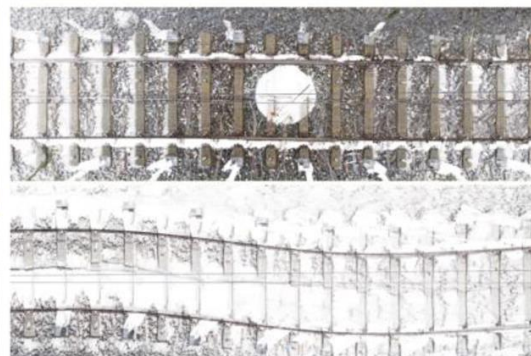


# AKTUELLES AUS DER FACHRICHTUNG 2017

April 2018

Folge 68



Großversuche an Eisenbahnbauwerken  
für Freigaben und Richtlinien

# Impressum

**Jahresberichtsheft Nr. 68 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@kabelmail.com](mailto:gug.schatzmeister@kabelmail.com)

Bankverbindung:

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

**Bitte teilen Sie uns Ihre Email- und geänderte Post-Adresse sowie Änderungen der Kontoverbindung mit, damit der Versand der jährlichen Berichtshefte gewährleistet ist und wir Sie auch zeitnah informieren können ([timmen@ife.uni-hannover.de](mailto:timmen@ife.uni-hannover.de)).**

Zusammengestellt durch:

Christine Bödeker (GIH), Claudia Sander (IPI), Evelin Schramm (IKG),  
Melanie Arendt (IFE, 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 erstellte Beiträge bleibt allein bei der Gesellschaft. Eine Vervielfältigung oder Verwendung solcher Grafiken, Fotos und Texte in anderen elektronischen oder gedruckten Publikationen ist ohne ausdrückliche Zustimmung der Gesellschaft nicht gestattet.

# INHALT

Neues aus der Fachrichtung.....	3
Mahdi Motagh neuer Professor für Radarfernerkundung .....	3
Franz Rottensteiner erhält den Carl Pulfrich-Preis 2017 .....	3
Lucy Icking erhält den Wissenschaftspreis Niedersachsen 2017.....	4
Internationaler Masterabsolvent unserer Fachrichtung mit dem Sonderpreis der Victor Rizkallah-Stiftung ausgezeichnet.....	5
DFG-Graduiertenkolleg 2159 Integrität und Kollaboration in dynamischen Sensornetzen (i.c.sens) .....	5
Exzellenz-Strategie: Cluster QuantumFrontiers .....	10
FZ:GEO – Die Forschungsinitiative ist jetzt Forschungszentrum! .....	12
Forschungsarbeiten .....	13
Geodätisches Institut .....	13
Institut für Erdmessung .....	28
Institut für Kartographie und Geoinformatik.....	42
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation .....	47
Dissertationen .....	53
Doktorandenseminar.....	64
Organisation von Workshops und Symposien .....	65
Messen und Öffentlichkeitsarbeit .....	67
Aus dem Lehrbetrieb .....	70
Bericht des Studiendekanats .....	70
Absolventenfeier der Fakultät Bauingenieurwesen und Geodäsie .....	73
Internationales .....	76
Master - und Bachelorarbeiten .....	78
Exkursionen .....	102
Projektseminare im Studiengang Geodäsie und Geoinformatik.....	109
Praxisprojekte im Studiengang Geodäsie und Geoinformatik .....	115
Praxisprojekte im Studiengang Navigation und Umweltrobotik .....	120
Studentisches Forschungs- und Entwicklungsprojekt NuUR .....	122
Aus der Gesellschaft .....	123
Bericht über die Mitgliederversammlung der Gesellschaft .....	123
Aufruf Bachelor-Preis 2019 der Förderergesellschaft .....	129
Auslandsaufenthalt an der Universitat Politècnica de València.....	129
Verleihung des Bachelor-Preises 2017 .....	131
Verleihung des Walter-Großmann-Preises 2017 .....	131

Geodäten sorgen für Sicherheit im Schienenverkehr.....	131
Geodäsie am virtuellen Arbeitsplatz.....	134
Satzung der Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover .....	136
Beitrags- und Förderrichtlinie der Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz-Universität Hannover.....	140
Anhang - Personelles .....	145
Geodätisches Institut .....	145
Institut für Erdmessung .....	149
Institut für Kartographie und Geoinformatik.....	152
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation .....	156
Publikationen und Vorträge .....	160
Geodätisches Institut .....	160
Institut für Erdmessung .....	164
Institut für Kartographie und Geoinformatik.....	169
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation .....	169
Geodätische Kolloquien .....	174
Lehrveranstaltungen.....	175
Geodätisches Institut .....	175
Institut für Erdmessung .....	177
Institut für Kartographie und Geoinformatik.....	179
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation .....	181
Honorarprofessoren und Lehrbeauftragte der Fachrichtung .....	183



# NEUES AUS DER FACHRICHTUNG

## MAHDI MOTAGH NEUER PROFESSOR FÜR RADARFERNERKUNDUNG

Seit dem Sommersemester 2017 vertritt Prof. Dr. Mahdi Motagh das Fachgebiet Radarfernerkundung an der Leibniz Universität Hannover. Prof. Motagh wurde gemeinsam mit dem Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ) auf die Professur berufen, die am Institut für Photogrammetrie und GeoInformation (IPI) angesiedelt ist. Am GFZ ist Dr. Motagh stellvertretender Leiter der Arbeitsgruppe 'Radar und optische Fernerkundung zur Analyse von Geohazards', er ist aber auch regelmäßig in Hannover anwesend.



Dr. Motagh hat im Iran Geodäsie studiert, er besitzt einen Bachelor- und einen Masterabschluss der Universität Teheran. 2002 kam er nach Deutschland und promovierte 2007 als externer Doktorand des GFZ an der Universität Potsdam zum Thema "Tectonic and non-tectonic deformation monitoring using Satellite Radar Interferometry". Sein Spezialgebiet ist die Radarinterferometrie (InSAR), die er u.a. zum Monitoring von Oberflächendehformationen in Bezug auf Naturgefahren und anthropogene Prozesse nutzt. Daneben interessieren ihn vor allem die Dynamik von Gletschern sowie gravitative Massenbewegungen und Hangrutschungen. An der LUH vertritt er die Fernerkundung in Forschung und Lehre und hat sich auch bereits in das Forschungszentrum FZ:GEO eingebracht, zudem stärkt er die Internationalisierung der Fachrichtung und des Masterstudiengangs Geodäsie und Geoinformatik.

## FRANZ ROTTENSTEINER ERHÄLT DEN CARL PULFRICH-PREIS 2017

Prof. Franz Rottensteiner vom IPI wurde am 12.09.2017 während der Photogrammetrischen Woche 2017 in Stuttgart für seine Arbeiten zur 3D Modellierung und automatisierten Objektextraktion mit dem Carl Pulfrich-Preis 2017 ausgezeichnet.

Der Carl Pulfrich-Preis ist einer der renommiertesten Preise in Photogrammetrie und Fernerkundung weltweit, er erinnert an Dr. Carl Pulfrich (1858-1927), der als Vater der Stereophotogrammetrie gilt und während seiner Zeit bei Carl Zeiss unter anderem den Stereokomparator erfand. Der Preis



V.L. HARTMUT ROSENGARTEN, JÜRGEN DOLD, PRÄSIDENT, LEICA GEOSYSTEMS; FRANZ ROTTENSTEINER, UWE SÖRDEL, INSTITUT FÜR PHOTOGAMMETRIE, UNIVERSITÄT STUTTGART

wurde ursprünglich von Carl Zeiss, Oberkochen, gestiftet und wird seit 1969 alle 2 Jahre an Wissenschaftler vergeben, die in Theorie und Praxis bahnbrechende Erfolge erreicht haben. Er wird nach Übernahme der Zeiss'schen photogrammetrischen Abteilung seit 2011 von Leica Geosystems, Heerbrugg, ausgelobt.

## LUCY ICKING ERHÄLT DEN WISSENSCHAFTSPREIS NIEDERSACHSEN 2017

Die Geodäsiestudentin Lucy Icking von der Leibniz Universität Hannover ist für ihre fachlichen Leistungen und ihr gesellschaftliches Engagement vom Niedersächsischen Minister für Wissenschaft und Kultur, Björn Thümler, mit dem Wissenschaftspreis Niedersachsen 2017 ausgezeichnet worden. „Wir ehren mit dem Wissenschaftspreis Niedersachsen herausragende Persönlichkeiten, die nicht nur durch hervorragende Leistungen in Forschung, Lehre oder Studium, sondern auch durch ihr Engagement für ihr Fach und ihre Hochschule überzeugt haben. Die Auswahl der diesjährigen Preisträgerinnen und Preisträger spiegelt die Qualität des Hochschulstandortes Niedersachsen wider“, sagte Thümler am 30. November in Hannover anlässlich der Preisübergabe.

Lucy Icking – „Ich bin begeistert von der Geodäsie und ihrem wissenschaftlichen Netzwerk!“ – ist Studentin des Masterstudiengangs Geodäsie und Geoinformatik an der Leibniz Universität Hannover. Zuvor hat sie dort bereits den gleichnamigen Bachelorabschluss mit hervorragenden Noten absolviert und eigene Beiträge auf internationalen geodätischen Fachkonferenzen vorgestellt. Lucy Icking engagiert sich vielfältig in der Gremienarbeit in ihrer Fachrichtung. Sie ist Mitglied im Prüfungsausschuss und unterstützt als Ansprechpartnerin für schwierige Fragen in Prüfungsangelegenheiten ihre Kommilitonen. Darüber hinaus fördert sie auch in der PR-Kommission des Studiengangs die Außendarstellung des recht unbekanntes Fachs der Geodäsie und Geoinformatik. Sie hält zum Beispiel Vorträge vor Schülerinnen und Schülern und beteiligt sich an Aktionen der Fakultät wie der Nacht der Wissenschaft. Zudem betreut sie die internationalen Studierenden ihres Studiengangs intensiv – nicht nur in Fragen des Studiums, sondern unterstützt deren Integration auch durch allgemeine soziale Aktivitäten.

Außerdem hat sie sich am Study-Buddy-Programm mitgewirkt, das der Integration ausländischer Studierender dient und mittels Tandem-Lernen ermöglicht, dass beide Partner die jeweils andere Sprache vertiefen können. Auf diese Weise hat sie ihre Chinesischkenntnisse verbessert – auch als Vorbereitung für ihren geplanten Auslandsaufenthalt in Shanghai.

Frau Icking konnte während der Veranstaltung ihre Begeisterung für das Fach anschaulich vermitteln, indem sie u.a. die Relevanz der Geodäsie für Fragen des Autonomen Fahrens erläuterte. Minister Thümler nahm diesen Ball auf und betonte die Bedeutung von Digitalisierung und räumlichen Daten für die Zukunft der Mobilität.

Die Fachrichtung ist stolz auf diesen großen Erfolg von Frau Icking und gratuliert herzlich!



## INTERNATIONALER MASTERABSOLVENT UNSERER FACHRICHTUNG MIT DEM SONDERPREIS DER VICTOR RIZKALLAH-STIFTUNG AUSGEZEICHNET

2017 hat die Victor Rizkallah-Stiftung wie in den Vorjahren einen Sonderpreis für den besten internationalen Studierenden der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik ausgelobt. Damit würdigt die Stiftung die oft erheblichen zusätzlichen Anstrengungen, die diese Gruppe Studierender bewältigen muss, um das Studium erfolgreich abzuschließen.



V.L.: PROF. LOHAUS, IGOR KOCH, PROF. RIZKALLAH, PROF. HEIPKE

2017 wurde Herr M.Sc. Igor Koch ausgezeichnet, der sein Examen mit hervorragenden Leistungen abgeschlossen hat und inzwischen als Doktorand am Institut für Erdmessung arbeitet. Der mit 300,- € dotierte Preis wurde im Beisein des Stifters und ehemaligen Hochschullehrers der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie, Prof. Victor Rizkallah, Vorsitzender der Stiftung, Prof. Ludger Lohaus sowie des Dekans unserer Fakultät, Prof. Winrich Voß am 23.01.2018 im Rahmen des Geodätischen Kolloquiums verliehen.

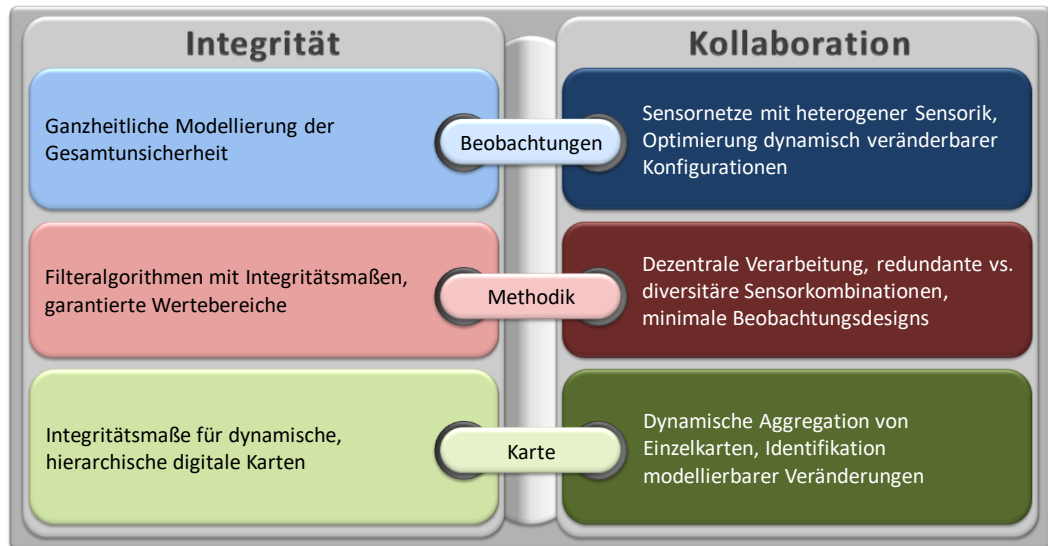
## DFG-GRADUIERTENKOLLEG 2159 INTEGRITÄT UND KOLLABORATION IN DYNAMISCHEN SENSORNETZEN (I.C.SENS)



Wie kann die Integrität in automatisierten und autonomen Systemen sichergestellt werden, so dass von ihnen keine Gefahr für den Menschen ausgeht? Und wie kann man die Kollaboration zwischen den verschiedenen Sensoren solcher Systeme nutzen, um dies zu erreichen?

An diesen Fragestellungen forschen die Doktorandinnen und Doktoranden des Graduiertenkollegs i.c.sens. Das Graduiertenkolleg wird seit Dezember 2016 mit 9 Promotionsstellen und einer Postdoktorandenstelle für 4 ½ Jahre von der DFG gefördert.

Ziel des Kollegs ist es methodische Grundlagen zu erarbeiten, um Integrität zu erreichen in kollaborativen dynamischen Sensornetzen, d. h. einer Gruppe von kommunizierenden, sich bewegenden Systemen, die mit Sensoren ausgestattet sind, beispielsweise autonomen Fahrzeugen. Dabei konzentriert sich das Kolleg auf die Fragestellung der Zustandsbestimmung (Position, Geschwindigkeit, Beschleunigung und Lageinformation) und der internen Kartenrepräsentation zum Vorhalten der Umgebungsinformation. Für diese Fragestellung lassen sich drei Komponenten identifizieren: (i) Sensorbeobachtungen als Eingangsgröße, (ii) Methodik zur Beobachtungsinterpretation und –fortschreibung, und (iii) die „Karte“, ein (zeitlich variables) Modell der Umgebung, welche den aktuellen Kenntnisstand des Systems über seine Umgebung repräsentiert.



**DAS FORSCHUNGSPROGRAMM, AUFGEGLIEDERT ANHAND DER LEITTHEMEN INTEGRITÄT UND KOLLABORATION UND DER KOMPONENTEN BEOBACHTUNGEN, METHODIK UND KARTE MIT JEWEILS ZUGEHÖRIGEN FORSCHUNGSFRAGEN.**

Die erstmals durchgängige Betrachtung dieser drei Komponenten ermöglicht die Entwicklung von Integritätskonzepten für dynamische Sensornetze und erlaubt eine adäquate Betrachtung aller Komponenten (systematisch wie zufällig) der Gesamtunsicherheit. Darüber hinaus werden Integritäts- und Unsicherheitsmaße für digitale Karten entwickelt und bereitgestellt. Schließlich eröffnet dies die Möglichkeit, Karten wie andere "Sensorbeobachtungen" in die Auswertung einzubeziehen.

Durch Kollaboration werden im Rahmen von Sensornetzen individuelle und gemeinsame Ziele erreichbar. Der entscheidende Mehrwert besteht aber darin, dass Aufgaben lösbar werden, die einzeln gar nicht oder nur sub-optimal bearbeitet werden können, wie z. B. eine Positionierung mittels GPS in einer engen Straßenschlucht bzw. einem Tunnel oder die zeitgleiche Erfassung ausgedehnter Objekte. Schließlich ist die Kollaboration mehrerer, verschiedener oder gar komplementärer Systeme nicht zuletzt ein Schlüssel für eine hohe Integrität.

Im Rahmen des Graduiertenkollegs wird diese „kollaborative Integrität“ als Baustein komplexer Systeme gebündelt, z. B. in Form von Handlungsanweisungen, Spezifikationen und Softwarebibliotheken. Neue Anwendungen können diese nach geeigneter Adaption integrieren, anstatt sie für den individuellen Einzelfall neu entwickeln zu müssen. Dadurch werden eine geringere Fehleranfälligkeit und eine Beschleunigung der Entwicklung bewirkt, die nicht zuletzt auch die Implementierung von Integritätskonzepten in kostensensitiven Anwendungsbereichen erlaubt, z. B. im Bereich der Konsumgüter, etwa Kraftfahrzeugen oder Servicerobotern.



Die Doktorandinnen und Doktoranden des Graduiertenkollegs forschen in ihren Projekten an folgenden Fragestellungen:

	Titel	Promovierender	Betreuungsperson
1	Alternative Integritätsmaße mittels Intervallmathematik	Hani Dbouk	Steffen Schön (IfE), Ingo Neumann (GIH)
2	Entwicklung eines Filtermodells mit Integritätsmaßen	Ligang Sun	Ingo Neumann (GIH), Steffen Schön (IfE)
3	Repräsentation und Propagierung von Integritätsmaßen in multiskaligen digitalen Karten	Torben Peters	Monika Sester (IKG), Claus Brenner (IKG)
4	Optimale kollaborative Positionierung	Nicolas Garcia-Fernandez	Steffen Schön (IfE), Christian Heipke (IPI)
5	Dynamische Passinformation zur relativen Positionierung von Sensornetzknotten	Max Coenen	Christian Heipke (IPI), Franz Rottensteiner (IPI)
6	Kollaboratives Personentracking mittels Bildsequenzen	Uyen Nguyen	Franz Rottensteiner (IPI), Christian Heipke (IPI)
7	Integre informationsbasierte Georeferenzierung	Sören Vogel	Ingo Neumann (GIH), Claus Brenner (IKG)
8	Massiv kollaborative Erfassung von dynamischen Umgebungen und ihre Abbildung in digitalen Karten	Julia Schachtschneider	Claus Brenner (IKG), Monika Sester (IKG)
9	Integrität multimodaler Wahrnehmung mobiler Roboter unter Berücksichtigung der Zeit	Raphael Voges	Bernardo Wagner (INF/RTS), Claus Brenner (IKG)



PROMOVIERENDE DES KOLLEGS BEI DER GEMEINSAMEN VORBEREITUNG DES MAPATHONS.

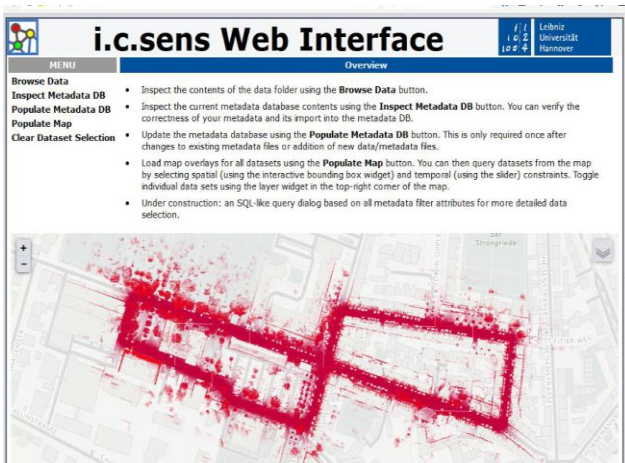
Als gemeinsamer Rahmen für die Promotionsprojekte wurde als Referenzanwendung die kollaborative Lokalisation und Kartierung durch Fahrzeuge in ausgedehnten Außenbereichen definiert, welche einerseits eine praktische Anwendung aufzeigt und andererseits die Anforderungen an unsere gemeinsame Experimentierumgebung, der „Experimentierstube“, bestimmt.

Als erste große gemeinsame Aktion im Rahmen der Experimentierstube fand am 12. Juni 2017 ein großer Mapathon

statt:

Mit den 3 Messfahrzeugen von IKG, GIH und IfE wurden 4 verschiedene Szenarien in der Nordstadt abgefahren. Dabei wurden insgesamt mehr als 1,5 TeraByte an Rohdaten gewonnen, die nun im Rahmen der einzelnen Projekte ausgewertet werden.

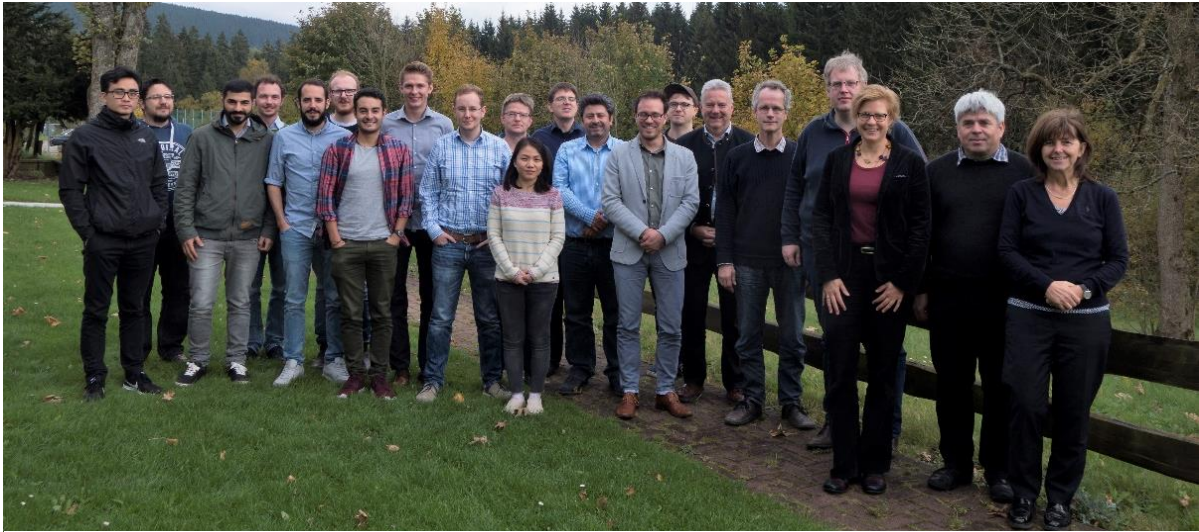




*DATEN DES ERSTEN MAPATHONS OBEN: EINES DER 4 SZENARIEN IN DER NORDSTADT, LINKS) DAS I.C.SENS WEB INTERFACE ERLAUBT EIN GEZIELTES SUCHEN NACH DATEN.*

Die gemeinsamen Aktivitäten in i.c.sens beschränken sich nicht nur auf gemeinsame Forschung, auch das Qualifikationsprogramm ist ein wesentlicher Bestandteil des Graduiertenkollegs. In Blockkursen wurden Grundlagen vermittelt, die den Promovierenden erlaubten, sich schnell in das interdisziplinäre Themenfeld einzuarbeiten. Bei den regelmäßig stattfindenden Professorentagen sowie der jährlichen Klausurtagung stellten die Promovierenden den aktuellen Stand ihrer Arbeiten vor und diskutierten ihn mit ihren Kollegen und Betreuungspersonen.

Auch Beiträge auswärtiger Gäste bereicherten das Programm. Im Juni 2017 hielt Frau Dr. Ilaria Martini vom Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) im Graduiertenkolleg einen Vortrag. Ebenfalls im Juni besuchte Prof. Vladik Kreinovich, der als Merkator-Fellow in das Graduiertenkolleg eingebunden, das GIH. Im Rahmen einer Lunch-Lecture-Serie brachte er den Mitgliedern des Kollegs Themen wie Intervallmodellierung oder „Decision making under uncertainty“ nahe und diskutierte mit den einzelnen Promovierenden über ihre Dissertationsthemen.



AUF DER KLAUSURTAGUNG IM WALD- UND SPORHOTEL FESTENBURG IN CLAUSTHAL-ZELLERFELD, 12.-13. OKTOBER 2017.

## NEUES RECHENCLUSTER FÜR DAS GRADUIERTENKOLLEG

Im Rahmen des Graduiertenkollegs „Integrity and Collaboration in Dynamic Sensor Networks“ (i.c.sens) wurde über das ikg ein neues Rechencluster mit 6 Knoten beschafft, welches das Parallelisierungsframework „Hadoop“ verwendet und hauptsächlich zur schnellen Prozessierung großer Datenmengen eingesetzt wird. Des Weiteren wurde ein GPU Server mit 8 Grafikkarten beschafft, welcher vor Allem im Bereich “Deep Learning” zum schnellen Training von Neuronalen Netze zum Einsatz kommt.

