) in die Schätzung der Kontrollpunkte integriert und anhand verschiedener Datensätze überprüft. Im Falle von Ausreißern einer bestimmten Größe bzw. einer bestimmten Anzahl, stellte der Kandidat fest, dass es unumgänglich ist robuste Schätzer in die Schätzung der Kontrollpunkte zu integrieren, um hohe Genauigkeitsanforderungen zu erfüllen.

## BAYESISCHE BEWERTUNG KAUFPREISARMER LAGEN MIT MARKOV-CHAIN-MONTE-CARLO-VERFAHREN (JOHANNA KASTE, BETREUER: M.SC. ALEXANDER DORNDORF, DR.-ING. HAMZA ALKHATIB, PROF. DR.-ING. WINRICH VOß)

Das Vergleichswertverfahren hat als marktnächstes Verfahren eine herausragende Stellung in der Immobilienwertermittlung. Allerdings bedarf es, wie alle statistischen Methoden, einer geeigneten Stichprobengröße. In Gebieten mit wenigen Kauffällen steht den Sachverständigen oft nur sehr wenig Vergleichsmaterial zur Verfügung, wodurch die standardmäßige Anwendung des Vergleichswertverfahrens nicht möglich ist. In diesem Fall wird die Wertermittlung unter anderem durch die Expertise des Sachverständigen durchgeführt. Die wenigen vorhandenen Kauffälle werden hierbei nur indirekt als zusätzliche Informationsquelle hinzugezogen. Als Alternative zu diesem Vorgehen ist am Geodätischen Institut in Forschungsarbeiten ein robuster Bayesscher Ansatz für kaufpreisarme Lagen entwickelt worden. In diesem Ansatz wird auf



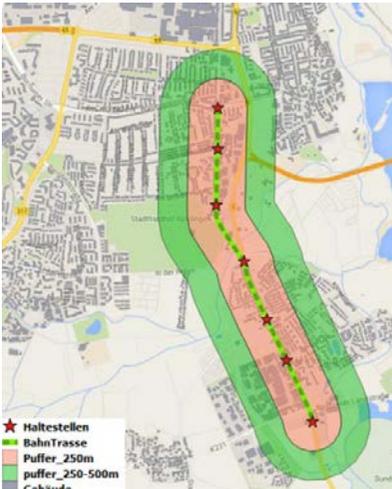
Grundlage des Bayes-Theorems die klassische Regressionsanalyse mit dem Expertenwissen kombiniert. Ziel dieser Masterarbeit war die Weiterentwicklung und Validierung dieses Ansatzes.

### **Umsetzung der Datenkombination bei der Bayesschen Regression**

Für die Arbeit wurde der Kandidatin eine Datengrundlage des Teilmarktes Osnabrück zur Verfügung gestellt. Mithilfe dieser hat sie unter anderem die numerische Stabilität und die Robustheit des entwickelten Ansatzes untersucht. Der Fokus der Masterarbeit lag auf der Entwicklung einer optimalen Gewichtung für die Kombination der unterschiedlichen Datenquellen (AKS-Daten, Pseudokauffälle aus Expertenbefragungen und Gutachten) in dem Algorithmus. Auf Grundlage der Varianzkomponentenschätzung hat die Kandidatin einen Ansatz zur Optimierung der Gewichtungsbestimmung entwickelt. In ersten Validierungsergebnissen ist das Potential dieser Weiterentwicklung gegenüber des zuvor verwendeten Gewichtungsansatzes mit einer Student-Verteilung zu erkennen. Für eine abschließende Beurteilung der Weiterentwicklung werden noch weitere umfangreiche Untersuchungen und Optimierungen am Algorithmus benötigt.

## UNTERSUCHUNG DER AUSWIRKUNGEN VON STADTBAHNPROJEKTEN AUF DEN WERT ANLIEGENDER IMMOBILIEN MIT HILFE VON GEODATEN (CLAUDIA SCHACK, BETREUER: M.SC.KENO BAKKER)

Neue Infrastruktureinrichtungen, hier im speziellen Stadtbahnprojekte, können in erheblichem Maße die Lagequalität eines Standortes positiv oder negativ beeinflussen. Immobilien und Grundstücke können dadurch oftmals Wertveränderungen verzeichnen. Die Identifikation wertbeeinflussender Faktoren sowie die Evaluation ihrer Auswirkungen im Einzugsbereich eines Stadtbahnprojektes sind vor allem für zukünftige Projektplanungen von besonderer Bedeutung.



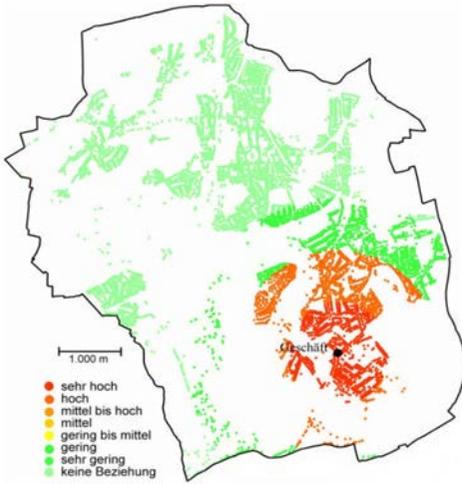
**Bereiche des Werteinflusses einer Stadtbahnlinie auf Immobilien**

Anhand eines bereits durchgeführten Stadtbahnprojektes ist in dieser Arbeit exemplarisch untersucht worden, welche Faktoren Einfluss auf benachbarte Grundstücke und Immobilien haben. Hinsichtlich dieser Faktoren ist weiterhin analysiert worden, in welchen Wirkungsradien und in welcher Größenordnung diese Faktoren wertbeeinflussend wirken. Als Untersuchungsbeispiel diente eine Straßenbahnverlängerung im Raum Hannover und es lagen 253 Kauffälle bebauter sowie 133 unbebauter Grundstücke aus den Jahren 1996 bis 2015 vor. Die Kaufalldaten wurden mit den Mitteln der linearen Regressionsanalyse sowie dem Stufenmodell nach Brandt und Maennig, untersucht. Es hat sich gezeigt, dass es einen statistisch signifikanten linearen Wertanstieg nach dem

Planfeststellungsbeschluss gibt. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden abschließend auf eine noch in Planung stehende Stadtbahnverlängerung angewandt.

## ANALYSE VON GEWERBLICHEN IMMOBILIENMÄRKTEN MIT HILFE RELEVANTER GEODATENBESTÄNDE (VINCENT STAUDE, BETREUER: M.SC. KENO BAKKER)

Der Grundstücks- und Immobilienmarkt wird seit einigen Jahren zunehmend als wichtiger Wirtschaftsfaktor und Wirtschaftsbranche wahrgenommen. Dort werden jedes Jahr mehr als 800.000 Grundstücke im Wert von über 100 Milliarden Euro veräußert (AK OGA 2010, S. 32 ff.). Dennoch erlauben die Transaktionen allein i.d.R. keine ausreichende Analyse der gewerblichen Teilmärkte. Insbesondere gewerbliche Investoren des Grundstücks- und Immobilienmarktes benötigen für ein rationales Handeln und die Absicherung von Investitionen in Immobilienstandorte eine ausführliche Analyse des Marktes.



### **Einkaufswahrscheinlichkeit eines Einzelhandelsstandortes**

sind Erkenntnisse darüber, inwiefern Geodaten die Marktanalyse für gewerbliche Immobilien unterstützen können und welche entsprechenden Indikatoren für den gewerblichen Immobilienmarkt aus ihnen ableitbar sind.

### **MACHBARKEIT FÜR DIE UMNUTZUNG VON INNERÖRTLICHEN INFRASTRUKTUREINRICHTUNGEN IN DER GEMEINDE ESCHEDÉ (JANA STEGGEMANN, BETREUER: PROF. DR. WINRICH VOß, DR.-ING. MARKUS SCHAFFERT)**

Die Aufrechterhaltung kommunaler Infrastruktureinrichtungen stellt strukturschwache Gemeinden oftmals vor große Herausforderungen. In der Gemeinde Eschede wurde die weiterführende Schule, die sich in einem relativ neuen Gebäude befand, geschlossen. Neben Leerständen im Ortskern umfasst die gemeindliche Veränderungssubstanz das alte Schulgebäude, ein Kultur-/ Dorfgemeinschaftszentrum und einen neuen Kindergarten. Die Gemeinde nimmt am Förderprogramm „Kleinere Städte und Gemeinden. Daseinsvorsorge im Zeichen des demographischen Wandels“ teil. Vor diesem Hintergrund gibt Frau Steggemann in ihrer Masterarbeit einen Überblick über die Ausgangssituation und eruiert konkrete Bedarfe für Infrastrukturgebäude im Zentrum von Eschede. Im Kontext der gemeindlichen Entwicklung werden Nutzungsvarianten erarbeitet sowie deren Kosten und Tragfähigkeiten analysiert. Des Weiteren wurden Schritte für einen koordinierenden Lösungsansatz der Gesamtproblematik bestimmt und in einer Machbarkeitsstudie Ergebnisse zusammengefasst sowie Empfehlungen ausgesprochen.

Mit der INSPIRE-Richtlinie der EU und den gesetzlichen Initiativen auf Bundesebene und in den Ländern hat der Ausbau der Geodateninfrastruktur erheblich an Bedeutung gewonnen. Diese Forderung nach einer weitreichenden Datenverfügbarkeit einer Vielzahl von lagebezogenen Daten und Informationen (Geodaten) kann sich in den Bereichen der Marktanalyse als sehr nützlich herausstellen.

Die Arbeit beschäftigt sich damit, sowohl frei verfügbare, als auch amtliche Geodatenbestände zur Beschreibung und Analyse des gewerblichen Immobilienmarktes zu identifizieren. Dabei sind relevante Geodaten sowie Marktanalysen aus der Praxis zusammengetragen und untersucht worden. Ergebnisse

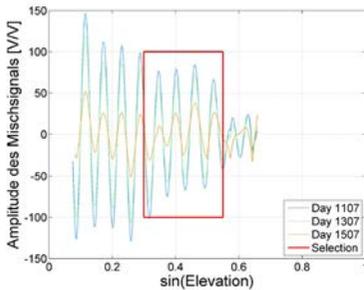
## ZUSAMMENHANG ZWISCHEN GEBÄUDELEERSTÄNDEN UND IMMOBILIENPREISEN (JENNIFER WEIß, BETREUER: DR.-ING. MARKUS SCHAFFERT)

Der Zusammenhang zwischen Immobilienwerten und demografischen Prozessen ist von unmittelbarer praktischer Relevanz (für Eigentümer; Gutachterausschüsse, die gemeindliche Planung, etc.) und wird zunehmend in der Forschung diskutiert. Die derzeit diskutierten Vorschläge argumentieren jedoch oftmals zu „breit“ und erweisen sich im Ergebnis wenig treffsicher.

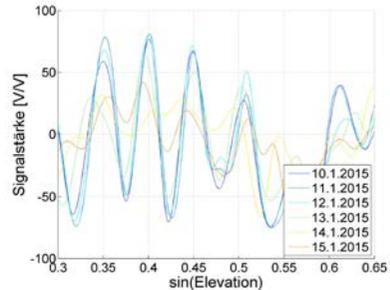
Deshalb greift die Arbeit von Frau Weiß das Einzelthema „Wohngebäudeleerstände im ländlichen Raum“ aus der Vielzahl möglicher Konsequenzen des demografischen Wandels heraus. Zwischen Leerstandsentwicklung und Immobilienpreis bzw. Wertentwicklung werden - in Theorie und anhand von Fallbeispielen [vier kleinere Kommunen in Niedersachsen] - mögliche Zusammenhänge überprüft und diskutiert.

### ANALYSE VERSCHIEDENER REFLEKTORMATERIALIEN AUF DIE GNSS-SIGNALQUALITÄT (YANNICK BREVA, DR.-ING. TOBIAS KERSTEN)

Im Rahmen der Bachelorarbeit wurden die Auswirkungen verschiedener Reflektormaterialien auf die GNSS-Signale näher analysiert. Für einen Zeitraum von 6 Tagen lagen GNSS-Daten vor, die während der Baumaßnahmen auf dem Messdach erhoben wurden. Aus diesen Daten wurde studiert, wie (1) ein Mehrwegefehler sich für die verschiedenen Reflektortoberflächen auf die GNSS-Signale auswirkt und (2) ob eine Aussage über Art des Reflektormaterials getroffen werden kann bzw. inwiefern eine Höhenänderung anhand der reflektierten Signale zu erkennen ist.



(a)



(b)

**Amplituden und Frequenzen des theoretisch modellierten Mischsignals (a) und tatsächlich gemessenen Mischsignals auf der Frequenz GPS S1 (Signalstärke C/A-Code)**

### ANALYSE VON ERDBEBENPHÄNOMENEN MIT PPP UND HOCHSTABILEN OSZILLATOREN (JOHANNES KRÖGER, BETREUER: M.SC. FRANZISKA KUBE)

GPS hat ein großes Potential zur Bestimmung von Erdbeben und daraus resultierenden Positionsänderungen. Im Vergleich zu Seismometern, die die Positionsänderungen während der Erdbebenwelle aus Beschleunigungsmessungen integrieren und damit an Genauigkeit verlieren, werden mit GPS direkt die Verschiebungen messbar. Bei kleineren Erdbeben gehen die Signaturen, die auf dem Durchlaufen der Oberflächenwelle beruhen, oft im Rauschen der Koordinatenzeitreihen unter. Weinbach und Schön (2015) haben unter Nutzung hochstabiler Atomuhren das Precise-Point-Positioning Verfahren so verändert, dass diese Signaturen sichtbar werden und dies für die Station Concepcion wäh-

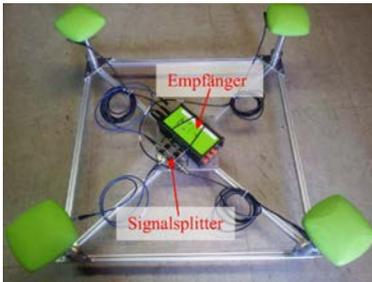
rend des 2010 Erdbeben gezeigt. In der Bachelorarbeit wurde anhand von IGS-Stationen, die mit Wasserstoff-Masern ausgestattet sind, untersucht werden, inwieweit die Methodik auch auf andere Stationen und Erdbeben übertragen werden kann.

## MASTERARBEITEN

### UNTERSUCHUNG DER LEISTUNGSFÄHIGKEIT EINES JAVAD-MEHRANTENNENEMPFÄNGERS (WERNER PAPE, BETREUER: CHRISTIAN BISCHOF, THOMAS KRAWINKEL, DR.-ING. TOBIAS KERSTEN, PROF. STEFFEN SCHÖN)

Dieses GNSS-Mehrantennensystem, das vier Antennenanschlüsse und Boards in einem Gehäuse vereint, ist geeignet um neben Position und Geschwindigkeit auch Lageinformationen aus GNSS zu bestimmen. In

dieser Masterarbeit wurde die dafür notwendige Basislinienberechnung mittels Einfach- sowie Doppeldifferenzen aus Trägerphasen zweier statischer Datensätze analysiert und quantifiziert. Es konnte ein zeitkonstanter, differentieller Board-Uhrfehler pro Basislinie aus Einfachdifferenzen bestimmt werden, der auf interne Kabelverzögerungen deutet.



***Javad-Mehrantennenempfänger mit 4 Antennen auf dem Mess-kreuz des IfE***

# INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK

## BACHELORARBEITEN

### IDENTIFIKATION VON PARKSTREIFEN IN TOPOGRAPHISCHEN DATEN (SIMONE GÖRLER, BETREUER: M.SC. PAUL CZIOSKA, DIPL.-PHYS. FABIAN BOCK)

Das Ziel der Arbeit war die automatisierte Identifikation von Parkstreifen in topographischen Liniendaten der Stadt Braunschweig (Stadtgrundkarte). Dies wurde zum einen mit einem selbst erstellten Java-Programm und zum anderen mit Hilfe des Programms „Weka“, einer frei verfügbaren Bibliothek zum maschinellen Lernen, umgesetzt. Hierfür wurden Methoden des Spatial Data Minings angewandt. So geschieht etwa die Klassifikation der Liniendaten mit Hilfe von Entscheidungsbäumen und einer erweiterten Form davon, den Random Forests. Die Ergebnisse der beiden Verfahren wurden im Anschluss im Hinblick auf die Genauigkeit evaluiert. Insgesamt konnten mit dem Random Forest in Weka bessere Ergebnisse im Vergleich zum manuell erstellten Entscheidungsbaum erzielt werden. Es wurden dabei über 75% der Parkstreifen korrekt als solche klassifiziert, wobei von allen der als Parkstreifen klassifizierten Objekte 72% auch tatsächlich Parkstreifen sind. Zur Visualisierung der Ergebnisse wurden aus den als Parkstreifen klassifizierten Linien Polygone gebildet und entsprechend des Klassifikationsergebnisses eingefärbt.

### EIN OPTIMALES MAß FÜR DIE GELÄNDEUNDULATION IN NATURRÄUMEN (MELANIE BARTSCH, BETREUER: DIPL.-ING. FRANK THIEMANN)

Die Naturräumliche Gliederung unterteilt die Landschaft in Gebiete mit möglichst homogenen Eigenschaften bzgl. Klima, Relief, Wasserhaushalt und der daraus resultierender Nutzung. Ziel der Arbeit war es, die Naturräume Deutschlands angesichts ihrer Geländerrauigkeit zu untersuchen. Dazu wurde zunächst die lokale Geländeundulation berechnet und mit der naturräumlichen Gliederung überlagert. Anschließend wurden mittleren Geländerrauigkeiten in den naturräumlichen Einheiten mit den mittleren Straßeneigenschaften Neigung und Kurvigkeit in den Regionen korreliert. Dabei wurde gezeigt, dass eine hohe Korrelation zwischen der Geländerrauigkeit und der Kurvigkeit und Neigung von Straßen besteht.

### AUTOMATISCHE PLATZIERUNG VON BÖSCHUNGSSCHRAFFEN FÜR ARCHÄOLOGISCHE PLÄNE (NIKLAS BRANDES, BETREUER: DIPL.-ING. FRANK THIEMANN)

Die Darstellung künstlicher Böschungen in archäologischen Karten stellt eine große Herausforderung der Kartographie dar. Insbesondere in

archäologischen Plänen werden zur Höhendarstellung üblicherweise Schraffen verwendet. Die Platzierung der Schraffen auf der Karte ist eine aufwendige und häufig händisch durchzuführende Arbeit. Eine Automatisierung dieses Arbeitsschritts böte sowohl einen wirtschaftlichen Vorteil, da weniger Arbeitszeit aufgewendet werden müsste, als auch einen ästhetischen Vorteil, da händisch erzeugte Schraffen zuweilen nicht perfekt platziert werden können.

Das Ziel der Arbeit war die Erforschung des Höhen- und Steilheitseindruck von Schraffen auf den Betrachter mit Hilfe einer Evaluation, sowie die Erzeugung eines Algorithmus zur automatisierten Verteilung von Schraffen in der Programmiersprache Python. Hierfür wurde als Vorbild ein Algorithmus von Regnaud et al. verwendet aus dem Jahr 2002. In der Evaluation wurde gezeigt, das dunkle Böschungsflächen steiler bzw. höher wirken. Außerdem wurde untersucht wie die Änderung von verschiedenen Parametern wie der Abstand oder die Breite der Schraffen deren Eindruck verändern oder wie Keil- und Linearschraffen miteinander verglichen werden können. Der entwickelte Algorithmus bietet erste Ansätze zur Automatisierung der Schraffenverteilung. Die Schraffen werden momentan senkrecht zur Böschungsoberkante gezeichnet. Verbesserungsmöglichkeiten bestehen hier in einer Angleichung der Orientierung benachbarter Schraffen. Außerdem kann überprüft werden wie die Ergebnisse der Evaluation in den Algorithmus eingebunden werden könnten.

## WIEDERERKENNEN VON PERSONEN AUF BASIS IHRER BEWEGUNGSTRAJEKTORIE (CHRISTIAN SIPPEL, BETREUER: M.SC. UDO FEUERHAKE)

Heutzutage werden in vielen Bereichen Bewegungsinformationen von Personen gesammelt und analysiert. Auch beim Fußball werden verteilte Kameras genutzt, um die Spieler auf dem Feld zu verfolgen. Diese dabei generierten Trajektorien können für verschiedene Analysen genutzt werden. Hierbei kann jedoch das Problem entstehen, dass Spieler nicht durchgehend verfolgt werden können. Sei es, dass sie zwischen den Sichtfeldern der Kameras wechseln oder dass sie gar in unterschiedlichen Spielen beobachtet werden. Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, ob es möglich ist, Personen anhand ihrer Bewegungstrajektorie und somit ihres individuellen Lauf- und Gehverhaltens wiederzuerkennen. Dabei werden als Grundlage lediglich die Trajektorien beider Füße vorausgesetzt. Zur Identifizierung einer Person werden verschiedene Charakteristika ermittelt. Diese sind u. a. die Schrittlänge und -breite, die Geschwindigkeitsverteilung über die Zeit oder die bevorzugten Aufenthaltsorte. Mit Hilfe eines mehrstufigen Algorithmus, der u. a. die Ungarische Methode zur Lösung des anfallenden Zuordnungsproblems nutzt, können Spieler zu einem späteren Zeitpunkt anhand ihres typischen Verhaltens wiedererkannt werden.

## MASTERARBEITEN

### POTENTIELLE STANDORTE FÜR PUMPSPEICHERWERKE IN NIEDERSACHSEN UND DEREN ÖKOLOGISCHE VERTRÄGLICHKEIT (ANNA MARIA WALTER, BETREUER: M.SC. DANIEL FITZNER, PROF. DR. VON HAAREN)

Durch den Umstieg auf alternative Energien gewinnt die Energiespeicherung bei Energieüberschuss zunehmend an Bedeutung. Pumpspeicherwerke speichern Energie in Form von potentieller Energie in einem Oberbecken und wandeln sie bei Bedarf in elektrische Energie um, durch den Betrieb von Turbinen und Generatoren bei Ablauf des Wassers in ein Unterbecken. Sie sind wirtschaftlich rentable Stromspeicher, deren Bau jedoch bestimmte Anforderungen an das Gelände stellt. Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine GIS Analysemethodik zur Ermittlung potentieller Standorte für Pumpspeicherwerke entwickelt. Mit Hilfe dieser Methodik wurden potentielle Standorte in Niedersachsen ermittelt und beispielhaft für einen Standort eine ökologische Risikoanalyse durchgeführt.

### KOMBINATION UND HOMOGENISIERUNG VON LANDMARKENKARTEN ZUR STEIGERUNG DER POSITIONIERUNGSGÜTE BEIM AUTOMATISCHEN FAHREN (UGUR KEKEC, BETREUER: APL. PROF. DR.-ING. CLAUDIUS BRENNER, DIPL.-ING. SABINE HOFMANN)

In dieser Arbeit werden Karten zur landmarkenbasierte Lokalisierung aus detektierten Objekten erzeugt, die mit einem Versuchsträger (PKW) erfasst wurden. Als Datengrundlage stehen die Positionen detektierter Objekte sowie die Fahrzeugtrajektorien der Messfahrten zur Verfügung. Die Erstellung einer Landmarkenkarte erfordert die Zuordnung einzelner Detektionen zu Objekten sowie eine Bereinigung systematischer Fehler. Die auftretenden systematischen Fehler äußern sich z.B. in Form von fehlerhaften Beobachtungswinkeln und zeitlicher Latenz. Durch die Bestimmung und Berücksichtigung dieser Effekte, wurden korrigierte Positionen der Objekte ermittelt und die optimale Position der Landmarken in einer Ausgleichung berechnet. Für eine realistische Gewichtung wurden distanzabhängige Genauigkeiten für die genutzten Sensoren modelliert. Die Kombination der Karten mehrerer Fahrten zeigte, dass die Positionen der Landmarken in Bezug auf eine Referenz verbessert werden. Zusätzlich wurde die Qualität der Positionierung auf Basis der erstellten Karten analysiert.

### 3D FEATURE POINT EXTRACTION FROM STEREO AND LIDAR DATA (YU FENG, BETREUER: M.SC. ALEXANDER SCHLICHTING)

Zur Lokalisierung von (selbstfahrenden) Fahrzeugen können verschiedene Sensoren eingesetzt werden. In dieser Arbeit wurden Methoden untersucht, mit denen korrespondierende 3D-Merkmalpunkte in LiDAR-

und Stereokameradaten gefunden werden können. Die besten Ergebnisse lieferte hierbei Algorithmus, der in den Distanzbildern der beiden Sensoren zunächst 2D-Merkmalpunkte detektiert und anschließend mit Hilfe von manuell generierten Trainingsdaten über ein Neuronales Netzwerk lernt, welche Merkmalspunkte geeignet sind. Mit Hilfe dieses Ansatzes konnten für jeweils einen Standpunkt durchschnittlich etwa 20 gemeinsame Punkte in beiden Daten gefunden werden.

#### ROBUST VISUAL NAVIGATION FOR AUTONOMOUS UNDERWATER TRACK VEHICLES (LEWIN PROBST, BETREUER: APL. PROF. DR.-ING. CLAUS BRENNER, PROF. DR. FRANK KIRCHNER (DFKI))

Underwater track vehicles, also known as crawler, are universal carrier platforms for many different applications. Crawler having an autonomous navigation would enable the possibility of executing long-term observations without a connection to a base station. This thesis presents approaches that use previous knowledge about the scene that is integrated into motion estimation step by replacing RANSAC with PROSAC to make the motion estimation more robust. Running into degeneration may happen although a robust outlier removal scheme is being used, the thesis additionally presents a strategy to prevent running into degeneration as well as strategy for the recovering from a degeneration using a snapshot procedure.

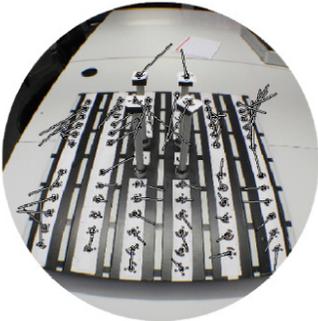
#### ENTWICKLUNG EINES ECHTZEIT-PLANERS FÜR DIE LOKALE NAVIGATION AUF HOLONOMEN MOBILEN SERVICE-ROBOTERN (SVEN KRAUSE, BETREUER: APL. PROF. DR.-ING. CLAUS BRENNER, PROF. DR.-ING. BERNARDO WAGNER (INSTITUT FÜR SYSTEMS ENGINEERING))

Ein grundlegendes Problem der Navigation ist die zuverlässige Vermeidung von Kollisionen mit Hindernissen in Echtzeit. Ein dafür genutzter lokaler Planer muss daher den Anforderungen der Echtzeitfähigkeit genügen, was bedeutet, dass die Planung innerhalb einer maximalen Laufzeit garantiert abgeschlossen werden muss. Die maximale Laufzeit kann dabei vom Rechner abhängen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein lokaler Planer in der Software-Umgebung ROS (*Robot Operating System*) erstellt, welcher die Anforderung der Echtzeitfähigkeit erfüllt. Hierfür wurde für den lokalen Planer ein *Dynamic Window Approach* gewählt. Eine vorhandene Implementierung wurde auf Echtzeitfähigkeit analysiert und nicht-echtzeitfähige Programmteile entsprechend neu implementiert. Desweiteren wurden Teilalgorithmen hinsichtlich ihrer Laufzeit und Zuverlässigkeit untersucht und in mehreren Punkten verbessert.

# INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND GEOINFORMATION

## BACHELORARBEITEN

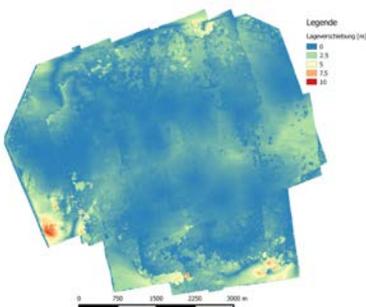
### UNTERSUCHUNGEN ZUR KALIBRIERFÄHIGKEIT EINES FISHEYE-OBJEKTIVES MIT PHOTOMODELER (CAROLIN BÖHME, BETREUER: DR. MANFRED WIGGENHAGEN)



**3D Kalibrierfeld**

In der Nahbereichsphotogrammetrie werden zunehmend Fisheye-Objektive für die Aufnahme von Objekten eingesetzt, z. B. bei der Modellierung von Innenräumen. Der große Öffnungswinkel bietet den Vorteil der wirtschaftlicheren Durchführung der photogrammetrischen Aufnahme. Im Rahmen dieser Arbeit konnte nachgewiesen werden, dass die Kalibrierung des Kamerasystems mittels zwei- und dreidimensionaler Kalibrierfelder möglich ist und die unbekannt Parameter der Inneren Orientierung zuverlässig für photogrammetrische Bildorientierung ermittelt werden konnten.