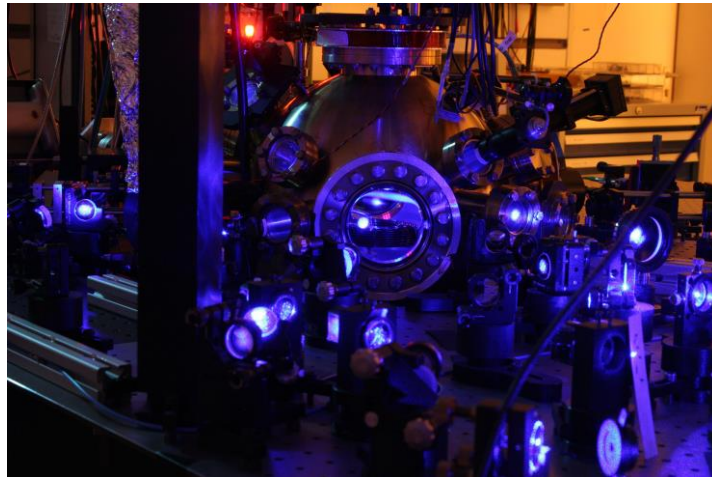
Im Rahmen des Projektes “Interdisciplinary Center for Applied Machine Learning” (ICAML) zwischen ikg und IPI wurde ein Cluster aus 8 Gaming PCs beschafft. Dieses soll durch seine flexible und mobile Struktur vor allem in Lehrprojekten die Verwendung von Parallel Computing vermitteln.

## EXZELLENZ-STRATEGIE: CLUSTER QUANTUMFRONTIERS

Im Exzellenzcluster QuantumFrontiers kooperiert die Leibniz Universität Hannover mit der TU Braunschweig und der PTB Braunschweig. Im zweistufigen Auswahlverfahren wurde die erste Hürde 2017 erfolgreich genommen. Der Vollantrag wurde nun eingereicht und wird im Sommer evaluiert. Das endgültige Ergebnis wird im September 2018 bekanntgegeben.

Die Mission des Clusters QuantumFrontiers ist die Zusammenführung von Quanten- und Nano-Engineering zur weiteren Erhöhung der experimentellen Präzision und Sensitivität, um unsere Erkenntnishorizonte im Größten und im Kleinsten, von der Gravitationswellenastronomie bis hin zur Manipulation von Licht und Materie an der Quantengrenze, weiter zu verschieben.

Die Geodäsie ist mit vier Teilprojekten vertreten: Die Nutzung von hochpräzisen Uhren in der Geodäsie und die Realisierung der relativistischen Geodäsie, die Kombination von klassischen und atominterferometrischen Schwerfeldsensoren sowie die Nutzung von Lasermessungen zum Mond zum Test der Einsteinschen Relativitätstheorie.



**NEUE MESSTECHNOLOGIEN IN QUANTUMFRONTIERS, HIER: ELEMENTE DER STRONTIUM-ATOMUHR BEI DER PTB BRAUNSCHWEIG**



## SFB 1128 GEO-Q: RELATIVISTISCHE GEODÄSIE & GRAVIMETRIE MIT QUANTENSSENSOREN

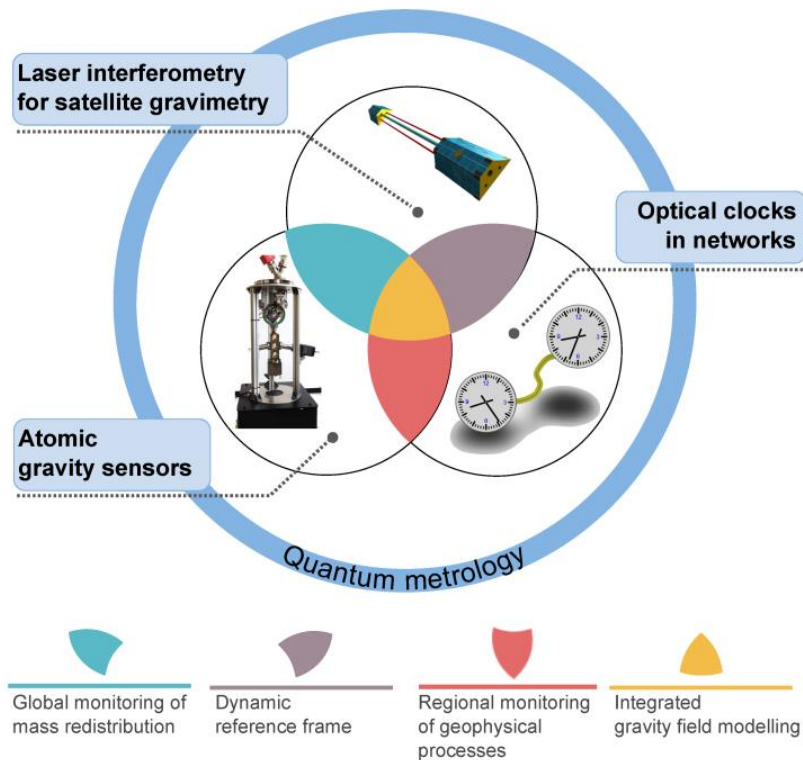


Das Jahr 2017 war neben der Fortsetzung der erfolgreichen Zusammenarbeit mit der Physik geprägt durch die Erarbeitung des Forschungsprogramms für die zweite Förderperiode ab Juli 2018. Im August übernahm Jürgen Müller die Sprecherrolle von Jakob Flury.

In der zweiten Phase von geo-Q sollen die neuartigen Quantensensoren verstärkt für geodätische Anwendungen (Höhenbestimmung mit Uhren, Feldkampagnen mit Quantengravimetern, Laserinterferometrie im Welt- raum) eingesetzt und die Daten entsprechend analysiert werden. Der Fort- setzungsantrag wurde Ende November eingereicht und im Januar 2018 sehr positiv bewertet. Die endgültige Entscheidung der DFG erfolgt im Mai 2018.

Zum Ende der ersten Förderperiode stechen vor allem folgende Forschungs- highlights hervor:

- Laser-Interferometrie im Weltraum – GRACE Follow-On
- Voll ausgereifter Simulator für Schwerfeldsatellitenmissionen
- Neuartiges Chip-basiertes Quantengravimeter
- Erste transportable optische Gitter-Uhr
- Erste internationale optische Faser-Verbindung und „chronometri- sches Nivellement“-Experiment
- Voll-relativistisches Geoid – ohne irgendwelche Approximationen



**DIE FORSCHUNGSKERNBEREICHE VON GEO-Q UND IHRE WECHSELWIRKUNG**

## FZ:GEO – DIE FORSCHUNGSINITIATIVE IST JETZT FORSCHUNGSZENTRUM!

Seit dem 1.1. 2018 ist die ehemalige Forschungsinitiative FI:GEO ein Leibniz Forschungszentrum. Diese Überführung erfolgte nach einer positiven Evaluation durch externe Gutachter.

Das Forschungszentrum FZ:GEO vereint verschiedene Disziplinen und Fachrichtungen im Bereich "GEO": neben der Geodäsie und Geoinformatik sind das Geographie, Geowissenschaften, Bauingenieurwesen und Informatik. Alle eint der gemeinsame Forschungsgegenstand, das System Erde, sowie die Überzeugung, dass sich die drängenden Fragen der Menschheit (Grand Challenges) nur interdisziplinär beantworten lassen. Viele dieser Fragestellungen zeichnen sich durch einen Geo-Bezug aus (z.B., globaler Wandel, nachhaltige Ressourcennutzung, Naturgefahren) und werden in der FZ:GEO in enger Kooperation von Geowissenschaftlern auf der einen Seite und Ingenieuren und Informatikern auf der anderen Seite bearbeitet. Neben insgesamt 16 Instituten an der LUH spielen dabei die zentralen Forschungs- und Dienstleistungsinstitutionen auf Bundes- und Landesebene BGR, LIAG, LBEG und LGLN sowie starke Partner aus der Wirtschaft eine große Rolle und tragen zur besonderen Position Hannovers als einen der führenden Standorte für Geo-Forschung in Deutschland bei.

Das FZ:GEO verfolgt vier übergeordnete Ziele: Entwicklung von innovativen interdisziplinären Forschungsansätzen und Einwerbung größerer Verbundprojekte, Erhöhung der nationalen und internationalen Sichtbarkeit, Aufbau einer attraktiven Plattform für den wissenschaftlichen Nachwuchs und Unterstützung der Zusammenarbeit mit Behörden und Partnern aus Industrie und Wirtschaft. Gerade mit Blick auf die letzten beiden Punkte freut sich das Zentrum auch über eine Zusammenarbeit mit dem der Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik, die aus unserer Sicht hervorragende Arbeit in der Vernetzung von Studierenden, Universitätsmitarbeitern und Vertretern der außeruniversitären Praxis in der Geodäsie und Geoinformatik leistet.

Weitere Informationen finden Sie auf der Homepage [www.geo.uni-hannover.de](http://www.geo.uni-hannover.de). Bei Fragen oder Wunsch in den Newsletter des Zentrums aufgenommen zu werden, in dem auf GEO-Veranstaltungen in ganz Hannover aufmerksam gemacht wird, wenden Sie sich an die Geschäftsführerin des FZ:GEO, Frau Insa Cassens: [i.derrey@mineralogie.uni-hannover.de](mailto:i.derrey@mineralogie.uni-hannover.de).



# FORSCHUNGSARBEITEN

GEODÄTISCHES INSTITUT

SOZIALE INNOVATION ALS BESTANDTEIL EINER ZUKUNFTSFÄHIGEN DASEINSVORSORGE AM BEISPIEL LÄNDLICHER RÄUME IN NIEDERSACHSEN (EUROPÄISCHER FONDS FÜR REGIONALE ENTWICKLUNG (EFRE), JÖRN BANNERT, WINRICH VOß)



Aufbauend auf den Ergebnissen der Machbarkeitsstudie „Potenziale ganzheitlicher Modelle und Konzepte wohnortnaher Versorgung“ von 2014 sollen die Komponenten eines „Guten-Leben-Ansatzes“ (BReg. 2016, Nussbaum/Sen 1993) für eine zukunftsfähige Daseinsvorsorge und die Voraussetzungen für soziale Innovation in ländlichen Räumen erforscht werden. Übergeordnetes Ziel ist dabei die Entwicklung neuer kooperativer Modelle und Konzepte für soziale Infrastrukturen zur Stabilisierung und Zukunftsorientierung ländlicher Räume am Beispiel ausgewählter Fallstu-

dienorte (Netzwerke Elm-Asse, Bad Grund-Osterode, Flecken Coppenbrügge-Salzhemmendorf).

Aufgabe ist es, die theoretisch erlangten Forschungsergebnisse zur Analyse von (Leit-)Infrastrukturen sowie zur Bedeutung von sozialer Innovation in Form von Konzepten der Daseinsvorsorge zu entwickeln und anhand von Fallbeispielen an ausgewählten Standorten modellhaft zu simulieren bzw. ansatzweise zu erproben.

Dazu werden die erlangten Erkenntnisse auf die Praxis angewandt, indem das Forschungsteam in einer Art „Reallabor“ neue kooperierende Infrastrukturkonzepte entwickelt, Handlungsempfehlungen für die Praxis mit dem Ziel der Übertragbarkeit auf andere ländliche Räume erarbeitet und dabei begünstigende oder hemmende Konstellationen von Rahmenbedingungen für soziale Innovation in der Daseinsvorsorge ermittelt. Ziel dieser transdisziplinären Arbeitsweise mit den kommunalen Partnern ist es, die Erkenntnisse zugleich in die Verwaltungspraxis zu transferieren.

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



Regiobranding ist ein vom BMBF gefördertes Verbundprojekt, in dem acht Einrichtungen aus Praxis und u. a. Ingenieurs-, planungs- sowie wirtschaftswissenschaftlich orientierten Hochschuldisziplinen transdisziplinär zusammenarbeiten. Im Zusammenspiel aller Partner möchte das Projekt mittels Branding dazu beitragen, die Identifikation der Bewohner mit ihrer Region und deren Kulturlandschaft zu festigen, ihr Engagement für den Erhalt der Kulturlandschaft zu steigern und die Attraktivität der Region nach außen zu fördern.

Branding bezeichnet 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. In diesem Kontext fokussiert Regiobranding auf die Kulturlandschaften der Metropolregion Hamburg. 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?“

Transdisziplinarität als Prinzip integrativer Forschung zielt darauf ab, praktisches und wissenschaftliches Wissen in systematischer Art und Weise zu verbinden. So treffen sich in Regiobranding Partner der unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen und die Praktiker regelmäßig, um Erfahrungen auszutauschen und schließlich Innovation gemeinsam zu generieren.

Innerhalb des transdisziplinären Austauschs aller Partner bringt das GIH seine Fachsicht durch a) die Untersuchung des Einflusses von Kulturlandschaftselementen auf Immobilienpreise und b) bei einer Veränderungsanalyse von Landnutzungen / Landbedeckungen (LNLB) ein. So konnten bspw. ausgeprägte räumlich-zeitliche Differenzen der LNLB-Entwicklungen in denjenigen Teilen der Metropolregion Hamburg festgestellt werden, die vor 1990 zur DDR bzw. früheren BRD gehörten. In grenzüberschreitenden Fokusregionen, deren gemeinsame Markenbildung im Projekt verfolgt wird, stellt diese Heterogenität eine besondere Herausforderung für das landschaftsbezogene Branding dar.

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

KOOPERATIVE DÖRFER: OPTIMIERUNG VON RESSOURCEN DURCH TEILUNG VON VERANTWORTUNG – EINE INTERDISZIPLINÄRE UNTERSUCHUNG AN BEISPIELEN AUS DEM RAUM STEINWALD/FICHELGEWIRGE (NORDOSTBAYERN)  
(PROMOTIONSOLLEGE „DÖRFER IN VERANTWORTUNG – CHANCENGERECHTIGKEIT IN LÄNDLICHEN RÄUMEN SICHERN“, MARTIN WABINK, WINRICH VOß)



Nicht jede Gemeinde, erst recht nicht jedes Dorf ist heute in der Lage, die für eine attraktive Lebensqualität erforderlichen infrastrukturellen Einrichtungen alleine bereitzustellen. Der Kooperation zwischen (benachbarten) Gemeinden einerseits (interkommunale Zusammenarbeit),

aber auch unterhalb der Gemeindeebene zwischen Dörfern oder mit zivilgesellschaftlichen Kräften andererseits, wird erhebliches Lösungspotential für die Aufrechterhaltung öffentlicher Leistungen im ländlichen Raum zugeschrieben. Mögliche Kooperationen scheitern jedoch vielfach schon in der Abstimmungsphase oder sind personenabhängig und fragil; wesentliches Hemmnis ist u. a. die Sorge vor Benachteiligung der einen oder anderen Seite.

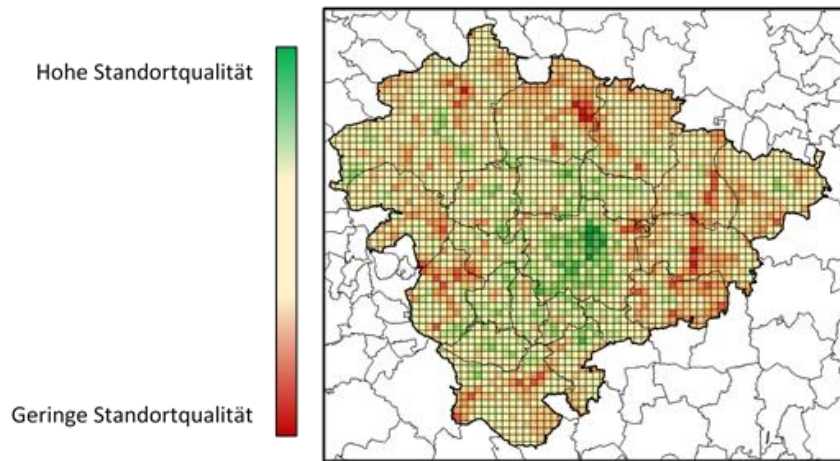
Ziel des GIH-Beitrags in diesem Projekt ist, Kooperationen zur Sicherung der infrastrukturellen Ressourcen, um einen Ausgleichsmechanismen zu ergänzen, der die Vorteile und Lasten zwischen den Beteiligten transparent bzw. vorab „bilanzierbar“ macht. Dabei sind insbesondere die Entwicklung und Systematisierung solcher Ausgleichsmechanismen zu untersuchen, sodass deren Einsatz künftig die Chancen für nachhaltige Kooperationen verbessern und für die Beteiligten berechenbarer machen können. Dazu sollen sowohl (system-)theoretische wie empirische Untersuchungen einschließlich Erfahrungen aus Nachbardisziplinen wie die spieltheoretischen Ansätze der Ökonomik sowie experimenteller Verfahren zur Messung von Vertrauensbereitschaft und Vertrauenswürdigkeit zwischen Dörfern und Kommunen mit einbezogen werden.

INTEROPERABILITÄT VON GEODATEN AM BEISPIEL AKTUELLER AUFGABEN DER WERTERMITTLUNG (MINISTERIUM FÜR INNERES UND SPORT (MI), KENO BAKKER, WINRICH VOß)

Auf der einen Seite INSPIRE und Geodaten, auf der anderen Seite Immobilienmärkte mit schwierigen Segmenten wie gewerblichen Märkten und kaufpreisarmen Lagen - beides bringt die Forschungsk Kooperation zwischen dem Niedersächsischen Ministerium für Inneres und Sport und dem Geodätischen Institut Hannover mit dem Titel „Interoperabilität von Geodaten am Beispiel aktueller Aufgaben der Wertermittlung“ zusammen.

Vor dem Hintergrund der geforderten weitreichenden Datenverfügbarkeit von Geodaten durch die Richtlinie 2007/2/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates der EU (INSPIRE) sowie den gesetzlichen Initiativen auf Bundesebene und den Ländern hat der Ausbau der Geodateninfrastruktur deutlich an Bedeutung gewonnen. Die Zielsetzung, Geodaten interoperabel bereitzustellen, bietet nicht nur für das Geoinformationswesen, sondern auch im Bereich der Immobilienwertermittlung und Marktanalyse

großes Potential, den starken Bedarf nach dynamischen sowie zeit-abhängigen lagebezogenen Daten und Informationen zu decken. Besonders für den Bereich der gewerblichen Teilmärkte und der kaufpreis-armen Lagen ist es von großem Interesse, ob die Verwendung zusätzlicher Geodaten zu einer Verbesserung der Datenlage für Wertermittlung und Marktanalyse in Gebieten mit geringer Informationsdichte aus Marktergebnissen genutzt werden kann. Dies zu untersuchen ist Zielsetzung des Forschungsprojektes „Interoperabilität von Geodaten am Beispiel aktueller Aufgaben der Wertermittlung“.



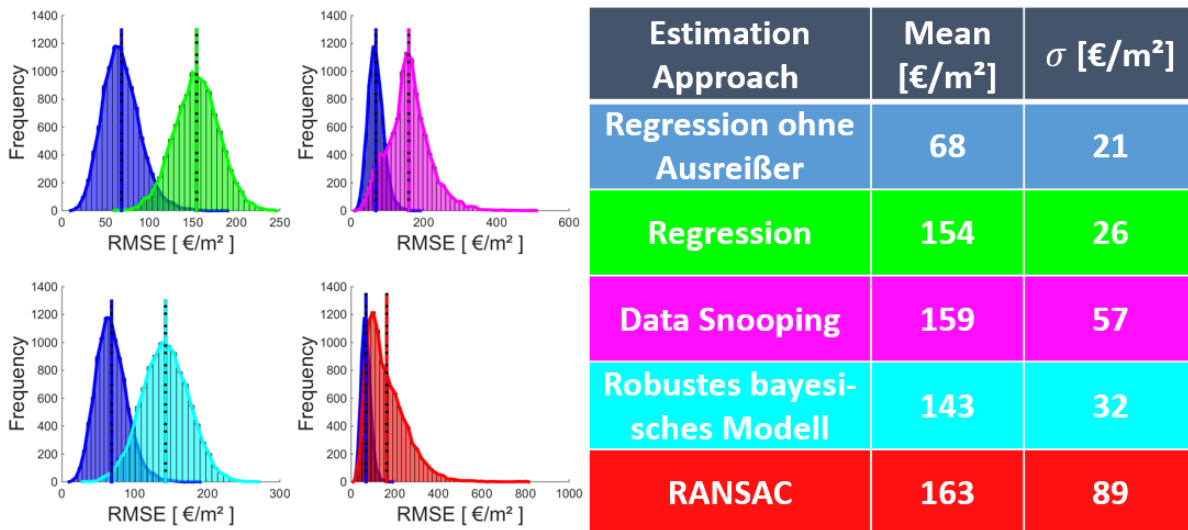
In enger Zusammenarbeit mit dem Oberen Gutachterausschuss in Niedersachsen wird derzeit im Rahmen dieses Forschungsprojektes ein Modell zur Ableitung einer niedersachsenweiten und in einem kleinräumigen Rastergitter angegebenen Standortqualität entwickelt.

Die Idee dabei besteht darin, alle relevanten Informationen aus Geodaten in einem Modell zu vereinigen, um eine Aussage zur „Wertigkeit/Qualität“ eines Standortes, bezogen auf einen bestimmten Immobilienteilmarkt, abzuleiten. Diese Standortqualität wird als ein relativer und einheitsloser Wert angegeben und ihr kann ein direkter wertermittlungsrelevanter Zusammenhang beigemessen werden. Das Modell zur Bestimmung der Standortqualität aus Geodaten muss daher nachweisen, dass ein hoher Verkehrswert für einen Standort sich auch durch besonders wertrelevante Indikatoren aus Geodaten herleiten lässt.

Die niedersachsenweite kleinräumige Abbildung der Standortqualität kann große Unterstützung bei der Verfeinerung und der Qualitätsüberprüfung von Bodenrichtwertzonen, differenziert nach Teilmärkten, liefern, bei denen generell eine geringe Informationsdichte aus Marktdaten vorliegt. Zudem werden die Berechnungsschritte automatisiert in einem Geoinformationssystem (GIS) umgesetzt, sodass ein periodisches Aktualisieren der Standortqualität aus Geodaten in beliebigen und vom Nutzer gewünschten Zeiträumen erfolgen kann.

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

Das Forschungsprojekt begann im März 2015 und wird in Kooperation mit der Professur für Landmanagement des Geodätischen Institutes der technischen Universität Dresden bearbeitet. In dem Projekt liegt der Arbeitsschwerpunkt des GIHs in der Erarbeitung eines innovativen statistischen Modells, das eine zuverlässige Auswertung auch in Lagen mit wenigen Kauffällen ermöglicht. Die Herausforderung bei der statistischen Auswertung von Käuffällen in diesen Lagen liegt in der geringen Redundanz und der Inhomogenität der Daten. Dies führt dazu, dass etablierte Verfahren zur Ausreißerdetektion, wie das Data Snooping, nicht zuverlässig funktionieren. Das Ziel des Projekts ist es deswegen, einen robusten bayesischen Ansatz zu entwickeln, der die Ausreißer zuverlässiger detektiert als das aktuell angewandte Verfahren, welches auf der Auswertung von Käuffällen basiert.



ERGEBNIS DER ROBUSTHEITSANALYSE VON VERSCHIEDENEN SCHÄTZANSÄTZEN BEI 30 BEOBACHTUNGEN, DIE MIT SECHS ZUFÄLLIGEN AUSREIßERN KONTAMINIERT SIND.

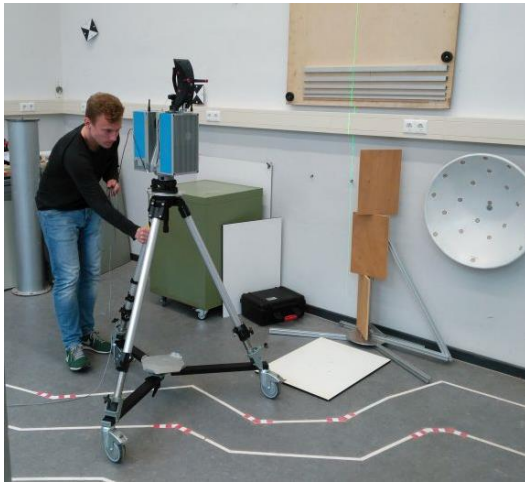
Im Jahr 2017 lag der Fokus auf der Entwicklung eines robusten bayesischen Schätzers für die Auswertung in kaufpreisarmen Lagen. Die Robustheit des bayesischen Ansatzes wird durch die Verwendung der Studentverteilung, welche die Normalverteilung in der Likelihood-Funktion ersetzt, realisiert. Die resultierende a-posteriori-Dichte wird mit Markov-Chain-Monte-Carlo-Methoden approximiert. Die Zuverlässigkeit des verwendeten robusten bayesischen Ansatzes wurde in einer Closed-Loop-Simulation untersucht und mit aus der Literatur bekannten robusten Schätzverfahren, wie M-Schätzer und RANSAC, verglichen. Die hieraus gewonnenen Erkenntnisse werden aktuell zur Weiterentwicklung des bayesischen Modells verwendet.