### QUALITÄTSKONTROLLE VON AUTOMATISIERT GENERIERTEN 3D-MODELLEN (FREDERIC HAKE, BETREUER: DR. MANFRED WIGGENHAGEN)

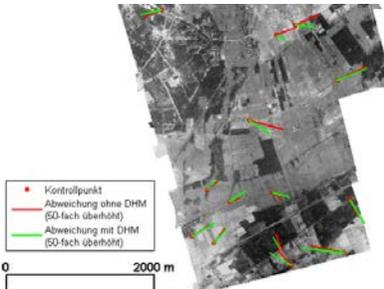


**Lageverschiebung aufgrund von fehlerhafter Höhe**

Die Verwendung von historischen Luftbildern zur Detektion von Bombenblindgängern ist ein wichtiges Werkzeug der Kampfmittelräumdienste. Im Rahmen dieser Arbeit sollte ein alternativer Ansatz zur Georeferenzierung entwickelt werden, der basierend auf einer kombinierten Bündelblockausgleichung mit einer verminderten Menge an Passpunkten auskommt. Es wurde gezeigt, dass die geforderte Lagegenauigkeit von  $< 3$  m erreichbar ist und die manuelle Messung der Passpunkte durch die automatisierte Bildorientierung vereinfacht werden kann. In Ausnahmefällen

betrug die Lageverschiebung aufgrund fehlerhaft berücksichtigter Höhen bis zu 15 m. Diese Gebiete lagen aber in Blockbereichen mit schlechter Verknüpfung z. B. bedingt durch Wolken.

## UNTERSUCHUNG ZUR ZWEIDIMENSIONALEN QUALITÄTSKONTROLLE VON BILDMOSAIKEN (OSKAR WAGE, BETREUER: DR. MANFRED WIGGENHAGEN)



**Lageabweichungen an Kontrollpunkten im Bildmosaik**

Die aktuelle Aufgabe der Kampf-mittelräumdienste besteht darin, Munitionsreste des zweiten Weltkriegs aufzuspüren und unschädlich zu machen. Für diese Zwecke stehen die historischen Luftbilder den Auswertestellen digital zur Verfügung. Bei der notwendigen Georeferenzierung stellt sich jedoch dann oft das Problem der Identifikation von genügend Passpunkten, da sich die Situation am Boden über die Jahrzehnte inzwischen stark verändert hat. In dieser Arbeit sollte untersucht werden, mit welcher Genauigkeit Orthophotomosaik aus historischen Luftbildern berechnet werden können. Die Lageabweichungen wurden an unabhängigen Kontrollpunkten ermittelt und betragen im Mittel 5 m.

## UNTERSUCHUNG DES ECHTZEIT 3D-MESSSYSTEMS MVC-F5 ALS ALTERNATIVE ZUR PHOTOGRAMMETRISCHEN ERSTELLUNG VON 3D-MODELLEN AUS FOTOS (STEFAN WENCK, BETREUER: DR. MANFRED WIGGENHAGEN)



**Mantis Vision Camera (MVC)**

Die photogrammetrische Erstellung von 3D-Modellen aus Fotos basiert auf der Verknüpfung von mehreren Einzelbildern aus unterschiedlichen Aufnahmerichtungen. Damit diese Verknüpfung automatisiert erfolgen kann, muss die Objektoberfläche eine ausreichend gute Textur aufweisen. Ist dies nicht der Fall, wird in den meisten Fällen mit einem Projektor eine Textur oder ein Muster auf das Objekt projiziert. Diese Messsysteme werden jedoch in den meisten Fällen statisch

im Labor eingesetzt. Das handgehaltene transportable Messsystem MVC-F5 stellt somit eine Alternative dar, dessen Potenzial in dieser Arbeit untersucht wurde. Für das MVC-F5 sind Objekte mit vielen teilweise verdeckten Stellen ein typischer Anwendungsbereich. Am Anwendungsbeispiel des Autoinnenraumes konnte die Leistungsfähigkeit des Systems erfolgreich nachgewiesen werden.

## MASTERARBEITEN

### ANALYSE MORPHOLOGISCHER ÄNDERUNGEN IM WATTENMEER MIT LUFTGESTÜTZTEN LASERSCANNERDATEN (CHRISTOPH ANHUTH, BETREUER: M.SC. ALENA SCHMIDT)

Die Topographie des Wattenmeeres ist eine dynamische Zustandsgröße, die durch Gezeiteneffekte, klimatische und menschliche Einflüsse starken Änderungen unterworfen ist. Luftgestützte Laserscannerdaten werden aus diesem Grund in regelmäßigen Abständen von den deutschen Küstengebieten erfasst. Im Rahmen der Masterarbeit sind digitale Geländemodelle zu unterschiedlichen Zeitpunkten hinsichtlich morphologischer Änderungen analysiert worden. Die Untersuchungen zeigen, dass sich Methoden der Frequenzanalyse für die Beschreibung regelmäßiger, markanter Geländestrukturen im Watt gut eignen. Unter anderem ließen sich Verlagerungen von mehreren Zehnermetern innerhalb von 2 Jahren nachweisen.

### KLASSIFIKATION VON STEREO-BILDERN AUS MOBILE MAPPING-DATEN MITTELS CONDITIONAL RANDOM FIELDS (MAX COENEN, BETREUER: APL. PROF. DR. FRANZ ROTTENSTEINER)

Das Ziel dieser Arbeit bestand in der Entwicklung einer Methode zur automatischen Klassifikation von Stereo-Bildern, die von einer mobilen Plattform aus aufgenommen wurden, bzw. von daraus rekonstruierten Punktwolken. Da die Berücksichtigung von Kontext in der Klassifikation zu deutlich höheren Genauigkeiten führen kann, sollten zur Klassifizierung Conditional Random Fields (CRF) eingesetzt werden. Das in dieser Arbeit entwickelte Klassifikationsverfahren setzt auf Segmenten im Bildraum auf, welche auf die 3D Punktwolke übertragen werden. Die Verwendung von Segmenten verringert die Rechenzeit der Klassifikation und liefert im Vergleich zu einer punkt- bzw. pixelweisen Klassifikation zusätzliche und stabilere Merkmale aus Bild- und Objektraum. Die Evaluierung erfolgte anhand von Stereobildsequenzen des KITTI-Benchmark Datensatzes und lieferte sehr zufriedenstellende Ergebnisse bzgl. Klassifikationsgenauigkeit, wobei der genauigkeitssteigernde Einfluss des Kontextmodells gezeigt werden konnte.

### UNTERSUCHUNGEN ZUR AUTOMATISCHEN DETEKTION VON FLÜSSEN MITTELS MARKIERTER PUNKTPROZESSE (CHRISTIAN KRUSE, BETREUER: M.SC. ALENA SCHMIDT)

Für die automatische Extraktion von Flüssen in digitalen Geländemodellen eignen sich wissensbasierte Ansätze, bei denen die Netzwerkstruktur der Flüsse im Modell abgebildet werden kann. Eine Möglichkeit hierfür liefert die stochastische Methode der markierten Punktprozesse. In einem Monte-Carlo-Simulationsverfahren werden

verschiedene Objektkonfigurationen erzeugt und die optimale Konfiguration iterativ bestimmt. Im Rahmen der Masterarbeit sind Untersuchungen hinsichtlich der Generierung von Zufallszahlen durchgeführt worden. Zudem wurde die Bewertungsfunktion um die Berücksichtigung der Fließrichtung im Flussnetzwerk erweitert, was in einigen Anwendungen zu verbesserten Extraktionsergebnissen führt.

### ERSCHEINUNGSBASIERTE WIEDERERKENNUNG VON PERSONEN (ALEXANDER LENGSELD, BETREUER: M.SC. TOBIAS KLINGER)

In größeren öffentlichen Räumen, wie z. B. in Bahnhöfen, in denen die lückenlose Beobachtung des gesamten Areals mit einer einzigen Kamera oft nicht möglich ist, kann die Verfolgung von Personen über einen längeren Zeitraum nur durch die Herstellung von zeitlichen Korrespondenzen zwischen Beobachtungen aus verschiedenen Kameras erfolgen. Aufgrund starker Unterschiede im Erscheinungsbild einer Person zwischen verschiedenen Kameraansichten (s. Abb.) wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Verfahren zur Wiedererkennung von Personen mit Hilfe des distanzmetrischen Lernens untersucht. Die Arbeit entstand in Zusammenarbeit mit der Robert Bosch GmbH.



**Bild einer Person (1. v.l.), die in den anderen Bildern (rechterhand) wiedererkannt werden soll. Die rote Box markiert die richtige Lösung.**

### BÜNDELBLOCKAUSGLEICHUNG MIT GERADEN (ALINA MAAS, BETREUER: APL. PROF. DR. FRANZ ROTTENSTEINER)

In vielen künstlich erstellten Umgebungen wie z. B. in Innenräumen von Gebäuden befinden sich zu wenig eindeutig identifizierbare Punkte, um eine punktbasierte Bündelblockausgleichung für die Orientierung eines dort aufgenommenen Bildverbandes durchzuführen. Ziel der Arbeit war daher die Entwicklung eines allgemeinen Konzeptes für die Bündelblockausgleichung mit Geraden sowie einer konkreten Methode hierzu auf Basis der projektiven Geometrie. Für das allgemeine Konzept wurde die Abbildung einer Geraden ins Bild modelliert, die Parametrisierung der Geraden in dem Bild- und Objektraum aber zunächst offen gelassen. Die neue Methodik erforderte eine Konkretisierung der Parametrisierung, wozu das bereits für Punkte realisierte Konzept auf Grundlage einer minimalen Repräsentation homogener Koordinaten nach Förstner auf Geraden erweitert wurde. Die Evaluierung dieser Methode erfolgte anhand eines synthetischen und eines realen Beispiels und zeigte die Anwendbarkeit des neuen Verfahrens.

## OBJEKTDETEKTION IN ECHTZEIT DURCH KOMBINATION VON BILDERN UND 3D DATEN (PETER MOHR, BETREUER: APL. PROF. DR. FRANZ ROTTENSTEINER)

Ziel dieser Arbeit war der Vergleich von Methoden zur bild- bzw. punktwolkenbasierten Erkennung von Objekten in Echtzeit sowie die Entwicklung und der Vergleich von Strategien zur Kombination solcher Methoden. Der Schwerpunkt lag dabei auf Anwendungen im industriellen Umfeld. Es wurden zwei solche Strategien entwickelt. Bei der ersten Strategie erfolgt eine Erkennung von Objekten mit Standardklassifikationsverfahren in Bildern, wobei die 3D-Methode dazu dient, falsche Detektionen zu eliminieren. Die zweite Methode nutzt die 3D Information, um den Suchraum für die bildbasierte Detektion vorab einzuschränken. Diese Verfahren werden miteinander sowie mit rein in Bildern bzw. in Punktwolken operierenden Verfahren im Hinblick auf die Extraktion von Tassen, Fahrzeugbatterien und Verkehrsschildern verglichen. Es zeigt sich, dass die zweite vorgeschlagene Strategie im Hinblick sowohl auf die Genauigkeit als auch auf das Laufzeitverhalten den anderen Methoden überlegen ist.

## WATER DEMAND AND SUPPLY ASSESSMENT USING WEAP: POTENTIAL ROOF RAINWATER HARVESTING AS AN ALTERNATIVE SOURCE OF DOMESTIC WATER FOR MOMBASA CITY, KENYA (ROBERT OUKO OJWANG, BETREUER: DR.-ING. JÖRG DIETRICH, INSTITUT FÜR WASSERWIRTSCHAFT, HYDROLOGIE UND LANDWIRTSCHAFTLICHEN WASSERBAU; APL. PROF. DR. FRANZ ROTTENSTEINER)

In dieser Arbeit wird das Potential der Nutzung von auf Dächern auftretendem Regenwasser für die Wasserversorgung der Stadt Mombasa auf Grundlage von Simulationen erfasst. Ein wesentlicher Parameter der diesen Simulationen zugrundeliegenden Modelle ist die verfügbare Dachfläche. Sie wurde im Rahmen dieser Masterarbeit mit Hilfe einer überwachten Klassifikation von hochaufgelösten Satellitenbildern abgeschätzt, um zu einer genaueren Simulation zu kommen. Die Ergebnisse zeigen, dass bis zu 18% des Wasserbedarfs von Mombasa von Regenwasser auf Dächern gedeckt werden können, was allerdings nur dann erreicht werden kann, wenn alle im Hinblick auf Größe und Material geeigneten Dächer auch tatsächlich für das Einfangen von Regenwasser genutzt werden.

## EXKURSIONEN

### GROßE GEODÄTISCHE EXKURSION NACH NORDDEUTSCHLAND VOM 21. BIS 25.09.2015

Die diesjährige Große Geodätische Exkursion, von Montag den 21.09. bis Freitag den 25.09.15, führte nach Norddeutschland. Sie begann die ersten zwei Tage in Bremen, wo OHB, das ZARM und das Airbuswerk besucht wurden. Am Mittwoch erhielten wir in Bremerhaven Führungen durch das Alfred-Wegener-Institut und das Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik. Danach besuchten wir am Donnerstag das Senckenberg Forschungsinstitut in Wilhelmshaven und den Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz auf Norderney. Die Exkursion endete am Freitag mit einer Werkstour durch die Meyer Werft in Papenburg.

### OHB

Die Exkursion begann am Montag mit einem Besuch bei der OHB-System AG in Bremen. Das Unternehmen hat sich über die vergangenen Jahrzehnte zu einem der drei führenden Raumfahrtunternehmen Europas entwickelt und ist an vielen bekannten Projekten, wie dem Bau der Galileo-Satelliten, beteiligt.

Einführend wurde uns die Geschichte des Konzerns erläutert. Christa Fuchs übernahm 1982 das Hydraulik-Unternehmen Otto Hydraulik Bremen GmbH, woher auch heute noch die Abkürzung OHB stammt, obwohl sie gegenwärtig offiziell für „Orbitale Hochtechnologie Bremen“ steht. Die Aufgabenfelder lagen zu diesem Zeitpunkt im Bau und der Reparatur hydraulischer Komponenten von Schiffssystemen, insbesondere der Bundeswehr. Der Bezug zur Raumfahrt ergab sich durch Manfred Fuchs, welcher bis dahin als Direktor für Raumfahrt des Unternehmens MBB-ERNO für Luft- und Raumfahrttechnik tätig war, und zum OHB-Konzern wechselte. 1985 wurde in Form einer raumfahrttauglichen Zentrifuge das erste Raumfahrtprojekt gestartet. Weiterhin wurden vom Bund und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR geförderte Projekte für Versuche im freien Fall durchgeführt und mit COSIMA ein weiteres Konzept umgesetzt, welches ins All flog.

Neben dem Bau einzelner Komponenten gelang es OHB, sich als Hersteller von Satelliten als Gesamtsystem zu etablieren. So wurde gemeinsam mit dem Zentrum für angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation ZARM der Universität Bremen, der erste deutsche Kleinsatellit BremSat entwickelt und 1994 gestartet. In den folgenden Jahren gelang unter anderem der Einstieg in den Telekommunikationsmarkt über die Satellitenserie SAFIR. Es folgte die Beteiligung an größeren Projekten wie Envisat, CHAMP oder auch GRACE.

Besonders hervorgehoben wurde das aktuelle Galileo-Projekt. OHB ist es gelungen, den Großauftrag über 22 Satelliten für sich zu gewinnen, die Arbeiten zur Fertigung bis 2016 laufen auf Hochtouren. Die ersten sechs Satelliten sind bereits erfolgreich gestartet, voraussichtlich im Dezember 2015 soll der nächste Launch erfolgen.

Ein Besuch der angrenzenden Integrationshallen ermöglichte uns einen Einblick in die Herstellung der Satellitenkomponenten. Verschiedene



Bauteile werden hier montiert und diversen Tests unterzogen. Vibrationen oder thermale Einflüsse spielen in der Raumfahrt eine große Rolle und müssen im Vorfeld sorgfältig getestet werden, da nach einem Raketenstart keine mechanischen Änderungen oder Reparaturen mehr vorgenommen werden können. Da die Arbeiten unter besonderen Laborbedingungen durchgeführt werden müssen und die Produktion viele Firmeninterna beinhaltet, konnten die Hallen lediglich von abge-

grenzten Bereichen aus durch Glasscheiben betrachtet werden. Abschließend wurden uns in der Eingangshalle von OHB einige Modellbauten von diversen produzierten Satelliten gezeigt und erläutert, bevor wir in Richtung der Mensa der Universität Bremen aufbrachen.

## ZARM

Nach dem Besuch der Mensa der Bremer Universität liefen wir zu Fuß zum Zentrum für Angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation ZARM. Dort hörten wir zunächst einen Vortrag über das Institut, welches 1985 gegründet wurde. Im Forschungsbereich des Institutes gibt es die Abteilungen Strömungsmechanik, Weltraumtechnologie und Weltraumwissenschaften. Letzterer beschäftigt sich mit Satellitendynamik, Quantenphysik und Gravitationsphysik. Geodätische Anwendungen finden sich vor allem in der Positionierung wieder.

Im weiteren Verlauf des Vortrags ging es um den Bremer Fallturm und die Zentrifuge, welche dem Institut angeschlossen sind. Der 146 m hohe Fallturm existiert seit 1990. Für Forschungszwecke kann eine fast perfekte Schwerelosigkeit für 4,7 s nachgeahmt werden. An einem Tag können maximal drei verschiedene Versuche durchgeführt werden. Seit 2004 besitzt der Fallturm auch ein Katapult, mit dem die Dauer der Schwerelosigkeit verdoppelt werden kann. In seiner aktuellen Form ist der Fallturm damit einzigartig in Europa. Die Zentrifuge wird unter anderem für die Forschung sowie für Belastungstests verwendet und schafft maximal 62 Umdrehungen pro Minute.

Nach dem theoretischen Input begutachteten wir den Fallturm selbst. Uns wurden die Entnahme eines gefallenen Versuchsträgers sowie das Katapult am Boden des Turms gezeigt. Das Highlight war der Besuch

der Turmspitze, die bequem mit dem Fahrstuhl zu erreichen ist. Dort bot sich trotz grauem Himmel ein prima Blick über Bremen. Am Abend checkten wir im Hostel Townside ein und aßen gemeinsam in Bremens Innenstadt zu Abend.

## AIRBUS

Am Dienstagmorgen stand die Besichtigung des Airbus Werks in Bremen an. Zu Beginn der Führung wurde uns eine Einführung in die Geschichte des Konzerns gegeben. 1924 wurde das erste Flugzeug und 1936 der erste Hubschrauber von der Focke-Wulf-AG gestartet. 1971 wurde Airbus von mehreren europäischen Flugzeugherstellern, unter anderem den „Vereinigten Flugtechnischen Werken“, die aus der Focke-Wulf-AG entstanden ist, gegründet. Der Grund dafür war, konkurrenzfähige Passagierflugzeuge zu den US-amerikanischen Herstellern auf den Markt zu bringen. Die erste Auslieferung eines Flugzeuges dieser Art fand im Jahr 1974 statt. Mittlerweile stellt Airbus das größte Passagierflugzeug der Welt her, den Airbus A380.

Im Anschluss daran wurde die Führung auf dem Gelände und in den Hallen fortgesetzt. Hierbei konnte ein Einblick in den Landeklappenbau und in den Bereich der Qualitätskontrollen gewährt werden. Letzteres wird durch Laserscanner realisiert. Des Weiteren konnten wir die Arbeitsschritte für das Zusammensetzen der einzelnen Kabinenteile mit dem Rumpf beobachten.

## NACHTWÄCHERTOUR IN BREMEN



Nach ein paar Stunden, die uns zur freien Verfügung standen, nahmen wir am Dienstagabend an einer Nachtwächertour in Bremen teil. Wir starteten bei den Bremer Stadtmusikanten und gingen zum Bremer Dom. Dieser ist auf dem höchsten Punkt der Stadt errichtet worden, nämlich 13 m ü. NN. Weiter ging es zum Heiligen Roland, der als Sinnbild der Eigenständigkeit einer Stadt mit Marktrecht und eigener Gerichtsbarkeit galt. Der Abstand seiner Knie gilt als eine Bremer Elle und sein Blick ist gen Osten auf den Dom gerichtet. Im 16. Jahrhundert wurde Bremen protestantisch und der Bischof verließ gegen einen Preis die Stadt. Da sich die Hansestadt dies jedoch nicht leisten konnte, lieh sie sich Geld von den Kaufleuten. In diesem Sinne gilt für die Bremer: „Bremer sind mutig, unabhängig, selbstbewusst und pleite“.

Vor dem Rathaus wurden wir dann von einem Lindwurm überrascht. Dieser schlängelt sich ständig durch die Stadt und frisst Menschen. Nachdem wir diesem Monstrum entrinnen konnten, ging es weiter zu Fuß durch die Stadt - heute ist dieser Wurm als Straßenbahn bekannt. Am Ende haben wir eine Feuerlöschübung in der Straße „Wüstestätte“ durchgeführt. Dazu wurden wir in drei Gruppen unterteilt: „Löschler“, die

alles nehmen was sie finden können, um das Feuer zu löschen, „Spieß-  
 ßer“, welche loslaufen, um die Stadt unter anderem vor Angriffen zu si-  
 chern und Personen, die zu den Wirtsleuten rennen, um Fässer und Kar-  
 ren zum Löschen zu holen. Im Notfall mussten Nachbarhäuser abgeris-  
 sen werden, damit sich das Feuer nicht weiter ausbreiten konnte. Wenn  
 die Hausbesitzer zurückkamen, sagten diese: „Welch' wüste Stätte“.

## AWI

Am Mittwoch haben wir das Alfred-Wegener-Institut AWI in Bremerhaven besucht. Das Forschungsinstitut ist Teil der Helmholtz-Gemeinschaft und hat über 900 Mitarbeitende an den vier Standorten Bremerhaven, Potsdam, Helgoland und Sylt. Das AWI beschäftigt sich mit Polar-, Meeres-, Umwelt- und Klimaforschung, wobei der Fokus auf den polaren und gemäßigten Regionen der Erde liegt. Somit bietet das Institut Arbeitsmöglichkeiten für Experten aus unterschiedlichsten Gebieten, z.B. für Biologen, Chemiker, Physiker, Mathematiker und Geodäten.

Das Alfred-Wegener-Institut verfügt u. a. über drei Schiffe und zwei Flugzeuge. Von zentraler Bedeutung für die zahlreichen Expeditionen ist der Forschungs-Eisbrecher „Polarstern“. Dieses Schiff ist fast ganzjährig unterwegs und bringt Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Ausrüstung zur Neumayer-Station III, welche sich auf dem antarktischen Schelfeis befindet. Die Neumayer-Station III ist ganzjährig von mehreren Leuten besetzt. Während der Führung wurden zahlreiche Herausforderungen des Arbeitens im polaren Gebiet aufgezeigt. Zusätzlich wurde auf den allgemeinen politischen Status der Polarregionen eingegangen. Einen zentralen Aspekt für die Klimaforschung bilden die Eisbohrkerne aus der Antarktis. Durch die Analyse von eingeschlossenen Luftblasen kann auf das Klima von vor über Tausenden von Jahren geschlossen werden. Den Abschluss des Besuches im Alfred-Wegener-Institut bildete ein Vortrag zum Thema Bathymetrie.

## IWES - FRAUNHOFER-INSTITUT

Am Mittwochnachmittag besuchten wir das Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES am Stadtrand von Bremerhaven. Das IWES prüft im Auftrag der Hersteller Gondeln und Rotorblätter von neu entworfenen Windenergieanlagen. Das IWES überprüft dabei die mechanische Stabilität und die Ermüdung der Materialien unter realistischen Belastungen.

Unser Besuch begann mit einer Führung durch eine neue Prüfhalle, in der uns die Prüfung des Generators und der Hauptwelle als Teil der Gondel gezeigt wurde. Beim Generator wurde die in der Realität durch Wind hervorgerufene Belastung über Hydraulikpumpen nachgeahmt. Die Hauptwelle soll im Stande sein, den Rotor im Notfall schlagartig anzuhalten. Dafür wird sie auf verschiedene Lasten überprüft und die Biegung des Materials ermittelt.

Im Anschluss daran erhielten wir bei Getränken und Gebäck einen einführenden Vortrag zur Prüfung von Rotorblättern. Die Prüfung dieser besonders belasteten Bauteile ist zurzeit die einzige, die gesetzlich vorgeschrieben ist. Allgemein werden Prototypen einer Serie im ersten Schritt kurzzeitig einer maximalen Belastung ausgesetzt, ehe ein etwa einjähriger Ermüdungstest durchgeführt wird. Parallel zum Ermüdungstest wird häufig auch der Prototyp des kompletten Windrades einem Feldtest unterzogen. Erst wenn alle Tests abgeschlossen und bestanden sind, dürfen die Prototypen in die Serienproduktion gehen. Am IWES erfolgt die Prüfung der Rotorblätter durch vertikale Belastung. Dabei wird die minimale und maximale Last an verschiedenen Punkten auf dem Rotorblatt untersucht und dessen Biegung gemessen. Am Ende unserer Führung konnten wir die beeindruckend großen Rotorblätter von einer Länge bis zu 80 m bestaunen. Anschließend führen wir weiter zu einem Testfeld, auf dem verschiedene Typen von Windenergieanlagen, auch für den Offshore-Betrieb, stehen und wurden von der niedrigen Geräuschbelastung der Prototypen überrascht.

## SENCKENBERG FORSCHUNGSINSTITUT

Am Donnerstagvormittag haben wir das Senckenberg Forschungsinstitut in Wilhelmshaven besucht. Es ist der marine Standort des Forschungsinstituts und Naturmuseums Senckenberg und betreibt die Abteilung Meeresforschung. Wie wir beim einführenden Vortrag erfahren haben, wird dort Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Paläontologie und Geologie betrieben, um die Vorgänge in einem Wattenmeer besser verstehen und erklären zu können. Anschließend erhielten wir eine Führung durch einige der Labore. Im Bereich der Paläontologie werden zum großen Teil Proben mithilfe von Mikroskopen auf die darin vorkommenden Meeresorganismen untersucht. Eine Automatisierung des Vorgangs ist beim heutigen Stand der Technik noch nicht mit ausreichend genauen Ergebnissen umsetzbar.



Im Bereich der Geologie werden entsprechend die anorganischen Anteile der Proben untersucht. Dazu müssen diese jedoch zuerst in ihre unterschiedlichen Bestandteile separiert werden. Dies geschieht normalerweise noch klassisch, mithilfe von verschiedenen Sieben, über die Korngröße. Soll über die Dichte separiert werden, kann dies z. B. über die unterschiedlichen Geschwindigkeiten geschehen, mit denen die Bestandteile in

einer Flüssigkeit zu Boden sinken.

Im abschließenden Teil der Führung wurde uns noch ein Multikopter gezeigt, mit dem in naher Zukunft weitere, vor allem photogrammetrische, Untersuchungen des Wattenmeers in der Umgebung des Instituts durchgeführt werden sollen.

## NLWKN

Nach einer knapp einstündigen Überfahrt mit einer Fähre haben wir am Donnerstagnachmittag die Forschungsstelle Küste auf Norderney besucht. Seit 2005 gehört sie als Teil der Betriebsstelle Norden-Norderney zum Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz NLWKN. Der Standort ist aus der preußischen Wasserbauverwaltung hervorgegangen und besteht seit über 75 Jahren. Nach einem netten Empfang durch Frau Gerkenbrink wurden uns die vier Aufgabenbereiche der Forschungseinrichtung vorgestellt.