## ENTWICKLUNG VON ALGORITHMEN UND QUALITÄTSPROZESSEN FÜR EIN NEUARTIGES KINEMATISCHES TERRESTRISCHES LASERSCANNINGSYSTEM (BMW I, JENS HARTMANN)

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

Hauptziel des Teilvorhabens am GIH bildet eine hochgenaue kinematische 3D-Erfassung ( $\pm 1$  mm) der Oberfläche von im Bau befindlichen Schiffen. Dazu ist zum einen ein geeignetes Multi-Sensor-System (MSS) und zum anderen geeignete Auswertelgorithmen zu entwickeln.



TESTMESSUNGEN AUF REFERENZGEOMETRIEN MIT DEM K-TLS BASIERTEN MSS IM 3D-LABOR DES GIH.

Als objekterfassender Sensor dient ein Laserscanner, welcher mit bis zu 50 Hz im Profilmodus (2D) arbeitet. Dieser befindet sich auf einer bewegten Plattform, welche kontinuierlich durch einen Lasertracker (Leica AT960) in Kombination mit einer Leica T-Probe referenziert wird. Aktuelle Arbeiten fokussieren auf eine exakte Synchronisierung zwischen Laserscanner und Lasertracker. Des Weiteren ist eine sehr exakte Bestimmung der 6-DoF (Degrees of Freedom) zwischen der am Laserscanner montierten T-Probe und dessen Zentrum nötig. Dies wird als 6-DoF (Degrees of Freedom) Kalibrierung bezeichnet. Die aktuell laufenden Arbeiten haben zum Ziel, dass zum

einen die Genauigkeit und zum anderen der Arbeitsaufwand der 6-DoF-Bestimmung optimiert werden. Hierfür spielen Anzahl und Anordnung der verwendeten Referenzgeometrien eine entscheidende Rolle. Ein weitere Aufgabe stellt die Realisierung einer punktgenauen (Geo-)referenzierung der bewegten Plattform dar. Hierzu ist ein geeignetes Filtermodell zu implementieren, durch welches das Bewegungsverhalten bei der Messung am besten mit berücksichtigt wird.

Laufzeit: 01.03.2016 bis 28.02.2019

Gefördert durch:



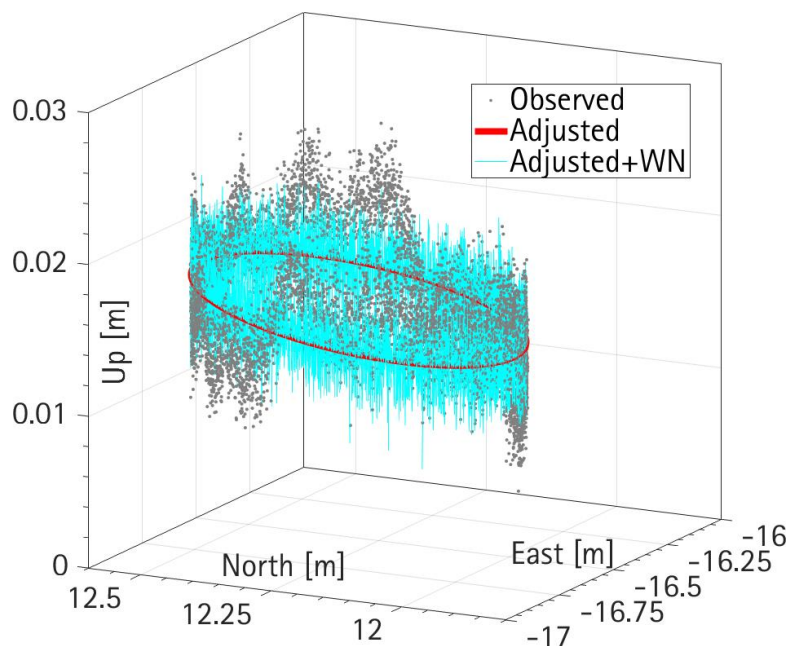
Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

SELBSTOPTIMIERENDE ROBUSTE AUSGLEICHUNG MULTIVARIATER GEODÄTISCHER PROZESSE MIT INSTATIONÄREM FARBIGEM RAUSCHEN (BORIS KARGOLL, HAMZA ALKHATIB, MOHAMMAD OMIDALIZARANDI, JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ)

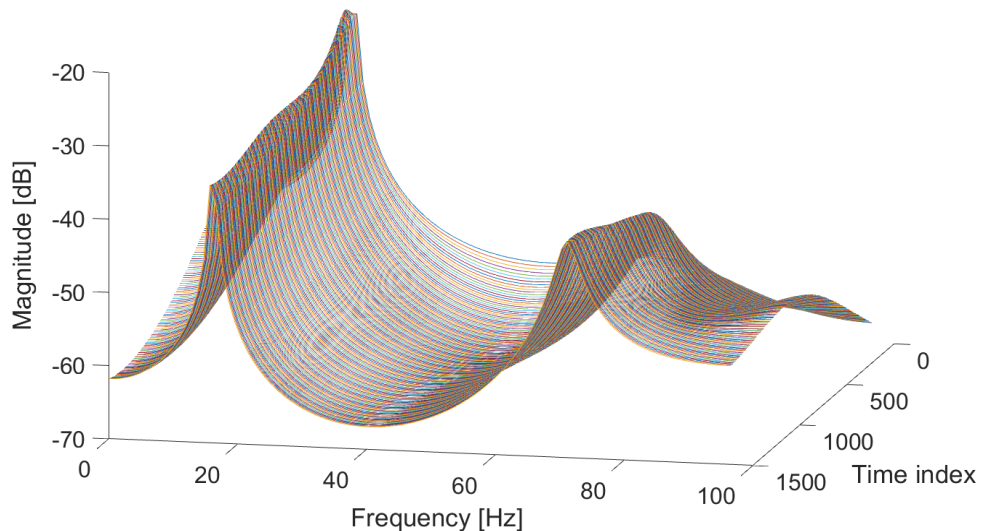
Dieses Projekt beinhaltet die Entwicklung einer innovativen Theorie der robusten Ausgleichung nach Parametern im Kontext der Zeitreihenanalyse. Die Parameter können sich sowohl auf ein lineares, als auch ein nichtlineares raumzeitliches Regressionsmodell beziehen. In der betrachteten Theorie werden Ausreißer stochastisch durch Annahme Student t-verteilter zufälliger Abweichungen modelliert und die Parameterschätzung mittels Expectation Maximization (EM) Algorithmen effizient umgesetzt. Die resultierenden Algorithmen sind *selbstoptimierend* in dem Sinne, dass aus einer, vom Freiheitsgrad der t-Verteilung abhängigen, Familie von unendlich vielen Schätzfunktionen die Beste entsprechend der tatsächlichen Ausreißercharakteristik automatisch ausgewählt wird. Bei bisher in der Geodäsie üblichen robusten Schätzern, z.B. beim Huberschätzer, müssen vom Anwender oftmals Tuning-Konstanten vorab festgelegt werden, was bei nicht vorhandenem Vorwissen über die zu erwartenden Ausreißercharakteristik zu suboptimalen oder gänzlich unrealistischen Schätzergebnissen führen kann. Als weitere Datencharakteristik neben Ausreißern werden vorhandene, aber vorab unbekannte, Korrelationsmuster in Form von farbigem Messrauschen durch autoregressive (AR) Prozesse modelliert und mitgeschätzt.

Erfolgt eine gleichzeitige und unabhängige Messung mehrerer Größen als Zeitreihen, dann werden für jede (Sensor-) Komponente eine eigene t-Verteilung und ein eigener AR-Prozess angepasst. Die verschiedenen Zeitreihen werden auf Ebene eines raumzeitlichen Regressionsmodells miteinander verknüpft. Der für diese Modellklasse entwickelte generalisierte EM (GEM) Algorithmus wurde auf reale GNSS-Beobachtungen eines 3D Kreises Im Rahmen der Georeferenzierung eines terrestrischen Laserscanners angewendet.



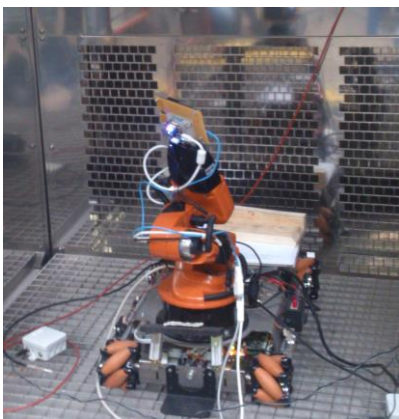
3D SICHT DER GNSS-MESSUNGEN UND DIE GESCHÄTZTE KREISFÖRMIGE TRAJEKTORIE

In einer weiteren Studie wurden die geschätzten Koeffizienten des AR-Prozesses einer einzelnen Sensorkomponente zeitlich variabel modelliert. Für diese Modellklasse wurde ein erweiterter EM-Algorithmus entwickelt. Hiermit wurde gezeigt, dass die Einschwingphase eines auf einem Schwingtisch montierten Akzelerometers durch einen AR-Prozess niedriger Ordnung dargestellt werden kann, für den das Zeitvariabilitätsmodell durch kubische Polynome beschrieben wird.



**DARSTELLUNG DER ZEITVARIABLEN AR-PROZESSE IN FREQUENZBEREICH DURCH ZEITABHÄNGIGES LEISTUNGSDICHTESPKTRUM**

**SPATIO-TEMPORAL MONITORING OF BRIDGE STRUCTURES USING LOW COST SENSORS (BMW I, MOHAMMAD OMIDALIZARANDI, BORIS KARGOLL, JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ)**



**KUKA YOUBOT INSIDE THE CLIMATE CHAMBER TO PERFORM DETERMINISTIC CALIBRATION OF THE LOW COST ACCELEROMETER**

Today, short- and long-term structural health monitoring of bridge infrastructures and their safe, reliable and cost-effective maintenance has received considerable attention. In this project, Geodetic Institute of Leibniz Universität Hannover (GIH) is collaborating with ALL-SAT GmbH for developing hardware and software of a low cost multi-sensor-system (MSS) technology, which is suitable for displacement and vibration analysis of the bridge structures. The MSS consists of low cost Micro-electro-mechanical systems (MEMS) accelerometers which are used for integrating into a geosensor network by mounting at different positions of the bridge structures.

In order to degrade the impact of systematic errors on the acceleration measurements and accurately determining deterministic calibration parameters, common six-position static acceleration

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



tests are performed, using KUKA youBot. Since performance characteristics of the low cost accelerometers are highly dependent on the temperature variations, calibration in the climate chamber over the temperature range of 10°C to 30°C was carried out. Furthermore, stochastic modelling has been developed and implemented based on an autoregressive (AR) model of the coloured measurement noise and a scaled (Students) t-distribution to characterize the random noise.

The accelerations are integrated over time to determine position and velocity changes. Integration over time, which is time dependent characteristic of this approach, needs accurate time stamps for time synchronization to access the exact time intervals. Consequently, in order to deal with existing random errors with respect to time and position of the sensor, image assisted total station (IATS; here Leica Nova MS50 MultiStation) as a modern geodetic measurement system can be utilized to perform zero velocity updates (ZUPT) and coordinate updates (CUPT) as observation updates for the fine alignment of the geosensor network based on Kalman filter (KF). The feasibility of the low cost optimal passive target pattern and its accurate as well as reliable detection using telescope camera of MS50 are investigated at different epochs of time

To estimate amplitudes and frequencies with high accuracy from both acceleration data of accelerometers and video frames of MS50, a linear regression model in terms of a sum of sinusoids and an autoregressive (AR) model of the coloured measurement noise is employed. The white noise components of the AR process are assumed to independently follow a scaled (Students) t-distribution in order to accommodate for outliers. The adjustment of this combined observation model is carried out by means of the generalized expectation maximization (GEM) algorithm.

Experiments were carried out for two case studies under controlled excitation in the laboratory environment using MS50, IMU and two highly accurate reference measurement systems, namely, the portable shaker vibration calibrator 9210D (with sampling frequency of 200 Hz) and the laser tracker Leica AT960-LR (LT; with sampling frequency of 200 Hz) for validation and real-world situation observing a footbridge structure using the telescope camera of MS50 and LT.



VIBRATION ANALYSIS OF A CONTROLLED EXCITATION AND OF THE FOOTBRIDGE STRUCTURE

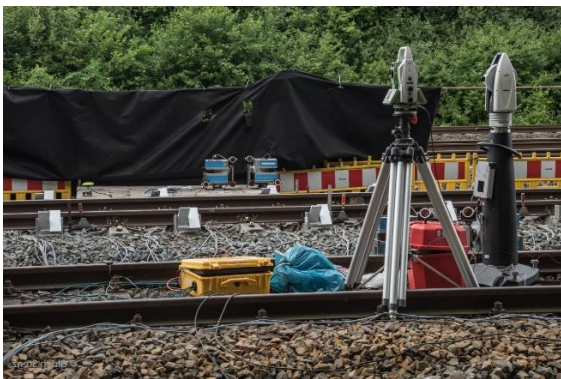
## ÜBERWACHUNG EINES GLEISVERWERFUNGSVERSUCHS (JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ, JOHANNES BUREICK, ILKA VON GÖSSELN, DMITRI DIENER)

Das GIH hat bei einem sehr außergewöhnlichen Versuch der Deutschen Bahn, einem Gleisverwerfungsversuch, die messtechnische Überwachung übernommen. Ein zuvor ausgewählter Schienenbereich wurde sehr stark erhitzt, wodurch es zunächst zu einer Verformung und dann zu einer Verwerfung der Schiene gekommen ist. Dieser Gleisverwerfungsversuch fand im Juni 2017 im südlichen Niedersachsen statt.

Während des Versuchs wurden vier auf der Seite gelagerte Laserscanner vom Typ Zoller+Fröhlich 5006/5010 über die gesamte Versuchsdauer im Profilmodus betrieben (s. Abb. 1). Sie dienten zur Erfassung der Schienen über die komplette Länge des ca. 9 m langen Verwerfungsbereichs. Während des Versuchs wurden die Positionen und die Orientierungen der vier Laserscanner im Raum mit Tachymetermessungen zu je drei am Scanner montierten Prismen bestimmt und kontinuierlich überwacht. Die Auswertung der einzelnen Punktlinien über die Epochen wurde über die Schätzung von B-Splines realisiert und abschließend in einem Video dargestellt.

Zusätzlich wurden 42 Corner Cube Reflektoren in 17 Profilen installiert, die während des Versuchs mit dem Lasertracker Leica AT906-LR angemessen wurden.

Vor Versuchsbeginn, direkt nach der Verwerfung und einige Zeit nach der Verwerfung wurden zudem statische 3D-Punktwolken mit einem Laserscanner Zoller+Fröhlich Imager 5010 durchgeführt. Die Lage der Schiene vor Versuchsbeginn (oben) und kurz nach der Verwerfung (unten) ist in Abbildung 2 dargestellt.



**ABB.1: AUFBAU DER SENSOREN IM GLEIS**



**ABB.2: AUSSCHNITT DER 3D-PUNKTWOLKE VOR VERSUCHSBEGINN (OBEN) UND KURZ NACH DER VERWERFUNG (UNTEN)**

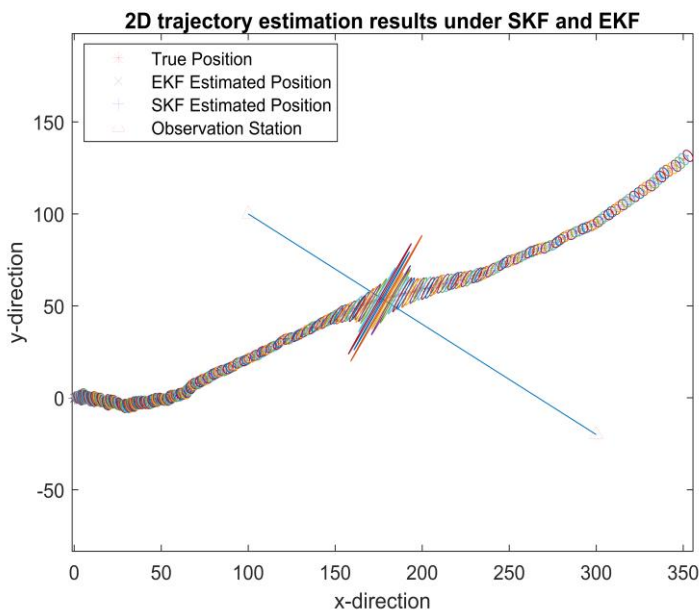


SET-MEMBERSHIP KALMAN FILTER AND ITS APPLICATIONS (DFG, LIGANG SUN)

State estimation is applicable to virtually all areas of engineering and science. Any discipline that is concerned with the mathematical modeling of its systems is a likely candidate for state estimation. Nonlinear filtering can be a difficult and complex subject in the field of state estimation. Developed in the past hundreds years, the stochastic state estimation techniques are most widely applied in the real world. This approach bases on the probabilistic assumptions of the uncertainties in the system, such as Kalman filter and extended Kalman filter, where uncertain parts (usually noise) in the system are assumed to have certain probability distribution (usually Gaussian distribution).

However, in many cases these probability distributions could be questionable, especially when the real process generating the data are complex so that only simplified models can be practically used in the estimation process. There is another interesting approach, referred to set-membership uncertainty state estimation. Developed since 1960s, this approach assumes that the uncertainty is unknown but bounded. No further assumption was made except for its membership of a given bound. This new technique is more appropriate in many cases where the bounded description is more realistic than stochastic distributions.

A new filter model called set-membership Kalman (SKF) filter for nonlinear state estimation problems was designed, where both random and unknown but bounded uncertainties were considered simultaneously in the discrete-time system. The main loop of this algorithm includes one prediction step and one correction step with measurement information, and the key part in each loop is to solve an optimization problem. The solution of the optimization problem produces the optimal estimation for the state,



which is bounded by ellipsoids. The new filter was applied on a highly nonlinear benchmark example and a two-dimensional trajectory estimation problem, in which the new filter behaved better compared with extended Kalman filter (EKF) results.

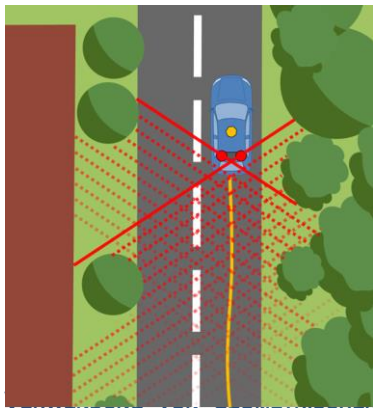
Here we use set-membership Kalman filter to estimate the trajectory of one vehicle. As you can see, the output is not a series of single points anymore, there is a series of ellipsoids instead.

This work was supported by the German Research Foundation (DFG) as part of the Research Training Group i.c.sens (RTG 2159).



## INFORMATIONSBASIERTER ANSATZ FÜR DIE GENAUE GEOREFERENZIERUNG EINES KINEMATISCHEN MULTISENSORSYSTEMS (DFG, SÖREN VOGEL)

Für die dreidimensionale Georeferenzierung von kinematischen Multi-sensorsystemen (MSS) innerhalb ihrer Umgebung stehen eine Vielzahl an Methoden und Ansätzen zur Verfügung. Diese unterscheiden sich jedoch stark hinsichtlich ihrer erreichbaren Unsicherheit, Zuverlässigkeit, Vollständigkeit, Verfügbarkeit und der Robustheit gegenüber Messabweichungen. Auch die Anzahl der notwendigen unterschiedlichen Sensortypen und somit die Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems variieren stark. Des Weiteren hat auch die unmittelbare Umgebung einen bedeutsamen Einfluss auf die Qualität der Georeferenzierung. Sowohl innerhalb geschlossener Räumlichkeiten mit komplexen räumlichen Strukturen (z.B. Bürogebäude) als auch in städtischen Umgebungen, mit einer Vielzahl an höheren Gebäuden und Vegetation, ist eine solch integrale Georeferenzierung von kinematischen MSS nur höchst aufwendig zu realisieren, da u. a. genaue und zuverlässige GNSS-Beobachtungen aufgrund von Abschattungen nicht zur Verfügung stehen. Echtzeitprozessierung oder hohe Genauigkeitsansprüche werden so nur sehr schwer erreicht.



VORINFORMATIONEN AUS DEM  
OBJEKTRAUM FÜR DIE GEO-  
REFERENZIERUNG

Innerhalb dieses Dissertationsprojektes im Rahmen des Graduiertenkollegs (GRK) i.c.sens wird daher ein mathematischer Ansatz für die Georeferenzierung kinematischer MSS auf Basis von verschiedenartigen Informationen entwickelt. Forschungsaufgaben umfassen dabei insbesondere eine Auseinandersetzung bei der optimalen Integration von Laserscanner-basierten Objektrauminformationen als auch der mathematischen Abbildung von priori-Informationen auf Grundlage von geometrischen (Un)gleichungsrestriktionen (z.B. auf Basis von definierten DIN-Toleranzen im Bauwesen). Weiterer Schwerpunkt ist die ständige Gewährleistung der Integrität des MSS, bzw. dessen Robustifizierung, durch die Einführung ebensolcher unabhängigen geometrischen Informationen. Die Ergebnisse werden sowohl auf Basis simulierter als auch im Rahmen des GRK erfassten Datensätze angewandt und validiert.

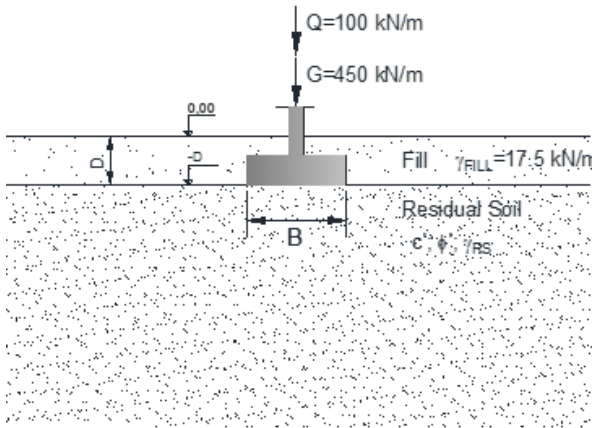
This work was supported by the German Research Foundation (DFG) as part of the Research Training Group i.c.sens (RTG 2159).



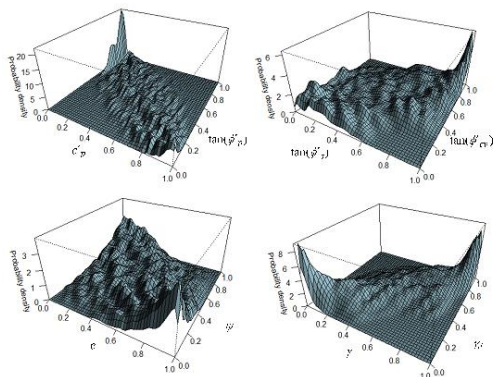
## DEVELOPING COPULA BASED TRANSLATIONAL RELIABILITY METHODS AND ITS APPLICATION IN CIVIL ENGINEERING (AVH, YI ZHANG)

The goal of this project is to develop efficient and accurate multivariate reliability methods based on copula theory and apply them to civil engineering problems. Such developed methods should provide sufficient means of evaluating reliability problems within the copula domain. In 2017, we developed an asymmetric copula and applied it to the geotechnical data analysis. These include the concepts of measuring the asymmetric dependences and tail dependences. Several ways of constructing an asymmetric copula were established. These asymmetric copulas were then compared with traditional symmetric copulas on the modeling of soil parameters collected from a site

located in Portugal. It was found that the asymmetric copula can also provide accurate predictions of extreme values from the empirical data. However,



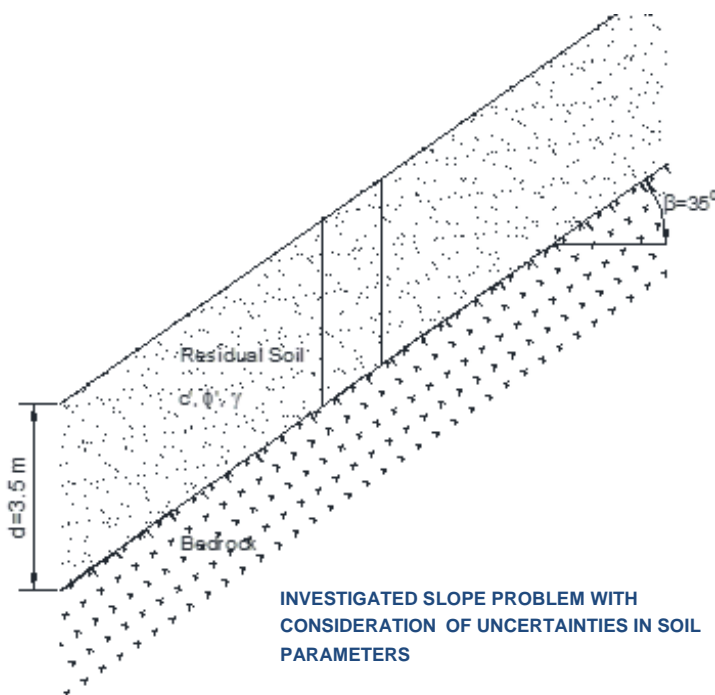
**INVESTIGATED SPREAD FOOTING PROBLEM WITH CONSIDERATION OF UNCERTAINTIES IN SOIL PARAMETERS**



**PROBABILITY DENSITY OF ASYMMETRIC COPULAS FOR MODELING THE GEOTECHNICAL PARAMETERS**

if the soil data does not possess an obvious asymmetric dependence, the use of asymmetric copula would not be very necessary. It is expected that asymmetric copula can contribute to improve the reliability analysis or risk assessment of geotechnical problems due to soil data modeling.

Currently, the copula approach is been utilized in the reliability analysis for geotechnical problems. A group of symmetric and asymmetric copulas are selected to model the dependences between cohesion and friction angle for the studied soil. The reliability analysis of a continuous spread footing and infinite slope are then presented to demonstrate the influence of asymmetric dependences on reliability. The results showed that the failure probabilities of the investigated geotechnical problems is very sensitive to the adopted dependence structure, either symmetrically or asymmetrically. The commonly applied one parameter symmetric copulas, such as Archimedean copulas, may underestimate the failure probabilities. It is shown the asymmetric copulas is more powerful in characterizing the dependences structures of soil parameters especially for high nonlinear dependent variables.



**INVESTIGATED SLOPE PROBLEM WITH CONSIDERATION OF UNCERTAINTIES IN SOIL PARAMETERS**

Future work seems necessary to investigate the ways of selecting base copulas and individual functions in the construction of asymmetric copulas. Also, applications of the obtained asymmetric copula to real geotechnical problems, as well as different site data, may prove to have relevant interest regarding Geotechnical Reliability Based Design.

LASERTRACKERMESSUNGEN IM RAHMEN DES GROßVERSUCH ZUR KNICKSTABILITÄT DER FESTEN FAHRBAHN (JANETTA WODNIOK, DMITRI DIENER, ILKA VON GÖSSELN, ULRICH STENZ, XIANGYANG XU, DIRK DENNIG, INGO NEUMANN)

Kurz vor der Inbetriebnahme der ICE-Neubaustrecke Nürnberg-Erfurt als Teilstück der VDE 8 wurden unter der Federführung des Ingenieurbüros Marx Krontal GmbH und des Instituts für Massivbau Versuche zur Knickstabilität der Festen Fahrbahn durchgeführt. Diese Versuche waren für die Inbetriebnahme der Itztalbrücke bei Coburg erforderlich. Vor der Durchführung der Versuche wurde die Schienenachse über die Aufnahme von insgesamt 2 x 24 Winkelführungsplatten definiert.

Zur Bestimmung der eigentlichen Schienenachse am Schienenkopf wurden über beide Schienen in einem vorgegebenen Abstand Schienenprofile mit 40 Messpunkte pro Profil mit dem Lasertracker und der T-Probe aufgenommen.

Während der Belastungsversuche zur Untersuchung der Knickstabilität wurden 66 Corner Cube Reflektoren zu definierten Laststufen und Zeitpunkten mit dem Lasertracker erfasst.



GROßVERSUCH ZUR KNICKSTABILITÄT DER FESTEN FAHRBAHN

Die Belastungsversuche wurden vom GIH durch zwei Laborversuche und zwei Großversuche über einen Zeitraum von sechs Wochen begleitet und beinhalteten aufwendige Kontrollvermessungen mit dem Lasertracker Leica AT906-LR.

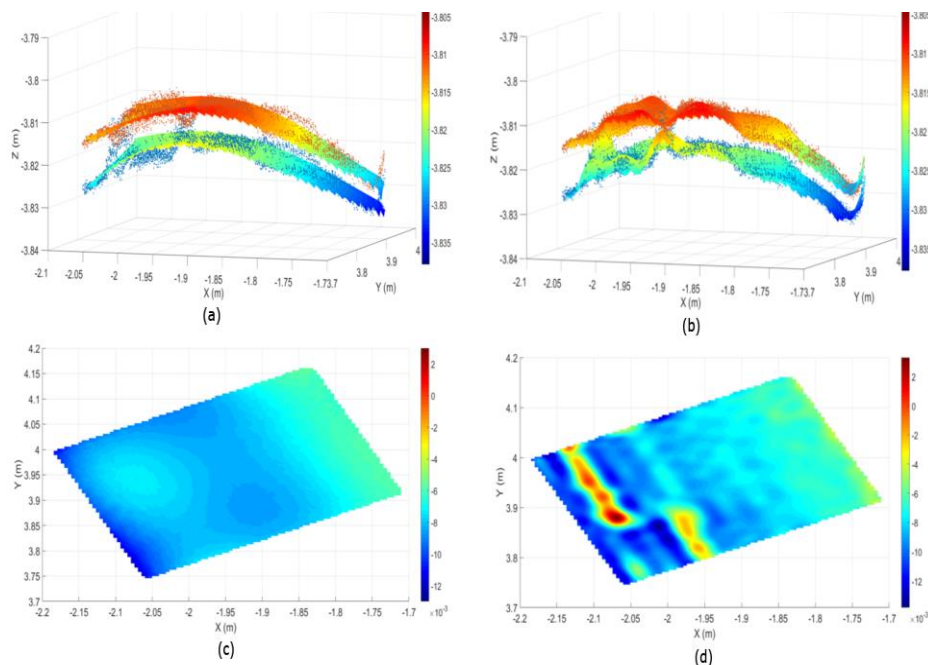


TERRESTRIAL LASER SCANNING DATA ANALYSIS FOR DEFORMATION AND STRUCTURAL HEALTH MONITORING (XIN ZHAO, HAMZA ALKHATIB, BORIS KARGOLL)  
 FUNDED BY CSC (CHINA SCHOLARSHIP COUNCIL) AND COMPLETION GRANT IN THE EVENT OF PARTICULAR HARDSHIPS

Deformation monitoring of structures is a common application as well as one of the major task of engineering surveying. Meanwhile, terrestrial laser scanning (TLS) has become a popular method for detecting deformations due to high precision and spatial resolution in capturing large quantity of 3D point cloud. In rigorous deformation analysis, it is of great importance to select an appropriate functional model as well as stochastic model which properly reflects the geometrical features of each state or epoch. Within this project, B-Spline curves are estimated as function model for TLS measurements.

To select the proper functional model, besides common used model selection approach, we compare the (log-)likelihoods of competing models by means of the general hypothesis testing principle. Such hypothesis tests offer the advantage that significant probabilistic differences between models can be detected, which information is not provided by other methods.

In contrast to the simplified stochastic model, a more detailed uncertainty budget is considered, in the context of the “Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement” (GUM), which leads to a refined, heteroskedastic variance covariance matrix (VCM) of TLS measurements. Furthermore, the simulation-based Cox’s test is proposed to evaluate the impact on the estimated B-spline curve.



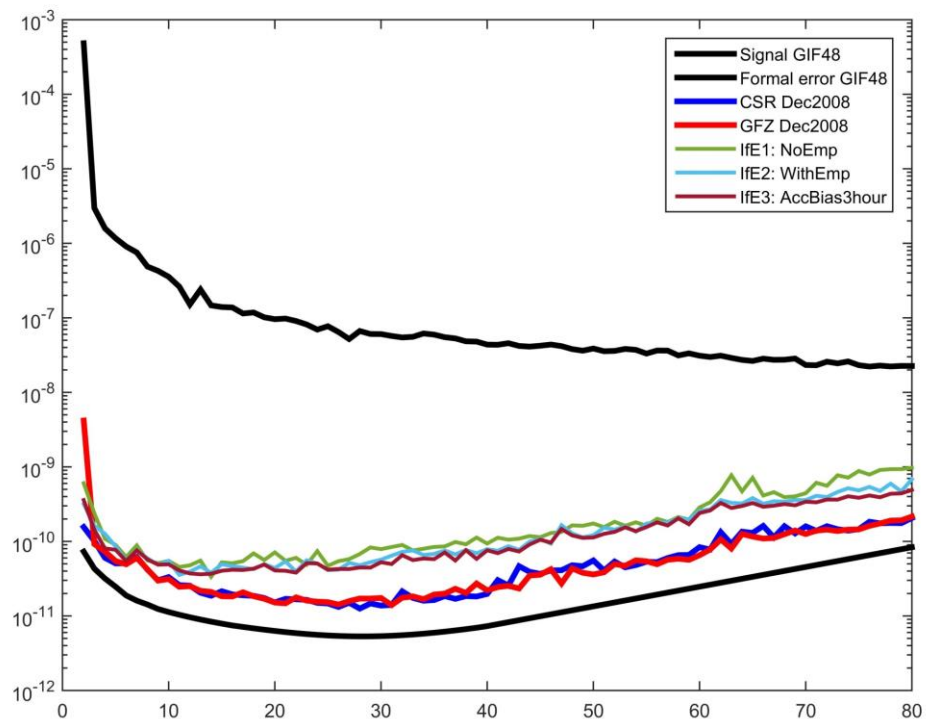
**TOP: PROBABILITY DENSITY OF ASYMMETRIC COPULAS FOR MODELING THE GEOTECHNICAL PARAMETERS**

**BOTTOM: POLYNOMIAL AND B-SPLINE SURFACE MODELS AND THEIR PERFORMANCE IN REFLECTING DEFORMATION.**

## INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

### GRAVITY FIELD RECOVERY FROM GRACE/GRACE FO OBSERVATIONS (IFE, MAJID NAEIMI)

The method of variational equations for the recovery of the Earth's gravity field and its temporal variations is successfully implemented at IfE in this project. Our gravity field solutions, are obtained in two processing steps. In the first step, the orbits of both satellites are dynamically integrated and the initial state vectors together with accelerometer bias parameters of both satellites are adjusted using GRACE L1B reduced dynamic orbit. In the second step the 6-hourly-arc normal equations are accumulated and the monthly gravity field spherical coefficients up to degree and order 80 are estimated along with the unknown parameters of step 1. The geoid degree standard deviations of our solutions show a very good agreement with the official solutions of CSR and GFZ. In addition we implemented a modified Gauss-Jackson method for the integration of satellite state as well as the state transition and sensitivity matrices. Our method shows a good performance in the context of orbit adjustment and gravity field recovery from GRACE observations.



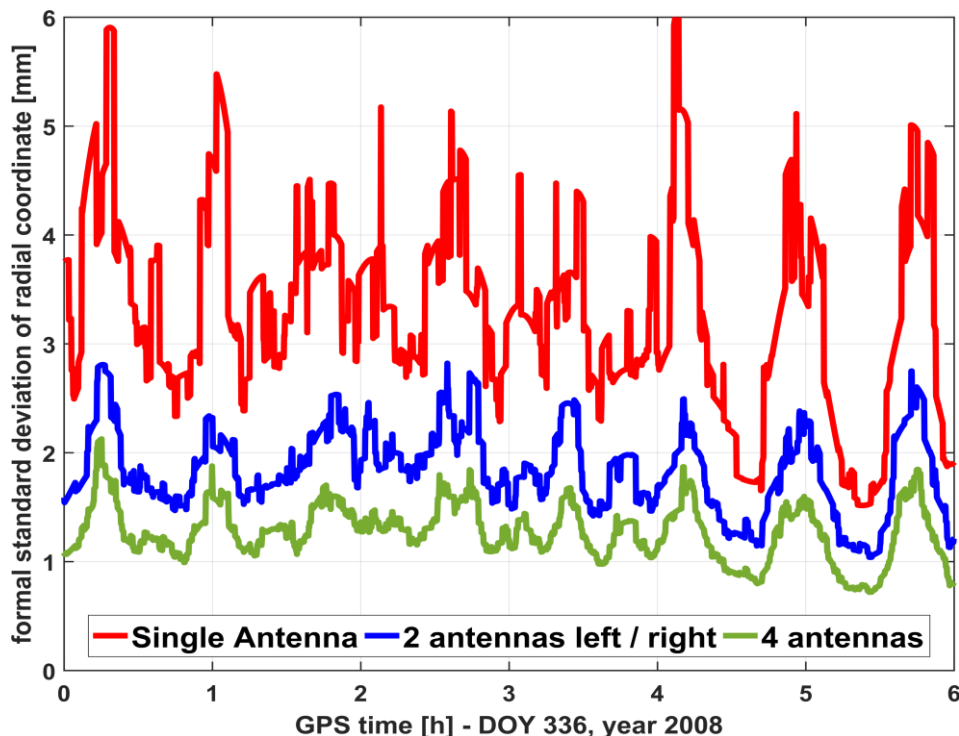
**ERROR DEGREE VARIANCES OF IFE SOLUTIONS COMPARED TO GFZ AND CSR SOLUTIONS.**

In the continuation of this project, the force models such as Earth pole tides and ocean pole tides should be revised and validated. In addition, empirical parameterization of short arcs shall be reviewed to compensate the effect of un- and mismodeling of background forces.

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

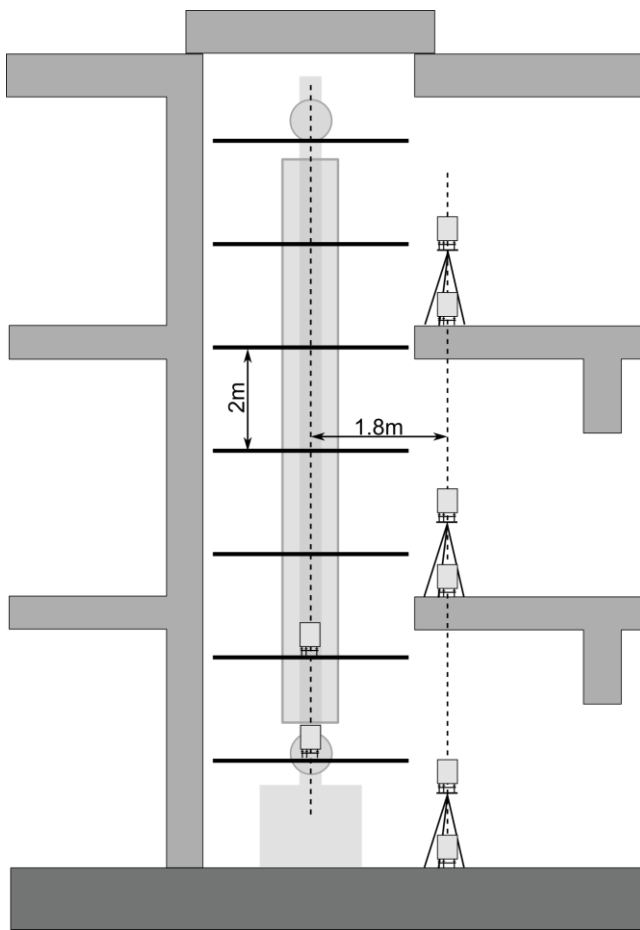
Ein signifikanter Teil des SFB 1128 geo-Q befasst sich mit Sensordaten aus Satellitenmissionen. Grundlegend für deren Weiterverarbeitung ist ein einheitliches Zeit- und Koordinatensystem, welches über GPS-Beobachtungen realisiert werden kann. Die Positionierung von tieffliegenden Satelliten, sogenannten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

Die zweite Forschungsfrage, welche Vorteile sich durch das Konzept des Virtuellen Empfängers für LEOs ergeben, wurde in diesem Jahr intensiver anhand von Simulationen untersucht. Mit mehreren optimal orientierten GPS-Antennen können die Satellitensichtbarkeitsbögen von typischerweise 30 min auf bis zu 80 min verlängert werden und die Beobachtungsgeometrie wird gestärkt. Neben diesen Vorteilen im Beobachtungsraum zeigt sich für die formalen Standardabweichungen eine deutlich geglättete Zeitreihe mit weniger starken Spitzen (siehe Abbildung). Die formalen Standardabweichungen der radialen Koordinate verbessern sich für eine Zwei-Antennen-Lösung um 43 %, mit vier beteiligten Antennen sogar um 60 %.



FORMALE STANDARDABWEICHUNG DER RADIALEN KOORDINATE FÜR DREI VERSCHIEDENE KONSTELLATIONEN FÜR EINEN VIRTUELLEN EMPFÄNGER ANHAND VON SIMULATIONEN FÜR EINEN GRACE-ÄHNLICHEN ORBIT

## GRAVIMETRISCHE REFERENZ FÜR EINE 10M ATOMFONTÄNE (IFE, HITec, MANUEL SCHILLING)



SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DER SCHWEREMESSUNGEN (IN GRAU HINTERLEGT: ZUKÜNFTIGE LAGE DES VLBAI)

Am Hannover Institut für Technologie (HITec) wird derzeit das Very Large Baseline Atom Interferometer (VLBAI), eine Atomfontäne mit einer 10 m langen Fallstrecke, installiert. Dieses Instrument hat das Potential, den absoluten Schwerewert  $g$  mit einer den bisherigen Gravimetern überlegenen Genauigkeit zu bestimmen. Andererseits sind Experimente in der Fontäne dem Einfluss der Schwerkraft ausgesetzt. In Experimenten, die nicht der Messung von  $g$  oder dessen vertikalen Gradienten  $dg/dh$  dienen, müssen diese Größen unabhängig bestimmt werden. Messungen mit klassischen Sensoren sind zunächst notwendig, um das VLBAI zu charakterisieren. Bereits in der Bauphase wird das VLBAI durch geodätische Messungen begleitet. Erste Messungen wurden am zukünftigen Aufstellungsort durchgeführt, um das vom VLBAI unbeeinflusste Schwerfeld zu bestimmen. Mittels eines Gerüsts wurden relativgravimetrische Messungen und Nivellements zur Höhenbestimmung entlang der zukünftigen Hauptachse des VLBAI durchgeführt. Zu-

sätzliche Referenzpunkte, die nach der Installation des VLBAI weiterhin zugänglich sind, wurden angelegt. Weiterhin wurde ein Modell des Gebäudes erstellt um den Einfluss auf das Schwerfeld zu bestimmen. Das VLBAI wurde (mit dem aktuellen Planungsstand) gleichfalls modelliert, um Aussagen über den späteren Verlauf des Gradienten nach Fertigstellung zu treffen.

## ABSOLUTGRAVIMETRIE (IFE, LUDGER TIMMEN, MANUEL SCHILLING)

Aufgrund eines Defektes am Laser war eine Reparatur des FG5X-220 erforderlich, die an dem nationalen metrologischen Institut in Mexiko (CENAM) durchgeführt wurde. Die erste Absolutmessung danach wurde in Hannover durchgeführt.

Station	Datum	Bemerkung
Hannover IFE Grav. Labor	20.-22.11.2017	DSGN94 4/4, Gravimeter Überprüfungen



3D EARTH – A DYNAMIC LIVING PLANET  
(ESA, AKBAR SHABANLOUI)

In this project, the quality of different Earth’s gravity field models based on space-borne observations from geodetic satellite missions has been evaluated. The degree-variance of some Earth’s gravity field models is depicted in Figure 1. The contribution of satellite gravity missions e.g. GRACE, GOCE and ground data is visible up to degree/order 250. It shows that the satellite gradiometry mission GOCE improves the high frequency part of harmonic coefficients up to degree/order 250. The remaining improvements are from airborne and ground based gravimetric observations.

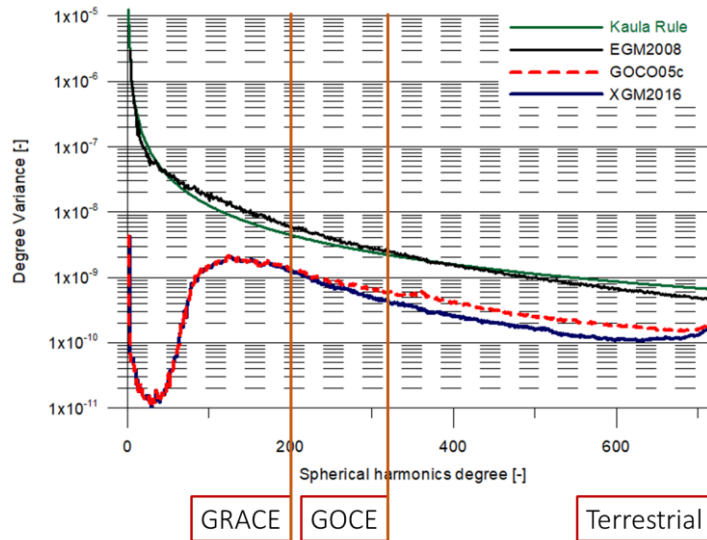


FIGURE 1: DEGREE-VARIANCE (DV) OF THE EARTH’S GRAVITY FIELD MODE EGM2008, GOCO05c AND XGM2016.

Figure 2 shows the formal error triangle of the combined GOCE05c up to degree/order 720 (left) and the formal error triangle of the Experimental Gravity field Model XGM2016 up to degree/order 719. This verifies that the quality of the recent gravity field model XGM2016 is better than GOCE05c, especially in the zonal spherical harmonic terms. The zonal terms contribute to the long wavelength part of the gravity field. As a consequence, the current XGM2016 model is more accurate than other gravity field models.

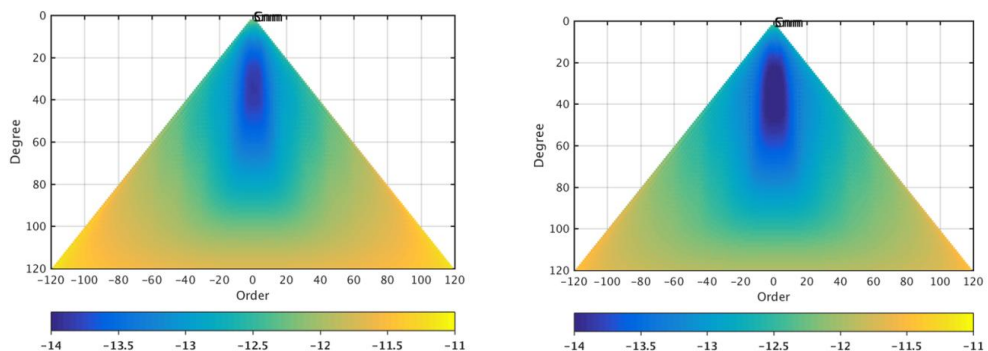


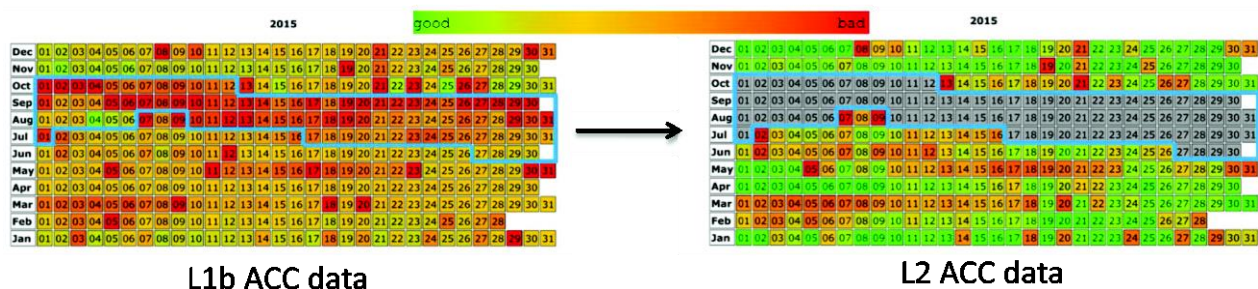
FIGURE 2: THE FORMAL ERRORS FOR GRAVITY FIELD MODE GOCO05c UP TO DEGREE/ORDER 720 (LEFT), AND FOR XGM2016 UP TO DEGREE/ORDER 719 (RIGHT).

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

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

## SWARM DATA, INNOVATION AND SCIENCE CLUSTER: SUPPORT TO ACCELEROMETER DATA ANALYSIS AND PROCESSING (LUH/IfE - ESA/DTU SPACE (DENMARK) PROJECT: SERGIY SVITLOV, DANIEL ROTTER (HiWi)), AKBAR SHABANLOUI, JAKOB FLURY)

Swarm is the first ESA constellation mission of three satellites for Earth observation, each equipped with a set of scientific equipment. As an ESA's partner, IfE develops designated software tools and contributes to the accelerometer data processing. In November 2017, three batches of the official Swarm C data products were generated, validated and released on the ESA Payload Data Ground Segment (PDGS) server: non-gravitational accelerations (ACCCAL\_2\_ product), disturbance data (ACCCDISi2\_ product) and data quality validation reports (ACCCVAL\_2\_ product) for the period from 19 July 2014 to 27 April 2016 (1942 files in total). Figure below is an example how the step-corrected and calibrated data quality was improved in terms of a supplementary rating parameter, a Daily Quality Index, which ranges data quality from 'good' (green) to 'bad' (red). Grey area indicates days not released because of an extremely low data quality.