Die Vermessung nimmt eine herausragende Rolle in der Forschungsstelle ein, denn die aus ihr gewonnenen Daten bilden die Grundlage für alle weiteren Kompetenzbereiche. Zur Erfassung der Meeresbodenoberfläche steht ein Forschungsschiff bereit, welches den Meeresboden mit einem Fächerecholot streifenweise abtastet. Die Deichvorländer werden darüber hinaus durch luftgestütztes Laserscanning vermessen. Aus den aufgenommenen Daten werden digitale Geländemodelle (DGM) und Seekarten erstellt.

Der Bereich Morphologie des Küstengebietes untersucht die Ursachen für morphologische Veränderungen und deren Entwicklungsprozesse. Er weist anhand der entwickelten DGM Fahrrinnen für die Schifffahrt aus und plant den optimalen Verlauf von Kabeltrassen und die Positionen von Offshore Windenergieparks.

Der Aufgabenbereich Küsteningenieurwesen befasst sich mit der Analyse und Bewertung von Wasserständen, Strömungen und Seegang. Lange Zeitreihen ermöglichen die Abschätzung der Entwicklung des Klimas und die Anpassung der Deiche. Um die Küstenregionen vor Überschwemmungen zu schützen, sind die Höhe und Widerstandsfähigkeit der Deiche von entscheidender Bedeutung. Es werden Berechnungen und Simulationen für den Bau neuer und den Erhalt vorhandener Deiche durchgeführt.

Der Sturmflutwarndienst ist für die frühzeitige Information bei Überflutungsgefahr zuständig. Durch eine Reihe von installierten Sensoren in der Küstenregion kann mit einem Vorlauf von bis zu fünf Tagen vor einer Sturmflut gewarnt werden. Dies ermöglicht dem Küstenschutz, rechtzeitig präventive Maßnahmen an den Küstenschutzanlagen bis hin zur Evakuierung von Personen durchzuführen. Im Anschluss an den Vortrag machten wir einen Rundgang auf Norderney und besichtigten die Küstenschutzanlagen. Danach ging es bei regnerischem Wetter zurück in unsere Unterkunft.

## MEYER WERFT

Am letzten Exkursionstag stand der Besuch der Meyer Werft in Papenburg auf dem Plan. Am Eingang zum Werksgelände wurden wir von Dipl.-Ing. Ralph Zimmermann, dem Leiter der Vermessungsabteilung, abgeholt und auf das Werksgelände geführt. Zunächst gab er uns einen kurzen Überblick über die Anfänge des Unternehmens, welches sich seit seiner Gründung 1795 in Familienbesitz befindet. Damals wurden die Schiffe noch aus Holz gefertigt, bis 1872 der Sohn des Inhabers die Idee der Metallschiffskonstruktion aus Amerika mitbrachte. Von den ursprünglich 20 verschiedenen Werften in Papenburg im 19. Jahrhundert ist heute nur die Meyer Werft geblieben. Aufgrund der immer größer werdenden Dimensionen im Schiffsbau musste der ursprüngliche Standort in der Stadtmitte Papenburgs aufgegeben werden. Um weitere Kapazitäten zu schaffen, wurde die Neptun Werft in Rostock und erst kürzlich die Turku Werft in Finnland übernommen. Letztere ermöglicht die Annahme von Aufträgen für den Bau sehr großer Schiffe, die die Kapazitäten der beiden Trockendocks in Papenburg mit einer maximalen Schiffsbreite von 42 m überschreiten. Neben Kreuzfahrtschiffen, wie die erst kürzlich fertiggestellte „Anthem of the Seas“, werden auch Gastanker, Fähr- und Forschungsschiffe von der Meyer Werft gefertigt.

Ralph Zimmermann und seine Kollegin erläuterten uns im Anschluss die verschiedenen Herausforderungen im Schiffsbau und die damit verbundenen Vermessungsaufgaben. Das interdisziplinäre 20-köpfige Vermessungsteam begleitet den Bau eines Schiffes von Beginn an bis zur Auslieferung. Neben Ingenieuren aus verschiedenen Studienrichtungen gehören zum Messteam auch Auszubildende der Vermessungstechnik. Aufgrund des schnellen Fertigungsprozesses von etwa drei Jahre bis zur Auslieferung, ist eine zeitnahe Auswertung der Messungen unerlässlich, da die Beseitigung eines Fehlers mit zunehmendem Fertigungsprozess immer kostspieliger wird. Die Vermessung bezieht sich sowohl auf einzelne Bauteile, als auch auf die Bestimmung der Gesamtdimensionen des Schiffes, welche in den Auslieferungsdokumenten festgehalten werden. Da die Schiffe in einzelnen Blöcken gefertigt werden, muss kontrolliert werden, ob diese passgenau zusammengesetzt wurden. Auch einzelne Schwimmteile werden im kleineren der beiden Trockendocks gefertigt und anschließend im großen Trockendock zusammengeführt, um so eine höhere Auslastung der Fertigung zu erreichen. Hierbei besteht die große Herausforderung in der Ausrichtung beider Elemente im schwimmenden Zustand. Eine weitere Aufgabe bei Gastankern ist die Bestimmung des Fassungsvermögens vor der Auslieferung. Es zeigt sich, dass mithilfe von geodätischen Mitteln dieselben Ergebnisse erzielt werden können, wie durch die bisherige Befüllung mit Wasser. Auch nach der Überführung des fertiggestellten Schiffes entlang der schmalen Ems, wofür der Fluss extra aufgestaut werden muss, kann es sein, dass weitere Vermessungsarbeiten

anfallen. So mussten zum Beispiel während des laufenden Betriebes eines Kreuzfahrtschiffes Vermessungsarbeiten zum Austausch einiger Teile an Deck durchgeführt werden. Für die Erfüllung der Vermessungsaufgaben kommen mehrere Laserscanner und Tachymeter sowie photogrammetrische Systeme und Industriescanner zum Einsatz.

Zuletzt wurde das neu eingeweihte Besucherzentrum besichtigt. Hier erhielten wir Einblick in die beiden Trockendocks der Werft. Außerdem zeigen verschiedene Exponate die einzelnen Elemente und Herausforderungen bei Konstruktion und Bau, wie die Anordnung der Rohrsysteme innerhalb eines Schiffes. Auch die Kabinenausstattung ausgewählter Kreuzfahrtschiffe konnte betrachtet werden. Außerdem sind viele der bisher gefertigten Schiffe als maßstabsgetreue Modelle ausgestellt. Diese Modelle werden für jedes Schiff angefertigt. Eines verbleibt jeweils bei der Meyer Werft, ein weiteres wird dem Kunden übergeben.

Die Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik unterstützte finanziell die Exkursion. Dafür bedanken sich die teilnehmenden Studierenden der Fachrichtung herzlich. Die Reise wurde dieses Jahr federführend von Richard Guercke vom IPI geplant. Weiterhin involviert waren Janetta Wodniok vom GIH, Alexander Schlichting vom IKG sowie Christoph Wallat vom IfE. Ein weiterer Dank richtet sich an Jakob Unger und Lukas Schack vom IPI für die Unterstützung vor Ort.

## PROJEKTSEMINARE GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK

### SYNCHRONISATION KINEMATISCHER MULTI-SENSOR-SYSTEME (GIH). BETREUER: DR.-ING. JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ, M.SC. JOHANNES BUREICK, B.ENG. JOHANNES LINK

Das Projektseminar „Synchronisation kinematischer Multi-Sensor-Systeme“ hatte zum Ziel für ein Multi-Sensor System Lösungsmöglichkeiten für den schwierigen und wichtigen Bereich der Sensor-Synchronisation zu entwickeln und zu implementieren. Dazu konzipierten die Studierenden zunächst ein Multi-Sensor-System, welches auf einer Messbahn fahrend die Umgebung erfasst. Dieses Multi-Sensor-System besteht aus einem Messwagen, der u.a. mit einem 2D-Laserscanner, einer Kamera, einem Neigungsmesser, einem Schrittmotor und einem Mikrocontroller (Raspberry Pi) ausgestattet ist. Weiterhin wird der Messwagen von einem externen Positionssensor



**Das Multi-Sensor-System auf der Messbahn**

(Tachymeter oder Lasertracker) verfolgt. Neben der Ansteuerung der einzelnen Sensoren, entwickelten die Studierenden ein Datenhaltungskonzept, welches die technische Synchronisation der Sensoren des Messwagens in einem ersten Schritt über einen Zeitstempel des Raspberry Pi realisiert. Für die technisch nicht direkt realisierbare Synchroni-

sation zwischen dem Messwagen und dem externen Sensor wurden objektraumbasierte Ansätze vorgeschlagen und implementiert. So können verschiedene Fahrmanöver, wie Stop-and-Go-Fahrten, oder Merkmale des Objektraums, wie das Gefälle der Messbahn, sowohl in den Datensätzen der Messwagen-Sensoren als auch in den Datensätzen der externen Sensoren nachgewiesen werden, woraus wiederum eine zeitlich Zuordnung aus diesen Merkmalen möglich wird.

**Studierende:** Dmitri Diener, Daniel Golnik, Joscha Hüge, Axel Timmen

### KULTURLANDSCHAFT IM WANDEL (GIH/IPI)

BETREUER: DR. MARKUS SCHAFFERT, DR. TORGE STEENSEN

Im Rahmen des Projektseminars „Kulturlandschaft im Wandel“ wurden Veränderungen von Landbedeckungen in der Metropolregion Hamburg untersucht. Der Schwerpunkt lag dabei auf solchen Veränderungen, die seit 1990 stattgefunden haben und sich auf Basis von Satellitenbildern detektieren lassen. Die Veränderungsdetektion erfolgte dabei zum einen durch Interpretation von Daten der LANDSAT-Reihe. Zum anderen

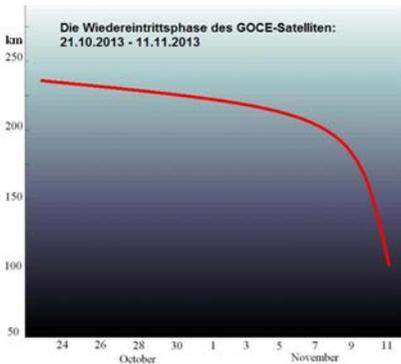
dienten vorprozessierte, vektoriiell vorliegende Geodaten des CORINE Land Cover Projektes als Referenz und Vergleichsbasis.

Dabei fanden die Studierenden [im Rahmen der Einschränkungen der verwendeten, kostenfreien Datenbasis] u.a. heraus, wie groß jene Gewerbe- und Industrieflächen sind, die nach der Jahrtausendwende auf Kosten von Ackerland geschaffen wurden oder wo ökologisch wertvolle Wiesen und Weiden dem Ackerland weichen mussten.

**Studierende:** Carolin Politz, Alessa Retat, Mathis Eckhoff, Christian Meyer, Steven Mohrland

## ULTRAPRÄZISE MESSUNGEN IN DER GOCE-WIEDEREINTRITTSPHASE (IFE). BETREUER: PROF. JAKOB FLURY, DR.-ING. MAJID NAEIMI, DR.-ING. AKBAR SHABANLOUI

Der Beginn der Wiedereintrittsphase des GOCE-Satelliten wurde durch das Abschalten des Ionentriebwerkes am 21.10.2013 gestartet. Das Ende der Wiedereintrittsphase wurde durch das Verglühen des GOCE-Satelliten in der Erdatmosphäre, über den Falkland-Inseln, am 11.11.2013 markiert. Im Rahmen der Arbeit wurden verschiedene Bereiche der Wiedereintrittsphase untersucht.



Es konnte gezeigt werden, dass mit Hilfe der Analyse der Akzelerometer und der Signalverarbeitung periodische Effekte identifiziert werden konnten. Zu diesen Effekten gehörten Perioden mit 90 und 45 Minuten. Diese konnten der Orbitfrequenz (90 min), bzw. der Erdabplattung (45 min) zugeordnet werden. Während der Wiedereintrittsphase konnte allerdings eine Verstärkung der Amplitude detektiert werden. Zudem konnte ein weiterer periodischer Effekt in den DFACS-Beschleunigungen ausgemacht werden. Bei diesem handelte es sich um eine 10 minütige Periode. Diese war fast ausschließlich in der z-Achse zu erkennen. Zusätzlich konnten vereinzelte Anteile auch in der y-Achse der DFACS-Beschleunigungen ausgemacht werden.

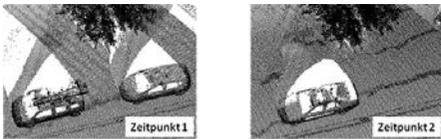
**Studierende:** Alexander Lengsfeld, Ugur Kecec, Werner Pape, Johann Hamm

## MOBILE MAPPING IN 4D (IKG). BETREUER: DIPL.-PHYS. FABIAN BOCK, M.SC. ALEXANDER SCHLICHTING

Gerade große Städte weisen eine hohe Dynamik auf, deren Analyse Antworten auf viele Fragestellungen liefern kann: Welche Straßen sind zu welcher Tageszeit belebt? Liegen räumliche Engpässe vor? Ein mobiles Multisensorsystem (kurz: MSS) bietet die Möglichkeit solche Daten

schnell und für einen großen Bereich zu sammeln und in diesen statische und bewegte Objekte zu detektieren.

Ziel des Projektseminars war es mithilfe von 3D-Punktwolken die Veränderungsrate von Objekten in Hannover in einer Karte darzustellen. Dazu wurden mehrere Messungen mit dem Mobile Mapping Systems des Instituts für Kartographie und Geoinformatik durchgeführt. Die vollautomatische Segmentierung dynamischer Objekte wurde im Rahmen des Projektes in C++ implementiert. Lediglich die abschließende Darstellung der Ergebnisse in einer Karte erfolgt manuell. In einem Vorverarbeitungsschritt wird die Datenmenge mittels Downsampling reduziert, sodass eine Punktdichte von 5 cm verbleibt. Des Weiteren ist die Positionierung durch das globale und inertielle Navigationssystem des MSS nicht genau genug, um eine exakte Detektion der Veränderungen zwischen zwei Zeitpunkten zu realisieren. Daher werden zu vergleichende



**Darstellung von zwei Zeitpunkten  $t$  (oben) und Ergebnis der Änderungsdetektion in rot (Unten). In  $t_1$  parken zwei Autos auf den Parkplätzen, in  $t_2$  parkt dort ein anderes Auto.**

Zeitzpunkte dem „Iterativ Closest Point“-Algorithmus relativ zueinander registriert. Der mögliche Fehlereinfluss durch dynamische Objekte bei der Korrespondenzen zurückgewiesen werden, wenn sie einen festgelegten Maximalabstand überschreiten. Nach dem Alignment der beiden Punktwolken wird die Bodenebene mittels „Random Sample Consensus“-Algorithmus eliminiert.

Nach der Vorverarbeitung erfolgt die Veränderungsdetektion anhand eines gridbasierten Ansatzes, der besetzte und unbesetzte Zellen der registrierten Zeit-

punkte vergleicht und Unterschiede zwischen zwei Zeitpunkten liefert. Allerdings sind nicht alle Unterschiede dynamische Objekte, sondern können durch den Sichtschatten von Objekten, wie z.B. LKWs, hervorgehoben werden. Um diese zu eliminieren, wird im letzten Schritt eine Verdeckungsanalyse durchgeführt. Zunächst werden hierfür einzelne Objekte mittels Region Growing separiert. Anschließend erfolgt eine Sichtbarkeitsanalyse unter Verwendung von Occupancy Grids der Hindernisse und der verdeckten Punktwolke sowie der Berechnung von Sichtebenen ausgehend von der Trajektorie.

Das Endergebnis ist eine Punktwolke, welche die dynamischen Veränderungen für zwei Zeitpunkte wiedergibt. Dieses wird abschließend in einer Karte präsentiert, in der Gebiete mit großer Dynamik dargestellt werden. Im Rahmen dieses Projektes konnte dabei mit einheitlichen Parametern eine Richtigkeit von 64% realisiert werden.

**Studierende:** Carolin Böhme, Dennis Elschen und Eva Kemkes

## PRAXISPROJEKTE GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK

### GEODÄTISCHES INSTITUT

#### PRAXISPROJEKT INGENIEURGEODÄSIE (GIH): BAD SALZDETFRUTH.

BETREUER: M.SC. JOHANNES BUREICK, DIPL.-ING. ULRICH STENZ, DR.-ING. JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ

Das Praxisprojekt „Ingenieurgeodäsie“ 2015 führte 18 Studierende aus dem 4. Bachelorsemester mit 3 Mitarbeitern, vom 20.07.-31.07.2015, 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 eine Überwachungsmessung durchzuführen.

Am 20.07.2015 startete der gesamte Messtrupp, nach Verladen des Messequipments, vom GIH aus und richtete zunächst ein provisorisches Messbüro im Keller der Sothenbergschule in Bad Salzdetfurth ein. Aufgrund des noch laufenden Schulbetriebes mussten die Studierenden die ersten beiden Tage von Hannover nach Bad Salzdetfurth pendeln. Mit Einsetzen der Sommerferien konnten die Studierenden ihr Quartier in der Turnhalle der Sothenbergschule beziehen und dort das Messbüro einrichten. An dieser Stelle geht ein besonderer Dank an die Leitung und den Hausmeister der Sothenbergschule für die großzügige Bereitstellung der Räumlichkeiten.

Im Vorfeld des Praxisprojektes wurden mit der Unterstützung des Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung (LGLN) 24 TP und 8 AP ausgewählt, die in den ersten Tagen des Praxisprojektes mit satelli-



*Studierende beim Nivellement*

tengestützten Verfahren (statische, kurzstatische und Echtzeitmessungen) bestimmt wurden. Im weiteren Verlauf des Praxisprojektes dienten diese Koordinaten unter anderem als Anschlusspunkte für die Portalnetze einer fiktiven Tunnel- bzw. Straßen-trasse im Uferbereich der Innersen.

In diesem Jahr lag der Fokus auf der Bestimmung von Bodensenkungen im Bereich des Sauberges. Aus diesem Grund wurden mehrere Nivellementsschleifen (ca. 20 km Gesamtstrecke) über den Sauberg gemessen. Die, aufgrund von großen Abweichungen zu den amtlichen Koordinaten, zunächst aufgestellte Vermutung von Messfehlern während der Nivellementszüge stellte sich als unwahr heraus. Zusätzliche Nivellementszüge und Wiederholungsmessungen bestätigten die ursprünglichen Abweichungen zu den Sollhöhen. Tatsächlich wurden bei einigen Nivellementspunkten am Sauberg Abweichungen von bis zu 13 cm im Vergleich zu den ca. 10 Jahre alten amtlichen Koordinaten festgestellt.

Des Weiteren erstellten die Studierenden eine 3D-Punktwolke der Sothenbergschule. Alle Messungen wurden zeitnah im Rechenbüro ausgewertet und die wichtigsten Ergebnisse in einem studentischen Vortrag am 30.07.2015 in der Aula der Sothenbergschule den geladenen Gästen und der örtlichen Presse 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.

**Studierende:** Bastian Altemeier, Sara Brakemeier, Franziska Anna Fasser, Dominic Grüning, Aiko Hattermann, Lucy Icking, Mareike Jagau, André Jensen, Anna Victoria Kröger, Benedikt Riemann, Fabian Ruwisch, Johanna Schewe, Mareike Schülmann, Sabrien Serhan, Nina Staack, Weronika Szczepaniec, Stefan Thoben, Mirjana Voelsen



*3D-Punktwolke der Sothenbergschule erfasst mit der Leica MultiStation 50*

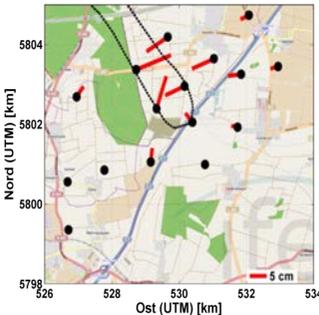
# INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

## PRAXISPROJEKT LANDESVERMESSUNG UND SCHWEREFELD (IFE): WUNSTORF.

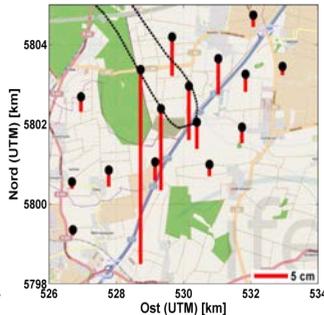
BETREUER: THOMAS KRAWINKEL, M.SC. CHRISTIAN BISCHOF, DR.-ING.  
LUDGER TIMMEN

Vom 20. bis 24. Juli wurde die fünfte Folgeepoche des Kontrollnetzes im Bodensenkungsgebiet bei Wunstorf gemessen. Hauptziel des Projekts war die wiederholte hochpräzise Koordinatenbestimmung trigonometrischer Punkte (TP) im Einzugsgebiet des Salzstocks Bokeloh mittels

Lageverschiebungen 2007-2015



Höhenverschiebungen 2007-2015



**Lage- und Höhenverschiebungen zwischen 2007 und 2015 im Gebiet um den Bokeloher Salzstock (schwarz gestrichelte Linie)**

GPS-Beobachtungen. Wie in den vergangenen Jahren, wurde auch dieses Projekt in Kooperation mit dem Landesamt für Geo-information und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) durchgeführt. Letztgenanntes stellte dankenswerterweise acht GPS-Ausrüstungen zur Verfügung. Insgesamt wurden

dieses Jahr 19 Punkte in jeweils drei dreistündigen Sessions beobachtet, wobei ein Punkt als lokale Referenzstation in allen neun Sessions besetzt wurde. Weiterhin ermöglichte der Einsatz spezieller Höhenmessadapter die präzise Bestimmung der Antennenhöhen während der laufenden GPS-Messungen.



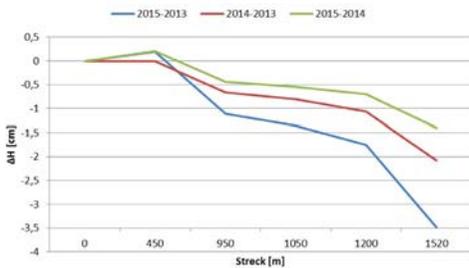
**Relativgravimetrische Vermessung entlang des Schwereprofils mit den Instrumenten Scintrex CG3M-4492 und LCR G79**

Die Datenauswertung erfolgte in der zweiten Projektwoche mithilfe der Software Leica Geo Office. Hierbei ging es darum, den Studierenden vertiefte Einblicke in die GPS-Prozessierung zu vermitteln und mit diesem Wissen eine hochpräzise Netzlösung der Messungen der Vorwoche zu generieren. Im Zuge dessen war auch die Qualitätsbeurteilung und Interpretation der Ergebnisse von großer Bedeutung. Des Weiteren wurden Detailuntersuchungen hinsichtlich verschiedener Auswertansätzen (GPS-Observable, Datumsgebung, etc.) durchgeführt. Für die finale Lösung des lokalen Netzes wurde dieses mittels

der SAPOS-Station Hannover an ein übergeordnetes Netz angeschlossen, was einen Vergleich mit den Messepochen der letzten Jahre (hier: 2007, 2014) ermöglichte. Unter Berücksichtigung des Genauigkeitsniveaus der Koordinaten der jeweiligen Epochen sind im Vergleich zum Vorjahr nur für vier Punkte signifikante Lage- und Höhenverschiebungen von bis zu 1 cm bzw. 2 cm festzustellen. Der Vergleich mit der Nullepoch 2007 bestätigte das trichterförmige Bewegungsmuster der Punkte in Richtung der Mittelachse des Salzstocks sowohl in Lage als auch Höhe.

Parallel zu den GNSS-Aktivitäten wurde im Teilprojekt Angewandte Gravimetrie das 2013 eingerichtete Schwereüberwachungsnetz und das Bougueranomalienprofil über dem Bokeloher Salzstock gravimetrisch und z.T. auch nivellistisch wiederholt vermessen. Das lokale Überwachungsnetz enthält auch GNSS-Stationen, auf denen entweder zentrisch in 1.500 m Höhe über den TP-Platten bzw. exzentrisch wenige Meter neben den TPs mit Bezugshöhe Fahrbahndecke die Schwerebeschleunigungen bestimmt wurden. Durch Nivellement wurde die geometrische Beziehung zwischen den Schwere- und den GNSS-Punkten realisiert.

#### Vergleich der Nivellierten Höhen



#### Vergleich nivellierter Höhenunterschiede zwischen den Epochen 2013, 2014 und 2015

Neben diesem Überwachungsnetz zu zeitlichen Schwereänderungen wurde über dem Bokeloher Salzstock ein Schwereprofil eingemessen. Salz weist eine geringere Dichte als herkömmliche Sedimentschichten auf, was gravimetrisch messbar ist. Alle Profilpunkte wurden höhenmäßig an unterirdisch vermarktete Höhenbolzen entlang der Linie angeschlossen. Die Verbindung zum GNSS/Schwerepunkt 6089 (TP-Platte) wurden ebenfalls nivelliert. In der Abbildung sind die aus

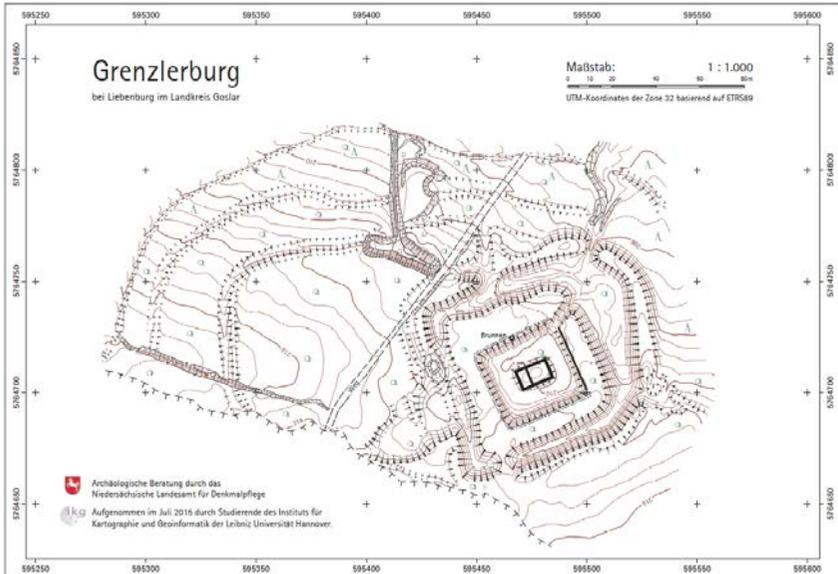
dem Nivellement erhaltenen Höhendifferenzen des Schwereprofils dargestellt. Der Anfangspunkt der Linie wurde einfach als stabil angenommen. Zum Absenkungstrog hin ergab sich über den 2-Jahres Zeitraum eine relative Absenkung von 3.5 cm. In der Messkampagne 2016 sollte dann auch diese Absenkung in den Schweremessungen sichtbar werden.

**Studierende:** Melanie Arendt, Yannick Breva, Isabelle Dikhoff, Tim Flasbarth, Simone Goerler, Hauke Haas, Frederic Hake, Achim Hesse, Annike Knabe, Laura Marie Koller, Johannes Kroeger, Sebastian Leise, Roman Lieder, Lars Hauke Marschel, Tim Plumhoff, Robert Schumann, Oskar Wage.

## PRAXISPROJEKT TOPOGRAPHIE (IKG): GRENZLERBURG BEI LIEBENBURG IM LANDKREIS GOSLAR.

BETREUER: DIPL.-ING. FRANK THIEMANN, M.SC. MALTE JAN SCHULZE, M.SC. PAUL CZIOSKA

Die fünfzehn Studierenden des zweiten Semesters sowie eine Informatik-Studentin führten vom 20. bis 31. Juli 2015 eine topographische Aufnahme der Grenzlerburg für den Maßstab 1:1000 durch. Aus den Daten wurden noch vor Ort ein digitales Geländemodell und ein Höhenlinienplan erstellt.



### **Höhenlinienplan der Grenzlerburg**

Die Burg befindet sich im Tal zwischen zwei Schichtkämmen des Salzgitter-Höhenzuges zwischen Salzgitter-Bad und Liebenburg. Sie wurde wahrscheinlich im 18. Jahrhundert über den Resten einer frühzeitlichen Anlage errichtet. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurde für den Erzabbau unmittelbar südlich der Anlage ein Tagebau angelegt. Im Kern der Burg befinden sich Mauerreste eines 14 x 9 m großen Gebäudes. Diese sind von jeweils zwei Gräben und Wällen umgeben, wobei der äußere Wall etwa 90 x 100 m misst. Der innere Graben war vermutlich mit Wasser gefüllt – ist jedoch im Zuge der Tagebautätigkeit trocken gefallen. Im westlichen Bereich zeichnen sich zwei frühzeitliche Wälle ab.