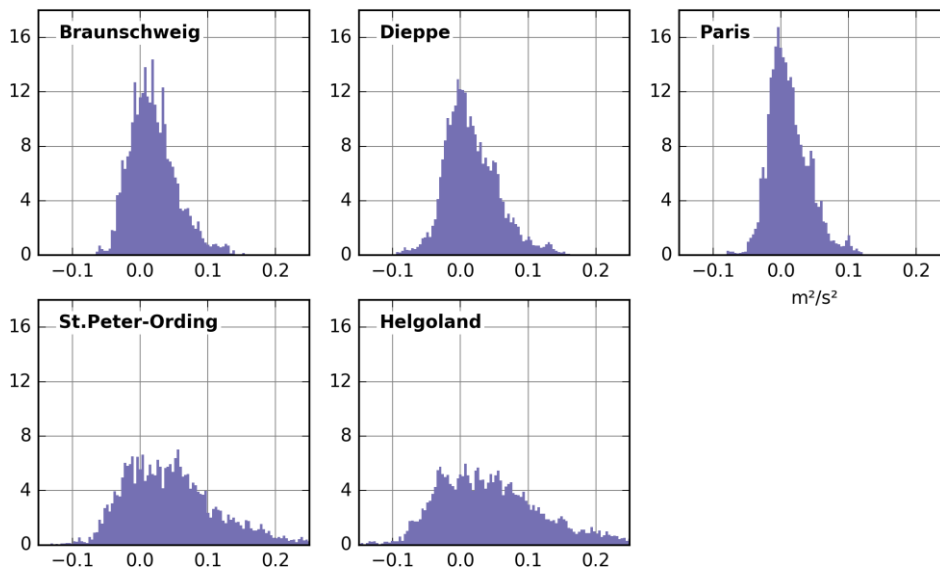


QUALITY OF THE ORIGINAL ACCxPR\_1B (EFT) AND REPROCESSED ACCxCAL\_2\_ (RIGHT) DATA SETS

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

The technological progress in high-performance optical clocks allows their use in geodetic applications. A sensitivity analysis was done for the gravitational effect of non-tidal mass variations and their measurement using clocks. Five locations in Germany and France were investigated, see figure. For exposed locations, e.g. on Helgoland, the maximum signal reaches  $0.50 \text{ m}^2/\text{s}^2$  while more inland locations like Paris or Braunschweig experience a maximum signal of up to  $0.17 \text{ m}^2/\text{s}^2$ . Those effects are in touch of future clock measurements. Generally, locations with small amplitude difference due to either close proximity or small signal amplitude are less prone to experience strong gravity potential variations. Similar conclusions can be drawn for atmospheric and hydrological effects.

De-aliasing concepts, such as the Wiese-approach (Wiese et al. 2011) were investigated to counter the aliasing problem in satellite gravimetry. It aims at removing high-frequency geophysical signals through co-estimation. The proper choice of settings, e.g. using daily or two-daily solutions or the choice of the maximum degree, is an important factor in this method. We simulated GRACE-like data composed of hydrological, atmospheric and ocean signals. No instrument errors were added in order to isolate the impact of aliasing errors and evaluate the efficacy of the de-aliasing strategies. Our analysis indicates that the method only partially de-aliases by an increased absorption of high-frequency signals and has an impact on the mean field if not constrained to zero.

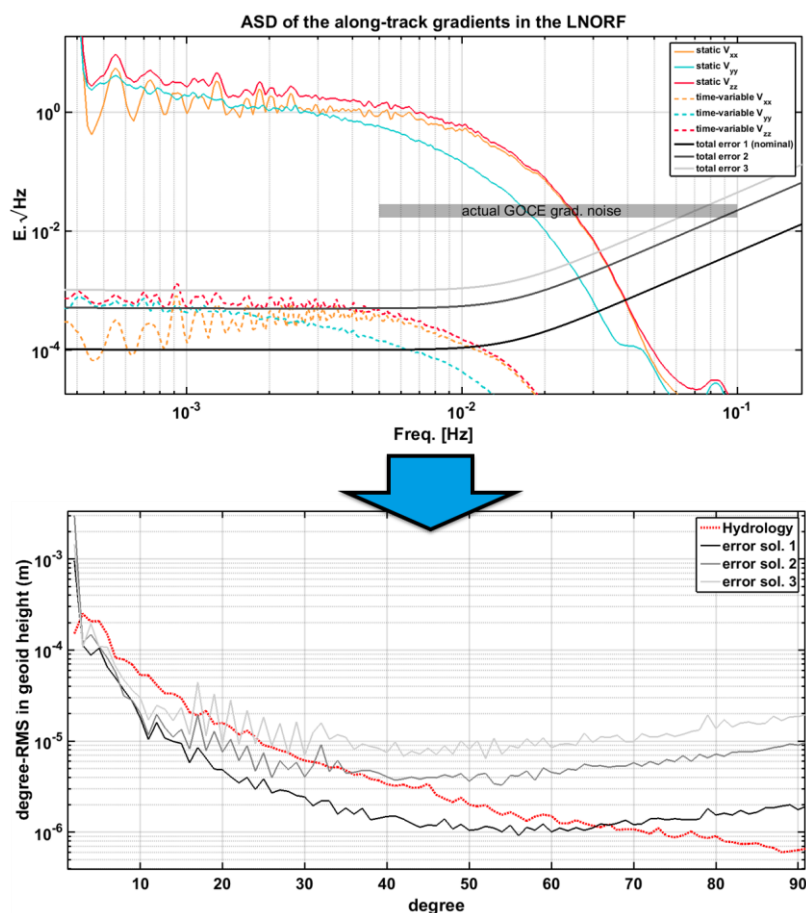


DENSITY DISTRIBUTIONS OF GRAVITY POTENTIAL VARIATIONS OVER TEN YEARS FOR FIVE LOCATIONS IN FRANCE AND GERMANY

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

The far-reaching benefits of GRACE data for the study of the Earth system have shown how essential the mapping of the time-variable gravity field is. In this project, we investigate the potential of space gradiometry for future gravity field missions, from the design of an optical gradiometer concept to the estimation of the final precision and spatial resolution of the recovered gravity field solutions.

In 2017, we have further investigated the requirements on the ancillary quantities (position and attitude determination error, angular velocity, etc.) required to fully determine the gradients with an accuracy compatible with the detection of the time-variable gravity field. For 3 different levels of total noise degrading the measured gradients we have examined these requirements and found that for the lowest noise case, the requirement on the attitude determination error is beyond what current technology (i.e. GOCE-like) can offer. Furthermore, we have shown that the requirements on the internal calibration of the gradiometer are so stringent that implementing methods developed for GOCE is no longer sufficient.



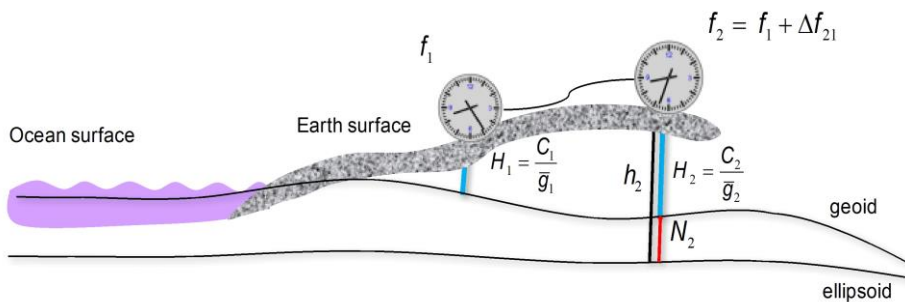
**TOP: PSD OF THE TOTAL NOISE DEGRADING THE MEASURED GRAVITY GRADIENTS FOR 3 DIFFERENT LEVELS AND COMPARISON TO THE SIGNALS OF INTEREST.**

**BOTTOM: ERROR OF THE RECOVERED GRAVITY FIELD SOLUTION CORRESPONDING TO THE 3 LEVELS OF TOTAL NOISE.**



## CLOCK NETWORKS MODELLING FOR RELATIVISTIC GEODESY (DFG, GEO-Q, HU WU)

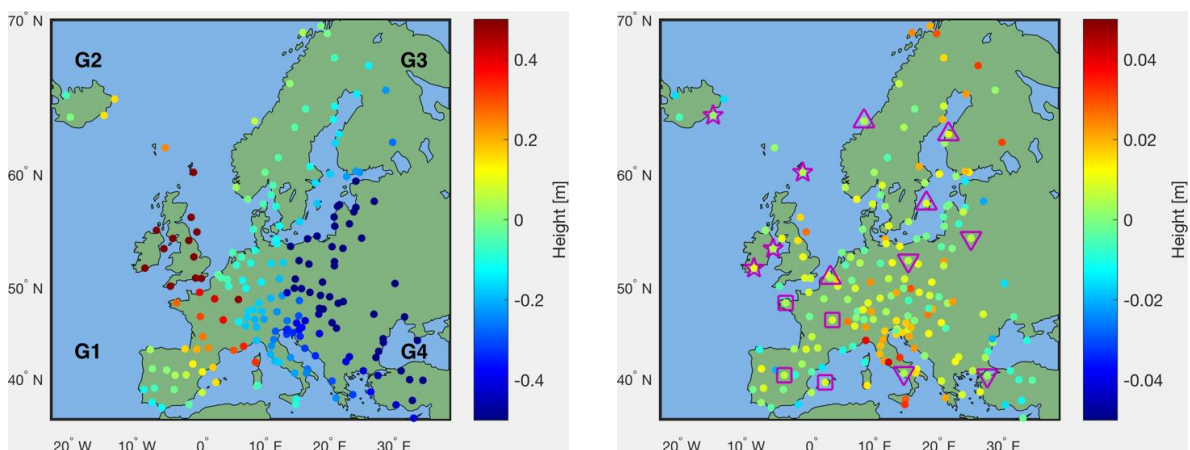
In the past decade, optical clocks have been dramatically improved and the frequency link between two clock location via optical fibers has achieved high accuracy over long distances. High-performance clock networks can be realized in near future. After their deployment in practice, clock networks will be used to realize relativistic geodesy (to directly measure gravity potential difference resp. height difference), which is one cornerstone to be addressed by geo-Q. Within this project, we will investigate clock networks for various geodetic applications, such as the modelling of the gravity field and the determination of height differences over long distances.



THE SCHEME OF RELATIVISTIC GEODESY

We ran an end-to-end simulation to study the use of clock networks for unifying local height systems, where offsets between height datums and tilts along levelling lines were estimated. EUVN/2000 (European Unified Vertical

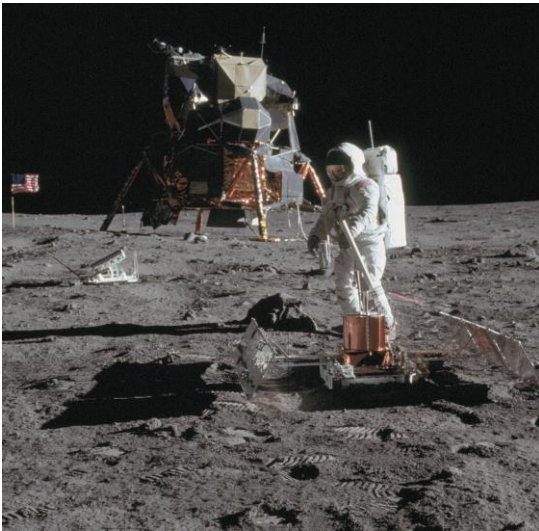
Network) was used as input. Four local height systems were generated by introducing individual offsets and tilts. These local height systems were then re-unified using clock measurements. The results show clock networks can well be used to unify local height systems. A few clocks, i.e., 1 to 4 clocks for each region, having a relative frequency accuracy of  $10^{-18}$  can meet the requirement for the unification.



**HEIGHT ERRORS OF ALL LEVELLING POINTS OF EUVN/2000. LEFT: SIMULATED HEIGHT ERRORS FOR THE FOUR LOCAL HEIGHT SYSTEMS WHICH ARE GENERATED BASED ON EUVN/2000 BY INTRODUCING RANDOM ERRORS, OFFSETS AND TILTS ALONG BOTH LATITUDINAL AND LONGITUDINAL DIRECTIONS. RIGHT: ADJUSTED HEIGHT ERRORS FOR THE RE-UNIFIED HEIGHT SYSTEM WHERE OFFSETS AND TILTS ARE CORRECTED BY CLOCK MEASUREMENTS (□, ☆, △, ▽ REPRESENT CLOCKS).**

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

Die Arbeiten zu LLR wurden im Rahmen der DFG-Forschergruppe Referenzsysteme (FOR1503) fortgesetzt. Das in den letzten Jahren deutlich verbesserte Modell zur Analyse von LLR-Messungen wurde zur Bestimmung von neuen Werten für relativistische Parameter sowie für Größen mit Bezug zu Referenzsystemen genutzt. Ein aktualisierter Datensatz mit rund 23000 Normalpunkten von 1970 bis Ende 2016 wurde dafür verwendet.



APOLLO 11 - TRANQUILLITY BASE (NASA)

Neben den bisher geschätzten langperiodischen Nutationskoeffizienten mit Perioden zwischen 0.5 und 18.6 Jahren bietet der neue Datensatz die Möglichkeit, erstmalig Koeffizienten der 13.6-Tages Periode zuverlässig zu bestimmen. Die Genauigkeit der Koeffizienten beträgt zwischen 0.05 und 0.7 Millibogensekunden. Die Verbindung zwischen dem dynamisch realisierten Referenzsystem (über Mondephegeriden) und dem kinematisch realisierten inertialen Referenzsystem (über VLBI – ICRS) wurde mit einer Genauigkeit von 0.25 Millibogensekunden bestimmt. Die Koordinaten der Reflektoren als lunarer Referenzrahmen sind mit einer 3D-Genauigkeit von rund 2 dm und die Stationskoordinaten mit einer 3D-Genauigkeit im Bereich zwischen 1 und 2 cm

bestimmt worden.

Die Einstein'sche Gravitationstheorie wurde durch die Schätzung verschiedener Testgrößen untersucht. Die Genauigkeit der geschätzten Größen konnte weiter erhöht werden. In den Untersuchungen zeigten sich keine signifikanten Abweichungen von der Einstein'schen Theorie. In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst:

Zeitliche Variation der Gravitationskonstanten	$\dot{G}/G_0 = (7 \pm 8) \times 10^{-14} \text{ 1/Jahr}$
Äquivalenzprinzip (Verhältnis träger zu schwerer Masse)	$\Delta(m_g/m_i)_{Erde-Mond} = (-3 \pm 5) \times 10^{-14}$
PPN Parameter	$\beta - 1 = (-8.7 \pm 9) \times 10^{-5}$
PPN Parameter	$\gamma - 1 = (-1.2 \pm 1.2) \times 10^{-4}$

**INTEGRIERTES GEODÄTISCHES ÜBERWACHUNGSKONZEPT FÜR ERDFALLINDUZIERTER OBERFLÄCHENDEFORMATION UND MASSENUMLAGERUNG. AP3, VERBUNDSVORHABEN SIMULTAN (BMBF GEOTECHNOLOGIEN, TOBIAS KERSTEN)**

Das Verbundvorhaben SIMULTAN (Sinkhole Instability and multi scale monitoring and analysis) wurde mit regem Austausch zwischen den Kooperationspartnern Leibniz Institut für Angewandte Geophysik (LIAG), der Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) und Thüringen (TLVerm) in den Themen GNSS, Gravimetrie und Nivellement fortgeführt.

Die halbjährlichen GNSS-Kampagnen sind in diesem Jahr im September an beiden Standorten Hamburg Groß-Flottbek und Bad Frankenhausen, Thüringen abgeschlossen worden. Insgesamt wurden in Hamburg 5 Kampagnen und in Bad Frankenhausen 7 Kampagnen inklusive der im Sommer stattfindenden Schlussübung (Praxisprojekt, GuG, 6. Semester) durchgeführt. Die aktuellen Forschungsergebnisse konnten in Kersten et al. (2017) zusammengefasst und im Rahmen weiterer Veranstaltungen vorgestellt werden. Vor der Kombinierung



**SIMULTANE DATENERHEBUNG RELATIVER GRAVIMETRIE UND GNSS IN BAD FRANKENHAUSEN, APRIL 2017**

der Daten von Gravimetrie, GNSS und Nivellement stehen die Analysen zur Trennung saisonaler Effekte im Vordergrund. In der Gravimetrie zeigen sich in Hamburg starke hydrologische Effekte. Für GNSS sind an beiden Standorten die saisonalen Einflüsse durch Laub und innerstädtische Vegetation eine wesentliche Herausforderung, denen entsprechende Analysen folgen (Kersten und Schön, 2017).

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

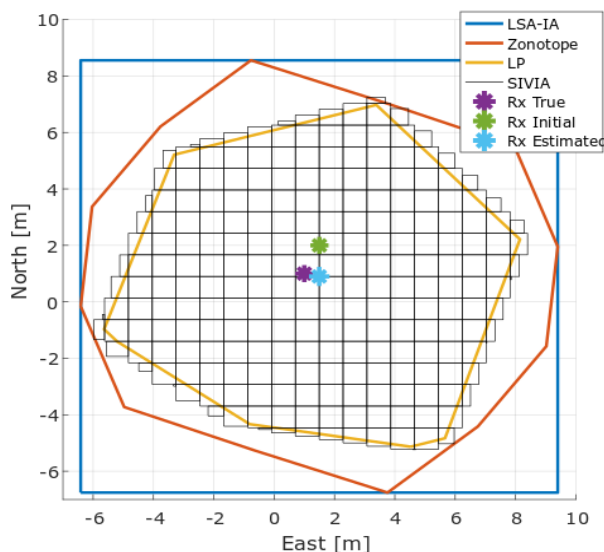
This collaborative project aims at studying the potential of CAI for a space gravitational gradiometer mission. A new configuration of the CAI gradiometer concept, which enables to measure the 3 diagonal gravity gradients in nadir-pointing mode, has been tested via end-to-end simulations. The results show that it is possible to reach the same precision as in the inertial pointing case while being in an Earth-pointing attitude, which is technically more realistic. Furthermore, the impact of the attitude determination error on the measured gradients is substantially attenuated. However, this configuration requires the determination of the cross-track angular velocity of the satellite with a precision beyond reach of current space gyroscopes. Here, a solution has been proposed and is now examined in more details.

## ALTERNATIVE INTEGRITY MEASURES BASED ON INTERVAL MATHEMATICS (DFG, HANI DBOUK)

The purpose of this project is to develop a new concept of integrity measures based on interval mathematics for different navigation systems. The focus will be mainly on Global Navigation Satellite System (GNSS) and Inertial Navigation System (INS). The performance of any navigation system is characterized by four factors: accuracy, integrity, continuity, and availability. When we deal with safety critical applications, integrity is the most important factor of the system performance.

Integrity of a navigation system gives us the trust of the measurements and of the information, that is a guaranteed error bounds of the user position and timely alert, if the solution is out of system specification. Statistical based algorithms could provide error bounds up to a certain confidence level, instead interval based algorithms give a 100% guaranteed error bounds, since the interval computation is rigorous and reliable. But, in order to get guaranteed error bounds, we need to have some bounds on the systematic error, and these bounds can be evaluated by calibration process, sensitivity analysis of the model correction or expert knowledge on the navigation system. Once we get these bounds on the systematic error, interval computation can provide a guaranteed solution set.

Currently, different algorithms, such as: Least Square Adjustment Via Interval Analysis (LSA-IA) or Zonotopes are compared. Another, proposed technique to solve the linearized navigation equations is Linear programming (LP). Exploiting the guaranteed bounding errors in LP, we could achieve convex polytope shape bounding set of the estimated position and detect and exclude outliers. Moreover, Set Inversion Via Interval Analysis (SIVIA) directly solves the non-linear navigation equation in GNSS positioning. The empty solution for this problem corresponds to an outlier, which could be detected and excluded. The figure below shows an example of the solutions of the above mentioned algorithms.



COMPARISON OF 4 DIFFERENT BOUNDING  
ALGORITHMS

This work was supported by the German Research Foundation (DFG) as part of the Research Training Group i.c.sens (RTG 2159).



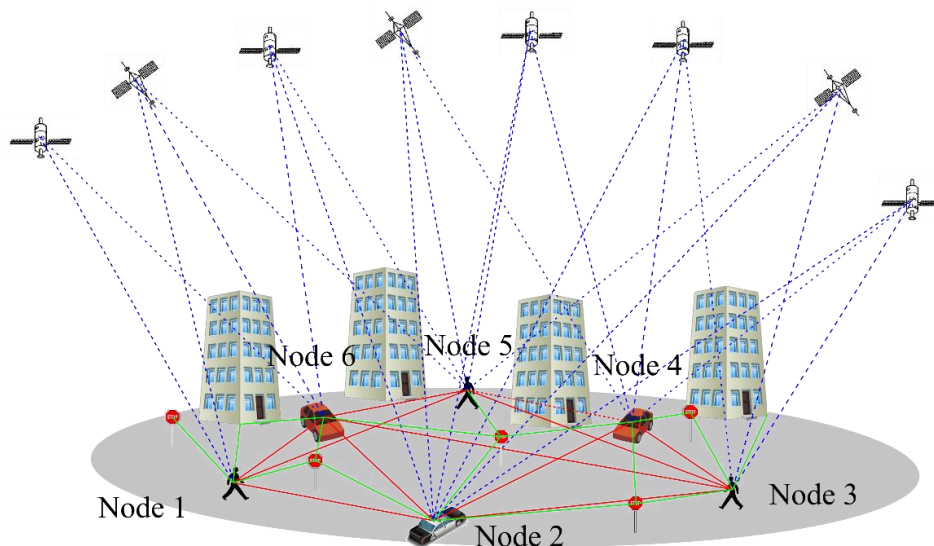


## OPTIMAL COLLABORATIVE POSITIONING (DFG, NICOLAS GARCIA FERNANDEZ)

This project deals with the optimization of dynamic sensor networks. In the amplitude of autonomous navigation, many algorithms are being developed to increase the robustness of the navigation systems with the goal to ensure safe navigation. In a dynamic sensor network, different vehicles with different sensors attached are going to be considered the dynamic nodes of a dynamic network. In the scope of i.c.sens, GNSS receivers, IMU, stereo-cameras and laser scanner are available. These sensors are combined in different vehicles navigating simultaneously, describing this way a collaborative navigation scenario.

Collaborative Positioning is a technique in which a group of vehicles increase their navigation performance by performing relative measurements (edges of the network) to each other or to the elements of the environment. In this project, an evaluation of different algorithms for sensor measurement fusion is carried out. In addition, optimization means to find a system configuration that fulfills a certain criterion (precision, integrity, reliability, etc). Thus, we head our research towards the evaluation of the elements involved in the navigation scenario that fulfill one of the previously described criterions.

In order to achieve this goal, a simulation tool that perfectly fits the characteristics of a real navigation scenario is developed. To this end, we use a Linearized Kalman Filter (LKF) for the sensor measurement fusion and parameter estimation of the trajectories. The inter-nodal measurements are simulated targeting 3D city model with LoD2 or preprocessed Laser Scanner point clouds.



**DYNAMIC SENSOR NETWORK DYAGRAM. COLLABORATIVE POSITIONING PRINCIPLE**

This work was supported by the German Research Foundation (DFG) as part of the Research Training Group i.c.sens (RTG 2159).



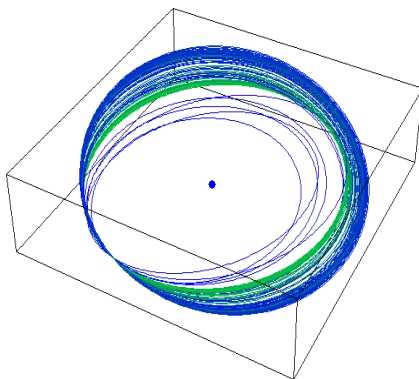
REGIONAL GRAVITY FIELD MODELING & RELATIVISTIC GEODESY  
(DFG, GEO-Q, MIAO LIN, HEINER DENKER)

A tesseroïd-based approach was developed to precisely calculate the gravitational effects of the topography and the atmosphere on different terrestrial gravity field observables. The newly derived tesseroïd formulas allow the consideration of mass densities that are linearly varying with height, which is especially relevant for treating atmospheric effects. The correct implementation of the formulas was verified by comparisons with analytical results from corresponding spherical shells, which demonstrated more than sufficient accuracies. The approach was then applied for the calculation of atmospheric effects based on the ECMWF ERA-Interim data, which consists of a global three-dimensional density model with a horizontal resolution of 0.75 degree and 60 levels in the vertical. In this context, the Earth's surface was represented by the ETOPO1 digital elevation model. The atmospheric effects were computed from the surface of the topography up to 60 km altitude using finally 9 layers, each associated with a density function linearly varying with height, as determined by a linear regression. The numerical investigations and comparisons with the so-called IAG approach are ongoing and indicate global differences at the centimetre level for the geoid.

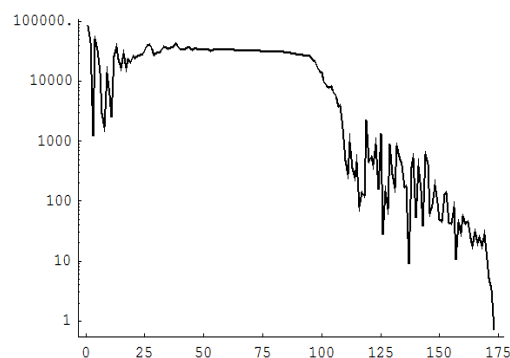
BARYZENTRISCHE EPHEMERIDEN (DFG FOR1503, ENRICO MAI)

Die klassische baryzentrische Ephemeridenberechnung verwendet die Ausgleichsrechnung zur Berücksichtigung planetarer Beobachtungsdaten. In diesem Projekt wird eine zu Gradientenverfahren alternative Optimierungsmethode angewendet, die stochastische Optimierung, hier speziell eine Evolutionsstrategie mit Kovarianzmatrixadaption (ESCMA).

Ziel ist die stochastische Optimierung des kompletten Zustandsvektors eines dynamischen Systems unter Umgehung jeglicher Matrixinversion.