**Studierende:** Sebastian Bliedung, Leonie Boedeker, Gerrit Borchers, Arne Ehrhorn, Jasmin Falkenburg, Thorben Freitag, Dominika Gamrat, Rebekka Handirk, Nico Heinzmann, Julia Mainz, Justyna Medrek, Andreas Piter, Lukas Reuter, Marvin Schink, Britta Schmitz, Marie Woldau

## PRAXISPROJEKTE NAVIGATION UND UMWELTROBOTIK

PRAXISPROJEKT NUUR I: „NAVIGATION UND ORTUNG MIT LEGO MINDSTORMS ROBOTERN“. BETREUER: M.SC. STEFFEN BUSCH, DR.-ING. TOBIAS KERSTEN, M.SC. MORITZ MENZE, M.SC. 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 Senso-

### **Studierende und ihre nxt mindstorm Roboter**

ren 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, zum Teil mit einer simultan aufgebauten Karte, navigieren.

**Studierende:** Matthias Jakob, Jan Friedrichs, Birgit Klein, Felix Matthes, Janek Schoenwetter, Sergiy Shebotnov, Phillip Trustheim, Dennis Wittich



### **NXT Mindstorm Roboter auf seinem Weg**

## PRAXISPROJEKT NUUR II: „GEFAHRENWARNER“.

BETREUER: M.SC. THOMAS KRAWINKEL, M.SC. SÖREN VOGEL, M.SC. ALEXANDER SCHLICHTING, M.SC. STEFFEN BUSCH UND APL. PROF. DR.-ING. CLAUD BRENNER

Die Ziele des zweiten NuUR Praxisprojektes waren die autonome Lokalisierung sowie die Kommunikation eines Fahrzeuges mit der Umwelt. Den Studierenden standen ein GPS-Empfänger, eine IMU und eine Stereokamera, um sich hochgenau in einer gegebenen Karte zu positionieren, sowie eine Filterlösung zur Validierung des eigenen Ergebnisses, zur Verfügung. Die Sensoren wurden mit einem Laptop und dem Roboter Operating System (ROS) angesteuert.

Im Rahmen des Projektes recherchierten die Studierenden Kommunikationsmöglichkeiten zwischen Fahrzeug und Fußgängern und entschieden sich für einen LED-Laser Beamer, um Symbole auf die Fahrbahn zu projizieren, und für ein Spot-Light, um besonders gefährliche Orte auszuleuchten.



**Sensorplattform**

Im ersten Schritt gingen die Studierenden in getrennten Gruppen die verschiedenen Aufgaben Lokalisierung mittels IMU, GPS und visueller Odometrie, sowie die ortsabhängige Kommunikation, mittels Symbolen auf der Fahrbahn, an. Im zweiten Schritt wurde das Gesamtsystem auf Probefahrten ausführlich getestet.

Das System verfügt über zwei Modi. Der erste Modus wird gewählt, falls eine hohe Wahrscheinlichkeit für kreuzende Fußgänger besteht. In diesem wird, sobald das Fahrzeug anhält und einen Fußgänger erkennt, ein Zebrastrreifen auf die Straße projiziert. Im zweiten Modus werden Fußgänger durch ein Stoppschild vor ihren Füßen aufgefordert zu warten.



**Projektion eines ZebrastrEIFENS**

Im ersten Schritt gingen die Studierenden in getrennten Gruppen die verschiedenen Aufgaben Lokalisierung mittels IMU, GPS und visueller Odometrie, sowie die ortsabhängige Kommunikation, mittels Symbolen auf der Fahrbahn, an.

Dieses Projekt zeichnet sich durch die selbständige Aufgabenverteilung und das Zeitmanagement der Studierenden aus.

**Studierende:** Jonas Hahlbohm, Jens Huebner, Phillip Knake, Torben Peters, Mareike Ploog, Tobias Schaub und Benjamin Tennstedt

STUDENTISCHES FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSPROJEKT NUUR:  
 „HOCHGENAUE POSITIONSBESTIMMUNG“ BETREUER: M.SC. CHRISTIAN  
 BISCHOF, M.SC. SÖREN VOGEL, APL. PROF. DR. FRANZ ROTTENSTEINER,  
 M.SC. MAX COENEN, M.SC. STEFFEN BUSCH UND APL. PROF. DR. CLAU  
 BRENNER



**Fahrzeug mit MMS und Sensorplattform**

Ziel des studentischen Forschungs- und Entwicklungsprojektes im dritten NuUR-Semester war die Weiterentwicklung ihrer Sensorplattform aus dem Praxisprojekt NuUR II um eine präzise Lokalisierung zu erreichen. Den Studierenden stand in diesem Projekt zusätzlich zur visuellen Odometrie, via Stereokamera, IMU und GPS, ein Laserscanner zur Verfügung.

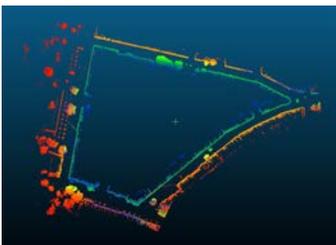
Im ersten Schritt wurden zwei separate Systeme zur Datenerfassung synchronisiert und die Sensoren kalibriert. Die Studierenden nutzten preiswerte GPS-Empfänger um die System des Laserscanners mit dem der Kamera zu synchronisieren. Die Stabilisierung der visuellen Odometrie durch die optimierte Kalibrierung sowie die genaue Gesamtsystemkalibrierung via Lasertracker und die Anpassung des verwendeten Filters führten zu einer Verbesserung der Position. In einem zweiten Schritt wurde eine Teststrecke mittels der Sensorplattform und des Riegl Mobile Mapping Systems (MMS) erfasst.



**Kalibrierungsexperiment**

Die Daten der preiswerten Sensorplattform wurden der hochwertigen Lokalisierung des Mobile Mapping Systems gegenüber gestellt. Hierzu wurde, zusätzlich zu den bisherigen Sensoren, der Laserscanner genutzt, um eine Karte aufzubauen und sich via AMCL in dieser zu positionieren. Abschließend wurden alle Daten in einem Filter fusioniert, um eine noch genauere Pose zu erhalten.

**Studierende:** Jonas Hahlbohm, Jens Huebner, Phillip Knake, Torben Peters, Mareike Ploog, Tobias Schaub und Benjamin Tennstedt



**Mobile Mapping Karte (links) und**

**Karte der Sensorplattform (rechts)**

# AUS DER GESELLSCHAFT

## BERICHT ÜBER DIE MITGLIEDERVERSAMMLUNG DER GESELLSCHAFT

Der Vorsitzende, Herr Dr.-Ing. Cord Jahn, eröffnet die Mitgliederversammlung 2014 um 17:10 Uhr, und begrüßt die anwesenden 30 Teilnehmer.

Es wird die ordnungsgemäße Einladung und Beschlussfähigkeit festgestellt.

Die Versammlung gedenkt der im vergangenen Jahr verstorbenen langjährigen Mitglieder:

Name	Eintritt	verstorben
Dr. Hans Bauer	1962	13.04.2015
Dr. Botho Wendt	1951	20.05.2015

## FÖRDERUNG AUSLANDSAUFENTHALTE

Die Gesellschaft förderte in diesem Geschäftsjahr mit je 400,-€ zwei Auslandsaufenthalte: Frau Inga Jatzkowski studierte im Sommersemester 2015 an der „University of Auckland“ in Neuseeland, und Herr Roman Seidel war ab 1. Mai 2015 für 3 Monate als „Research Assistant“ an der „York University“ in Toronto/Ontario tätig. Deren Kurzberichte sind im Anschluss an dem Geschäftsbericht abgedruckt.

## PREISVERLEIHUNGEN

Für den Bachelorpreis waren 2 Bewerbungen eingegangen - den Preis (zusammen 500,- €) teilen sich Dmitri Diener und Steven Mohrland. Der Walter-Großmann-Preis (2000,- €) wurde an Frau Corinna Harmening verliehen. Herr Jahn überreichte beim heutigen Kolloquium die Preise.

Während der Absolventenfeier am 10.01.2015 wurde als bester Absolvent im Masterstudiengang der Geodäsie und Geoinformatik Herr Sören Vogel geehrt. Beim Geodätischen Kolloquium am 27.01.2015 wurde Frau Carolin Politz als beste Absolventin im Bachelorstudiengang ausgezeichnet.

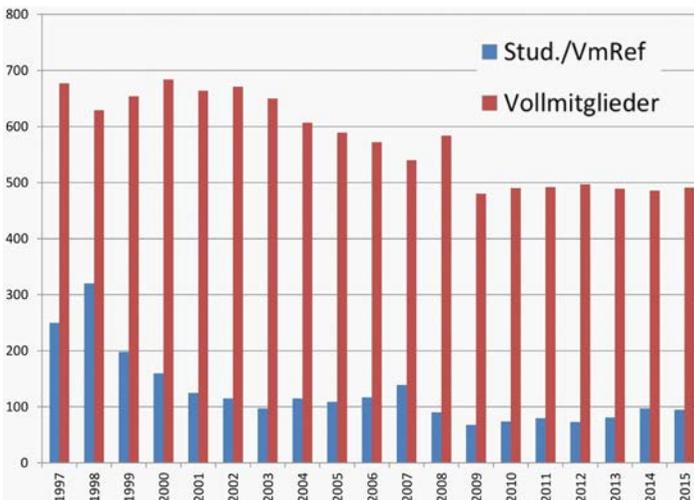
## MITGLIEDEREHRUNGEN

Die über 50 Jahre zur Gesellschaft gehörenden Mitglieder werden mit Urkunde und einem kleinen Präsent geehrt. Leider konnten nur 4 der Mitglieder zur Verleihung beim Kolloquium anwesend sein. In diesem Jahr sind es insgesamt 18 Personen:

Herr Dr.-Ing.	Gerd	Bödecker
Herr	Rainer	Bonorden
Herr	Heiko	Brandt
Herr Dr.-Ing.	Jürgen	Bremer
Herr	Joachim	Dehl
Herr	Wolfgang	Grimberg
Herr	Helmut	Groeneveld
Herr	Peter	Hachmann
Herr	Ewald	Henkel
Herr	Ude	Meyer
Herr	Hans	Mittendorf
Herr	Helmut	Müller
Herr	Werner	Nolte
Herr	Wilhelm	Steinhauer
Herr	Martin	Strerath
Herr	Friedrich-W.	Vogel
Herr	Gerhard	Walter
Herr Dr.-Ing.	Robert	Winter

## MITGLIEDERENTWICKLUNG

Der Schatzmeister, Herr Zeddies, gibt im Folgenden einen Überblick über die Mitgliederentwicklung, die sich wie folgt darstellt: Bestand lt. Verz. d. Schatzmeisters 2015: 491 Vollmitglieder, 85 Studierende, 10 VmRef.



**Mitgliederentwicklung  
1997-2015**

## KASSENBERICHT

Im Anschluss erfolgt die Vorstellung des Kassenberichts für das abgeschlossene Haushaltsjahr und die Darstellung der Entwicklung des Gesellschaftsvermögens.

### Jahresabschluss 2014-2015 (in Euro)

Bestand Girokonto am 01.10.2014	212,22
Summe Einnahmen	18.381,07
Summe Ausgaben	12.936,04
Bestand am 30.09.2015	<b>5.657,25</b>
Bestand TopZins-Konto am 01.10.2014	18.773,76
Zinseinkünfte	22,93
Umbuchung von TopZinskonto auf Girokonto	-4.000,00
Bestand am 30.09.2015	<b>14.796,69</b>
<b>Gesamtbestand am 30.09.2015</b>	<b>20.453,94</b>

## BERICHT DER KASSENPRÜFER, ENTLASTUNG DES VORSTANDES

Der Jahresabschluss per 30.09.2015 wurde von den Kassenprüfern Witte und Dr. Willgalis am 12.11.2015 geprüft. Die Prüfung der Buchungen ergab keine Beanstandungen. Es erfolgte die Entlastung des Schatzmeisters und des Vorstandes durch die Mitglieder, welches einstimmig beschlossen wurde.

## HAUSHALTSPLAN 2015/2016

Der Schatzmeister präsentiert den Haushaltsplan 2015/2016, wie die folgende Tabelle zeigt. Herr Zeddies stellt folgenden Beschlussantrag: *die Mitgliederversammlung stimmt dem Haushaltsplan 2014/2015 zu.* Dieser Antrag wird ohne Gegenstimme angenommen.

Der Haushaltsplan für das Geschäftsjahr 01.10.2015 – 30.09.2016 ist wie folgt genehmigt:

<b>Bestand am 01.10.2014</b> (Girokonto, Festgeldkonto)	<b>20.453,94 €</b>
<b>Einnahmen</b>	
Mitgliedsbeiträge	13.000,00
Sonstiges (Zuschuss von der Leibniz-Universitäts- gesellschaft, Spenden, Zinsen)	1.500,00
<b>Summe Einnahmen (gerundet)</b>	<b>14.500,00 €</b>
<b>Ausgaben</b>	
Walter-Großmann-Preis 2015	2.000,00
Bachelor-Preis 2015	500,00
Förderung der Geodätischen Exkursion	2.500,00
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	700,00
Mitgliedsbeitrag Leibniz-Universitätsgesellschaft	1.800,00
Fördererheft (Druckkosten und Versand)	4.000,00
<b>Summe Ausgaben</b>	<b>17.500,00</b>
<b>Voraussichtlicher Bestand am 30.09.2016 (gerundet)</b>	<b>17.500,00</b>

## PR-KONZEPT DER FACHRICHTUNG

Herr Prof. Voß berichtet ausführlich über die Aktivitäten, die aufgrund des 2014 erarbeiteten PR-Konzeptes stattfinden, die hier im Protokoll nicht wiedergegeben werden. Dazu wird hier auf die Ausführungen zu den Maßnahmen „GeoWerkstatt“, „SchülerTalentAkademie“ und „Presse-spiegel“ auf den Internetseiten der Fachrichtung verwiesen. Im diesem Berichtsheft sind bereits Informationen zu den PR-Aktivitäten der Fachrichtung an anderer Stelle gegeben. Herr Voß bedankt sich bei den Förderern für die finanzielle Unterstützung.

Im Sommer wurde eine Mitgliederbefragung durchgeführt, um einen konkreten Überblick über das Potenzial für die geplante Informations- und Austauschbörse zu erhalten. Diese von Herrn Jahn angeregte Plattform soll immer den konkreten Bezug zur Fachrichtung in Hannover haben und einen Informationsaustausch zwischen Berufserfahrenen und Studenten ermöglichen. Herr Timmen gibt einen Überblick über die von 50 Mitgliedern eingegangenen Antworten. Sie sind überwiegend positiv. Die Mehrheit der Antwortenden hat eine Leitungsfunktion im öffentlichen

Dienst oder als ÖbVI inne und ist bereit, sich aktiv an der Austauschplattform zu beteiligen. Ein erster Entwurf der geplanten Internetseiten wird vorgestellt.

## BERICHT DER UNIVERSITÄT

Der Bericht der Universität wird in diesem Jahr von Herrn Prof. Christian Heipke vom IPI gegeben. Auf eine ausführliche Darstellung des Inhaltes dieses Vortrags, insbesondere was die Institutsaktivitäten (Projektarbeiten) betrifft, wird hier verzichtet, da viele Details in diesem Berichtsheft publiziert sind. Im Folgenden sind einige markante Ereignisse und Veränderungen genannt.

- Der langjährige Mitarbeiter Uwe Holz ist im Januar 2015 verstorben.
- Herr Prof. Voß ist seit Oktober 2015 Dekan der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie. Im Oktober wurde er auch Sprecher der Forschungsinitiative TRUST der Leibniz Universität (Transdisciplinary Rural and Urban Spatial Transformation).
- Prof. Neumann wurde als ordentliches Mitglied in die Deutsche Geodätische Kommission aufgenommen.
- Prof. Kutterer hat von Prof. Grünreich den Lehrauftrag für „Geodateninfrastrukturen“ übernommen.
- Prof. Sester ist seit Januar 2015 Vizepräsidentin für Internationales der LUH und seit August Vizepräsidentin der Internationalen Kartographischen Gesellschaft (ICA).
- Prof. Heipke wurde vom Präsidenten der Brasilianischen Gesellschaft für Kartographie, Geodäsie, Photogrammetrie und Fernerkundung für seine Beiträge zur internationalen Zusammenarbeit, insbesondere mit Brasilien, mit dem Verdienstorden für Kartographie ausgezeichnet.
- Die Mitarbeiterzahlen haben sich 2015 zum Positiven verändert: das Geodätische Institut (GIH) zählt nun ca. 25 Mitarbeiter (9 Zugänge, 4 Abgänge), das Institut für Erdmessung (IfE) ca. 35 Mitarbeiter (5 Zu-, 4 Abgänge), das Institut für Kartographie und Geoinformatik (IKG) 15 Mitarbeiter (2 Zu-, 2 Abgänge) und das Institut für Photogrammetrie und GeoInformation (IPI) ca. 25 Mitarbeiter (3 Zugänge).
- Es gab 3 Promotionen am IfE (Miao Lin, L. Biskupek, T. Bandikova) und eine Promotion am IPI (Ch. Steiner).
- Bei den wissenschaftlichen Projekten sind besonders auffällig die Aktivitäten des IfE im Sonderforschungsbereich SFB 1128 geo-Q („Relativistic Geodesy and Gravimetry with Quantum Sensors – Future Sensors, Systems and Modeling“). Der SFB-Sprecher ist Prof. Flury. Der Start war der 1.10.2014 und Fördermittel sind zunächst für 4 Jahre bewilligt.

- Im Erstsemester des GuG Bachelorstudiums sind 49 Personen eingeschrieben, im Masterstudiengang 21 deutschsprachige und 4 englischsprachige Studierende und im Masterstudiengang Navigation und Umweltrobotik (NuUR) 10 Personen.

Prof. Heipke schließt damit, dass sich die Fachrichtung über die Beiträge der Förderer (Interesse und Beteiligungen, finanzielle Unterstützung) sehr freue.

## BERICHT DER FACHSCHAFT

Herr Stefan Thoben (Sprecher der Fachschaft) berichtet von den Aktivitäten der Fachschaft Geodäsie und Geoinformatik im Zeitraum 18.11.2014 bis 16.11.2015. 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. Weiterhin wurde bei einigen Veranstaltungen auch Essen und Getränke gereicht. 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 mitunterstützt. 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 Espoo teil (International Geodetic Student Organisation). Es wird von den Treffen des 6. und 7. KonGeoS (Konferenz der GeodäsieStudierenden) berichtet, die im SS2015 an der Universität Bonn und im WS 2015/16 an der Jade Hochschule Oldenburg stattfanden. Im Vorstand des KonGeoS sind 2 Mitglieder aus Hannover vertreten.

Die erhaltenden Fördermittel der Förderergesellschaft wurden im Wesentlichen für die An- und Abreise zum KonGeoS- (Bonn) und zum IGSM-Treffen (Finnland) verwendet.

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

## BERICHT ZUR GROßEN GEODÄTISCHEN EXKURSION 2015

Steven Mohrland stellt die Große Geodätische Exkursion vor, die in diesem Jahr Stationen in Norddeutschland beinhaltete und in der Zeit 21.-25. September stattfand. Sie umfasste folgendes Programm:

Mo, 21.09., Bremen: Werksführung OHB-System AG, Institutsführung Zentrum für Angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation (ZARM);

Di, 22.09., Bremen: Werkstour Airbus, Stadtbesichtigung und Nachwächertour;

Mi, 23.09., Bremerhaven: Institutsführung Alfred-Wegener-Institut (AWI), Institutsführung Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES);

Do, 24.09., Wilhelmshaven: Vorträge und Laborführung im Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum;

Do, 24.09., Norderney: Vortrag am Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN);

Fr, 25.09., Papenburg: Werkstour u. Besucherzentrum Meyer Werft.

In einem reich bebilderten Vortrag, konnte man einen guten Eindruck über den Verlauf der Exkursion bekommen. Ein ausführlicher Exkursionsbericht wird in diesem Berichtsheft veröffentlicht. Für die Unterstützung wird den Förderern gedankt.

## VERSCHIEDENES

Die nächste Mitgliederversammlung wird auf den **15.11.2016** datiert.

### ABSETZBARKEIT VON MITGLIEDSBEITRÄGEN

Die Mitgliedsbeiträge an die Förderergesellschaft 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 BACHELOR-PREIS 2017 DER FÖRDERERGESELLSCHAFT

Für den Förderpreis gelten folgende Rahmenbedingungen:

### 1. Förderpreis an Bachelor der FR Geodäsie und Geoinformatik

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

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. Der Bachelor 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 Oktober 2015 bis Dezember 2016 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 jeweils bis zum Ende des Jahres 2016 an die Geschäftsstelle der Förderergesellschaft 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 aus dem erweiterten Vorstand der Förderergesellschaft zusammensetzt.
- 3.4. Die Verleihung des Fördererpreises erfolgt im Rahmen des Geodätischen Kolloquiums.

### BERICHT ZUM 3-MONATIGEN AUSLANDSAUFENTHALT VON ROMAN SEIDEL IN TORONTO (FREIWILLIGER FORSCHUNGS-AUFENTHALT)

Durch persönliches Interesse, aber auch aufgrund der steigenden Anforderungen in der Industrie, Verwaltung und Wissenschaft, entschied ich mich einen Teil meines Studiums im Ausland zu verbringen. Da ich innerhalb Europas schon einige Orte kennengelernt habe, war schnell klar, dass es etwas „weiter weg“ gehen sollte. Die Wahl fiel schlussendlich auf die „York University“ in Toronto, die im Bundesstaat Ontario in Kanada gelegen ist.

Also machte ich mich am 01. April 2015 auf die Reise nach Toronto. Um das Angenehme mit dem Sinnvollen zu verbinden, reiste ich zunächst einen Monat durch die Vereinigten Staaten sowie dem Osten Kanadas. Besonders hervorheben möchte ich hier die beeindruckende Metropole New York City und einen einwöchigen Ausflug in den Bundesstaat Florida, der von Großstädten (Miami) bis hin zu Nationalparks (z.B. den Everglades) vieles zu bieten hat. Der Osten Kanadas ist wie der Rest des Landes nur in einem Streifen von 150 km zur Grenze der Vereinigten Staaten dicht bevölkert. Nördlich davon beginnt die „echte kanadische Natur“ mit zahlreichen kleinen Seen, oft eingebettet in Nationalparks, von denen ich einige per Kanu oder zu Fuß erkunden durfte.

Toronto selbst ist mit etwa 2,8 Mio. Einwohnern die größte Stadt Kanada-



***Kanutour durch die Toronto Islands***

das. Dort begann nun meine Zeit als „Research Assistant“ an der York University am 01. Mai 2015. Die York University selbst zählt flächenmäßig zur größten und studentenmäßig (ca. 7000 Mitarbeiter und 54000 Studierende) zur drittgrößten Universität Kanadas. Da im Zeitraum von April – September in Kanada Semesterferien für die Studierenden sind, war es am Campus recht ruhig, sodass ich mich meinem Thema



**Institutsgebäude auf dem Campus der York University**

“Tracking on detection of objects at video surveillance data“, das ich als Masterstudent im GeoICT – Laboratory bearbeiten durfte, widmen konnte. Betreut wurde ich von Prof. Dr. Gunho Sohn vom Department of Earth & Space Science & Engineering.

Die Mitarbeiter des Labs – dies sind Masterstudenten, Doktoranden und PostDocs - beschäftigen sich vorwiegend mit Fragestellungen für Anwendungen hinsichtlich intelligenter

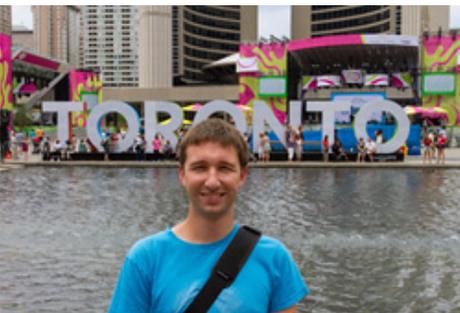
Transportsysteme, Verkehrsmanagement, Katastrophenmanagement, 3D urban mapping, Fahrzeug-/Personenverfolgung, Forstwirtschaft, Erschließung von Energiequellen und vielen anderen mehr.

Meine Aufgabe im Hinblick auf o.g. Thema war zunächst die Evaluierung des Standes der Forschung und Technik im Bereich Detektion / Tracking von Personen in Videoüberwachungsdaten. Im speziellen Fall wurden diese Daten dem Campus und am örtlichen Highway aufgezeichnet. Eines der aktuellen „state-of-the-art“ – Ansätze zur Erkennung von Personen in Bildsequenzen aus Pan-Tilt-Zoom (PTZ) – Kameras wurde auf die vorhandenen Daten angewandt. Weiterhin wurde ein Tracking – Ansatz dazu verwendet die zuvor detektierten Bounding-Boxen der Personen zu verknüpfen. Dieser Ansatz enthielt zusätzlich eine Segmentierung der Personen, sodass Verdeckungen der Objekte im Bild bis zu einem gewissen Grad gehandhabt werden können.

Weitere spannende Einblicke mit den Kooperationspartnern des Labs und der häufig damit verbundenen anwendungsbezogenen Forschung konnte ich durch Besuche von verschiedenen Firmen gewinnen. Dazu zählte z.B. die Firma Fugro Roadware, die u.a. damit beschäftigt ist, mittels eigenen Mobile-Mapping-Systemen den Zustand von Fahrbahnen zu

erfassen und zu überwachen. Hierbei ging es insbesondere um Untersuchungen hinsichtlich Auftreffwinkel und Intensität des Laserstrahls auf der Bodenebene.

Weiterhin stand ein Besuch der Betreiberfirma der Mautstrecke Highway 407, welche am Westzipfel des Ontario-Sees entlang führt, auf dem Programm. Dort ging es u.a. darum, die Nummernschilder der passierenden Fahrzeuge auch unter schwierigen



**City Hall Toronto und PanAm Games 2015**

Beleuchtungssituationen automatisch zu erfassen bzw. deren Zuverlässigkeit der Erkennung zu steigern. Dies dient dazu, die anfallenden Mautgebühren automatisiert von den Nutzern der Streckenabschnitte zu erheben.

Ein weiterer wesentlicher Höhepunkt meines Auslandsaufenthalts war der Besuch der Konferenz „Computer Vision and Pattern Recognition“, die im Jahr 2015 in Boston (Bundesstaat Massachusetts) in den USA stattfand. Die Stadt Boston liegt nur etwa 900 km von Toronto entfernt, sodass es wenig aufwändig war, für 4 Tage dorthin zu reisen und Erfahrungen rund um Photogrammetrie, Computer Vision, Machine Learning und weiteren artverwandten Fachdisziplinen zu sammeln. Zurück in Toronto ging es nun darum, die neuen Ansätze im Bereich Object-Tracking aufzuarbeiten und der Gruppe von Prof. Dr. Sohn zu präsentieren.

Schlussendlich war dies eine Erfahrung, die ich nicht missen möchte und die fachlich sowie persönlich sehr bereichern war. Der Förderergesellschaft der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität möchte ich herzlich für die finanzielle Unterstützung danken.

## EIN SEMESTER BEI DEN KIWIS: AUSLANDSSEMESTER IN NEUSEELAND – EIN REISEBERICHT VON INGA JATZKOWSKI

Neuseeland - Geburtsland des Bungy-Jumpings, Heimat von Kiwis und Hobbits, und für die nächsten 5 Monate sollte es auch die meine sein. Nach 27 Stunden Flug war es in Auckland schon um 8 Uhr morgens deutlich wärmer als in Hannover, ein Hoch auf den neuseeländischen Spätsommer. Meinen Koffer hatte ich leider in Dubai überholt, so dass ich den ersten Tag erst einmal ohne Gepäck dastand. Dafür hatte ich das Glück bereits auf dem Hinflug, beim Zwischenstopp in Perth, eine meiner zukünftigen Mitstudierenden zu treffen, mit welcher ich tatsächlich das gesamte Semester zwei meiner Kurse zusammen hatte. Zufälle gibt es manchmal.

Die Wohnungssituation in Auckland sah dafür nicht ganz so rosig aus, Wohnungen in der Nähe der Innenstadt, und damit auch der University of Auckland, sind heiß begehrt und ebenso heiß in Sachen Mietpreis. Aber ich hatte Glück und pünktlich zum Semesterstart konnte ich vom Hostel in mein temporäres Zuhause umziehen, ein Haus im schönen Stadtteil Grey Lynn, nur 10 Busminuten von der Innenstadt entfernt und für Auckland sogar ziemlich günstig.

Die erste Uni-Woche war zum Glück noch recht entspannt, in einer Orientierungswoche haben wir den Campus erkundet und alle wichtigen Einrichtungen kennengelernt nur um sie dann einen Tag später nicht mehr wieder zu finden. Aber dank der Uni-App hat man am Ende dann trotzdem den Weg zum richtigen Gebäude gefunden. Ich hatte ins-



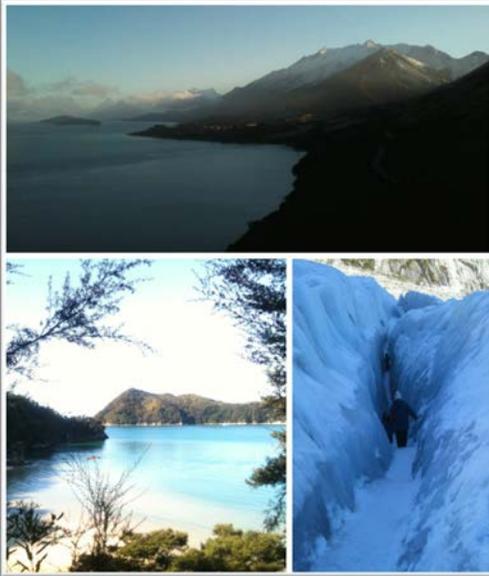
gesamt vier Kurse belegt, was einem normalen neuseeländischen Semesterpensum entspricht. Einer davon war leider eine Fehlentscheidung, da mein Interesse für Datenbanken doch erheblich geringer ausfiel als angenommen. Ist ja nicht so als hätte man mich nicht vorgewarnt!

Meine anderen Kurse waren dafür umso besser. Einen Robotik-Kurs hatte ich mir ausgesucht, in dem von mobiler Robotik bis zur seriellen Kinematik alles dabei war, sogar ein Projekt gab es, indem auf einem Pioneer-Roboter eine kleine Search-and-Rescue Aufgabe gelöst werden

musste. Außerdem hatte ich einen Kurs in Richtung Künstliche Intelligenz gewählt, der fast vollständig darin bestand, Paper zur Entwicklung und zum aktuellen Stand intelligenter System zu lesen, präsentieren und diskutieren. Ein Kursformat welches ich zumindest in den Naturwissenschaften und der Informatik in Deutschland so noch nie hatte. Das war auf jeden Fall eine interessante Erfahrung und auch nicht weniger anspruchsvoll als meine anderen Kurse.



Mein vierter Kurs war ein Computer Vision Kurs der von einem leicht zu erzürnenden ausgewanderten Franzosen unterrichtet wurde, der allerdings wirklich gut erklären konnte. Als Bonus haben wir am Semesterende auch noch eine Exkursion nach Leigh, ca. 2 Stunden nördlich von Auckland, gemacht, wo sich ein Marinereservat und ein Außenposten der Biologie Fakultät befindet. Die Biologen hatten nämlich die Bitte gehabt, ob wir nicht mit den Quadcoptern und Stereokameras die Floodplains also im Grunde das Watt bzw. den Meeresboden bei Ebbe vermessen könnten. Also sind wir 2 Tage im Juni im Watt herumgestiefelt und haben die Dronen fliegen lassen bis der Akku schlapp gemacht hat. Und das bei dem neuseeländischen Äquivalent zum norddeutschen Dreckwetter: grau, kalt und nass mit sporadischem Nieselre-



gen. Spaß gemacht hat es trotzdem!

Leider geht so ein Semester immer viel schneller vorbei als man denkt und auch als man gerne möchte. Gefühlt hatte das Semester vor zwei Wochen erst angefangen und schon standen die Prüfungen vor der Tür. Aber so ist das ja meistens, am Ende war die Zeit viel zu kurz. Schon hieß es Abschied nehmen von neuen Freunden und Mitbewohnern, obwohl dies mit einem weinenden und einem lachenden Auge geschah, da nach Semesterende endlich ein wenig Zeit war Neuseeland zu bereisen und diese wunderschöne und fantastische Natur live zu erleben. Zusammen mit einer Freundin aus

Deutschland habe ich im Anschluss an das Semester eine dreiwöchige Bustour quer über beide Inseln gemacht, habe Surfen gelernt, Glühwürmchen in Tropfsteinhöhlen gefunden, Gletscher erklommen, Fjorde befahren, und die wahrscheinlich schrecklichste Schiffsüberfahrt meines Lebens gehabt. Vier Meter hohe Wellen, Wind von schräg von vorn und einlaufendes Wasser (nicht ins Schiff zum Glück, nur in die Meerenge zwischen den beiden Inseln). So seekrank war ich in meinem ganzen Leben noch nicht!

Aber es sollte sich lohnen. Die Südinself war landschaftlich noch spektakulärer als die Nordinsel mit majestätischen Bergen, türkisblauen Gletscherseen und dazwischen wieder weite Ebenen von Grasland und im Nordwesten sogar Weinanbaugebieten. Und der Sternenhimmel! Die Südinself hat Teile, die zu Lichtschutzgebieten erklärt wurden, dort wird in der Nacht sämtliche Außenbeleuchtung gelöscht und man hat einen Sternenhimmel, den habe ich so noch nie erlebt.

Ich kann es kaum erwarten zurückzukehren!

Vielen herzlichen Dank noch einmal an die Förderergesellschaft für ihre finanzielle Unterstützung, die mir das Semester ein wenig erleichtert hat.

## LUHBOTS, DAS ROBOCUP@WORK-TEAM DER LEIBNIZ UNIVERSITÄT HANNOVER, WIRD WELTMEISTER MIT DEN NUUR-STUDENTEN JENS HÜBNER UND SVEN KRAUSE



**Das Weltmeisterteam 2015:  
LUHbots**

Während unseres Masterstudiums in Navigation und Umweltrobotik, haben wir uns dem RoboCup Team der Leibniz Universität Hannover, den LUHbots, angeschlossen. Dort haben wir die Möglichkeit unsere Fähigkeiten in der Praxis zu erproben. Das Team nimmt seit 2012 an den RoboCup Events in der @Work Liga teil.

Der RoboCup ist eine Organisation, die sich zum Ziel gesetzt hat, im Jahr 2050 gegen den menschlichen Fußball Weltmeister mit einem Team aus Robotern anzutreten. Innerhalb des RoboCups haben sich verschiedene Ligen gebildet. Darunter diverse Fußball Ligen, wie die Mid-, Teen- oder Adultsize Liga, die Rescue Liga, in der es um die Suche nach

Überlebenden in Katastrophenszenarien geht, die @Home, in der es um Robotik im häuslichen Umfeld geht, und die @Work Liga. Sie beschäftigt sich mit Robotern im industriellen Umfeld. Dabei wird von den meisten Teams ein Roboter der Firma KuKa, der YouBot, eingesetzt, wobei auch jeder andere autonome Roboter eingesetzt werden kann, der bestimmte Kriterien erfüllt. Mithilfe dieses Roboters sollen innerhalb des Wettkampfs verschiedene Aufgaben gelöst werden, unter anderem das Navigieren in einer dynamischen Umgebung und das präzise Ablegen, Erkennen und Einsammeln von Werkstücken. Diese Werkstücke sind dem industriellen Umfeld entnommen, unter anderem müssen Schrauben, Muttern, Alu-Profile und Hülsen eingesammelt werden. Der gesamte Wettkampf unterteilt sich in mehrere Aufgaben, sogenannte Tests. Es gibt verschiedene Tests, in denen es darum geht, möglichst viele Punkte in möglichst kurzer Zeit zu sammeln.

Der Austragungsort des RoboCups wechselt jährlich, sodass das Team in den vergangenen Jahren unter anderem an Weltmeisterschaften in Mexiko, den Niederlanden und Brasilien teilgenommen hat. Dieses Jahr wurde die Weltmeisterschaft vom 16.07.2015 bis zum 23.07.2015 in China ausgetragen. Da wir in diesem Jahr schon in Magdeburg die GermanOpen gewonnen hatten, wollten wir auch den Weltmeistertitel holen. Die Weltmeisterschaft fand in einer nach chinesischen Maßstäben kleinen Stadt in Hefei (Provinz Anhui) statt. Hefei liegt etwa 400 Kilometer westlich von Shanghai und unsere Anreise führte uns mit dem Flugzeug von Hannover über Amsterdam und Peking, nach Shanghai und schließlich mit dem Zug weiter nach Hefei. Alles in allem waren wir ins-

gesamt knapp einen Tag lang unterwegs, um von Hannover aus nach Hefei zu reisen.

Die Stadt liegt im Inland von China und als wir ankamen, war dort Sommer. Dies bedeutete in Hefei mindestens 25° Celsius bei gefühlten 100% Luftfeuchtigkeit, was ein unerträglich drückendes Klima schuf. Zum Glück für uns, ist die Luftverschmutzung in China so hoch, dass die Sonne durch den Smog verdeckt wurde und nur sehr diffus schien, was das Wetter ein wenig erträglicher machte. Wir kamen am späten Abend am Bahnhof an und wurden sofort von Helfern in Busse geleitet, die uns zu unserem Hotel brachten. Am nächsten Morgen machten wir uns auf zu unserer Wettkampfstätte. Die erste Fahrt zur Messehalle war etwas gewöhnungsbedürftig. In den Taxis in China gibt es für die Leute auf der Rückbank leider keine Anschnallmöglichkeiten, dies ist nur als Beifahrer möglich. Außerdem machte keiner der Fahrer Anstalten, bei einem Spurwechsel zur Seite zu gucken, sondern lediglich zu hupen und dann einfach die Fahrbahn zu wechseln. Dieses System war am Anfang etwas ungewohnt, scheint aber gut zu funktionieren, sodass wir in der Woche, in welcher wir da waren, keinen einzigen Unfall gesehen haben.



**Der Austragungsort des RoboCups**



**Präsentation der Firma Robotis**



**Präsentation eines Service robots**

Der RoboCup selbst fand in einer Messehalle statt, die ungefähr zwei Kilometer von unserem Hotel entfernt lag. Sie war relativ schlicht gehalten und wurde von einer Menge Polizisten und Militärs bewacht. Die Halle war in mehrere Areale unterteilt, in denen sich die einzelnen Ligen befanden. Auch viele Firmen aus dem Umland von Hefei und Shanghai waren anwesend, um ihre neuesten Produkte und Technologien zu zeigen. Die folgenden sieben Tage verbrachten wir von morgens um 9 Uhr bis abends um 11 Uhr in besagter Messehalle. Dabei haben wir uns mit Einkäufen in der näheren Umgebung und mit Fastfood aus der Halle am Leben erhalten. Das Essen aus der Halle war jeden Tag ein neues Abenteuer. Meistens gab es eine Art Fleisch mit Gemüse und Reis. Ab und zu gab es dazu entweder Algen oder Pilze, meistens eine Art, die aussah wie Morcheln oder Pfifferlinge. Alles in allem gab es nur eine Sache, die konstant gut bzw. schlecht geschmeckt hat, und das waren Fertignudelsuppen, die wir im örtlichen Supermarkt gekauft haben.

Der Ablauf einer Veranstaltung, wie der RoboCup, läuft immer nach demselben Schema ab. Die ersten Tage hat jedes Team Zeit, seinen Roboter und die Infrastruktur aufzubauen und die Software an die örtlichen Gegebenheiten, wie den Lichtverhältnisse und der Arena, anzupassen. Bei der Einrichtung der Infrastruktur hatten wir am Anfang einige Probleme, die aber innerhalb der ersten Tage gelöst werden konnte. Besonders schwierig gestaltete sich dabei die Beschaffung einer Internetverbindung an unserem Arbeitsplatz. Wir versuchten einen Tag lang eine Internetverbindung an unserem Arbeitsplatz zu bekommen. Dies endete jedesmal damit, dass sehr viele Vorgesetzte von verschiedenen Leuten geholt wurden, die uns jeweils eine Übergangslösung anboten, bis sie das Problem mit ihrem Vorgesetzten geklärt hätten. Letztendlich wurde die Übergangslösung dann zu einer Lösung mit der wir alle leben konnten und wir hatten nun endlich Zugang zum Internet. Die Freude darüber währte allerdings nicht allzu lange, da die Regierung sehr viele Seiten gesperrt hatte, zum Beispiel Google, Gmail und Facebook. Diese Seiten konnten nur über eine VPN-Verbindung erreicht werden, was allerdings eine ziemliche Geduldprobe war, weil der Aufbau der Seite teilweise bis zu einer Minute in Anspruch nahm.

Nach der Vorbereitungszeit begann der dreitägige Wettkampf. Während des ersten Wettkampftags wurden erste Tests, wie der "Basic Navigation Test", der "Basic Manipulation Test" und der "Precision Placement Test" durchgeführt. Nach diesem Tag hatten wir noch mit einigen Problemen in der Navigation zu kämpfen, konnten uns aber konstant auf dem zweiten Platz halten. Am zweiten Tag, stand dann der "Basic Transportation Test", der "Extended Transportation Test" und das Halbfinale an. In allen drei Tests wurden wir erster und konnten uns dadurch auf Platz eins in der Gesamtplatzierung vorkämpfen. Das Finale am letzten Tag konnten wir dann etwas entspannter angehen lassen.



*Siegerehrung*



*Der Pokal*

Der letzte Tag begann für uns um 10 Uhr mit dem Finale, welches eine Kombination aus "Precision Placement" und "Basic Transportation Test" war. Während des Finales waren wir kurz davor, den Test abzubrechen,

weil sich ein Objekt an den Greifern des Roboters festgeklemmt hatte. Durch einen Fehler in der Bildverarbeitung und im Aufgabenplaner unseres Roboters konnte er das Objekt ablegen, leider am falschen Ort, und weitere Aufgaben abarbeiten. Dank diesem Fehler in unserer Software konnten wir den Lauf fortsetzen und innerhalb der vorgegebenen Zeit abschließen. Nach dem Finale ging es schnellstmöglich ans Zusammenpacken unserer Sachen, sodass wir nach der Siegerehrung in unser Hotel zurückkehren konnten. Die Siegerehrung fand in einem großen Saal in der Halle statt, dabei war auffällig, dass es jeweils eine Kamera gab, die auf die Bühne gerichtet war und eine auf das Publikum.

Am Tag nach der Siegerehrung fuhren wir dann mit dem Zug zurück nach Shanghai, dort hatten wir noch zwei Tage Zeit, bis zum Rückflug. Shanghai ist eine interessante Stadt. Im Umland von Shanghai leben 25 Mio. Menschen und das spürt man. In europäischen Städten sieht man selten so viele Menschen auf einmal, wie dort. Speziell in der U-Bahn musste man sich einfach durch die Menschenmenge in die Bahn schieben, was für uns noch leicht machbar war, weil wir größer als die meisten Chinesen waren. Aber es sind auch Kinder und ganze Familien mit der U-Bahn gefahren, die sich in der Bahn aneinander klammerten, um ja nicht von den aussteigenden Menschen mitgerissen zu werden.

Das Ein- und Aussteigen war ein einziges drücken und schieben, weil es nur ein Zeitfenster von 20 Sekunden gibt, in denen alle Fahrgäste ein- und aussteigen können. Danach schließen die Türen mit einem immens starken Druck, sodass man Angst haben muss zerquetscht zu werden. Neben der U-Bahn gibt es in Shanghai aber auch viele andere sehenswerte Dinge. Vor allem die Innenstadt, den Bund, das Aquarium, den Tempel des Stadtgottes, die Altstadt und den Yu-Yuan Park aus der Ming-Dynastie.



*Der Bund*



*Die East Nanjing Road*

Die Innenstadt besteht aus einer Straße, der East Nanjing Road, an welcher sich alle größeren Geschäfte befinden und diversen kleinen Nebenstraßen. Geht man die East-Nanjing Road entlang, kann der Eindruck entstehen, dass man sich in einer beliebigen europäischen Großstadt befindet. Geht man aber ein bis drei Straßen parallel zur East Nanjing

Road, befindetet sich man in einer ganz anderen Welt. In diesen Straßen befinden sich viele kleine Garküchen, die Elektrokabel hängen über die Straße in einem einzigen Durcheinander, die Gebäude sind nicht mehr so neu und die Straßen sind schmutziger. Nach zwei Tagen Aufenthalt in Shanghai mussten wir uns leider wieder auf den Rückweg nach Deutschland machen. Der Rückflug hat leider nochmal genauso lange gedauert, wie unser kompletter Aufenthalt in Shanghai. Unsere Route führte uns ursprünglich von Shanghai über Guangzhou und Amsterdam nach Hannover. Durch diverse technische Pannen, Unwetter und Verspätungen flogen wir letztendlich über London nach Hannover und brauchten statt 19h, 55h mit zwei ungeplanten Übernachtungen in Shanghai und Guangzhou.



*Shanghai abseits der East Nanjing Road*     *Innenstadt von Shanghai*

Wir danken der Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik, dass sie uns bei dieser Reise unterstützt hat. Alles in Allem war diese Reise ein Erlebnis, das wir nicht missen möchten. Wir haben eine Kultur kennengelernt, die sich grundsätzlich von der europäischen unterscheidet, wurden Weltmeister und haben auf dem Wettkampf wertvolle Erfahrungen gesammelt, die uns in unserem beruflichen Werdegang weiterbringen werden.

# ANHANG - PERSONELLES

## GEODÄTISCHES INSTITUT

### MITARBEITER

**Prof. Dr.-Ing. Winrich Voß**, Flächen- und Immobilienmanagement  
(Geschäftsführender Leiter bis 30.09.2015)

**Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann**, Ingenieurgeodäsie und geodätische  
Auswertemethoden (Geschäftsführender Leiter ab 01.10.2015)

**Dr.-Ing. Hamza Alkhatib**, AG-Leiter “Geodätische Auswertemethoden”

**M.Sc. Keno Bakker**, Interoperabilität von Geodaten am Beispiel  
aktueller Aufgaben der Wertermittlung

**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. Alexander Dorndorf**, Immobilienbewertung in kaufpreisarmen  
Lagen durch ein robustes Bayesisches hedonisches Modell (ab  
01.03.2015)

**Dipl.-Ing. Ilka von GösseIn**, Effizienzoptimierung und Qualitäts-  
sicherung ingenieurgeodätischer Prozesse im Bauwesen

**Karin Hapke**, Geschäftszimmer

**Dipl.-Ing. Jens Hartmann**, Entwicklung neuer Konzepte für die  
Sensorfusion beim kinematischen terrestrischen Laserscanning

**Uwe Holtz**, Gerätewart, (verstorben am 31.01.2015)

**Dipl.-Ing. Sebastian Horst**, (bis 31.03.2015), Sensornetze,  
Industrievermessung

**M.Sc. Rony Ali Kelting**, Sensorik und Labore (ab 15.10.2015)

**M.Sc. Isabelle Klein**, (bis 31.01.2015), Engagement im ländlichen  
Raum

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

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

**Dipl.- Geol. Nadja Reusch**, Geschäftszimmer (ab 01.11.2015)

**Dr.-Ing. Markus Schaffert**, Branding von Stadt-Land-Regionen durch  
Kulturlandschaftscharakteristika (ab 01.01.2015)

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

**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 (ab  
01.06.2015)

**M.Sc. Janetta Wodniok**, Geodätisches Monitoring (ab 01.02.2015)

**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

**Dipl.-Ing. René Gudat**, Markttransparenz am Grundstücks- und Immobili-  
enmarkt (extern)

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

**M.Sc. Shahzad Sayyad**, Doktorand im Bereich der Integration terrestri-  
sches Laserscanning mit Digitalkameras (extern)

**Dipl.-Ing. Sebastian Zaddach**, Doktorand im Bereich der Wertermittlung  
mit statistischen Methoden (extern)

## GÄSTE

**M.Sc. Chao Lin**, CSC-Stipendiat im Bereich Landmanagement,  
Doktorand der Renmin University China aus Beijing, absolvierte ein 1-  
jähriges CSC-Stipendium am Geodätischen Institut, Fachgebiet Flächen-  
und Immobilienmanagement. Er promoviert in der Doctoral School der  
Fakultät (School of Public Administration and Policy, Department of Land  
& Real Estate Management). Der Kontakt kam über seinen Betreuer,  
Assoc. Prof. Dr.-Ing. Weidong QU zustande (Promotion an der hiesigen  
Fakultät zu einem Thema aus der Grundstückswertermittlung). Herr Lin  
hat sich in Hannover mit einem Vergleich der Planungs- und  
Implementierungsstrategien im deutschen und chinesischen Land-  
management als Teil seiner Dissertation beschäftigt (01.10.2014 –  
30.09.2015).

**Dr. Guanlan Liu (M.Sc.)**, CSC-Post-Doc Stipendiatin im Bereich der  
geodätischen Deformationsanalyse (bis 30.06.2015)

**M.Sc. Mohammad Omidalizarandi**, Doktorand im Bereich der  
geodätischen Deformationsanalyse

**M.Sc. Izabela Wilczyńska**, Erasmus-Stipendiatin (01.01. – 31.08.2015)

**M.Sc. Xiang Yang Xu**, CSC-Stipendiatin im Bereich der TLS-basierten Verifikation von FEM-Modellen

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

## FWJ-FREIWILLIGES WISSENSCHAFTLICHES JAHR

**Dominik Woiwode**, Freiwilliges Wissenschaftliches Jahr (ab 01.09.2015)

## AUSLANDSAUFENTHALTE

Herr Voß hatte die Ehre, auf Einladung der School of Public Administration and Policy (SPAP) der Renmin University China als Keynote-Speaker und Gast am „Land and Real Estate Summit Forum 2015“ am 09./10. Mai 2015 in Beijing teilzunehmen. Die Internationale Conference unter dem Motto „Land, Housing and Urbanisation“ stand ganz im Zeichen der 30-Jahr-Feier des Department of Land & Real Estate Management, das 1985 als erstes seiner Art zu diesem Themenfeld in China gegründet wurde. Die School genießt hohes Ansehen in China, vertritt eine moderne, der nachhaltigen Entwicklung verpflichtete Ausrichtung des Land- und Immobilienmanagements und die führenden Professoren haben mit deutlicher Kritik am eigenen System nicht gespart. Die School produziert ca. 200 Absolventen jährlich, die heute nur noch zu 1/3 in den Staatsdienst gehen und mehrheitlich gefragte Fachleute in der Privatwirtschaft sind. Am Abend des 1. Tages fand ein großes, fröhliches Alumni-Fest mit Aufführungen der Studierenden statt. Im Anschluss mussten die chinesischen Professoren/innen ihre Trinkfestigkeit beweisen, denn jede/r ehemalige Student/in wollte mit ihrem/seinem Professor/in auf das Erreichte anstoßen.

## MITGLIEDSCHAFTEN IN NATIONALEN UND INTERNATIONALEN FACHGREMIIEN

**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

**Klein, I.:** Mitglied der Niedersächsischen Akademie Ländlicher Raum e. V. (ALR)

**Neumann, I.:** Ordentliches Mitglied der Deutschen Geodätischen Kommission (DGK) der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

Mitglied in der Sektion 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 005-03-01 AA "Geodäsie")

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 4.1.4 "Imaging Techniques"; position held: co-chair (07/2011 – 06/2015)

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

Mitglied im Vorstand des DVW Landesvereins Niedersachsen-Bremen;

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 der Deutschen Geodätischen Kommission (DGK) der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

Mitglied des Wissenschaftlichen Ausschusses und der Sektion „Land- und Immobilienmanagement“ der DGK

Sprecher der Forschungsinitiative 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 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  
Hannover

Mitglied als Wissenschaftsvertreter in der Arbeitsgruppe Liegenschafts-  
politik im Bündnis „Bezahlbares Wohnen und Bauen“, eingerichtet beim  
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit,  
Berlin.

**Zaddach, S.:** Mitglied der gif – Gesellschaft für immobilienwirtschaftliche  
Forschung e. V.

Nachwuchsbeauftragter des DVW Landesvereins Niedersachsen /  
Bremen e. V.

Associate Member European Real Estate Society

# INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

## MITARBEITER

**Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Müller**, 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**, GRACE, European Gravity Service for Improved Emergency Management (EGSIEM)

**M.Sc. Saniya Behzadpour**, SFB: Globale Schwerefeldbestimmung aus GRACE Daten, in Kooperation mit TU Graz (ab 01.02.2015)

**Dr.-Ing. Liliane Biskupek**, SFB: Semi-Analytische Satellitenbahn-berechnung

**M.Sc. Christian Bischof**, GNSS-Highrate und Beschleunigungen, Bürgernahes Flugzeug

**Dipl.-Ing. Phillip Brieden**, GOCE und künftige Satellitenmissionen

**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. Melanie Garmann**, Integrität und Navigation (ab 15.11.2015)

**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**, Antennenkalibrierung, Geomonitoring

**M.Sc. Thomas Krawinkel**, GNSS und Uhren

**Dipl.-Ing. Ortwin Krüger**, Technik (in Altersteilzeit seit 15.06.2012)

**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**, Global Gravity Field Modeling from satellite to satellite tracking data, GFR team, SFB Projects, B04, C01

**Dipl.-Ing. Wolfgang Paech**, Technik (bis 31.12.2015)

**M.Sc. Kim Pham**, EU Projekt Längenmessung (bis 30.06.2015)

**M.Sc. Le Ren**, DFG Projekt zu SWARM: GPS Ionosphärenmodellierung/ kinematische Orbits (ab 01.05.2015)

**M.Sc. Manuel Schilling**, DFG-Projekt: Quantengravimetrie

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

**M.Sc. Marios Smyrnaiois**, GNSS, Mehrwegeeffekte (bis 31.03.2015)

**Dr.-Ing. Sergei Svitlov**, DFG-Projekt: Laserinterferometrie für Absolutgravimetrie

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

**Dr.-Ing. Christian Voigt**, EMRP-Projekt: Gravity Potential for Optical Clock Comparisons (bis 14.10.2015, danach GFZ, Potsdam)

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

**M.Sc. Hu Wu**, Supported by China Scholarship Council (CSC), GOCE-Analyse

## GÄSTE

**Byron Tapley** und **Srinivas Bettadpur**, Center for Space Research, University of Texas at Austin, 27.-31.01.2015

**Ryosuke Nagasawa**, Dept. of Astronomical Science, School of Physical Sciences, The Graduate University for Advanced Studies (SOKENDAI), 23.-27.03.2015

## FWJ-FREIWILLIGES WISSENSCHAFTLICHES JAHR

**Adrian Abendroth** (bis 31.08.2015)

**Daniel Rotter** (ab 01.09.2015)

## EHRUNGEN

**Prof. (em.) Dr.-Ing. Wolfgang Torge** erhielt die Ehrenmitgliedschaft (Fellowship) der International Union of Geodesy and Geophysics, Prague, 1. July 2015.

## 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-Comm. SC2.4a "Gravity and Geoid in Europe"

Mitglied International Gravity Field Service (IGFS) Advisory Board

Advisor International Service for the Geoid (IGS)

Korrespondierendes Mitglied IAG Joint Working Group JWG 2.3 "Assessment of GOCE Geopotential Models"

**Müller, J.:** Sprecher der GGOS Satellite Missions Working Group (seit 2015)

Mitglied im wissenschaftlichen Beirat des GFZ (seit 1.1.2011)

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

International Laser Ranging Service (ILRS): LLR-Vertreter im ILRS Governing Board, Lunar Analysis Center, Analysis Working Group

Mitglied der DGK (Ausschuss Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften) sowie in der Abteilung „Erdmessung“, seit 25.11.2015 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

Stellvertretender 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 “Techniques and Metrology in Absolute Gravimetry”

Mitglied, IAG Working Group JWG 2.2 “Absolute Gravimetry and Absolute Gravity Reference System”

## AUSLANDSAUFENTHALTE

**Sujata Goswami** war eine Woche im März sowie 6 Wochen im Oktober/November an der TU Graz in der Gruppe von Prof. Mayer-Gürr, um an der Untersuchung von GRACE Ranging Residuen zu arbeiten.