Evolution der 3D-Keplerellipse

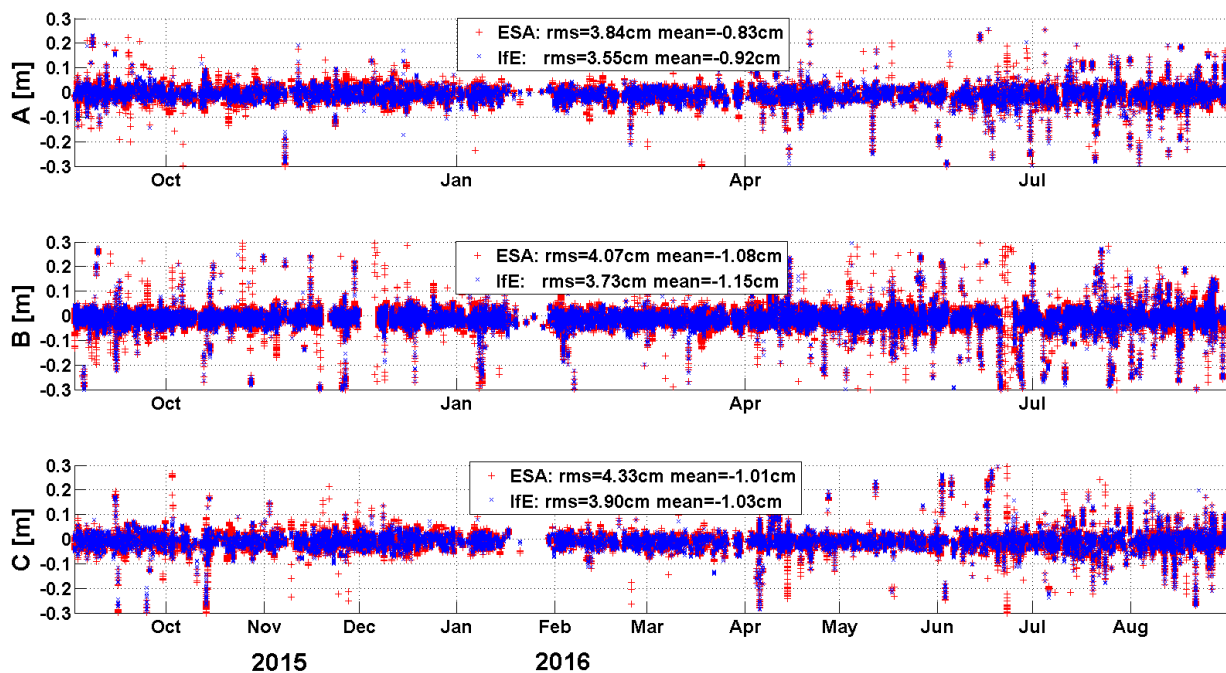


$\Delta a = a - a_{\text{true}}$  in km vs. Generationen

OPTIMIERUNGSFortschritt beim Auffinden eines mit simulierten Planetenbeobachtungen verträglichen initialen Mondorbits im Laufe einer (1,5)-ESCMA. Links: Die willkürlich gewählte Start-Keplerellipse (blau) wird nach 175 Generationen erfolgreich in das Optimum (grün) überführt. Rechts: Am bsp. der zugehörigen grossen Halbachse wird das Durchlaufen einer zwischenzeitlichen Adaptionphase (etwa zwischen den Generationen 25 bis 100) deutlich.

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

The current focus of the project is on determining kinematic orbits of the Swarm satellites. Our kinematic orbits for Swarm satellites are generated with a MATLAB-based Precise Point Positioning software using the least-squares adjustment method. The objective for the software development was threefold: (i) sound understanding of the GPS correction applied for Swarm orbit determination in our consortium as well as the possibility to implement advanced GPS analyses features, (ii) thus, generation of observation residuals that can be analysed w.r.t. ionospheric perturbations, (iii) derivation of fully populated parameters variance-covariance-matrices (VCM) (including temporal correlations) which serve together with our Swarm orbits as input to the gravity field computation. The generated kinematic orbits are compared with the reduced-dynamic orbits provided by ESA (Level 2 product) and SLR, respectively, showing only small deviations at the 4 cm level. Our results are also in good agreement compared to kinematic orbits derived from other institutes, like e.g., IfG TU Graz and AIUB (at 5 mm level with ESA and IfG, 1 cm level with AIUB).



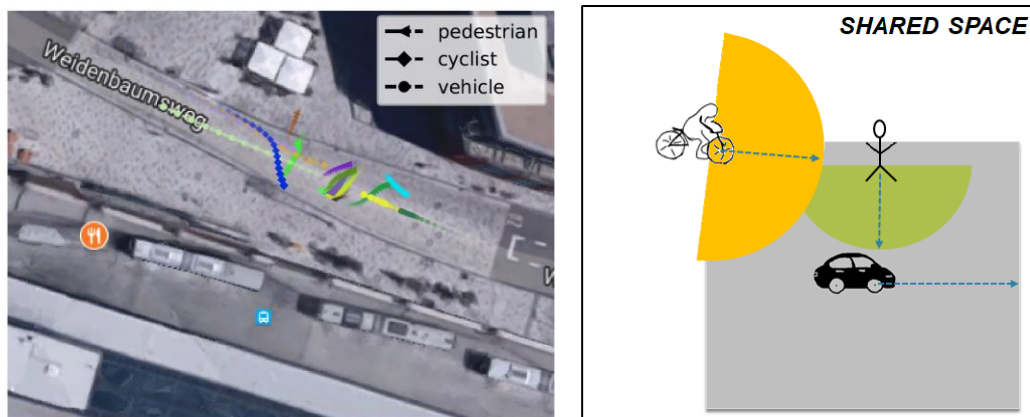
SLR RESIDUALS FOR SWARM A, B AND C FROM DOY 245, 2015 TO 244, 2016.

## INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK

### DEEP LEARNING OF USER BEHAVIOR IN SHARED SPACES (DFG, HAO CHENG)

In non-regulated spaces (shared spaces), at a micro level, understanding how different types of road users (i.e. pedestrians, cyclists, and vehicles) behave and how we can foresee their behaviour after a very short observation time are crucial to detecting road users' intention for assisting traffic planning and autonomous driving in such areas. Due to the mixed transport modes, divergent environments, and demographic differences, modelling their decision-making process about where and when to go next in the interactions with others is a great challenge.

Existing approaches use given movement models (e.g. Social Force model), which describe the individual behaviour and the interaction of different traffic participants. In this project, the behaviour will be derived from observations of real traffic situations. Data driving approaches, namely, deep learning approaches will be used to build flexible and robust models for mixed traffic trajectory prediction with collision avoidance in shared spaces. They are designed to be able to mimic how a human sees and reacts based on his or her explicit motion sequences in the past together with the expected behaviour of other traffic participants, and then predicted his or her trajectories in the future.



REAL WORLD TRAJECTORY DATA (LEFT) IS USED TO FEED THE DEEP LEARNING (LONG SHORT-TERM MEMORY RECURRENT NEURAL NETWORKS) MODELS (RIGHT)

The performances of predicted trajectories from the models mentioned above will be evaluated in comparison with the true trajectories observed in real world traffic. Different metrics such as Eulidean distance, Hausdorff distance, speed deviation, and heading error will be used to quantify the differences between the predicted and true trajectories.

The objectives of this project are: (1) modelling various mixed traffic situations with divergent layouts and contexts; (2) offline training and tuning models using real-world trajectories; (3) online trajectory prediction after a short-time observation; (4) potentially being implemented for road user intention detection and autonomous car driving in shared spaces.



## FUßBALLANALYSE AM COMPUTER (UDO FEUERHAKE)

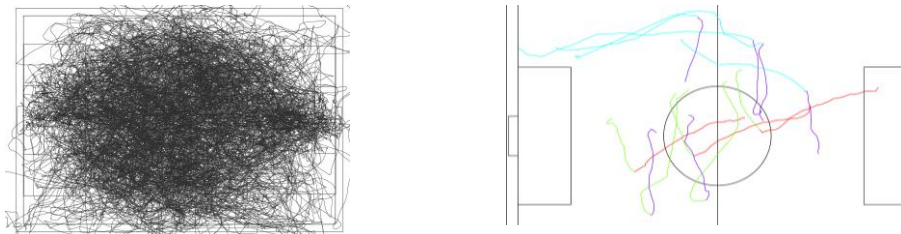
Mit dem Ziel die Bewegungen einzelner Spieler bzw. die Taktiken der Mannschaften während eines Fußballspiels analysieren und besser verstehen zu können, werden in diesem Projekt neue Verfahren zur Erfassung und Analyse von Trajektorien entwickelt.

Die für die Analysen relevanten Bewegungsinformationen werden mit Hilfe eines neuartigen Tracking-Systems, das aus einer Kombination von preiswerten Sensoren in Form von GPS-Loggern und/oder Kameras/ Smartphones besteht, erfasst. Die damit (möglicherweise) erkaufte höheren Ungenauigkeiten bei der Verfolgung der Objekte, die die beteiligten Einzelsysteme liefern würden, werden durch eine Fusion der jeweiligen Positionsdaten verringert. Dies erlaubt die Erzeugung von zeitlich und räumlich hochgenauen Trajektorien der Spieler (und des Balls).



**ABBILDUNG 1: VERWENDETE SENSOREN ZUR ERFASSUNG HOCHGENAUER SPIELER-TRAJEKTORIEN: GPS-LOGGER, ACTION-KAMERAS BZW. SMARTPHONES (V.L.N.R.).**

Eine ebenfalls neu entwickelte Software verarbeitet die Trajektorien 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 „Heatmaps“, der Team-Formation und der Passanalyse, auch weiterführende Analysen aus dem Bereich der Mustererkennung. Mit deren Hilfe wird nicht nur die Bewegungsleistung der Spieler gemessen, sondern auch ein gewisses Maß an Taktik oder typisches Verhalten offengelegt.



**ABBILDUNG 2: DIE ERKENNUNG VON BEWEGUNGSMUSTERN IN TRAJEKTORIEN ZÄHLT ZU DEN FORTGESCHRITTENEN ANALYSEN.**

Die Präsentation der Analyseergebnisse erfolgt mit einer herkömmlichen Analyse-Software, der FootballAnalysisWeb-Anwendung und in der virtuellen Realität über verschiedene Kanäle, die auf Grund ihrer Eigenheiten dem Nutzer die jeweiligen Sachverhalte gezielt näherbringen.



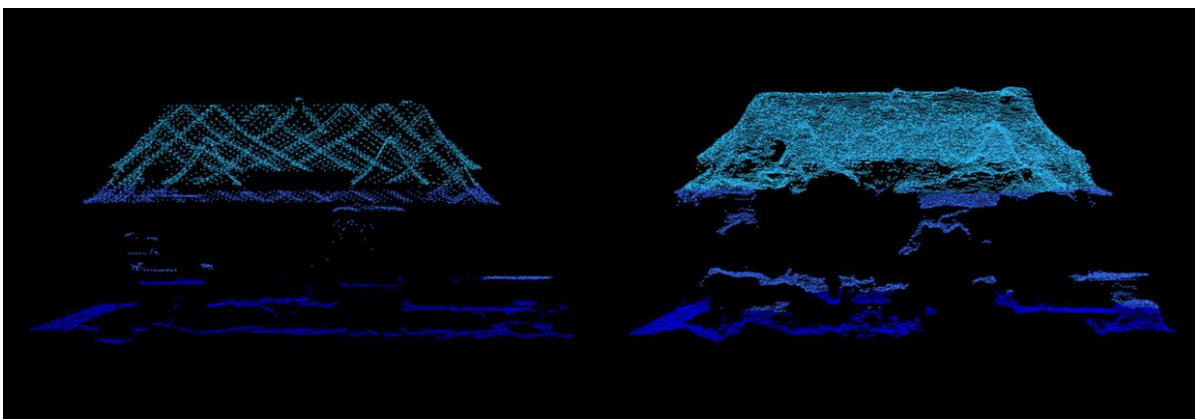
**ABBILDUNG 3: DIE NUTZER KÖNNEN DIE ANALYSEERGEBNISSE AUF UNTERSCHIEDLICHE WEISE BETRACHTEN: KLASSISCH VIA SOFTWARE, ABER AUCH ÜBER EINE WEB-ANWENDUNG ODER IN DER VIRTUELLEN-REALITÄT.**

### 3D-OBJEKTEXTRAKTION AUS HOCHAUFGELÖSTEN 3D-PUNKTWOLKEN (FUE-KOOPERATION, FLORIAN POLITZ)

In den Landesvermessungsbehörden liegen flächendeckende, kontrollierte Airborne Laserscanning-Datensätze mit unterschiedlichen Punktdichten vor, welche i.d.R. mindestens in die Klassen Boden- und Nichtbodenpunkte differenziert wurden. Weiterhin leiten die Landesvermessungsämter auf Basis von digitalen Bildflügen mit hohen Überlappungen 3D-Punktwolken mit dem sogenannten „Dense-Image-Matching“-Verfahren (DIM) ab, welche eine Auflösung im Pixelbereich besitzen. Radiometrische Information aus den Luftbildern ergänzen die Informationstiefe dieser Punktwolken. Das Projekt lässt sich in vier Themenschwerpunkte untergliedern.

Zuerst befasst sich das Projekt mit der Fusion von Datensätzen unterschiedlicher Erfassungsquellen. Die Laserscanningdaten besitzen eine punktuell hohe Lage- und Höhengenaugigkeit, während die DIM-Daten eine hohe geometrische Auflösung besitzen und über zusätzliche, radiometrische Information verfügen. Unter Berücksichtigung dieser unterschiedlichen Eigenschaften gilt es die Daten zu fusionieren. Anschließend sind diese Punktwolken mittels neuer Datensätze zu aktualisieren. Dies dient zum Einen einer Verdichtung der bestehenden Punktwolken und zum Anderen ermöglicht es eine Detektion von möglichen Veränderungen zwischen den einzelnen Befliegungsjahren.

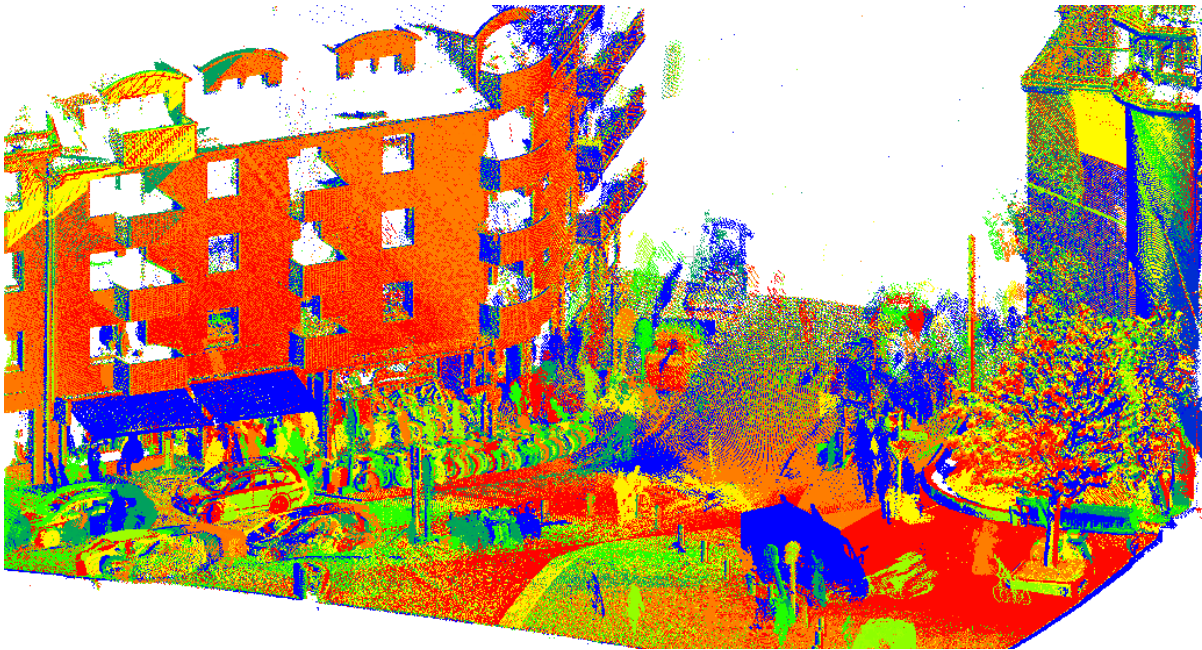
Der dritte Themenschwerpunkt befasst sich mit der Klassifikation von Punktwolken. Durch die unterschiedlichen Eigenschaften der Punktwolken soll die Menge an bestehenden Klassen gemäß AdV-Standard erweitert werden. Die klassifizierten Datensätze können anschließend verwendet werden, um die Aktualisierung vorhandener Punktwolken weiter zu optimieren. Aus den hinsichtlich der Geometrie und Klassifikation optimierten 3D-Punktwolken sollen abschließend im letzten Themenschwerpunkt 3D-Linien, -Flächen und -Körper extrahiert werden, sodass 3D-Objekte entsprechend dem AAA-Katalog modelliert werden können.



FARBliche HöHendarstellung eines Gebäudes als Airborne Laser Scanning Punktwolke mit 4 Punkten/m<sup>2</sup> (links) und als Dense Image Matching Punktwolke mit 100 Punkten/m<sup>2</sup> (rechts)

COLLABORATIVE ACQUISITION OF PREDICTIVE MAPS  
(DFG-GRADUIERTENKOLLEG, JULIA SCHACHTSCHNEIDER)

Self-driving cars and robots, that run autonomously over long periods of time, need high precision and up-to-date models of the environment. Natural environments contain dynamic objects and change over time. Since a permanent observation of “everything” is impossible and there will always be a first time visit of the changed area, a map that takes into account the possibility of change is need.



SAMPLE POINT CLOUD OF A STREET SCENE (POINTS COLORED BY MEASUREMENT RUN, SEVEN RUNS IN TOTAL)

Changes can occur abruptly, gradually, or even periodically. For example, a new object can appear in the environment and it can stay there permanently, like a new building, or it can be only temporal, like a parked car. Objects can move or change their appearance, like open or closed doors. Surfaces can wear off and vegetation can grow. Knowing the temporal behaviour of different objects or areas in the environment improves the reliability of a map and can help to predict their future status.

The aim of this project is to create an updatable and extendable long-term map that takes into account the dynamics of an urban environment. Therefore, changes shall also be divided by the duration of stability, e.g. days, weeks, months, and years. Moreover, a confidence score that represents the likelihood of an object/ area in the map to be static (for a defined period) will be stored. As a result, observations from one year of biweekly measurements on a 23 km route in Hanover will be merged into a comprehensive map.

This work was supported by the German Research Foundation (DFG) as part of the Research Training Group i.c.sens (RTG 2159).

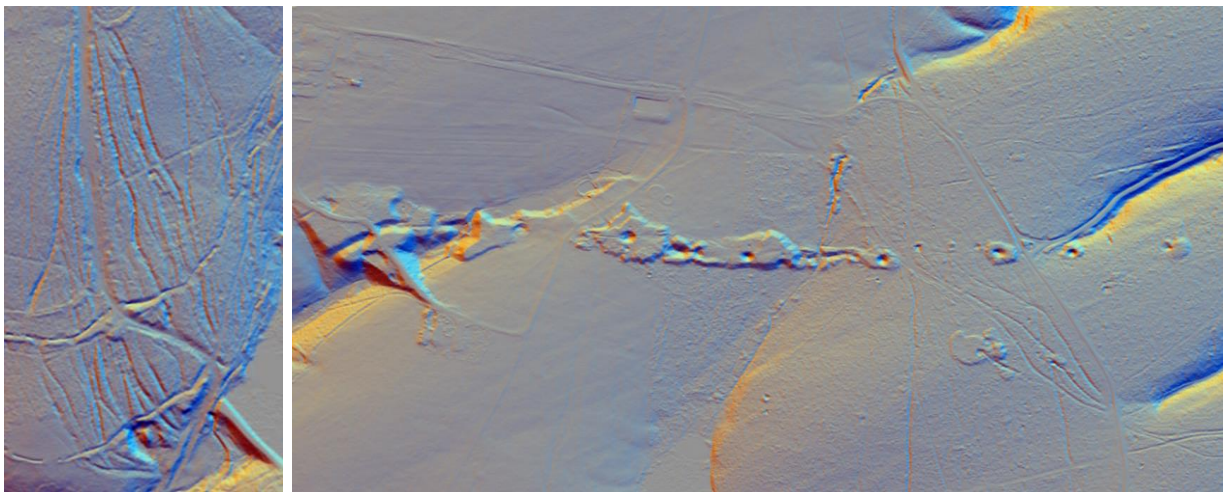




AUTOMATISIERTE DETEKTION, DOKUMENTATION UND ÜBERWACHUNG VON  
BODENDENKMALEN MITTELS ALS-GELÄNDEMODELLEN  
(MWK, PRO\*NIEDERSACHSEN, BASHIR KAZIMI)

Das gemeinsame Forschungsprojekt mit dem Niedersächsischen Landesamt für Denkmalpflege (NLD), dem Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) und dem UNESCO-Welterbe im Harz befasst sich beispielhaft mit der Montanregion Harz. Die vom Bergbau geprägte Landschaft beinhaltet neben dem Weltkulturerbe Oberharzer Wasserregal mit 600 km Wassergräben und 143 Stauteichen tausende weitere Bodendenkmale, deren Position nur zu einem geringen Teil genau dokumentiert ist. Das ikg wird zunächst eine Methode entwickeln, um Bodendenkmale automatisch in hochaufgelösten Geländemodellen zu detektieren und klassifizieren. Die LGLN stellt dazu die aktuellen Airborne-Laserscanning-Daten (ALS) bereit, die eine Auflösung von mehr als 4 Bodenpunkten je m<sup>2</sup> bieten. Anhand der in der archäologischen Datenbank (ADAB-Web) geometrisch bereits erfassten Objekte, soll ein Klassifikator mittels Deep-Learning trainiert werden. Dieser soll dann auf das Geländemodell angewendet werden um weitere potentielle Bodendenkmale zu detektieren.

Die gefundenen Objekte sollen nun automatisch durch Ausschnitte aus dem Laserscan, dem DGM sowie durch automatisch erzeugte Höhenlinienpläne und 3D-Modelle dokumentiert werden. Sobald in einigen Jahren weitere ALS-Befliegungen vorliegen, sollen für die bereits dokumentierten Bodendenkmale Differenzenmodelle berechnet werden um automatisch kritische Veränderungen an ihnen aufspüren zu können.



HOHLWEGBÜNDEL (LINKS) UND HALDEN, PINGEN, SCHÄCHTE (RECHTS)

Dies ist eine kleine Auswahl an aktuellen Forschungsarbeiten am ikg. Die Beschreibung weiterer Arbeiten finden sie unter der Webseite des Instituts: [www.ikg.uni-hannover.de](http://www.ikg.uni-hannover.de)



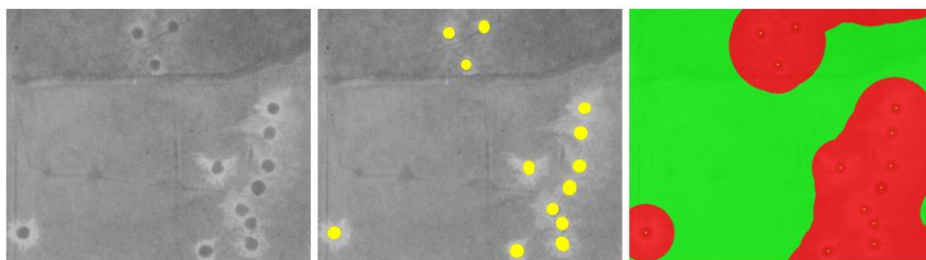
## INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND GEOINFORMATION

### MUSTERERKENNUNG IN KRIEGSLUFTBILDERN UND LASERSCADATEN (LGLN, CHRISTIAN KRUSE)

Die Auswertung von Kriegsluftbildern hinsichtlich Kriegsbelastungen, insbesondere zur Abschätzung der Gefahr durch Blindgänger, ist eine zentrale Aufgabe des Kampfmittelbeseitigungsdienstes (KBD). In Niedersachsen ist der KBD als ein Dezernat in die Regionaldirektion Hameln-Hannover des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) integriert. Derzeit erfolgt die Auswertung der Kriegsluftbilder manuell, was trotz der Einschränkung auf einzelne Flächen einen hohen Bearbeitungsaufwand mit sich bringt. Für viele Fragestellungen ist es ausreichend, über flächendeckende Informationen über das grundsätzliche Vorkommen von Kriegsbelastungen in Form von „Belastungskarten“ zu verfügen. Für die kosteneffiziente Erstellung einer solchen Belastungskarte ist eine automatische Erkennung von Hinweisen auf Kriegsbelastung, vor allem von Bombenkratern, in Kriegsluftbildern unerlässlich. Ferner sollen neben den Luftbildern auch Laserscandaten herangezogen werden, um Informationen über Belastungen in Waldgebieten ableiten zu können.

Ziel dieses Projektes ist es, ein Verfahren zur automatischen Detektion von Bombenkratern in Kriegsluftbildern und Laserscandaten zu entwickeln. Häufig prägen sich die Krater ähnlich aus, jedoch weisen sie in der Regel unterschiedliche Größen auf und die Maßstäbe können von Bild zu Bild variieren. In diesem Projekt werden markierte Punktprozesse genutzt, welche mit den genannten Eigenschaften der Bombenkrater umgehen können. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass es ein starkes Objektmodell mit einem stochastischen Ansatz verknüpft, wodurch die optimale Konfiguration der Objekte in der Szene gefunden werden kann. Dabei wird eine globale Energiefunktion minimiert, dessen Optimierung durch Reversible Jump Markov Chain Monte Carlo Sampling in Kombination mit Simulated Annealing erfolgt.

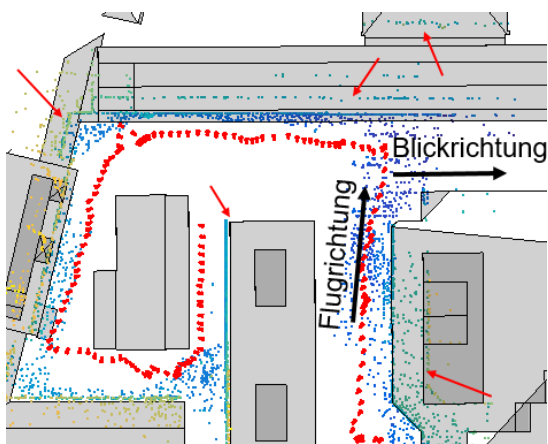
Die für die Analysen zu nutzenden Kriegsluftbilder und Laserscandaten sind vom LGLN bereitgestellt worden. Der Schwerpunkt der Entwicklungen liegt für die Luftbilder auf ländlichen Bereichen, bei Laserscandaten in Waldflächen. Aus den so generierten Ergebnissen können Aussagen über die Belastung einzelner Gebiete abgeleitet werden, welche sich in einer Belastungskarte darstellen lassen. Dazu wird eine Wahrscheinlichkeitskarte aus den automatischen Detektionen mittels Kerndichteschätzung erzeugt. Durch die Festlegung eines Schwellwertes werden Gebiete als belastet bzw. unbelastet klassifiziert.



AUSSCHNITT EINES KRIEGSLUFTBILDES (LINKS), ERGEBNIS DER AUTOMATISCHEN DETEKTION VON BOMBENKRATERN, WELCHE HIER ALS ELLIPSEN (GELB) MODELLIERT WURDEN (MITTE) UND EINE BELASTUNGSKARTE (ZENTREN DER DETEKTIONEN SIND DURCH GELBE PUNKTE MARKIERT) MIT FLÄCHEN IN ROT UND GRÜN, DIE BELASTETE BZW. UNBELASTETE GEBIETE REPRÄSENTIEREN (RECHTS).

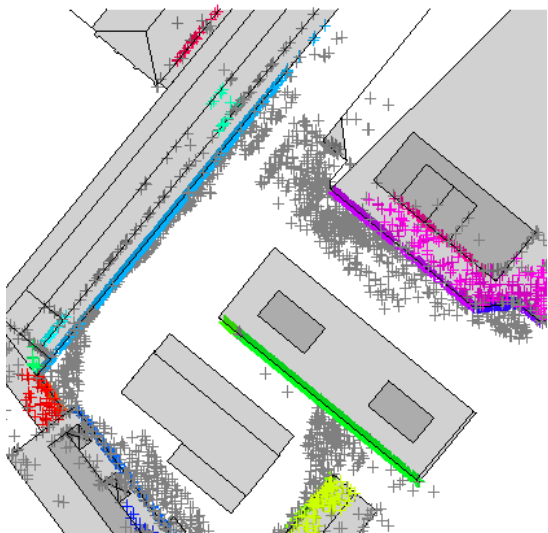
ECHTZEITFÄHIGE, HOCHFREQUENTE, ZENTIMETERGENAUE UND INTEGRIERTE BESTIMMUNG DER FLUGTRAJEKTORIE EINES UAS MITTELS KOMBINATION VON LASERSCANNER- UND KAMERADATEN SOWIE DER INTEGRATION VON OBJEKTINFORMATION  
(DFG, JAKOB UNGER, JOHANNES BUREICK)

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes entwickeln das Geodätische Institut (GIH) und das Institut für Photogrammetrie und GeoInformation (IPI) gemeinsam eine Methodik zur echtzeitfähigen, hochfrequenten, zentimetergenauen und integrierten Bestimmung der Flugtrajektorie eines Unmanned Aerial System (UAS). GNSS-Daten werden nur zur Bestimmung von Näherungswerten genutzt, die Bestimmung der Flugtrajektorie erfolgt über Kombination von Laserscanner- und Kameradaten, sowie der Integration von generalisierter Objektinformation (3D-Gebäudemodell, Level of Detail 2 (LoD2)). Die entwickelte Methodik wird auf einem UAS, bestehend aus einem handelsüblichen, mittelpreisigen Unmanned Aerial Vehicle (UAV), zwei Kameras, zwei Profillaserscannern, einer IMU und einem low-cost-GNSS-Receiver, umgesetzt.



Der erste Arbeitsschritt des Forschungsprojektes ist das Design des UAS, welches neben der Sensorintegration, die Anordnung, Kalibrierung und Synchronisation der gesamten Sensorik umfasst.

Die Innovation des Projekts besteht in der Einbeziehung von verallgemeinertem Objektraumwissen, kombiniert mit der gleichzeitigen Nutzung von Beobachtungen von Bildkoordinaten und Laserscannermessungen, für die Schätzung einer hochgenauen Trajektorie mit Echtzeitpotential. Erstmals werden aus den Sensordaten generierte Flächen in 3D mit denen des generalisierten Gebäudemodells abgeglichen und Korrespondenzen zwischen Bild- und Laserscannerdaten gefunden. Dabei dient die Objektrauminformation dazu, die Trajektorie langfristig zu stabilisieren. Dies ist besonders wichtig in Situationen ohne GNSS-Empfang.



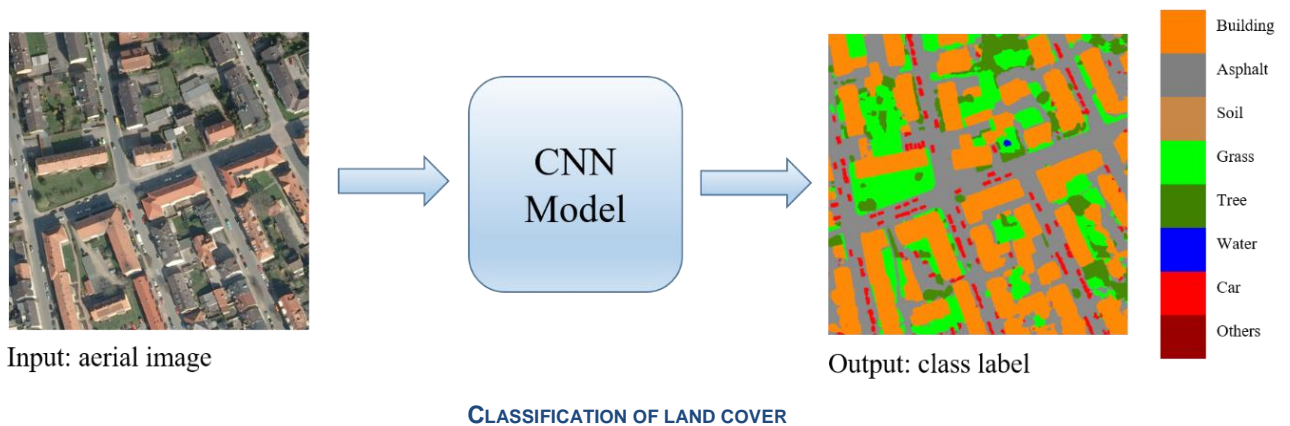
Methodisch unterteilen sich die Arbeiten in die Entwicklung einer Bündelausgleichung (IPI) und die eines Filters (GIH) mit denen die zentimetergenaue Bestimmung der Flugtrajektorie möglich ist. In beiden Ansätzen werden Laserscanner- und Kameradaten, sowie ein LoD2-Gebäudemodell integriert ausgewertet. Abschließend werden die beiden Methoden kombiniert und validiert.

Die Abbildungen zeigen oben eine UAS-Trajektorie, photogrammetrisch rekonstruierte Objektpunkte ohne und (im unteren Bild) mit Berücksichtigung des Gebäudemodells (grau) – zugeordnete Punkte sind unten farbig markiert.

## CLASSIFICATION OF LAND COVER AND LAND USE BASED ON CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

(LGLN<sup>1</sup>, LVERMGEO<sup>2</sup>, LAIV-MV<sup>3</sup>; CHUN YANG)

Geospatial land use databases contain important information with high benefit for several users, especially in the field of urban management and planning. The number of possible applications of such data increases with a higher level of detail, both in terms of the size of geometrical entities as well as the diversity of land use classes. Because of the fast changes of the land use due to urban growth and land use conversion, such geospatial databases become outdated quickly. This observation motivates the development of an automatic update process for large-scale land use databases. In contrast to land use, which reveals the socio-economic function of a piece of land (e.g. residential, agricultural), land cover describes the physical material of the earth's surface (e.g. grass, asphalt). The both terms of land cover and land use relate to themselves, which means, a land use object could contain many different land cover elements to form complex structures and meanwhile, a specific land cover can be a part of different land use objects. Thus, land cover and land use classification based on remote sensing data are tasks that pursue different objectives. Generally speaking, the assignment of class labels to image sites is land cover classification, whereas the assignment of labels to larger spatial entities, typical functional units represented by polygons, is the goal of land use classification. In our project, high-resolution aerial images are the data source for extracting the land use and land cover information, and we employ deep convolutional neural networks (CNN) to achieve these both goals with high quality results. The following figure shows classification of land cover as example:



<sup>1</sup> Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen

<sup>2</sup> Landesamt für Vermessung und Geoinformation Schleswig-Holstein

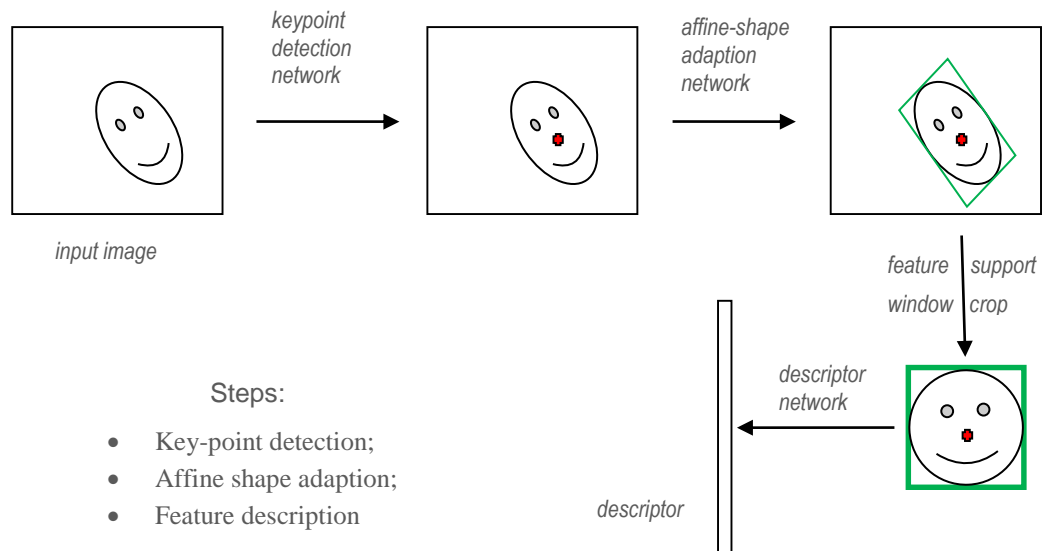
<sup>3</sup> Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern

LEARN TO DETECT AND DESCRIBE IMAGE FEATURE  
(IPI, CHEN LIN)

Image matching means finding identical elements between images from different viewpoints, in different scales, illumination and even from different sensors. It is a fundamental problem in photogrammetry, remote sensing, and computer vision.

The key problem of image matching is to achieve invariance against possible radiometric and geometric transformations between images. Besides, the matching performance may also be affected by occlusions caused by a viewpoint change and poor texture. The performance of classical detectors and descriptors drops sharply when the viewpoint change becomes large, because the local patches vary severely in appearance and classical manually designed feature detectors and descriptors cannot tolerate the resulting deformations between images.

The detected features should be distinctive and invariant against transformations between images. To achieve this, feature detection, orientation, and description should be studied jointly to optimize the feature-based feature matching performance. In this study, we first used scale space and deep neural networks to learn the position of distinctive and repeatable features; then, we use an affine shape adaption network to estimate the orientation and the affine shape of features, namely a good feature support window. Based on the estimated feature support window, descriptors for features are also learned with a Siamese Convolutional Neural Network(CNN). The pipeline of this research is illustrated in the figure.



PIPELINE OF THE METHOD

For training, we currently use oblique aerial images taken at a city area with three different flying heights, thus multi-viewpoint and multi-scale are contained in the data.



DRONES-BASED THERMOGRAPHY OF HEAT DISTRIBUTION NETWORKS  
(IPI, ARTUOM SLEDZ, JAKOB UNGER)

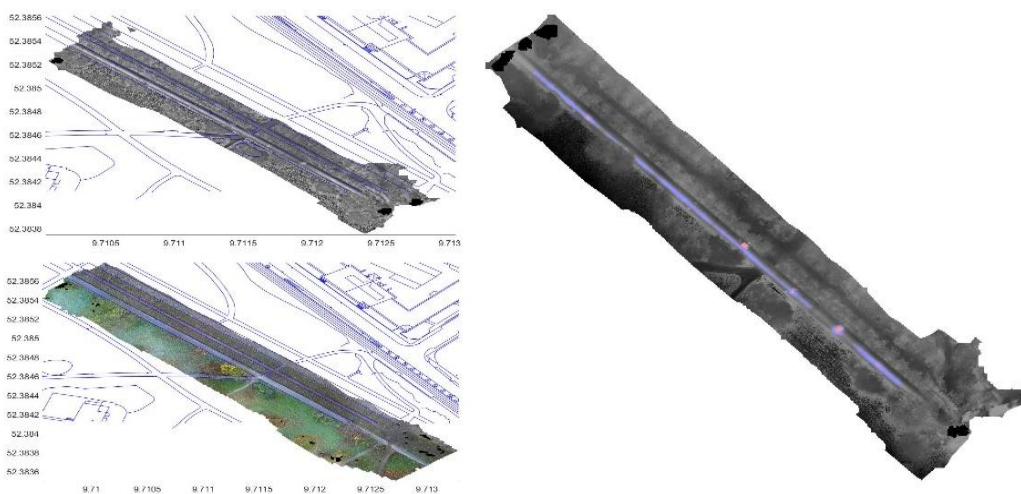
District heating systems distribute heat, which often is generated as waste heat during the production of electricity. For the integration of renewable heat sources, district heating networks are required to have a high degree of flexibility, especially in case of low-temperature heat distribution. The high technological relevance is faced by high costs for the construction, maintenance and repair of heat distribution networks.

Today's maintenance strategy is based on a statistical assessment of the state of damage of the networks. Relevant pipeline sections must be gradually taken out of operation and emptied. This can be remedied by airborne thermal infrared imaging of heating networks that avoids interference with the operating process. This technology makes it possible to visualize temperature differences of a surface. Temperature anomalies indicate leaking district heating water and therefore damage to the district heating system.

Currently, airborne thermal flights can only be carried out efficiently over a large area with airplanes or helicopters and are limited due to cost considerations and high planning effort in particular for small-scale networks.

In this context, the use of Unmanned Aerial Systems (UAS) as a flexible and low-cost platform equipped with a thermal sensor is under investigation to detect the condition and further ageing of these networks. In this project, IPI partners with the Fernwärme Forschungsinstitut Hannover (FFI) and industry partners like Enercity. Thermal data acquisition using the UAS is followed by automated thermal mapping. This task is split into two steps that are investigated: (i) the photogrammetric processing of the images and (ii) the description of the state of the heat supply network including possible changes and identification of anomalies by means of image analysis methods.

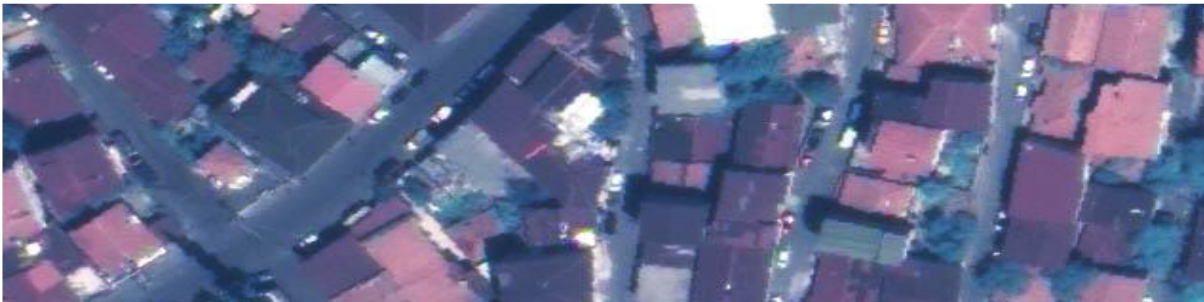
The figure shows intermediate results of a test flight performed in the park near Nienburger Street above the the bike lane in the park where a heating pipe (HBK – V500) is installed. Approximately 200 metres of the road were covered by the flight.



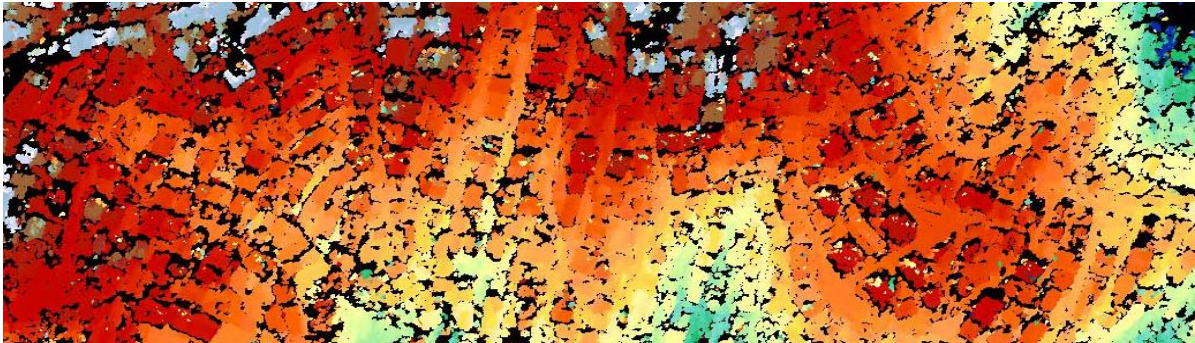
**THERMAL ORTHOPHOTO. LEFT UPPER: THERMAL ORTHOPHOTO WITH GIS STREET OVERLAY. LEFT BOTTOM: OPTICAL (RGB CAMERA) ORTHOPHOTO WITH GIS STREET OVERLAY. RIGHT: THERMAL ORTHOPHOTO WITH PIPE AND ANOMALIES DETECTION**

## DICHTE PUNKTBESTIMMUNG MIT WORLDVIEW-4-AUFNAHMEN (IPI, KARSTEN JACOBSEN)

Mit WorldView-4 (WV-4) steht ein zweiter zivil verfügbarer optischer Satellit mit einer Bodenauflösung von 31cm zur Verfügung, der eine Konkurrenz für Luftbilder darstellt. Im Bereich von Istanbul wurde aus einem WV-4 Stereomodell ein Höhenmodell durch Bildzuordnung mit Semi-Global-Matching erstellt. Die Bildorientierung mittels bias-korrigierter rationaler Polynomkoeffizienten (RPC) führte zu einer Sub-Pixel-Genauigkeit, bestimmt an Passpunkten, wobei auch die Höhengenaugkeit mit 27cm unter der Bodenauflösung liegt. Die Szenengröße von 25600 x 68616 Pixeln reicht allerdings an die Genauigkeitsgrenze der RPC, so dass die Blickrichtung mit zwei speziellen Biasparametern verbessert werden musste.



AUSSCHNITT AUS DER WORLDVIEW-4-AUFNAHME



FARBKODIERTES HÖHENMODELL

Entsprechend der Auflösung sind die durch SGM erzeugten Höhenmodelle sehr detailliert. Wegen des Basis-Höhenverhältnisses von 1:1,2 kommt es allerdings bei der sehr dichten Bebauung zu Verdeckungen, so dass die Straßenhöhe nicht überall bestimmt werden konnte. Ein Genauigkeitsvergleich mit einem Laserscanning-Höhenmodell mit 4 m Punktabstand war wegen der erforderlichen Interpolationen etwas problematisch, da damit die Höhengsprünge an den Gebäuden allerdings richtig erfasst werden konnten, so dass nur in homogenen Flächen eine Höhengenaugkeit von etwa 1,5 Objektpixeln nachgewiesen wurde.

## DISSERTATIONEN

## GEODÄTISCHES INSTITUT

**Dipl.-Ing. Ilka von Gösseln:** Simulationsbasierte Effizienzoptimierung von Messprozessen am Beispiel der tachymetrischen Netzmessung, 24.3.2017.

Referent: Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. habil. Hansjörg Kutterer, BKG, Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schwieger, Uni Stuttgart, Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Müller.

Die drei Hauptkomponenten zur Beurteilung eines Messprozesses sind die Genauigkeit, die Zuverlässigkeit und die Wirtschaftlichkeit. Die Steigerung der Wirtschaftlichkeit wurde bisher hauptsächlich durch das Weglassen von Beobachtungen zu Lasten der Genauigkeit und Zuverlässigkeit realisiert. In dieser Arbeit wird der Fokus auf die Anordnung der Messungen und die dabei auszuführenden Tätigkeiten zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit gelegt. Der Beobachtungsplan wird dabei nicht verändert. Der Ansatz basiert auf der Abbildung der Messabläufe in einem Prozessmodell. Darin können die Tätigkeitsdauern und die Abhängigkeiten zwischen den Tätigkeiten berücksichtigt werden. Über eine computergestützte Simulation der Messung ist eine realistischere Abschätzung der Messdauer möglich. Dadurch lassen sich Messprozesse im Vorfeld der Messung besser planen. Neben der Abschätzung der Dauer und den daraus resultierenden Kosten wird zusätzlich ein Ablaufplan der Messung zur Verfügung gestellt.

Bei der tachymetrischen Netzmessung werden die Reihenfolge der Standpunkte, die Aufbaureihenfolge der Zielpunkte und die Anzahl der beteiligten Personen im Rahmen der Optimierung variiert. Um eine möglichst gute Variante aller Kombinationsmöglichkeiten herauszufinden, wird aufgrund der hohen Komplexität des Problems ein heuristisches Optimierungsverfahren verwendet. Am Beispiel der tachymetrischen Netzmessung wird das entwickelte Verfahren zur Modellierung, Simulation und Optimierung von Messabläufen erläutert und evaluiert. Die Ergebnisse der simulationsbasierten Optimierung zeigen, dass das entwickelte Verfahren gut geeignet ist, um die Anordnung der Tätigkeiten effizient zu gestalten. Es zeigt sich, dass nicht unbedingt die kürzeste Entfernung zwischen den Standpunkten die beste Wahl ist, welche sonst vielleicht intuitiv gewählt werden würde. Für größere Netze ist eine Optimierung im Vorfeld der Messung sinnvoll und spart im Feld Zeit ein.

Die Dissertation ist in der Schriftenreihe "Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover" (ISSN 0174-1454) als Heft Nr. 333 erschienen. Gleichzeitig ist die Arbeit in der Reihe C der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayer. Akademie der Wissenschaften (ISBN 978-3-7696-5212-3, ISSN 0065-5325) unter der Nr. 800 veröffentlicht (<http://www.dgk.badw.de>).

## MITBERICHTE

**Dipl.-Ing. (FH) Michael Geist, Uni Rostock:** Flächenhafte Formabweichungen bei der Anwendung terrestrischer Laserscanner, Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann.

**Dipl.-Ing. Franz Hofmann:** Lunar Laser Ranging – verbesserte Modellierung der Mondodynamik und Schätzung relativistischer Parameter, 09.02.2017.

Referent: Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Müller, Korreferenten: Prof. Dr. phil. nat. habil. Michael Soffel (TU Dresden), Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke

Laserentfernungsmessungen zum Mond, Lunar Laser Ranging (LLR), werden seit 1969 genutzt, um verschiedene physikalische Parameter des Erde-Mond-Systems mit hoher Genauigkeit zu bestimmen. Darüber hinaus bietet LLR die Möglichkeit, verschiedene Größen zum Test von Gravitationstheorien zu untersuchen. Der Schwerpunkt dieser Arbeit lag auf der Verbesserung der Modellierung der Mondodynamik und den daran anschließenden Untersuchungen der Effekte auf die geschätzten Parameter, insbesondere zum Test der Einstein'schen Gravitationstheorie.

In der Ephemeridenrechnung wurden die gravitativen Effekte auf den Mond erweitert, um Fehler durch eine ungenaue Modellierung zu minimieren. Untersucht wurden die Effekte von Sonne und Planeten auf den Mond als ausgedehnten Körper, die gravitative Wechselwirkung des Mondes mit der Erde, säkulare Änderungen in den zonalen Potentialkoeffizienten der Erde und die Gezeitenwirkung der festen Erde auf die Mondephemeride. Das Modell der Mondrotation wurde auf ein 2-Schichten-Modell mit festem Mantel und flüssigem Kern erweitert und der Effekt der Gezeitendeformation des Mondes auf die Reflektorkoordinaten und die Ephemeride berücksichtigt. Die in dieser Arbeit als signifikant bestimmten Mondkernparameter, eine Kopplungskonstante zwischen Mantel und Kern sowie der Rotationsvektor des Kerns, stellen einen deutlichen Hinweis auf die Existenz eines flüssigen Kerns oder einer flüssigen Schale um einen inneren, festen Kern dar.