**Santoshkumar Burla** war von November 2015 bis Januar 2016 am Department of Radio Science and Engineering der Aalto Universität in Helsinki in der Gruppe von Prof. Jaan Praks zum Studium der Attitude Control für Nanosatelliten.

## BESCHAFFUNGEN

Nach nun mehr als 14 Jahren guter Dienste haben wir unseren Volkswagen T4 verkauft. Er wurde bei vielen nationalen wie auch internationalen Messkampagnen genutzt.



Als Nachfolger haben wir im Januar 2015 einen Ford Transit Custom Kombi angeschafft, der auch schon bei diversen Messkampagnen eingesetzt wurde.

## 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

**M.Sc. Paul Czioska**, DFG-SocialCars – Bestimmung von geeigneten Haltestellenpositionen in flexible Nahverkehrssystemen

**M.Sc. Daniel Eggert**, Relevanzgesteuerte adaptive Erfassung und Visualisierung von 3D Geodaten (bis 31.05.2015)

**M.Sc. Yu Feng**, Data Mining in sozialen Netzwerken, Laserscanning; BMBF (seit 01.12.2015)

**M.Sc. Udo Feuerhake**, Dezentrale Interpretation von Bewegungstrajektorien

**M. Sc. Geoinf. Daniel Fitzner**, DFG-RainCars - Verteilte Erfassung des Niederschlags mit einem mobilen Geosensornetz

**Dipl.-Ing. Sabine Hofmann**, Landmarken basierte Positionsbestimmung

**Dipl.-Inf. Colin Kuntzsch**, Mustererkennung in Personentracks

**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 von hochgenauer Fahrspurgenometrie

### FWJ-FREIWILLIGES WISSENSCHAFTLICHES JAHR

**David Gläsner** (vom 01.09.2014 bis 31.08.2015)

**Hannah Rost** (ab 01.09.2015)

### GÄSTE

**Ayush Aggarwal**, Student des Indian Institute Of Technology Kanpur, Indien, besuchte das igk für 3 Monate vom 11.05. – 20.07.2015 im Rahmen eines DAAD-Stipendiums. Er beschäftigte sich mit der Gesten-/

Sprachsteuerung mit der Kinect 2, angewandt für die Interaktion mit einem (GoogleEarth-artigen) Globus unter Nutzung der WebMap-API Cesium. Die Tätigkeit umfasste u.a. die Bindung der Kinect-API an Cesium per C#, sowie das Training von exemplarischen Gesten und Sprach-Kommandos per Microsoft-Kinect-Software.

**Jiaqi Jason Liu**, Student an der Rice University, Houston (Texas), USA, besuchte das IKG für 3 Monate vom 18.05. – 24.07.2015 im Rahmen des DAAD-Rise-Programms. Er arbeitete im Projekt dynamischer Parkplatzkarten mit dem Thema „Learning On-street Parking Maps from Position Information of Parked Vehicles“.

## EHRUNGEN

M.Sc. Yu Feng erhielt für seine Leistungen im Master Geodäsie und Geoinformatik einen Sonderpreis der Victor Rizkallah-Stiftung für internationale Studierende.

## MITGLIEDSCHAFTEN IN NATIONALEN UND INTERNATIONALEN FACHGREMIIEN

**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)

Leiterin der Sektion Hannover der Deutschen Gesellschaft für Kartographie (DGfK)

Leiterin der AgA (Arbeitsgemeinschaft Automation in der Kartographie)

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)

# 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  
**Dipl.-Ing. Uwe Bolte**, Systemadministration  
**Dipl.-Ing. Jonas Bostelmann**, Mars Express Bilddatenauswertung  
**B.Sc. Uwe Breitkopf**, Systemadministration  
**M.Sc. Maximilian Coenen**, Analyse von Stereobildsequenzen (seit 01.11.2015)  
**Dr.-Ing. Richard Guercke**, Bildsequenzanalyse  
**Dr.-Ing. Karsten Jacobsen**, Geometrie von Luft- und Satellitenbildern  
**Dipl.-Ing. Tobias Klinger**, Personendetektion aus Bildsequenzen  
**M.Sc. Chen Lin**, Punktmerkmale und -deskriptoren  
**M.Sc. Alina Maas**, Änderungdetektion aus Luft- und Satellitenbildern (seit 01.06.2015)  
**Dipl.-Ing. Moritz Menze**, 3D-Personenrekonstruktion  
**Dipl.-Ing. Joachim Niemeyer**, Full-Waveform-Laserscanning  
**Dipl.-Ing. Andreas Paul**, Transferlernen in der Bilddatenklassifikation  
**Annette Radtke**, Sekretariat ISPRS  
**M.Sc. Martin Reich**, Photogrammetrie mit UAV  
**Claudia Sander**, Sekretariat  
**M.Sc. Lukas Schack**, Fusion optischer mit Radardaten  
**M.Sc. Alena Schmidt**, Laserscanning in Wattgebieten  
**M.Sc. Yujin Song**, Geometrische photogrammetrische Verfahren  
**Dr. Torge Steensen**, Fernerkundung und Biomasse  
**M.Sc. Jakob Unger**, Photogrammetrie mit UAV  
**Dipl.-Ing. Murat Ürün**, Nahbereichsphotogrammetrie (seit 01.07.2015, externer Doktorand von VW-Nutzfahrzeuge)  
**Dr.-Ing. Manfred Wiggenghagen**, Nahbereichsphotogrammetrie

## GÄSTE

- Prof. Raul Feitosa**, PUC Rio de Janeiro, Brasilien, Januar-August 2015, Modellbasierte Bildanalyse

**Dr. Tzu-Yi Chuang**, National Taiwan University, Juli 2014 - Januar 2015, Punktwolkenregistrierung

**Dr. Calgar Senaras**, Middle East Technical University, Ankara, Juni - November 2015, Probabilistische Bildanalyse

**Masashi Arai**, Geospatial Information Authority (GSI), Tsukuba, Japan, April 2015 - März 2016, Radarinterferometrie

**Prof. Miroslav Marceta**, Universität Belgrad, September - November 2015, Digitale Photogrammetrie in Serbien und Deutschland

**M.Sc. Kamila Pawłuszek**, Wroclaw University, Oktober 2015 - Februar 2016, SAR für Hangrutschungsgebiete

## EHRUNGEN



**Professor Dr.-Ing. habil. Christian Heipke** wurde am 06.05.2015 in Rio de Janeiro vom Präsidenten der Brasilianischen Gesellschaft für Kartographie, Geodäsie, Photogrammetrie und Fernerkundung, Paolo Cesar T. Trino, für seine Beiträge zur internationalen Zusammenarbeit, insbesondere mit Brasilien, mit dem Verdienstorden (Comendador) für Kartographie ausgezeichnet.

Der DAAD Hochschulpreis 2015 wurde Herrn **M.Sc. Chen Lin**, Doktorand am IPI, für seine hervorragenden wissenschaftlichen Leistungen verliehen, die er in Verbindung mit beispielhaftem sozialen Engagement erbracht hat. So hat er nicht nur seine inzwischen sehr guten Deutschkenntnisse in den Dienst einer chinesischen Delegation gestellt, die im September die Landesvermessung in Hannover besuchte, sondern hat sich auch intensiv um einen Kollegen aus Taiwan gekümmert, der leider während seines Aufenthaltes am IPI ernstlich krank wurde.



**Präsd- Prof. Epping (links), Chen Lin**

Den Preis hat Chen Lin am 09.12.2015 im Leibnizhaus aus den Händen des Präsidenten der Leibniz Universität, Prof. Epping, empfangen.

## MITGLIEDSCHAFTEN IN NATIONALEN UND INTERNATIONALEN FACH-GREMIEN

**Heipke, C.:** Generalsekretär 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)

Korrespondierendes Mitglied der International Academy of Astronautics

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 für das Forschungslabor MATIS

**Jacobsen, K.:** Stellvertretender Vorsitzender der ISPRS Arbeitsgruppe I/4 „Geometric and Radiometric Modeling of Optical Airborne and Spaceborne 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 Vorsitzender der ISPRS Arbeitsgruppe IV-2 "Stand der globalen Geodatenverfügbarkeit"

**Rottensteiner, F.:** Vorsitzender der ISPRS Arbeitsgruppe III/4 "3D Scene Analysis"

Schriftleiter der Zeitschrift "Photogrammetrie Fernerkundung Geoinformation" für das Fachgebiet Photogrammetrie

Mitglied des "Editorial Advisory Board" des ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing

## AUSLANDSAUFENTHALTE

M.Sc. Lena Albert verbrachte vom 01.07.2015 bis 30.09.2015 einen Forschungsaufenthalt am Department of Earth and Space Science and Engineering der York University in Toronto, Kanada. Dieser wurde mit einem Doktorandenstipendium des DAAD gefördert. Ziel des Aufenthalts war die Weiterentwicklung einer Methodik zur Klassifikation der Landnutzung und Bodenbedeckung im Hinblick auf eine verbesserte Modellierung ihrer Abhängigkeiten.

## BESCHAFFUNGEN

Das IPI hat im November 2015 ein neues unbemanntes Flugsystem (DJI Matrice 100, ca. 5500€) angeschafft, das über eine kardanisch aufgehängte 4k-Kamera verfügt. Außerdem besitzt der Quadrocopter ein aus fünf Stereokameras und fünf Ultraschallsensoren bestehendes Hindernisvermeidungssystem, mit dessen Hilfe neben klassischen Bildflügen beispielsweise auch Flüge zwischen Gebäuden möglich sind.

# PUBLIKATIONEN UND VORTRÄGE

## GEODÄTISCHES INSTITUT

### BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Alkhatib, H. (2015): Alternative Nonlinear Filtering Techniques In Geodesy For Dual State And Adaptive Parameter Estimation, In: Proceedings of the 1st International Workshop on the Quality of Geodetic Observation and Monitoring Systems (QuGOMS'11), H. Kutterer, F. Seitz, H. Alkhatib, M. Schmidt (Ed.), IAG Symp. 140, pp. 107-113. ISBN: 978-3-319-10827-8.
- Fang, X. (2015): On the weighted Total Least Squares solutions. In: Proceedings of the 1st International Workshop on the Quality of Geodetic Observation and Monitoring Systems (QuGOMS'11), H. Kutterer, F. Seitz, H. Alkhatib, M. Schmidt (Ed.), IAG Symp. 140, pp. 45-50. ISBN: 978-3-319-10827-8.
- Gösseln, I. von; Kutterer, H. (2015): Efficiency Optimization of Surveying Processes. In: Proceedings of the 1st International Workshop on the Quality of Geodetic Observation and Monitoring Systems (QuGOMS'11), H. Kutterer, F. Seitz, H. Alkhatib, M. Schmidt (Ed.), IAG Symp. 140, pp 157-162. ISBN: 978-3-319-10827-8.
- Heiker, A.; Kutterer, H. (2015): Integration of observations and models in a consistent least squares adjustment model. In: Proceedings of the 1st International Workshop on the Quality of Geodetic Observation and Monitoring Systems (QuGOMS'11), H. Kutterer, F. Seitz, H. Alkhatib, M. Schmidt (Ed.), IAG Symp. 140, pp. 51-56. ISBN: 978-3-319-10827-8.
- Horst, S.; Alkhatib, H.; Kutterer, H. (2015): Response automation in geodetic sensor networks by means of Bayesian networks. In: Proceedings of the 1st International Workshop on the Quality of Geodetic Observation and Monitoring Systems (QuGOMS'11), H. Kutterer, F. Seitz, H. Alkhatib, M. Schmidt (Ed.), IAG Symp. 140, pp. 151-156. ISBN: 978-3-319-10827-8.
- Köhler, T.; Schaffert, M. (2015): Building Measures in the Face of Population Decline. Are interdependencies taken into account appropriately by local authorities in rural Germany?, E. Hepperle, R. Dixon-Gough, R. Mansberger, J. Paulsson, F. Reuter, M. Yilmaz (Ed.): Challenges for Governance Structures in Urban and Regional Development, ETH Zürich, pp. 209-222. ISBN: 978-3-7281-3657-2.
- Kötter, Berendt, Drees, Kropp, Linke, Lorig, Reuter, Thiemann, Voß, Weitkamp (2015): Land- und Immobilienmanagement – Begriffe, Handlungsfelder und Strategien. ZfV Nr. 03/2015, S. 136 – 146.
- Neumann, I.; Kutterer, H. (2015): State-space filtering with respect to data imprecision and fuzziness. International Workshop on the Quality of Geodetic Observation and Monitoring Systems. In: Kutterer, H.; Seitz, F.; Alkhatib, H. & Schmidt, M. (Eds.): Proceedings of the 1st International Workshop on the Quality of Geodetic Observation and Monitoring Systems (QuGOMS'11), IAG Symp. 140. Munich: Springer Verlag, ISBN: 978-3-319-10827-8, S. 87-94.
- Neuner, H. (2015): Design of Artificial Neural Networks for Change-Point Detection. In: Proceedings of the 1st International Workshop on the Quality of Geodetic Observation and Monitoring Systems (QuGOMS'11), H. Kutterer, F. Seitz, H. Alkhatib, M. Schmidt (Ed.), IAG Symp. 140, pp. 139-144. ISBN: 978-3-319-10827-8.

- Omidalizarandi, M.; Neumann, I. (2015): Comparison of target- and mutual information based calibration of terrestrial laser scanner and digital camera. In: ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences; XL-1-W5:559-564. DOI: 10.5194/isprsarchives-XL-1-W5-559-2015 conference Sensors and Models in Photogrammetry and Remote Sensing (SMPR), 2015, Kish Island, Iran.
- Paffenholz, J.-A.; Neumann, I. (2015) (Hrsg.): Terrestrisches Laserscanning 2015 (TLS 2015). DVW-Schriftenreihe, Band 81, Wißner-Verlag, Augsburg.
- Schaffert, M. (2015): Scenario Planning as a Tool for Handling Demographic Change in Rural German Municipalities. Advantages, Disadvantages and Increasing the Potential by Geo-information, E. Hepperle, R. Dixon-Gough, R. Mansberger, J. Paulsson, F. Reuter, M. Yilmaz (Ed.): Challenges for Governance Structures in Urban and Regional Development, ETH Zürich, pp. 209–222. ISBN: 978-3-7281-3657-2.
- Thiemann, K.-H., Voß, W. (2014): Markttransparenz und Bewertungsfragen für Einzelstandorte und Windparks. FuB – Flächenmanagement und Bodenordnung, Heft 1/2014, S. 1-5.
- Yang, H.; Xu, X.; Neumann, I. (2015): Laser Scanning-Based Updating of a Finite Element Model for Structural Health Monitoring. Sensors Journal, IEEE, DOI:10.1109/JSEN.2015.2508965.
- Yang, H.; Xu, X.; Neumann, I. (2015): Effect of Cracks on the Behavior of Concrete Structure Utilizing Finite Element Methods. Sensors & Transducers, Vol. 189, Issue 6, pp. 172-177.
- Yang, H.; Xu, X.; Neumann, I. (2015): Concrete Crack Measurement and Analysis Based on Terrestrial Laser Scanning Technology. Sensors & Transducers journal (ISSN 2306-8515, e-ISSN 1726-5479), Vol. 186, Issue 3, pp. 168-172.

## NICHT BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Alkhatib, H.; Weitkamp, A.; Zaddach, S.; Neumann, I. (2015): Realistic Uncertainty Estimation of the Market Value Based on a Fuzzy-Bayesian Sales Comparison Approach. In: Proceedings of FIG Working Week, Sofia, Bulgaria (CD-Proceedings).
- Dorndorf, A.; Hartmann, J.; Paffenholz, J.-A.; Neumann, I.; Hesse, C. (2015): Validierung und Kalibrierung eines TLS-basierten Multi-Sensor-Systems. In: Luhmann T.; Müller C. (Hg.) Photogrammetrie - Laserscanning - Optische 3D-Messtechnik. Beiträge der Oldenburger 3D-Tage 2015. Berlin: Wichmann, S. 85-97. ISBN: 978-3-87907-533-9.
- Hartmann, J; Paffenholz, J.-A.; Strübing, T.; Neumann, I. (2015): Determination of position and orientation of lidar-sensors on multi-sensor platforms. In: Proceedings of the 9th International Symposium on Mobile Mapping Technology (MMT 2015), Sydney, December 9-11, 2015, p. 8.
- Holst, C.; Kuhlmann, H.; Paffenholz, J.-A.; Neumann, I. (2015): TLS im statischen, stop & go sowie kinematischen Einsatz. In: DVW e.V. (Hg.): Terrestrisches Laserscanning 2015 (TLS 2015). DVW-Schriftenreihe, Band 81, Wißner-Verlag, Augsburg, 2015, S. 9-26.
- Neumann, I.; Zhang, Y. (2015): Kosteneffiziente Entscheidungen bei Monitoringprojekten. In: Busch, W. und Knospe, S. (Hrsg.): Tagungsband Geomonitoring 2015, Clausthal-Zellerfeld, S. 139-150.
- Paffenholz, J.-A.; Neumann, I.; Holst, C.; Kuhlmann, H. (2015): Qualitätsicherung von kinematischen TLS-basierten Multi-Sensor-Systemen. In: DVW e. V. (Hg.):

Terrestrisches Laserscanning 2015 (TLS 2015). DVW-Schriftenreihe, Band 81, Wißner-Verlag, Augsburg, 2015, S. 123-135.

- Paffenholz, J.-A.; Stenz, U.; Neumann, I. (2015): Hochgenaue 3D Referenzmessungen als ein Beitrag der Geodäsie zur experimentellen Untersuchung des Systemverhaltens neugotischer Gewölbekonstruktionen. In: Curbach, M.; Opitz, H.; Scheerer, S.; Hampel, T. (Hg.): 8. Symposium experimentelle Untersuchungen von Baukonstruktionen, Schriftenreihe Konstruktiver Ingenieurbau Dresden, Heft 40, 2015, S. 73-80. ISBN: 1613-6934.
- Stenz, U.; Link, J.; Timmen, A.; Genz, T.; Krause, U.; Neumann, I. (2015): Modellierung und Visualisierung von 3D-Punktwolken mittels virtueller Umgebungen. In: Hanke, K. und Weinold, T. (Hrsg.) 18. Internationale Geodätische Woche Obergurgl 2015. Innsbruck: Wichmann, S. 135-144.
- Stenz, U.; Paffenholz, J.-A.; Hansen, M.; Piehler, J.; Neumann, I. (2015): Interdisziplinäre Beiträge für das Monitoring und die Sicherung neugotischer Gewölbekonstruktionen. In: Busch W.; Knopse, S. (Hg.): Tagungsband GeoMonitoring 2015. Clausthal-Zellerfeld, S. 207-224. ISBN: 3-938924-08-X.

## VORTRÄGE UND POSTER

- Alkhatib, H.; Neumann, I. (2015): Ansätze und Methoden für die flächenhafte Beschreibung von (Oberflächen-) Deformationen. Geomonitoring 2015, Clausthal-Zellerfeld, Deutschland, 05.+06.03.2015.
- Alkhatib, H.; Weitkamp, A.; Neumann, I. (2015): „Realistic uncertainty estimation of the market value based on a Fuzzy-Bayesian sales comparison approach“. In: FIG (Hrsg.) Proceedings of FIG Working Week 2015. Sofia, Bulgarian.
- Bureick, J.; Alkhatib, H.; Neumann, I. (2015): Robust spatial approximation of laser scanner point clouds by means of free-form curve and surface approaches, IUGG, IAG Symposia 2015, G05a GNSS++: Emerging Technologies and Applications, Prag, 24.06.2015.
- Dennig, D.; Bureick, J. (2015): Kinematic High Accuracy Surveying of Crane Rail Tracks, EPMC, Research Track, Manchester, 09.-11.11.2015.
- Hartmann, J.; Dorndorf, A.; Paffenholz, J.-A.; Neumann, I.; Hesse, C. (2015): Validierung und Kalibrierung eines TLS-basierten Multi-Sensor-Systems, 15. Oldenburger 3D-Tage, Optische 3D-Messtechnik - Photogrammetrie – Laserscanning, Oldenburg, 04.02.-05.02.2015.
- Neumann, I. (2015): Multi-Sensor-Systeme in der Ingenieurgeodäsie – Aktuelle Anwendungsfelder und Herausforderungen. Eingeladener DVW-Kolloquiumsvortrag, HTW Dresden, Deutschland, 14.04.2015.
- Neumann, I. (2015): Aktuelle Regelwerke der Laserscannerprüfung. Eingeladener Vortrag auf dem wissenschaftlichen Teil der GKGM-Sitzung, Karlsruhe, Deutschland, 15.04.2015.
- Neumann, I. (2015): Kinematisches Laserscanning im Bereich des Bauwesens und der Architektur. Eingeladener Vortrag auf Fachkongress BAUSCAN, Magdeburg, Deutschland, 12.+13.11.2015.
- Neumann, I. (2015): New Developments in TLS- and Camera based Multi-Sensor-Systems for Indoor-Mapping. Invited presentation at the conference Sensors and

- Models in Photogrammetry and Remote Sensing (SMPR), Kish Island, Iran, 24th Nov. 2015.
- Neumann, I. und Gordon, B. (2015): Aktuelle Regelwerke der TLS-Überprüfung. Seminar Terrestrisches Laserscanning 2015 (TLS 2015), Fulda, Deutschland, 07.+08.12.2015.
- Neumann, I. (2015): Introduction of Surveying Instruments for Geodesists. Invited presentation at the University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, China, 15.12.2015.
- Neumann, I. (2015): Multi-Sensor Systems (MSS) for Efficient and Accurate Surface Measurements. Invited presentation at the University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, China, 16.12.2015.
- Neumann, I. (2015): Quality Assurance of Multi-Sensor Systems (MSS). Invited presentation at the University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, China, 17.12.2015.
- Neumann, I. (2015): Deformation Monitoring with Geodetic Techniques. Invited presentation at the University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, China, 18.12.2015.
- Paffenholz, J.-A.; Alkhatib, H.; Neumann, I. (2015): Quality assurance and calibration tasks in the scope of multi-sensor systems. FIG Working Week, Sofia, Bulgaria, 19th May 2015.
- Paffenholz, J.-A.; Pham, H. K.; Alkhatib, H. (2015): Noise modelling for geo-referencing of a TLS-based multi-sensor system using low-cost GNSS, XXVI IUGG General Assembly -Earth and Environmental Sciences for Future Generations-, IAG Symposium G05 GNSS++: Emerging Technologies and Applications, Prag, 24.06.2015.
- Paffenholz, J.-A.; Stenz, U.; Neumann, I. (2015): Hochgenaue 3D Referenzmessungen als ein Beitrag der Geodäsie zur experimentellen Untersuchung des Systemverhaltens neugotischer Gewölbekonstruktionen, 8. Symposium experimentelle Untersuchungen von Baukonstruktionen, Dresden, 24.09.2015.
- Paffenholz, J.-A.; Neumann, I.; Holst, C.; Kuhlmann, H. (2015): Qualitätsicherung von kinematischen TLS-basierten Multi-Sensor-Systemen, Terrestrisches Laserscanning 2015 (TLS 2015), Fulda, 08.12.2015.
- Schaffert, M. (2015): Detecting Land Use and Land Cover Changes in Northern Germany. Using data free of charge, European Academy of Land Use and Development (EALD) Symposium, Oslo.
- Stenz, U.; Link, J.; Timmen, A.; Genz, T.; Krause, U.; Neumann, I. (2015): Modellierung und Visualisierung von 3D Punktwolken mittels virtueller Umgebungen, 18. Internationale geodätische Woche, Obergurgl, 08.02.-14.02.2015.
- Stenz, U.; Paffenholz, J.-A.; Pehler, J.; Hansen, M.; Neumann, I. (2015): Interdisziplinäre Beiträge für das Monitoring und die Sicherung neugotischer Gewölbekonstruktionen, Tagung Geomonitoring 2015, 5.-6. März, Clausthal-Zellerfeld. Poster.
- Voß, W.: Überblick zu Baulandbeschlüssen und Baulandstrategien. Vortrag im Rahmen der Arbeitsgruppe Liegenschaftspolitik, Das Bündnis „Bezahlbares Wohnen und Bauen“ im Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Berlin, 25.03.2015.
- Voß, W.: Valuation and Property Taxation - A Balance of Fidelity and Efficiency. Intern. Conference „Land, Housing and Urbanisation“, Land and Real Estate Summit Forum, Renmin University of China, Beijing, 09.05.2015.

- Voß, W.: Quality and Demands Concerning Valuation Data. Presentation No. 7883, FIG Working Week 2015, From the Wisdom of the Ages to the Challenges of the Modern World, Sofia, Bulgaria, 18.05.2015.
- Voß, W.: Sanierungsausgleichsbeträge – Einführung und neuere Rechtsprechung. Seminar „Ausgleichsbeträge in Sanierungsgebieten“, Vhw – Bundesverband für Wohnen und Stadtentwicklung e. V., Göttingen, 02.07.2015, und Berlin, 24.11.2015.
- Voß, W.: Grundlagen der Wertermittlung im Rahmen von Sanierungsmaßnahmen. Institut für Städtebau Berlin, Fachtagung „Wertermittlung nach dem BauGB“, Berlin, 11.11.2015.
- Xu, X.-Y.; Yang, H.; Neumann, I. (2015): The Benefit of TLS in the Generation and Calibration of FEM Models for Health Assessment of Concrete Structures. Geodetic Week 2015, Stuttgart, Germany, Poster.

# INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

## BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Bandikova, T. (2015): The role of attitude determination for inter-satellite ranging. Dissertation. DGK Nr. 758, ISBN 978-3-7696-5170-6.
- Bischof, C., Schön, S. (2015): High-Rate GPS Velocity and Acceleration Determination in Highly Dynamic Flights, Proceedings of the 28th International Technical Meeting of The Satellite Division of the Institute of Navigation (ION GNSS+), Tampa FL, USA, September 14-18, pp. 3069 – 3076.
- Devaraju, B. (2015). Understanding filtering on the sphere – Experiences from filtering GRACE data, Deutsche Geodätische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Reihe C, Nr. 756, ISSN 0065-5325, ISBN 978-3-7696-5168-3.
- Douch, K., Panet, I., Pajot-Métivier, G., Christophe, B., Foulon, B., Lequentrec-Lalancette, M. F., Diament, M. (2015). ). Error analysis of a new planar electrostatic gravity gradiometer for airborne surveys. *Journal of Geodesy*, 89(12), 1217-1231.
- Francis, O., Baumann, H., Ullrich, C., Castelein, S., Van Camp, M., de Sousa, M.A., Melhorato, R.L., Li, C., Xu, J., Su, D., Wu, S., Hu, H., Wu, K., Li, G., Li, Z., Hsieh, W.-C., Pálinkás, V., Kostecký, J., Mäkinen, J., Näränen, J., Merlet, S., Pereira Dos Santos, F., Gillot, P., Hinderer, J., Bernard, J.-D., Le Moigne, N., Fores, B., Gitlein, O., Schilling, M., Falk, R., Wilmes, H., Germak, A., Biolcati, E., Origlia, C., Iacovone, D., Baccaro, F., Mizushima, S., De Plaen, R., Klein, G., Seil, M., Radinovic, R., Sekowski, M., Dykowski, P., Choi, I.-M., Kim, M.-S., Borreguero, A., Sainz-Maza, S., Calvo, M., Engfeldt, A., Agren, J., Reudink, R., Eckl, M., van Westrum, D., Billson, R., Ellis, B. (2015): CCM-G-K2 key comparison, *Metrologia* Vol. 52 (1A), pp. 07009, IOP Publishing, DOI 10.1088/0026-1394/52/1A/07009.
- Hofmann, F., Müller, J., Biskupek, L. (2015): Lunar Laser Ranging: Das Erde-Mond-System und Tests der Einstein'schen Gravitationstheorie, *zfv*, Jg. 140, S. 337-345, DOI: 10.12902/zfv-0087-2015.
- Krawinkel, T., Schön, S. (2015): Benefits of receiver clock modeling in code-based GNSS applications, online first, *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), 2867-2874.
- Lin, M., Denker, H., Müller, J. (2015) Regional gravity field modeling by radially optimized point masses: case studies with synthetic data. *International Association of Geodesy Symposia*, Online First: 1-7, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg. doi: 10.1007/1345\_2015\_92.
- Lorenz, C., Tourian, M.J., Devaraju, B., Sneeuw, N., Kunstmann, H. (2015). Basin-scale runoff prediction: An Ensemble Kalman Filter framework based on global hydrometeorological data sets. *Water Resources Research*, 51 (10): 8450-8475. DOI: 10.1002/2014WR016794.
- Nagorny, V.D., Svitlov, S.; Araya, A. (2015): Improving absolute gravity estimates by the  $L_p$ -norm approximation of the ballistic trajectory, *Metrologia* (accepted).
- Naeimi, M., Flury, J., Brieden, P. (2015): On the regularization of regional gravity field solutions in spherical radial base functions, *Geophysical Journal International*. DOI: 10.1093/gji/ggv210.
- Pollinger F., Astrua, M., Bauch, A., Bergstrand, S., Görres, B. Jokela, J., Kallio, U., Koivula, H., Kuhlmann, H., Kupko, V., Meiners-Hagen, K., Merimaa, Niemeier, W.,

- Poutanen, N, Saraiva, F. Schön, S., van den Berg, S., Wallerand, J, Zucco M. (2015): Metrology for long distance surveying - a joint attempt to improve traceability of long distance measurements. IAG 150 Years - Proceedings of the 2013 IAG Scientific Assembly, Potsdam, Germany, 1-6 September, 2013, International Association of Geodesy Symposia, Vol. 143, Springer International Publishing Switzerland. doi:10.1007/1345\_2015\_154.
- Robertson, R., Flury, J., Bandikova, T., Schilling, M. (2015): Highly physical penumbra solar radiation pressure modeling with atmospheric effects, *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy*, 123(2), 169-202, Springer Netherlands, DOI 10.1007/s10569-015-9637-0.
- Schilling, M., Gitlein, O. (2015): Accuracy Estimation of the IfE Gravimeters Micro-g LaCoste gPhone-98 and ZLS Burris Gravity Meter B-64, Proceedings of the IAG Scientific Assembly, 01.-06.09.2013, Potsdam; International Association of Geodesy Symposia Vol. 143, Chapter 29, Springer Berlin Heidelberg, DOI: 10.1007/1345\_2015\_29.
- Shabanloui, A., Müller, J. (2015a): Mass Variations in the Siberian Permafrost Region Based on New GRACE Results and Auxiliary Modeling. International Association of Geodesy Symposia, Springer International Publishing Switzerland 2015, and Accepted will be published in 2016.
- Shabanloui, A., Müller, J. (2015b): How reliable is the mass variation in the Siberian permafrost region as observed by GRACE? 68<sup>th</sup> Canadian Geotechnical Conference and 7<sup>th</sup> Canadian Permafrost Conference Proceedings, p. 646–651.
- Smyrniaos M., Schön, S. (2015): GNSS antenna impact on the resulting multipath effects in carrier-phase and signal amplitude. IAG 150 Years - Proceedings of the 2013 IAG Scientific Assembly, Potsdam, Germany, 1-6 September, 2013, International Association of Geodesy Symposia, Vol. 143, Springer International Publishing Switzerland. DOI: 10.1007/1345\_2015\_169.
- Timmen, L., Engfeldt, A, Scherneck, H.-G. (2015): Observed secular gravity trend at Onsala station with the FG5 gravimeter from Hannover, *J. Geod. Sc.*, 5:18-25, DeGruyter Open, DOI 10.1515/jogs-2015-0001.
- Torge, W. (2015): From a Regional Project to an International Organization: The “Baeyer-Helmert-Era” of the International Association of Geodesy 1862–1916, International Association of Geodesy Symposia, DOI 10.1007/1345\_2015\_42, Springer International Publishing Switzerland.
- Voigt, C., Denker, H. (2015): Validation of GOCE gravity field models in Germany, *Newton's Bulletin* 5, 37-48.
- Weinbach U., Schön, S. (2015): Improved GPS-based co-seismic displacement monitoring using high-precision oscillators. *Geophysical Research Letters* 42(10):3773-3779, 10.1002/2015GL063632.

## NICHT BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Denker, H. (2015) Sub-commission 2.4a: gravity and geoid in Europe. In: Drewes, H., Hornik, H. (eds.), International Association of Geodesy, Reports 2011 – 2015, *Travaux*, Vol. 39, Commission 2 – Gravity Field: 37-38, [http://iag.dgfi.tum.de/fileadmin/IAG-docs/Travaux2015/02\\_Travaux\\_Comm\\_2\\_2015.pdf](http://iag.dgfi.tum.de/fileadmin/IAG-docs/Travaux2015/02_Travaux_Comm_2_2015.pdf).
- Freier, C., Hauth, M., Schkolnik, V., Leykauf, B., Schilling, M., Wziontek, H., Scherneck, H., Müller, J., Peters, A. (2015): Mobile quantum gravity sensor with unprecedented stability, [arxiv.org/abs/1512.05660](http://arxiv.org/abs/1512.05660).

- Gabriel, G., Lindenthal, N., Schön, S., Sörgel, U., Timmen, L. (2015): Geometrische und gravimetrische Überwachung des GeneSys-Frac-Experiments, Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), Heft 5, 207-218, VDE-Verlag.
- Mai, E., Oberst, J., Müller, J. (2015): Application of an evolution strategy in ephemeris force modelling. Proceedings, SpaceKazan - IAPS 2015, Kazan, 4p.
- Müller, J., Salbach, C. (2015): Die Publikationen des DVW. gis.Business 4.
- Müller, J., Staiger, R., Riecken, J. (2015): Geodätische Interessenswahrnehmung im internationalen Kontext - IAG - FIG - CLGE -. gis.Business 2.
- Müller, J., Biskupek, L., Hofmann, F. (2015): Earth Orientation and Relativity Parameters Determined from LLR Data. Proceedings of the 19th International Workshop on Laser Ranging, Annapolis, USA, 26.-31. Oktober 2014, No. 3033, 2015, Link: [http://cdadis.gsfc.nasa.gov/lw19/docs/2014/Papers/3033\\_Mueller\\_paper.pdf](http://cdadis.gsfc.nasa.gov/lw19/docs/2014/Papers/3033_Mueller_paper.pdf).
- Müller, J., Biskupek, L., Hofmann, F., Mai, E. (2015): Lasermaßstab bis zum Mond, Physik Journal, Vol. 14, Nr. 7, p. 35-40.
- Pavlis, E., Müller, J. (2015): International Laser Ranging Service (ILRS). IERS Annual Report 2014 ed. by W. Dick and D. Thaller, BKG, p. 34-45, online: [www.iers.org/IERS/EN/Publications/AnnualReports/AnnualReport2014](http://www.iers.org/IERS/EN/Publications/AnnualReports/AnnualReport2014).
- Pavlis, E., Pearlman, M., Noll, C., Appleby, G., Müller, J., Bianco, G. (2015): International Laser Ranging Service (ILRS). IAG Travaux 2011-2015 (eds. H. Drewes, H. Hornik), Vol. 39.
- Schilling, M., Gitlein, O. (2015): Schwereregistrierungen mit dem Micro-g LaCoste gPhone-98 und dem ZLS Burris Gravity Meter B-64, Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 122 (05), S. 176-183.
- Schön, S., Smyrniatos, S. (2015): Abschlussbericht zum Vorhaben BERTA: Beschreibung und Korrektur von Mehrwegeeffekten mittels Ray-Tracing und Software-Empfängern.
- Seitz, F., Müller, J. (2015): Erdrotation. Buchkapitel im Handbuch der Geodäsie (Hrsg. W. Freeden R. Rummel), Springer, Berlin, online.
- Wu, H., Müller, J., Brieden, P. (2015): The IfE global gravity field model recovered from GOCE orbit and gradiometer data. Proceedings of the 5th International GOCE User Workshop, ESA Special Publication SP-728, CD-ROM, March.

## VORTRÄGE UND POSTER

- Araya, A., Sakai, H., Tamura, Y., Tsubokawa, T., Svitlov, S.: Systematic error evaluation of the compact absolute gravimeter TAG-1, the Japan Geoscience Union Meeting, Chiba, Japan, 27.05.2015 (talk).
- Bandikova, T.: Space Geodesy & opportunities in Germany, Czech Space Day, Prag, Tschechische Republik, 3.7.2015, Vortrag.
- Bandikova, T., Flury, J.: Attitude determination and its impact on the current and the future inter-satellite ranging missions, 26th IUGG General Assembly, Prag, Tschechische Republik, 26.6.2015, Vortrag.
- Biskupek L., Mai, E.: Numerical integration of the Schwarzschild problem using Lie series for the calculation of satellite orbits, Poster, 26th IUGG General Assembly, Prag, Tschechische Republik, 26.06. - 02.07.2015.
- Biskupek L., Mai E.: Numerische Integration des Schwarzschild Problems mit Hilfe von Lie-Reihen, Vortrag, Geodätische Woche, Stuttgart, 15.09.2015.

- Biskupek L., Müller, J.: Nutation coefficients and Earth rotation parameters determined from LLR data, Poster, 26th IUGG General Assembly, Prag, Tschechische Republik, 26.06. - 02.07.2015.
- Biskupek L., Müller, J.: Nutation coefficients and Earth rotation parameters determined from LLR data, Poster, Geodätische Woche, Stuttgart, 15.-17.09.2015.
- Brieden, P., Müller, J.: GOCE Gradient Transformation in the Framework of In-Orbit Validation. Vortrag auf der 26th IUGG General Assembly, Prag, Tschechische Republik, 29.06. – 02.07. 2015.
- Burla, S., Apelbaum, G., Flury, J.: Understanding the near-Earth space environment using highly accurate measurements of the geomagnetic field - A special session in honor of Hermann Lühr, EGU 2015, Vienna.
- Burla, S., Apelbaum, G., Flury, J.: GPS aided Accelerometer data for SWARM, 26th IUGG General Assembly, 22.06.- 02.07.2015, Prague, Czech Republic.
- Burla, S., Apelbaum, G., Flury, J.: SWARM accelerometer signal disturbances, poster, EGU General Assembly 12.04-17.04.2015, Vienna.
- Burla, S., Apelbaum, G., Flury, J.: GPS aided Accelerometer data for SWARM, poster, IUGG General Assembly 22.06-02.07.2015, Vienna.
- Denker, H.: A new European gravimetric (quasi)geoid EGG2015. XXVI General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), Earth and Environmental Sciences for Future Generations, Prag, Tschechische Republik, 22.06 – 02.07.2015 (Poster).
- Denker, H.: Gravity potential for optical clocks. Lecture, OCS2015, 1st School on Optical Clocks, Torino, Italy, 29 June – 03 July 2015.
- Denker, H., Timmen, L., Voigt, C.: Gravity field modelling for optical clock comparisons. XXVI General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), Earth and Environmental Sciences for Future Generations, Prag, Tschechische Republik, 22.06 – 02.07.2015, (Poster).
- Denker, H., Timmen, L., Voigt, C.: Gravity potential for optical clock comparisons, REG(LUH) – 30-month status report. Project “International timescales with optical clocks (ITOC)”, SIB55, European Metrology Research Programme (EMRP) of EURAMET, 30-month review meeting, INRIM, Torino, Italy, 26 – 27 Nov. 2015.
- Devaraju, B., Sneeuw, N.: Insights into filtering on the sphere offered by the polar form of spherical harmonics, European Geosciences Union General Assembly 2015, Vienna, Austria, 12 – 17.04.2015.
- Devaraju, B., Sneeuw, N.: On the spatial resolution of filters defined on the sphere, 26th IUGG General Assembly, Prague, Czech Republic, 22.06 – 02.07.2015.
- Douch, K.: Feasibility and performance assessment of a new gravitational gradiometer for airborne surveys, Poster, 26th General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics, Prague, Czech Republic, 27.06.2015.
- Douch, K., Müller, J., Brieden, P., Shabanloui, A.: Study of an optical gradiometer for future satellite gravitational missions, Vortrag, Geodätische Woche, Stuttgart, 17.09.2015.
- Flury, J., Mayer-Gürr, T., Goswani, S., Behzadpour, S.: Disentangling Gravitational Signals and Errors in Global Gravity Field Parameter Estimation from Satellite Observations", Geo-Q Kick-off Conference, Bremen, Februar 2015.
- Flury, J.: Relativistische Geodäsie und Gravimetrie mit Quantensensoren – Forschung im SFB1128 geo-Q, Geodätisches Kolloquium Uni Stuttgart, 9.1.2015.

- Flury, J: Gravity sensing with atom interferometry, seminar talk TU Delft, 5.2.2015.
- Flury, J: Relativistic geodesy with clocks, IFCS-EFTF Symposium, Denver, 14.4.2015.
- Flury, J: Relativistische Geodäsie und Gravimetrie mit Quantensensoren – Forschung im SFB1128 geo-Q, BKG Kolloquium Frankfurt, 21.5.2015.
- Flury, J: Gravitational geodesy as basis for geo-monitoring: progress in relativistic geodesy and gravimetry with quantum sensors IUGG General Assembly Prag, Tschechische Republik, 28.6.2015.
- Flury, J: geo-Q / noise sources in GRACE-type missions Sino-German Symposium on Gravitational Physics, Hannover, 16.9.2015.
- Flury, J: Relativistic Geodesy, 8th Symposium on Frequency Standards and Metrology, Potsdam, 13.10.2015.
- Flury, J and the geo-Q team: Gravimetry with quantum methods and quantum standards, poster AGU Fall Meeting, 15.12.2015.
- Freier, C., Schilling, M., Schkolnik, V., Hauth, M., Wziontek, H., Scherneck, H.-G., Peters, A., Müller, J.: Comparison of simultaneous gravity recordings by the gravimetric atom interferometer (GAIN), the FG5X-220 and superconducting gravimeters, Poster, 26th IUGG General Assembly, Prag, Tschechische Republik, 22.06.-02.07.2015.
- Freier, C., Hauth, M., Schkolnik, V., Leykauf, B., Schilling, M., Wziontek, H., Scherneck, H.-G., Peters, A.: Atom interferometer for mobile gravity measurements, Poster, 22nd ICOLS, Singapur, 28.06-03.07.2015.
- Goswami, S., Klinger, B., Mayer-Gürr, T., Bandikova, T., Flury, J., Naeimi, M.: Analysis of GRACE range-rate residuals with emphasis on reprocessed star camera datasets, AGU Fall Meeting, San Francisco, 14.-18.12.2015.
- Hiemer, L., Kersten, T., Schön, S.: On the Impact of GPS phase centre corrections on geodetic parameters: analytical formulation and empirical evaluation by PPP, Poster, EGU General Assembly 2015, Geophysical Research Abstracts, Vol. 17, EGU2015-12973, Wien.
- Hofmann, F.: Status Report PN3(a) - Lunar Laser Ranging, Statusseminar der DFG Forschergruppe FOR1503, Frankfurt am Main, 12.10.2015.
- Hofmann, F., Müller, J.: The Effect of Planetary Torques on the Lunar Ephemeris and Reference Frame, 26th IUGG General Assembly, Prag, Tschechische Republik, 26.06. - 02.07.2015.
- Hofmann, F., Müller, J.: Der Mond als ausgedehnter Körper - Effekte der Planeten auf die Mondephemeride und Reflektorkoordinaten, Vortrag, Geodätische Woche 2015, Stuttgart, 15.09.2015.
- Icking, L., Ruwisch, F., Altemeier, B., Kersten, T., Krawinkel, T., Schön, S.: Evaluierung der Qualität realer Galileo- und Beidou-Signale, Geodätische Woche 2015, Stuttgart 15.09-17.09.2015.
- Kersten, T., Hiemer, L., Schön, S.: Impact of Antenna Phase Center Models: From Observation to Parameter Domain, 26th General Assembly of International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), 22.06. - 02.07.2015, Prag, Tschechische Republik.
- Kersten, T., Schön, S.: An alternative method for determining GPS receiver biases, Poster EGU2015-12042, EGU General Assembly 2015, Wien.
- Krawinkel, T., Schön, S.: Benefits of Receiver Clock Modeling in GNSS Navigation, Poster, 26th General Assembly of International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), Prag, Tschechische Republik, 22.6.-2.7.2015.

- Krawinkel, T., Schön, S.: On the Benefits of Atomic Clocks in Autonomous GNSS Navigation, Vortrag, 5th Galileo Science Colloquium, Braunschweig, 27.-29.10.2015.
- Kube, F., Schön, S.: PPP carrier phase residual stacking for turbulence investigation, 26th General Assembly of International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), 22.06. – 02.07. 2015, Prag, Tschechische Republik.
- Leßmann, L., Gitlein, O., Müller, J.: Gravity effects from non-tidal water mass changes in the Baltic Sea, 26th IUGG General Assembly, Prag, Tschechische Republik, 22.06 – 02.07.2015.
- Lin, M., Denker, H., Müller, J.: Regional gravity field modeling using a two-step point mass method: results from IAG JSG0.3 test data. XXVI General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), Earth and Environmental Sciences for Future Generations, Prag, Tschechische Republik, 22.06 – 02.07.2015, (Poster).
- Mai, E., Müller, J., Oberst, J.: Status report PN1 – Barycentric Ephemeris, Statusseminar der DFG-Forschergruppe FOR1503 “Referenzsysteme” Hannover, 5.-6.2.2015.
- Mai, E.: Numerische Integration mittels Lie-Reihen, Satellite Geodesy Group Meeting, Sonderforschungsbereich SFB1128 Relativistic Geodesy and Gravimetry with Quantum Sensors (geo-Q), Hannover, 28.4.2015.
- Mai, E., Oberst, J., Müller, J.: Application of an Evolution Strategy in Ephemeris Force Modelling, IAPS2015 Space-Kazan, Kazan, Russland, 31.5.-7.6.2015.
- Mai, E., Müller, J., Oberst, J.: Stochastic optimization of parameters for an asteroidal mass ring model in ephemeris computation, Poster zur 26<sup>th</sup> IUGG General Assembly, Prag, Tschechische Republik, 22.6.-2.7.2015.
- Mai, E., Müller, J., Oberst, J.: Status report PN1 – Barycentric Ephemeris, Statusseminar der DFG-Forschergruppe FOR1503 “Referenzsysteme” Frankfurt am Main, 12.-13.10.2015.
- Mai, E.: Solar-System Ephemeris Construction by the Evolution Method, ISSI/HISPAC Workshop on High Performance Clocks, with Special Emphasis on Geodesy and Geophysics and Applications to Other Bodies of the Solar System, Bern, Schweiz, 30.11.-4.12.2015.
- Margolis, H. S., Benkler, E., Calonico, D., Denker, H., Delva, P., Godun, R. M., Lisdat, C., Abgrall, M., Achkar, J., Barwood, G. P., Bize, S., Gersl, J., Gill, P., Guéna, J., Huang, G., Johnson, L. A. M., Jones, J. M., King, S. A., Klein, H. A., Le Coq, Y., Le Targat, R., Lindvall, T., Lodewyck, J., Merimaa, M., Nicolodi, D., Nisbet-Jones, P. B. R., Pizzocaro, M., Piester, D., Riedel, F., Robyr, J.-L., Rosenbusch, P., Rovera, D., Sesia, I., Shemar, S. L., Shi, C., Sterr, U., Szymaniec, K., Timmen, L., Vogt, S., Voigt, C., Wallin, A. E., Weyers, S., Whibberley, P. B.: ITOC: international timescales with optical clocks. 2015 Joint Conference of the IEEE International Frequency Control Symposium & European Frequency and Time Forum, Denver, Colorado, U.S.A., 12-16 April 2015 (Poster).
- Margolis, H. S., Benkler, E., Calonico, D., Denker, H., Delva, P., Godun, R. M., Lisdat, C., Abgrall, M., Achkar, J., Barwood, G. P., Bize, S., Gersl, J., Gill, P., Guéna, J., Huang, G., Johnson, L. A. M., Jones, J. M., King, S. A., Klein, H. A., Le Coq, Y., Le Targat, R., Lindvall, T., Lodewyck, J., Merimaa, M., Nicolodi, D., Nisbet-Jones, P. B. R., Pizzocaro, M., Piester, D., Riedel, F., Robyr, J.-L., Rosenbusch, P., Rovera, D., Sesia, I., Shemar, S. L., Shi, C., Sterr, U., Szymaniec, K., Timmen, L., Vogt, S., Voigt, C., Wallin, A. E., Weyers, S., Whibberley, P. B.: ITOC: international timescales with optical clocks. XXVI General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), Earth and Environmental Sciences for Future Generations, Prag, Tschechische Republik, 22.06. – 02.07.2015, (Poster).

- 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., Baynham, 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., Leute, 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.: Towards international timescales with optical clocks. 8th Symposium on Frequency Standards and Metrology 2015, Potsdam, Germany, 12 – 26 Oct. 2015 (Poster).
- Müller, J.: LLR status report – 2015. ILRS/AWG Meeting, Wien, 16.4.2015.
- Müller, J., Biskupek, L., Hofmann, F., Mai, E.: Lasermessungen zum Mond als Werkzeug für Geodäsie und fundamentale Physik. Geodätisches Kolloquium, TU Dresden, 10.06.2015.
- Müller, J., Biskupek, L., Hofmann, F., Mai, E.: 100th anniversary of Einstein's theory of general relativity - its impact on reference frames and geodetic tests of relativity. IUGG General Assembly, Prag, Tschechische Republik, 28.06.2015.
- Müller, J.: The benefit of quantum gravimetry and relativistic geodesy with clocks for geodetic applications. IUGG General Assembly, Prag, Tschechische Republik, 01.07.2015.
- Müller, J., Biskupek, L., Hofmann, F., Mai, E.: Earth Orientation Parameters Determined from LLR Data. Meeting of IAU/IAG WG on Earth Rotation, Prag, 02.07.2015.
- Müller, J.: Gedanken zum 80. Geburtstag von Manfred Schneider – im Jahr des 100. Geburtstages von Einsteins Relativitätstheorie. Festkolloquium TU München, 29.09.2015.
- Müller, J.: Gravity Modelling. Meeting des geo-Q Scientific Advisory Boards, Hannover, 03.11.2015.
- Müller, J.: Forschungsschwerpunkte Geodäsie. QUANOMET Meeting, Hannover, 12.11.2015.
- Müller, J.: The benefit of clock measurements for gravity field applications. ISSI Meeting on High Performance Clocks, Bern, 30.11.2015.
- Pham, H. K., Krawinkel, T., Schön, S. (2015): Removing Discrepancies Between Local Ties and GPS-Based Coordinates, 26th General Assembly of International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), June 22 - July 2, Prague, Czech Republic.
- Ren, L., Schön, S. (2015): Can Receiver Clock Modeling Influence Carrier Phase Residuals from Precise Point Position Solutions?, Intergeo and Geodetic Week, Stuttgart, Deutschland, (Vortrag).
- Schilling, M., Freier, C., Schkolnik, V., Hauth, M., Wziontek, H., Scherneck, H.-G., Peters, A., Müller, J.: Aktuelle Ergebnisse der Entwicklung des Quantengravimeters GAIN im Vergleich mit Supraleitgravimetern und FG5X-220, Vortrag, Geodätische Woche Stuttgart, 15.-17.09.2015.
- Schilling, M., Freier, C., Schkolnik, V., Hauth, M., Wziontek, H., Scherneck, H.-G., Peters, A., Müller, J.: Characterization of an atom interferometer gravimeter with classical sensors for the use in geodesy and geophysics, Vortrag, AGU Fallmeeting, San Francisco, 14.-18.12.2015.

- Schilling, M., Timmen, L.: Traceability of the Hannover FG5X-220 to the SI units, Poster, 26th IUGG General Assembly, Prag, Tschechische Republik, 22.06.-02.07.2015.
- Koch, I., Alpers, P., Bashi, M., Flury, J., Kröhnert, D., Naeimi, M., Schilling, M., Shabanloui, A.: Präzise Satellitenbahnmodellierung am Beispiel der neuen SWARM-Mission. Geodätische Woche, 15.09–17.09.2015, Stuttgart.
- Shabanloui, A., Müller, J.: How reliable is the mass variation in the Siberian permafrost region as observed by GRACE mission? Geo-Quebec 2015, Challenges from North to South, 20.09.-23.09.2015, Quebec City, Canada.
- Schön, S., Kersten, T.: Impact of PCV corrections on bias determination for multi GNSS, IGS Bias Workshop Bern 5.11-6.11.2015.
- Schön, S., Kersten, T.: Determination of Phase Biases with zero-baseline common clock setups IGS Bias Workshop Bern 5.11-6.11.2015.
- Schön, S.: Zur Unsicherheit von Flächen. DGK Workshop Ingenieurgeodäsie, Hausen Rhön, 2015.
- Schön, S.: SIB60 Surveying GNSS-based distance measurement REG (LUH) Local tie contribution. Statusseminar EMRP, Helsinki 17.6.2015.
- Schön, S.: SIB60 Surveying GNSS-based distance measurement REG (LUH) Local tie contribution. Statusseminar EMRP, Helsinki 16.6.2015.
- Schüller, K., Timmen, L.: Demonstration der neuesten Ausgabe des Gezeitenanalyseprogramms ET34-ANA-V5.1, Herbsttagung des Arbeitskreises Geodäsie/Geophysik, Loccum, 27.-30.10.2015.
- Svitlov, S.: Absolute gravimetry and digital signal processing in laser displacement interferometers, the geo-Q CTP kick-off meeting, AEI Hannover, 17.02.2015 (talk).
- Svitlov, S.: Digital signal processing in classical absolute gravimetry, the 2nd internal general assembly of the SFB 1128 geo-Q, Bremen, 25.-27.02.2015 (Poster).
- Svitlov, S., Araya, A., Tamura, Y., Tsubokawa, T.: Compact absolute gravimeter with a homodyne quadrature laser interferometer, the 26th IUGG General Assembly 2015, Prague, Czech Republic, 22.06.-02.07.2015 (Poster).
- Svitlov, S.: Absolute gravimetry and digital signal processing in laser displacement interferometers, the geo-Q CTP kick-off meeting, AEI Hannover, 17.02.2015 (Talk).
- Svitlov, S.: Digital signal processing in classical absolute gravimetry, the 2nd internal general assembly of the SFB 1128 geo-Q, Bremen, 25.-27.02.2015 (Poster).
- Svitlov, S., Araya, A., Tamura, Y., Tsubokawa, T.: Compact absolute gravimeter with a homodyne quadrature laser interferometer, the 26th IUGG General Assembly 2015, Prague, Czech Republic, 22.06.-02.07.2015 (Poster).
- Timmen, L.: Schweremessungen im regionalen Kontrollsystem Rotenburg - Vergleich der SFP-Werte zwischen heute und vor 20 Jahren, 5. Erfahrungsaustausch der Scintrex CG-5 Anwender in Deutschland, Universität Stuttgart, 10.03.2015.
- Timmen, L.: Absolute Gravimetry (LUH), Invitation to Roundtable on Gravimetry at PTB Braunschweig, 07.05.2015.
- Timmen, L.: Gravimetry and Gravity Variations, lecture at OCS2015, 1st School on Optical Clocks, Turin, 29.06. - 03.07.2015.
- Timmen, L.: Absolute Gravimetry (LUH), invited presentation, Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Santiago de Querétaro, 20.08.2015.
- Timmen, L.: Zum freien Fall von Atomen, Herbsttagung des Arbeitskreises Geodäsie/Geophysik, Loccum, 27.-30.10.2015.

- Timmen, L.: Gravimetrische und geodätische Messungen im Landhebunggebiet Fennoskandiens, Einladung zum Geodätisches Kolloquium, DVW Berlin-Brandenburg e.V., BDVI, VDV, TU Berlin, 26.11.2015.
- Voigt, C., Denker, H., Timmen, L.: Gravity potential for optical clock comparisons, REG(LUH) – 24-month status report. Project “International timescales with optical clocks (ITOC)”, SIB55, European Metrology Research Programme (EMRP) of EURAMET, 24-month review meeting, CMI, Prag, Tschechische Republik, 18.05. - 19.05.2015.
- Voigt, C., Denker, H., Timmen, L.: Investigation of time-variable components of the gravity potential for optical clock comparisons. XXVI General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG), Earth and Environmental Sciences for Future Generations, Prag, Tschechische Republik, 22.06. – 02.07.2015, (Poster).
- Wu, H., Müller, J., Brieden, P.: The IfE global gravity field model from GOCE-only observations. 26th General Assembly of IUGG, Prague, the Czech Republic, June 29th – July 2nd 2015.

## INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK

### BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Chen, J., Dowman, I., Li, S., Li, Z., Madden, M., Mills, J., Paparoditis, N., Rottensteiner, F., Sester, M., Toth, C., Trinder, J., Heipke, C.: Information from imagery: ISPRS scientific vision and research agenda, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2015
- Czioska, P., Thiemann, F., Sester, M., Giese, R., Vogt, H.: An Algorithm to Generate a Simplified Railway Network through Generalization, *PFG - Photogrammetrie-Fernerkundung-Geoinformation*, vol. 2015, no. 1, p. 95-104, 2015
- Fitzner, D., Sester, M.: Estimation of precipitation fields from 1-minute rain gauge time series – comparison of spatial and spatio-temporal interpolation methods, *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 29, no. 9, p. 1668-1693, 2015
- Feuerhake, U., Brenner, C., Sester, M.: GPS-Aided Video Tracking, *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 4, no. 3, p. 1317, 2015
- Kuntzsch, C., Sester, M., Brenner, C.: Generative models for road network reconstruction, *International Journal of Geographical Information Science*, vol. 0, no. 0, p. 1-28, 2015
- Li, S., Dragicevic, S., Castro, F.A., Sester, M., Winter, S., Coltekin, A., Pettit, C., Jiang, B., Haworth, J., Stein, A.: Geospatial big data handling theory and methods: A review and research challenges, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2015
- Roeth, O., Zaum, D., Brenner, C.: Improving GPS-based road network constructions in a post-processing step of global optimization, *ITS Telecommunications (ITST), 2015 14th International Conference on*, p. 70-74, 2015
- Sester, M., Dalyot, S.: Enriching Navigation Instructions to Support the Formation of Mental Maps In: *Advances in Spatial Data Handling and Analysis: Proceedings of the 16th bi-annual Spatial Data Handling symposium*, held in Toronto, Canada, F. Harvey and Y. Leung (ed.), Springer Verlag, Heidelberg, 2015

### NICHT BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Bock, F., Eggert, D., Sester, M.: On-street Parking Statistics Using LiDAR Mobile Mapping, *Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2015 IEEE 18th International Conference on*, p. 2812-2818, 2015
- Brenner, C., Bock, F., Schlichting, A.: Automatisierte Interpretation von LiDAR Mobile Mapping Daten, *Terrestrisches Laserscanning 2015, Schriftenreihe des DVW, Band 81/2015, Wißner-Verlag*, S. 45-62
- Guercke, R., Sester, M.: Homogenization of Facade Structures, *18th ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation*, Rio de Janeiro, 2015
- Sester, M., Feuerhake, U., Kuntzsch, C., Zourlidou, S.: Interpretation of Moving Point Trajectories, *Photogrammetric Week 15*, Stuttgart, Germany, 2015
- Sester, M., Altermatt, P. P., Holst, H., Huang, H., Schilke, H., Schöber, V., Seckmeyer, G., Winter, M.: Vertikale Solarfassaden, *Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung*, 2015
- Zourlidou, S., Sester, M.: Towards regulation-aware navigation: a behavior-based mapping approach, *18th AGILE Conference on Geographic Information Science*, 2015

## VORTRÄGE UND POSTER

- Brenner, C.: Karten - von allen für alle, Vortrag im Rahmen des Geodätischen Kolloquiums der Leibniz Universität Hannover, 17.11.2015
- Czioska, P., Sester, M.: Determination of efficient meeting points in ride sharing scenarios, 18th AGILE Conference on Geographic Information Science, 2015
- Sester, M.: Anreicherung von Routenbeschreibungen zur Ausbildung einer Mentalen Karte, AgA-Tagung, Erfurt, 22.09.2015
- Sester, M.: Methoden und Anwendungen digitaler Kartographie, Bosch Fortbildungsseminar, 24.06.2015.
- Sester, M., Thiemann, F.: Reclassification and Generalisation of Landcover Data from Topographic Information, ILUS – International Landuse Symposium, Dresden, Eingeladener Vortrag, 11.11.2015.
- Sester, M.: Automatische Analyse von Bewegungstrajektorien, geogr. Kolloquium der Universität Wien, 02.12.2015.
- Zourlidou, S.: Road regulation sensing with in-vehicle sensors, AGILE Phd School, 15.-18.09.2015

## INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND GEOINFORMATION

### HERAUSGABEN, BÜCHER, BUCHBEITRÄGE

- Konecny, G.: "Photogrammetry" in Mark Monmonier (editor) "History of Cartography, Volume 6, Cartography in the Twentieth Century", 2015, The University of Chicago Press, Chicago 60637
- Mallet, C., Paparoditis, N., Dowman, I., Oude Elberink, S., Raimond, A.-M., Sithole, G., Rabatel, G., Rottensteiner, F., Briottet, X., Christophe, S., Çöltekin, A. and Patané, G.: ISPRS Geospatial Week. In: ISPRS Archives XL-3/W3. La Grande Motte, 2015
- Mallet, C., Paparoditis, N., Dowman, I., Oude Elberink, S., Raimond, A.-M., Rottensteiner, F., Yang, M., Christophe, S., Çöltekin, A., Brédif, M. (Hrsg.): ISPRS Geospatial Week. In: ISPRS Annals II-3/W5. La Grande Motte, 2015
- Stilla, U.; Heipke, C. (Eds.): PIA15+HRIGI15 – Joint ISPRS conference. In: ISPRS Archives XL-3/W2. München, 2015
- Stilla, U.; Heipke, C. (Eds.): PIA15+HRIGI15 – Joint ISPRS conference. In: ISPRS Annals II-3/W4. München, 2015

### BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Albert, L., Rottensteiner, F., Heipke, C.: An iterative inference procedure applying Conditional Random Fields for simultaneous classification of land cover and land use. In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-3/W5, pp. 369-376, 2015
- Hoberg, T., Rottensteiner, F., Feitosa, R. Q., Heipke, C.: Conditional Random Fields for multitemporal and multiscale classification of optical satellite imagery. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 53(2):659-673, 2015
- Klinger, T., Rottensteiner, F., Heipke, C.: Probabilistic Multi-Person Tracking using Dynamic Bayes Networks. In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-3/W5, pp. 435-442, 2015
- Menze, M., Heipke, C., Geiger, A.: Joint 3D Estimation of Vehicles and Scene Flow. In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-3/W5, pp. 427-434, 2015
- Menze, M., Heipke, C., Geiger, A.: Discrete Optimization for Optical Flow. In: Pattern Recognition, LNCS 9358, Springer International Publishing, pp. 16-28, 2015
- Menze, M., Geiger, A.: Object Scene Flow for Autonomous Vehicles. In: Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Boston, USA, June 2015, pp. 3061-3070, 2015
- Reich, M., Heipke, C.: Global Rotation Estimation using Weighted Iterative Lie Algebra Averaging. In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-3/W5, pp. 443-449, 2015
- Schack, L., Soergel, U.: Matching Persistent Scatterers to Optical Oblique Images. In IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), 2015 (pp. 52–60). Boston, MA, USA: IEEE, 2015
- Schack, L., Soergel, U., Heipke, C.: Persistent scatterer aided facade lattice extraction in single airborne optical images. In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences II-3/W4, 197-204, 2015
- Weinmann, M., Schmidt, A., Mallet, C., Hinz, S., Rottensteiner, F., Jutzi, B.: Contextual classification of point cloud data by exploiting individual 3D neighbourhoods. In: ISPRS

Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences II-3/W4, S. 271-278, 2015

## NICHT BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Bostelmann, J.; Heipke, C.: Results from multi-strip bundle adjustment with HRSC imagery. In: Proceedings, International Workshop ISPRS WG IV/8 "Planetary Mapping and Spatial Databases", September 2015, 2 p.
- Büyüksalih, G., Jacobsen, K.: Mapping with Pleiades pan-sharpened images, EARSeL Symposia Stockholm 2015
- Chen, L.; Rottensteiner, F.; Heipke, C.: Feature descriptor by convolution and pooling autoencoders. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XL-3/W2, S. 31-38, 2015
- Chuang, Y. T.; Rottensteiner, F.; Heipke, C.: Relative pose estimation using image feature triplets. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XL-3/W2, S. 39-45, 2015
- Gwinner, K.; Hauber, E.; Jaumann, R.; Michael, G.; Hoffmann, H.; Heipke, C.: Global Topography of Mars from High Resolution Stereo Camera (HRSC) Multi-Orbit Data Products: the first Quadrangle (MC-11E) and the Landing Site Areas of ExoMars. European Geosciences Union, Geophysical Research Abstracts, Vol. 17, 2015
- Gwinner, K.; Jaumann, R.; Bostelmann, J.; Dumke, A.; Elgner, S.; Heipke, C.; Kersten, E.; Michael, G.; Preusker, F.; Roatsch, T.; Schmidt, R.; Scholten, F.; Spiegel, M.; van Gassel, S.; Walter, S. and the HRSC Global Topography and Mosaic Generation Task Group: The first Quadrangle of the Mars Express HRSC Multi-Orbit Data Products (MC-11E). European Planetary Science Congress, EPSC Abstracts, Vol. 10, 2015
- Heipke, C. und Rottensteiner, F.: Image analysis based on probabilistic models. In: D. Fritsch (Hrsg.), Photogrammetric Week 2015, Wichmann Verlag im VDE Verlag, Berlin, Deutschland, S. 155-164; auch in: Proceedings, Asian Conference on Remote Sensing 2015, Manila.
- Heipke, C.: Erdbeobachtung mit optischen und Radarsatelliten - Potenzial und Anwendungen. Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft, Jahrbuch 2014. J. Cramer Verlag, Braunschweig, 2015, 142-143
- Heipke, C.; Jaumann, R.: Nachruf auf Gerhard Neukum. In: PFG (2), 192-193, 2015
- Jacobsen, K.: Sind Pleiades-Bilder mit 50cm Objektpixelgröße gerechtfertigt?, DGPF Tagungsband 24/2015
- Jacobsen, K.: Geometric potential of Pleiades models with small base length, EARSeL Symposia Stockholm 2015
- Jacobsen, K., Topan, H.: DEM generation with short base length Pleiades Triplet, PIA/HRSI workshop Munich 2015, IntArchPhRS Vol XL-3/W2, 2015
- Konecny, G.: The Global Status of Topographic Mapping. In: ISPRS WG IV/2 Workshop "Global Geospatial Information and High Resolution Global Land Cover/Land Use Mapping", Interexpo GEO-Siberia-2015, proceedings, 144 pages
- Konecny, G.; Breitkopf, U.; Radtke, A.; Lee, K.: The Status of Topographic Mapping in the World - A UNGGIM-ISPRS Project 2012-2015, Final Report, August 2015 printed by Leibniz Universität Hannover, (64 pages)

- Niemeyer, J.; Rottensteiner, F.; Sörgel, U.; Heipke, C.: Contextual classification of point clouds using a two-stage CRF. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XL-3/W2, S. 141-148, 2015
- Paul, A.; Rottensteiner, F.; Heipke, C.: Transfer Learning based on Logistic Regression. In: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-3/W3, pp. 145-152, 2015
- Schmidt, A.; Rottensteiner, F.; Soergel, U.; Heipke, C.: A Graph Based Model for the Detection of Tidal Channels using Marked Point Processes. In: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-3/W3, pp. 115-121, 2015
- Song, Y.; Niemeyer, J.; Ellmer, W.; Soergel, U.; Heipke, C.: Comparison of Three Airborne Laser Bathymetry Data Sets for Monitoring the German Baltic Sea Coast. Proceedings of SPIE, Vol. 9638, Remote Sensing of the Ocean, Sea Ice, Coastal Waters, and Large Water Regions, 2015, 8 p.
- Stensen, T.; Webley, P.; and Dehn, J.: Improvements on Near Real Time Detection of Volcanic Ash Emissions for Emergency Monitoring with Limited Satellite Bands. Annals of Geophysics, Volume XXI (1), 2015

## VORTRÄGE UND POSTER

- Heipke C.: Research trends in photogrammetry, remote sensing and GI science and the role of ISPRS, GRASF 2015 GIS & Remote Sensing Annual Scientific Forum, Dubai, 17.02.2015
- Heipke C.: New approaches for automatic classification of aerial and satellite images, RSPSoc Wavelength Conference, Newcastle, 30.03.2015
- Heipke C.: 3D urban modelling using air- and space borne sensors, Workshop on "Cutting-edge Orbital and Airborne Sensors for Urban 3D Modelling: Perspectives for Conventional and Mobile Applications", XVII Brazilian Symposium on Remote Sensing, Joao Pessoa, 27.04.2015
- Heipke C.: Future trends for Photogrammetry and Remote Sensing, Servicio Geográfico Militar, Montevideo, 30.04.2015
- Heipke C.: Research challenges in photogrammetry and remote sensing, Universidad de Buenos Aires, 04.05.2015
- Heipke C.: Potential and limitations of modern photogrammetry, Instituto Geográfico Nacional, Buenos Aires, 05.05.2015
- Heipke C.: Current status in image matching for Earth observation, Geospatial World Forum, Lissabon, 28.05.2015
- Heipke C.: Die Deutsche Geodätische Kommission, 72. Plenumstagung des Fakultätentages für Bauingenieurwesen, Geodäsie und Umweltingenieurwesen, Hannover, 17.07.2015
- Heipke C.: Photogrammetry and remote sensing: challenges in research and development, Seminar on Modern Trends in Photogrammetry and Remote Sensing, Vietnam Academy of Science and Technology, Institute of Geography, Hanoi, 16.10.2015
- Heipke C.: Remote sensing research and development trends, International Conference on Intelligent Earth Observation and Applications (IEOA), Guilin, 23.10.2015

- Steensen, T.; Müller, S.; Dresen, B.; Jandewerth, M.; and Büscher, O.: Space-borne biomass potential estimation with respect to spatial distribution and transport logistics. European Biomass Conference and Exhibition (EUBCE), Vienna, June 1-4, 2015
- Steensen, T.; Müller, S.; Dresen, B.; Dering, N.; Büscher, O.: Progress on Biomass Modelling of Small-Scale Vegetation Features for Energy Generation. International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), Milan, 26-31 July, 2015
- Steensen, T.; Müller, S.; Jandewerth, M.; Büscher, O.: Alternative biomass sources for thermal energy generation. European Geosciences Union (EGU), Vienna, 12-17 April, 2015

## GEODÄTISCHE KOLLOQUIEN

### WINTERSEMESTER 2014 / 2015

Dienstag, 21.10.2014: **Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann**, Geodätisches Institut, Leibniz Universität Hannover, Thema: Multi-Sensor-Systeme in der Ingenieurgeodäsie – Aktuelle Anwendungsfelder und Herausforderungen

Dienstag, 18.11.2014: **Prof. Dr.-Ing. Winrich Voß**, Geodätisches Institut, Leibniz Universität Hannover, Thema: Bodenordnung 2014 – quo vadis?

Dienstag, 16.12.2014: **Prof. Dr.-Ing. Tobias Ortmaier**, Institut für Mechatronische Systeme, Leibniz Universität Hannover, Thema: RobotChallenge – Ein interdisziplinärer Wettbewerb mit autonomen mobilen Robotern für Studenten

Dienstag, 13.01.2015: **Apl. Prof. Franz Rottensteiner**, Institut für Photogrammetrie und GeoInformation, Leibniz Universität Hannover, Thema: Aktuelle Anwendungen und Perspektiven der Bildanalyse in Photogrammetrie und Fernerkundung

Dienstag, 27.01.2015: **Prof. Dr.-Ing. Hansjörg Kutterer**, Präsident, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt a.M., Thema: Geodäsie – Ein Fach mit Zukunft!

### SOMMERSEMESTER 2015

Dienstag, 30.06.2015: **Dipl.-Ing. Peter Creuzer**, Direktor Landesvermessung und Geobasisinformation, LGLN, Thema: Vermessungswesen und Liegenschaftskataster im internationalen Umfeld – ein Blick über den Tellerrand!

Dienstag, 07.07.2015: **Prof. Dr. phil. nat. habil. Michael Soffel**, Institut für Planetare Geodäsie, Technische Universität Dresden, Thema: 100 Jahre Einsteins Gravitationstheorie – Tests und Anwendungen

Dienstag, 14.07.2015: **Prof. Orhan Altan**, Faculty of Civil Engineering, Geomatic Engineering Department, Istanbul Technical University, Fortschritte im Katastrophenmanagement – insbesondere mit Blick auf Geo-information

# LEHRVERANSTALTUNGEN

GEODÄTISCHES INSTITUT

LEHRVERANSTALTUNGEN BACHELOR WS 14/15 UND SS 15

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 / Stenz / Hartmann	3	2	1
Ausgleichsrechnung und Statistik I	Prof. Neumann / Dr. Alkhatib	3	2	1
Bachelorseminar: „Mobile Mapping Systeme und ihre Anwendungsfelder in der Ingenieurgeodäsie“ und „Auswertestrategien für k-TLS basierte Multisensorsysteme“	Dr. Alkhatib / Hartmann und Weitere	3	-	1
Bachelorprojekt s. o.	Dr. Alkhatib / Hartmann	4	-	4
Vermessungskunde IV	Dr. Paffenholz / Hartmann	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 / von Gösseln / Link	5	2	1
Ingenieurgeodäsie II	Prof. Neumann / Wodniok	6	1	1

## FLÄCHEN- UND IMMOBILIENMANAGEMENT

Lehrveranstaltung	Dozent/Assistent	Sem.	V	Ü
Grundlagen der Stadt- und Regionalplanung	Prof. Voß / Bakker / Klein	3	2	1
Flächenmanagement I	Prof. Voß / Bakker	4	2	1
Landentwicklung und Dorferneuerung I	Prof. Voß	5	1	-
Immobilienmanagement I	Prof. Voß / Weßel	6	2	1

## LEHRVERANSTALTUNGEN MASTER WS 14/15 UND SS 15

### 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
Industrievermessung (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
Ausgewählte Kapitel der geodätischen Auswertemethoden (W)	Prof. Neumann / Dr. Alkhatib / Dorndorf	2 G	2	1
Deformationsberechnungen bei Ingenieurbauwerken (W)	Fankhänel	2 G	1	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 / Hartmann	3 G	1	1

## FLÄCHEN- UND IMMOBILIENMANAGEMENT

Lehrveranstaltung	Dozent/Assistent	Sem.	V	Ü
Flächen- und Immobilienmanagement II	Prof. Voß / Bakker	1 G	2	1
Projektseminar „Kulturlandschaft im Wandel“	Dr. Schaffert und Weitere	2 G	-	8
Eigentumsordnung und Bodenpolitik (W)	Prof. Voß	2 G	-	2
Flächenmanagement III (W)	Klinke / Vollmer	2 G	2	-
Landentwicklung und Dorferneuerung II	Gröger-Timmen	2G	2	-
Städtebauliche Projektentwicklung (W)	Dr. Wolf	3 G	2	-
Immobilienmanagement III (W)	Prof. Voß / Bakker	3 G	1	-

## LEHRVERANSTALTUNGEN FÜR EXTERNE IM WS 14/15 UND SS15

Lehrveranstaltung	Dozenten	V	Ü
Wirtschaftlichkeitsbeurteilung von Immobilien (EX: Bauingenieurwesen und Wirtschaftsingenieurwesen Bau, TU Braunschweig)	Prof. Voß	2	-

(EX) Lehrexport für andere Fachrichtungen

# INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

## LEHRVERANSTALTUNGEN BACHELOR IM WS 14/15 UND SS 15

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'n und Mitarbeiter	3	-	1
Bachelorseminar (Projekt)	Krawinkel / Bischof / Dr. Kersten	4	-	4
Physikalische Geodäsie	Prof. Müller/ Schilling / Timmen	5	2	1
Positionierung und Navigation I	Prof. Schön / Krawinkel	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 14/15 UND SS 15

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 / Dr. Kersten u.a.	1 N	-	2
Praxisprojekt III	Bischof	3 N	-	3
Projektseminar Ultrapräzise Messungen in der GOCE Wiedereintrittsphase	Prof. Flury/ Dr. Naeimi/ Dr. Shabanloui	2+3 G	-	8
Satellitenbahnberechnung (W)	Dr. Mai	2 G	1	1
Relativist. Modellierung in d. 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 / Dr. Voigt	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	3 G	2	-
Geodätisches Hauptseminar / Kolloquium	Prof'n und Mitarbeiter	2 G	-	-
Schwerefeldmodellierung(W)	Dr. Denker, Dr. Voigt	3 G	2	1
Dynamik von Raumfahrzeugen (W)	Dr. Mai	3 G	2	1

(W) Wahlpflichtveranstaltung; G: Master GuG, N: Master Navigation und Umweltrobotik

# INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK

## LEHRVERANSTALTUNGEN BACHELOR IM WS 14/15 UND SS 15

Lehrveranstaltung	Dozenten	Sem.	V	Ü
Informatik für Ingenieure	Prof. Brenner / Hofmann	1	2	1
Einführung in GIS und Kartographie I	Prof. Sester / Thiemann	1	1	1
Einführung in GIS und Kartographie II	Prof. Sester/ 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	Prof. Sester / Kuntzsch	4	2	1
Geoinformationssysteme II	Prof. Sester / Kuntzsch	5	2	1

(W) Wahlpflichtveranstaltung

## LEHRVERANSTALTUNGEN MASTER IM WS 14/15 UND SS 15

Lehrveranstaltung	Dozenten	Sem.	V	Ü
Internet - GIS	Thiemann/ 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. Grünreich	2 G	1	-
GIS und Hydrographie (W)	Hon.-Prof. Schenke	2 G	1	-
Hauptseminar	Prof. Sester und Mitarbeiter	2 G	-	2
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	Prof. Sester/ Feuerhake/ Fitzner	3 N	2	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 14/15 UND SS 15

Lehrveranstaltung	Dozenten	V	Ü
Introduction to GIS (EX: Water Resources and Environmental Management (WATENV))	Prof. Sester / Czioska	0,5	0,5
Geo-Informationssysteme (EX: Landschaftsarchitektur und Umwelt- planung, Geographie und Geowissenschaften B.Sc. und M.Sc., Bau- und Umweltin- genieurwesen, B.Sc.)	Schulze / Fitzner	1	1

(EX) Lehrexport für andere Fachrichtungen

# INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND GEOINFORMATION

## LEHRVERANSTALTUNGEN BACHELOR IM WS 14/15 UND SS 15

Lehrveranstaltung	Dozenten	Sem.	V	Ü
Einführung in das Programmieren I	Dr. Guercke / Menze	1	1	2
Einführung in das Programmieren II	Menze	2	1	1
Digitale Bildverarbeitung	Prof. Rottensteiner / Schack	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 / Klinger	6	2	1
Bachelorseminar	Prof. Heipke und Mitarbeiter	3+4	-	4

## LEHRVERANSTALTUNGEN MASTER IM WS 14/15 UND SS 15

Lehrveranstaltung	Dozenten	Sem.	V	Ü
Photogrammetric Computer Vision	Prof. Heipke / Prof. Rottensteiner	1 G/N	2	1
Bildanalyse I (W)	Prof. Rottensteiner / Albert, Paul	2 G/N	2	1
Bildanalyse II (W)	Prof. Rottensteiner / Albert, Paul	3 G/N	1	1
Optische 3D Messtechnik (W)	Dr. Wiggenhagen	2 G	2	1
Photogrammetrie in der Praxis (W)	Schmidt	3 G	2	-
Ringvorles. 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 (W)	Prof. Heipke und Mitarbeiter	2+3 G	-	4/4
Praxisprojekt Navigation und Umweltrobotik	Prof. Heipke und Mitarbeiter	2+3 G	-	4/4

(W) Wahlpflichtveranstaltung; G: Master GuG, N: Master Navigation und Umweltrobotik

## LEHRVERANSTALTUNGEN FÜR EXTERNE IM WS 14/15 UND SS 15

Lehrveranstaltung	Dozenten	Sem.	V	Ü
Geodäsie und Geoinformation für Bauingenieure (EX: Bau- und Umweltingenieurwesen, B.Sc.)	Dr. Wiggenhagen / Unger	1	2	2
Environmental data analysis (english) (EX: Studiengang Waterresources Management WATENV)	Dr. Steenesen / Niemeyer	1	1	-
Einführung in die Fernerkundung (EX: Landschaftsarchitektur und Umweltplanung, Geographie und Geowissenschaften B.Sc. und M.Sc.)	Dr. Steensen / Schmidt	div.	1	-

(EX) Lehrexport für andere Fachrichtungen

### ANMERKUNG

Eine Reihe der Veranstaltungen aus dem B.Sc.- und M.Sc.-Studium Geodäsie und Geoinformatik sowie Navigation und Umweltrobotik ist offen für Studierende anderer Fächer (Informatik, Computergestützte Ingenieurwissenschaften, Geowissenschaften, Geographie, Mathematik, Physik und Maschinenbau).

## HONORARPROFESSOREN UND LEHRBEAUFTRAGTE DER FACHRICHTUNG

### HONORARPROFESSOREN

Hon.-Prof. Dr.-Ing. habil. Gerd Buziek (Bestellung: 2008), ESRI Geoinformatik GmbH, Kranzberg, Vorlesung: GIS-Visualisierung und Praxisaspekte

Präsident und Prof. Dr.-Ing. habil. Hansjörg Kutterer (Bestellung: 2011), Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt

Hon.-Prof. Dr.-Ing. Peter Reinartz (Bestellung: 2010), Institut für Methodik der Fernerkundung, DLR, Vorlesung: Operationelle Fernerkundung

Hon.-Prof. Dr.-Ing. Hans Werner Schenke (Bestellung: 2010), Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven, Vorlesung: GIS-Hydrographie

Hon.-Prof. Dr.-Ing. Ralf Schroth (Bestellung: 1998), BLOM Deutschland GmbH, Vorlesungen: Grundlagen der Betriebswirtschaft und Unternehmensführung I und II

#### 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

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

Dipl.-Ing. Stefanie Gröger-Timmen (seit 2014), Amt für regionale Landesentwicklung Leine-Weser, Vorlesung: Landentwicklung und Dorferneuerung II

Dr.-Ing. Cord-Hinrich Jahn, Ltd. Vermessungsdirektor (seit 2006), Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Niedersachsen (LGLN), Landesvermessung und Geobasisinformation Vorlesung: Landesvermessung

Dipl.-Ing. Susanne Klinke (seit 2003), Landeshauptstadt Hannover Fachbereich Planen und Stadtentwicklung, Vorlesung: Flächenmanagement III

Dr. rer. nat. Klaus-Ulrich Komp (seit 2009), EFTAS Fernerkundung Technologietransfer GmbH, Vorlesung: Der Ingenieur als Führungskraft

Prof. Dr. rer. nat. Volker Paelke (seit 2010) Hochschule Bremen, Fakultät Elektrotechnik und Informatik, Vorlesung: Augmented Reality

Dipl.-Ing. Johannes Fankhänel (seit 2015), Institut für Statik und Dynamik, Leibniz Universität Hannover, Vorlesung: Deformationsberechnungen bei Ingenieurbauwerken

Dr.-Ing. Harald Vennegeerts (seit 2011), p3d-Systems, Vorlesung: Grundlagen geodätischer Auswertemethoden

Dipl.-Ing. Hiltrud Vollmer (seit 2010), Landeshauptstadt Hannover. Fachbereich Planen und Stadtentwicklung, Betreuung: Projektseminar FIM

Dipl.-Ing. Gerfried Westenberg (seit 2003), Gerfried Westenberg Geo-Marketing, Beitrag "Geodatenmarkt und Marketing" (im Rahmen der Lehrveranstaltung GIS III)

Regierungsbaumeister Dr.-Ing. Reinhard Wolf (seit 2005), Landeshauptstadt Hannover. Fachbereich Planen und Stadtentwicklung, Vorlesung: Städtebauliche Projektentwicklung