Für die Schätzung der Parameter wurde ein aktualisierter Datensatz mit Messwerten bis Anfang 2015 verwendet. Die geschätzten Größen der LLR-Analyse wurden bezüglich ihrer gegenseitigen Abhängigkeiten und den erreichten Genauigkeiten untersucht. Ergebnisse für Stationskoordinaten und -geschwindigkeiten sowie für Nutationskoeffizienten wurden mit denen auf Basis der bisher genutzten Modellierung verglichen. Die Differenz der Stationskoordinaten zur ITRF-Referenzlösung wurde in dieser Arbeit um einen Faktor 4 reduziert, die Abweichungen der Nutationskoeffizienten zum MHB2000-Modell reduzierten sich teilweise um mehrere Millibogensekunden. Die Verbesserung der Analyse der LLR-Daten zeigte sich auch in der Verringerung der Residuen nach der Ausgleichung von rund 30% im Vergleich zur bisherigen Lösung.

Die Einstein'sche Gravitationstheorie wurde mit der erweiterten Modellierung anhand von Testgrößen untersucht. Im Rahmen der Auswertegenauigkeit wurden keine Abweichungen von der Einstein'schen Gravitationstheorie festgestellt. Die Genauigkeiten der geschätzten relativistischen Parameter konnten in dieser Arbeit erhöht werden. Zu den wichtigsten Ergebnissen gehören die Schätzung einer möglichen zeitlichen Variation der Gravitationskonstanten mit



$\frac{\dot{G}}{G_0} = (7 \pm 8) \times 10^{-14} \text{a}^{-1}$  und einer möglichen Verletzung des Äquivalenzprinzips mit  $\Delta(m_g - m_i)_{\text{EM}} = (-3 \pm 5) \times 10^{-14}$ .

Diese Dissertation ist erschienen in „Wissenschaftliche Arbeiten der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover“, Nr. 331 (identisch mit Deutsche Geodätische Kommission bei der Bayrischen Akademie der Wissenschaften, Reihe C, Nr. 797, München, 2017).

**Dipl.-Ing. Phillip Brieden** „Validierung von GOCE-Gravitationsgradienten in Kreuzungspunkten und Zukunftsperspektiven der Satellitengradiometrie“, 21.2.2017

Referent: Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Müller, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. Nico Sneeuw, Universität Stuttgart, Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann

Die Arbeit beschäftigt sich mit der Validierung von GOCE-Gravitationsgradienten in Kreuzungspunkten der Satellitenspuren, der Kreuzungspunktanalyse. In einem zweiten Teil werden perspektivisch neuartige Gradiometrie-Konzepte für zukünftige Schwerefeld-Satellitenmissionen diskutiert.

Nach einer Einleitung, u.a. zu methodischen Grundlagen der Kreuzungspunktanalyse, werden im Vorfeld der eigentlichen Validierung Fehlergrenzen für die Datenverarbeitung definiert. Alle Algorithmen und Datenoperationen werden so entwickelt, dass durch sie induzierte Fehler Gradientenfehler von weniger als 0.7 mE verursachen.

Die Bestimmung der Kreuzungspunktpositionen und der Kreuzungszeitpunkte erfolgt in einer gemeinsamen Ausgleichung. Die Interpolation weiterer Datenprodukte im Kreuzungspunkt (cross-over, XO) gelingt in Abhängigkeit der Zeit. Einen entscheidenden Schritt umfasst die Berücksichtigung von Gradientenunterschieden im XO, die sich aufgrund unterschiedlicher Höhen und Orientierungen der Beobachtungssysteme ergeben. Da der Vergleich zweier Gravitationsgradiententensoren im identischen Koordinatensystem erfolgen muss, wird einer der Tensoren in das Koordinatensystem des anderen transformiert. Aufgrund der langwelligen Ungenauigkeiten der GOCE-Gradienten und der schlechteren Tensorkomponenten  $V_{xy}$  und  $V_{yz}$  werden alle weniger genauen Anteile des Gradiententensors durch Modellgradienten einer bereits bekannten Schwerefeldlösung ersetzt. Auch für den Translationsschritt (Höhenreduktion) wird Modellinformation genutzt. Nach der Transformation erfolgt die Differenzenbildung der Gradienten im XO.

Die verbleibenden Residuen der Gravitationsgradienten werden in drei Kategorien untersucht: (1) Qualität des Gesamtdatensatzes: Die Residuen aller Tensorkomponenten sind normalverteilt und führen entlang auf- oder absteigender Bahnen zu statistisch identischen Ergebnissen. Die Residuen von  $V_{xx}$  und  $V_{yy}$  weisen einen RMS von etwa 4 mE auf; die von  $V_{zz}$  und  $V_{xz}$  liegen mit 9 mE und 8 mE etwa doppelt so hoch. Korrelationen zu Parametern wie der Höhendifferenz im XO zeigen sich nicht. (2) Regionale Untersuchungen: Die Residuen werden auf regionale Häufungen hin analysiert. Solche Muster zeigen sich ausschließlich in  $V_{yy}$  in Bereichen

südlich von Australien sowie - weniger stark ausgeprägt - im nördlichen Kanada. (3) Identifikation lokaler Artefakte: Einzelne Ausreißer in den Gradientenzeitreihen lassen sich in Polnähe (große Anzahl an Kreuzungspunkten) sehr gut und im Bereich um den Äquator (weniger Kreuzungspunkte) weniger gut in den XO-Residuen identifizieren. Sequentielle Ausreißer (beeinflussen die Zeitreihe bis zu einigen Minuten) bilden sich in den XO-Residuen äußerst präzise ab. Dies ist eine besondere Stärke der Methode und ein Alleinstellungsmerkmal gegenüber anderen Validierungsansätzen.

Die Kreuzungspunktanalyse bestätigt die Präzision der XO-Residuen von  $V_{xx}$  und  $V_{yy}$  auf dem erwarteten Niveau;  $V_{zz}$  und  $V_{xz}$  zeigen ein um etwa einen Faktor 2 höheres Rauschen und liegen damit oberhalb der Erwartungen. Die Zeitreihen einzelner Gradientenkomponenten enthalten einzelne, lokale und zeitlich begrenzte Artefakte, deren Identifikation mit der Kreuzungspunktanalyse hervorragend gelingt.

Im zweiten Teil dieser Arbeit werden neue Gradiometrie-Konzepte für zukünftige Schwerefeld-Satellitenmissionen analysiert. Neben Verbesserungen, wie der Ladungskontrolle der Testmasse mittels ultraviolettem Licht, stellen vor allem die Nutzung von Laserinterferometern zur Bestimmung der Lage einer festen Testmasse sowie die Verwendung von Atominterferometern äußerst vielversprechende Technologien dar. Deren Einsatz soll im Vergleich zum GOCE-Gradiometer eine Sensitivitätssteigerung des Instrumentes ermöglichen und dessen Fehlerniveau speziell im unteren Frequenzbereich (langwellige Anteile) erheblich verbessern. Damit würde auch die Messung zeitvariabler Anteile des Gravitationspotentials möglich werden. Außerdem wurden auch hybride Missionen vorgeschlagen, bei denen z.B. die Beobachtung von Entfernungsänderungen zwischen Satelliten und die Satellitengradiometrie kombiniert werden, um vollen Nutzen aus den Vorteilen beider Verfahren zu ziehen. Diese neuen Technologien (niedriges, nahezu weißes Rauschen in entscheidenden Frequenzbändern) haben das Potential, die Gravitationsfeldbestimmung der Zukunft zu bestimmen.

Diese Dissertation ist erschienen in „Wissenschaftliche Arbeiten der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover“, Nr. 332 (identisch mit Deutsche Geodätische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Reihe C, Nr. 799, München, 2017).

**Daniel Eggert:** Effiziente Verarbeitung und Visualisierung von Mobile Mapping Daten; Betreuer: Prof. Monika Sester, Korreferenten: Prof. Christian Heipke, Prof. Jürgen Döllner (HPI, Univ. Potsdam)

Eine in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnene Methode zur Erfassung von Geodaten stellt das Mobile Mapping dar. Mobile Mapping bezeichnet dabei die Erfassung von Geodaten mittels einer beweglichen Plattform. Im Gegensatz zu statischen Erfassungssystemen ermöglichen bewegliche Plattformen die effiziente Erfassung größerer Bereiche. Dies erfordert jedoch in der Regel eine aufwendige Registrierung und Integration der Daten (hier Kamerabilder und Scanpunkte bzw. -linien) und führt darüber hinaus zu umfangreichen Datenbeständen. Mit diesem Umfang gehen entsprechende Herausforderungen für die Speicherung, Organisation, Verarbeitung und Visualisierung der Daten einher. Neben diesen Herausforderungen spielt die Integration der verwendeten Sensoren eine entscheidende Rolle für die Qualität der Daten. Ist die Zuordnung der Daten der einzelnen Sensoren zueinander von schlechter Genauigkeit oder gar fehlerhaft, so spiegelt sich dies auch in den Analyse- und Verarbeitungsergebnissen wieder. Dies birgt die Gefahr von qualitativ schlechten Resultaten und möglichen Fehlinterpretationen von Analyseergebnissen, oder macht die Analyse als solches gar unmöglich.

Die vorliegende Arbeit adressiert die genannten Aspekte im Kontext von Mobile Mapping mittels folgender Zielsetzungen: a) Schaffung einer modularen Verarbeitungskette, b) Effizienzbetrachtung, inklusive der Entwicklung und Umsetzung von hoch-parallelen Prozessierungsmodulen und Datenstrukturen für effizienten Zugriff auf die Daten, c) Erhöhung der Qualität der Sensordatenintegration am Beispiel der Kamera- und Laserscanner-Sensoren und d) die Entwicklung skalierbarer Visualisierungskonzepte.

Nach der Identifikation möglicher Anknüpfungspunkte bezüglich der existierenden proprietären Herstellerlösungen wurde im Rahmen dieser Arbeit ein modulares Framework zur Verarbeitung der besagten Mobile Mapping Daten geschaffen. Mittels dieses Frameworks lassen sich nahezu beliebige Verarbeitungsketten abbilden. Im Rahmen einer Effizienzbetrachtung einzelner Verarbeitungsschritte wurden Konzepte zur Parallelisierung der Verarbeitung untersucht und in den Varianten Mehrkern-CPU, GPGPU und Rechencluster/Hadoop umgesetzt. Eine Qualitätssteigerung der Sensordatenintegration wurde über die Entwicklung eines neuen Verfahrens zur Feinkalibrierung der Kamerapositionen und -orientierungen erreicht. Das realisierte Verfahren beruht dabei auf dem automatischen Finden von korrespondierenden Scan- und Bildpunkten und einem anschließenden Rückwärtsschnitt zur Ermittlung der genauen Kameraposition und -orientierung. Anhand mehrerer Beispieldatensätze konnte dabei eine signifikante Reduktion der Residuen, als Pixelabstand zwischen Soll- und Ist-Koordinaten, gezeigt werden. Im Rahmen der Entwicklung skalierbarer Visualisierungskonzepte für die erfassten Mobile Mapping Daten wurden, ausgehend von unterschiedlichen Szenarien, zwei Visualisierungsansätze umgesetzt. Zunächst wurde eine Webbasierte 3D Visualisierung umgesetzt, welche die Darstellung nahezu beliebig umfangreicher Mobile Mapping Daten in hybrider Repräsentation, bestehend aus eingefärbten Scanpunkten und texturierten Flächen, in einem gewöhnlichen Internetbrowser erlaubt. Kern der

Skalierbarkeit dieser Visualisierungstechnik bildet eine, für die gewählte Umgebung entworfene, kontinuierliche Level-Of-Detail Technik. Der zweite Visualisierungsansatz beruht auf der Parallax Scrolling Technik. Diese stark komprimierte Form der Darstellung in Kombination mit einer intuitiven gestenbasierten Steuerung ermöglicht das schnelle Erkunden von umfangreichen Mobile Mapping Daten.

**Daniel Fitzner:** Estimation of Spatio-Temporal Moving Fields at High Resolution; Betreuer: Prof. Monika Sester, Korreferenten: Prof. Steffen Schön, Prof. Edzer Pebesma (Univ. Münster)

Starkregen, Fluten, Wirbelstürme, Tsunamis oder Vulkanausbrüche sind Beispiele dynamischer Umweltereignisse die durch Fernerkundungssensoren wie Satelliten oder Wetterradar oder in-situ Sensoren wie Regenmessstationen, Seismographen oder Wetterbojen überwacht werden. Die erhobenen Daten speisen Informationssysteme, mit dem Ziel, Nutzern Informationen oder sogar Vorhersagen der Phänomene zu liefern und zeitnah Warnungen, z.B. Unwetterwarnungen, zu publizieren. Mit den zunehmend genaueren Sensoren, den Entwicklungen moderner, immer leistungsfähigerer Computer und den Vorteilen moderner Kommunikationstechnologie werden die Daten immer hochaufgelöster in Raum und Zeit und immer einfacher zugreifbar. Aktuelle Arbeiten zur Zukunft der Geowissenschaften, beispielsweise Nittel et al. (2015) oder Goodchild (2010), sind sich einig, dass diese Entwicklung anhalten wird. Die vorliegende Arbeit wird als Teil dieser Entwicklung zu immer höherer Auflösung räumlicher Daten betrachtet.

Der erste Teil befasst sich mit der quantitativen Regenschätzung aus Wetterrardardaten und Messungen stationärer Regenstationen, an Orten ohne Regenstation in hoher zeitlicher Auflösung. Verschiedene Interpolationsmethoden zur Regenschätzung werden eingeführt und mittels Kreuzvalidierung verglichen. Im Fokus stehen dabei diejenigen Methoden, die Informationen zur Bewegung des Regenfeldes, hergeleitet mit Methoden der 'Computer Vision' aus Wetterrardarbildern, in den Schätzprozess integrieren. Zudem wird eine neuartige Methodik zur Korrektur der raumzeitlichen Abweichung zwischen Wetterradar- und Stationsmessungen eingeführt. Die Ergebnisse zeigen eine Verbesserung der Schätzergebnisse im Vergleich zu rein räumlichen Interpolationsmethoden, wenn Bewegungsinformation in den Schätzprozess integriert wird. Beste Ergebnisse erzielten jedoch radarbasierte Schätzungen, wenn zuvor die raumzeitliche Abweichung korrigiert wurde.

Da die aktuelle Verteilung der Regenmessstationen für bestimmte hydrologische Anwendungen, beispielsweise die Schätzung des räumlichen Regens Haberlandt & Sester (2010), jedoch nicht ausreicht, soll die Nutzung von Autos als potentielle Regenmessstationen untersucht werden. Dazu wurden Testfahrzeuge mit Sensoren ausgestattet und die erhobenen Daten wurden mit den Regenschätzungen derjenigen Methode als Referenz verglichen, die zuvor die besten Ergebnisse in der Kreuzvalidierung zeigte. Die Ergebnisse zeigen einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Autogeschwindigkeit und der Automessungen. Zudem konnte gezeigt werden, dass ein Zusammenhang zwischen geschwindigkeitskorrigierten Sensorwerten und der angenommenen Referenz besteht.



Der dritte Teil der vorliegenden Arbeit beschäftigt sich mit der Schätzung der Bewegung raumzeitlicher Felder, wenn keine Bilder des Phänomens, also beispielsweise aus Wetterradardaten generierte Bilder, vorliegen, und daher die Methoden der 'Computer Vision' nicht ohne Weiteres angewendet werden können. Es wird ein Algorithmus zur Bewegungsschätzung aus Messungen von in-situ Sensoren vorgestellt, der einen aus der 'Computer Vision' bekannten Algorithmus des 'optischen Flusses' den Anforderungen irregulär verteilter Sensoren anpasst. Wie beim 'optischen Fluss', ist der Algorithmus domänenunabhängig und kann in jedem Anwendungsfall angewendet werden, in dem verteilte Sensoren ein sich bewegendes raum-zeitliches Feld messen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Bewegungsschätzung möglich ist, solange bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind, die in der vorliegenden Arbeit im Detail beschrieben werden.

**Sabine Hofmann:** Potential von LIDAR Mobile Mapping für hochgenaue Karten, Betreuer: Prof. Claus Brenner, Korreferenten: Prof. Jürgen Müller, Prof. Andreas Nüchter (Universität Würzburg)

Die Arbeit beschäftigt sich mit der Evaluation von mobilem terrestrischen Laserscanning (LiDAR Mobile Mapping) zur Erstellung hochgenauer Karten. Ein mögliches Szenario zur Anwendung stellt die Lokalisierung von Fahrzeugen dar, die ausgestattet mit Sensoren zur Umgebungserfassung, vorhandene Infrastruktur-Objekte entlang von Straßen als Landmarken zur Positionsbestimmung nutzen. Die Genauigkeit der Kartenbasis ist ein entscheidender Faktor für die Qualität der Lokalisierung. Die Grundlagen der Arbeit enthalten dazu eine Einführung in die Themen Mobile Mapping, direkte Georeferenzierung mittels Globalen Navigationssatelliten-Systemen und inertialen Messverfahren, die Geometrie der Datenerfassung und die erzeugten Daten. Verfahren zur gemeinsamen Georeferenzierung in großen Projektgebieten, Algorithmen zur Objektdetektion in Punktwolken und ein Überblick über Verfahren der Literatur zu den Themen Genauigkeitsanalyse von Mobile Mapping Punktwolken, der Verbesserung dieser Punktwolken und zur Auswahl und Verteilung von Passpunkten zur globalen Georeferenzierung ergänzen die Grundlagen.

Den Hauptteil der Arbeit bilden zwei Verfahren zur Genauigkeitsanalyse sowie ein Ansatz zur Verbesserung der mobil erfassten Punktwolken. Die Ansätze erfordern teilweise Referenzdaten. Daher werden verschiedene Datenquellen, z. B. das flächendeckend verfügbare Kartenmaterial amtlicher Daten und ein mittels Tachymeter erfasstes, hochgenaues Referenzpunktfeld, als mögliche Referenz untersucht. Die Genauigkeit der Mobile Mapping Punktwolken wird anhand einer punktwolkenbasierten und einer objektbasierten Methode analysiert. Das erste Verfahren nutzt einen iterativen Ansatz zur Suche benachbarter Punkte in unstrukturierten Punktwolken, um die Verschiebung zwischen zwei Punktwolken aus unterschiedlichen Epochen zu ermitteln. Da die Genauigkeit der Punktwolken aufgrund von GNSS-Effekten lokal variieren kann, sind innerhalb der Projektgebiete verschiedene Transformationsparameter erforderlich. Dazu werden die Punktwolken in Kacheln unterteilt und die Verschiebung zwischen den Punktwolken für jede Kachel separat bestimmt. Die Arbeit untersucht auch die Effekte unterschiedlicher Kachelgrößen auf das Ergebnis der Analyse.

Das zweite Verfahren nutzt segmentierte Objekte zur Analyse der Genauigkeit. Dazu werden aus den Punktwolken automatisch Zylinder und Ebenen segmentiert. Unter Verwendung von Referenzdaten wird sowohl die Genauigkeit der Algorithmen zur Segmentierung als auch die Genauigkeit der Punktwolken ausgewertet. Liegen Punktwolken aus unterschiedlichen Epochen vor, kann eine relative Auswertung zwischen den Epochen erfolgen. Zusätzliche externe Referenzdaten für die segmentierten Objekte ermöglichen eine absolute Analyse. Die Ergebnisse zeigen Differenzen von mehreren Zentimetern bis Dezimetern zwischen unterschiedlichen Epochen bzw. zu den Referenzdaten, die innerhalb der Projektgebiete zusätzlich lokalen Schwankungen unterliegen. Ist die Genauigkeit der erfassten Punktwolken nicht ausreichend, wird eine Verbesserung der Daten erforderlich. Diese wird in der vorliegenden Arbeit in einer streifenbasierten Ausgleichung zur Minimierung der quadratischen Abweichung zwischen einem hochgenauen Referenzpunktfeld und den Punktwolken erreicht. Entlang der Trajektorie werden gleichabständige Ankerpunkte gewählt und Korrekturwerte an diesen Positionen aus den Korrespondenzen zwischen Referenz und LiDAR-Punkten ermittelt. Korrekturwerte zwischen den Ankerpunkten werden jeweils linear aus den beiden benachbarten Ankerpunkten interpoliert. Verschiedene Experimente evaluieren den Ansatz der Ausgleichung sowie die benötigte Anzahl und Verteilung der Referenzdaten. Dazu wurde die Ausgleichung jeweils nur mit einem Teil der Referenzdaten durchgeführt und die übrigen Punkte als Kontrollpunkte genutzt. Eine gleichmäßige Verteilung der Referenzpunkte über das Testgebiet, liefert für das untersuchte Gebiet sehr gute Ergebnisse. Referenzpunkte ausschließlich an Kreuzungen können die Auswirkungen der GNSS-Effekte auf die Genauigkeit der Punktwolken dagegen nicht vollständig reduzieren.

**M.Sc. Lena Albert:** Simultane Klassifikation der Bodenbedeckung und Landnutzung unter Verwendung von Conditional Random Fields, 20.07.2017

Referent: apl. Prof. Dr. techn. Franz Rottensteiner, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. Stefan Hinz, KIT Karlsruhe, Prof. Dr.-Ing. Monika Sester

Im Rahmen dieser Arbeit wird ein neuer Ansatz zur simultanen, kontextbasierten Klassifikation der Bodenbedeckung und Landnutzung anhand von aktuellen Sensordaten vorgestellt. Zur Klassifikation werden Conditional Random Fields (CRF) [Kumar & Hebert, 2006] verwendet, die einen flexiblen leistungsfähigen Rahmen für die kontextbasierte Klassifikation auf Basis von graphischen Modellen bilden. CRF sind ein überwachtes Verfahren, d.h. die zugrundeliegenden Klassifikatoren werden anhand von repräsentativen Trainingsdaten gelernt. Im Rahmen der Klassifikation wird den GIS-Objekten eines gegebenen räumlichen Landnutzungsdatenbestandes eine Nutzungsart und kleinräumigen Bildsegmenten (Superpixeln) eine Bodenbedeckungsart zugewiesen. Der Ansatz ist konzipiert für monotemporale, multispektrale, hochauflösende Luftbilddaten sowie Höheninformation. Im Gegensatz zu vielen bestehenden Arbeiten ist dieser Ansatz nicht auf einen geographischen Anwendungsbereich, bestimmte Sensordaten oder eine spezifische Klassenstruktur beschränkt, sondern lässt sich flexibel an neue Gegebenheiten anpassen. Die Klassifikation der Landnutzung bildet die Grundlage für einen semi-automatischen Verifikations- und Aktualisierungsprozess von Landnutzungsdatenbeständen.

Den ersten wissenschaftlichen Beitrag dieser Arbeit bildet die Integration von Bodenbedeckung und Landnutzung in ein gemeinsames graphisches Modell, bestehend aus zwei Ebenen. Auf diese Weise entsteht eine einheitliche, konsistente Modellierung, die es erlaubt, Unsicherheiten im Rahmen der Klassifikation zu berücksichtigen. Die gemeinsame Modellierung bietet außerdem den Vorteil, Abhängigkeiten zwischen beliebigen Bildprimitiven, semantischen Klassenstrukturen und den Daten explizit zu modellieren. Dies ermöglicht die Berücksichtigung von lokalem als auch regionalem Kontext im Klassifikationsprozess. Den lokalen Kontext bilden die räumlichen Interaktionen zwischen benachbarten Bildprimitiven, die als paarweises Interaktionspotential modelliert sind. Im Gegensatz zu bereits bestehenden kontextbasierten Verfahren zur Klassifikation der Bodenbedeckung und Landnutzung, in denen die Modellierung der Nachbarschaftsbeziehungen auf a priori Wissen basiert, werden die Abhängigkeiten in dem integrierten Ansatz aus realen Daten gelernt. Bei dem regionalen Kontext handelt es sich um die bidirektionalen statistischen Abhängigkeiten zwischen der Landnutzung und der Bodenbedeckung. Diese Kontextinformation beschreibt die komplexen Abhängigkeiten zwischen mehreren Bildprimitiven einer Region, wodurch sie sich explizit nur als Potential höherer Ordnung modellieren lässt. Die Berücksichtigung dieser Kontextinformation in beide Richtungen stellt eine Neuerung dar. Um eine effiziente Inferenz in dem CRF höherer Ordnung zu ermöglichen, wird Kontextinformation zwischen den Bildprimitiven in dem graphischen Modell mit Hilfe eines iterativen Inferenzalgorithmus ausgetauscht, der den zweiten wissenschaftlichen Beitrag dieser Arbeit darstellt. Die statistischen Abhängigkeiten zwischen der Bodenbedeckung und der Landnutzung werden mit Hilfe von

Kontextmerkmalen in den Klassifikationsprozess integriert, welche die komplexen Abhängigkeiten zwischen der Bodenbedeckung und der Landnutzung beschreiben. Diese Kontextmerkmale bilden die Grundlage für einen diskriminativen Klassifikator, der das Potential höherer Ordnung im Rahmen des iterativen Inferenzalgorithmus approximiert. Die Kontextmerkmale bilden den dritten Beitrag dieser Arbeit.

Die Experimente werden anhand von zwei repräsentativen Testgebieten durchgeführt. Mit der Berücksichtigung von Kontext reduziert sich die Anzahl der Fehlklassifikationen in beiden Klassifikationsergebnissen im Vergleich zu einer unabhängigen, nicht-kontextbasierten Klassifikation. Für die Bodenbedeckungsklassifikation wird ein homogeneres Ergebnis und eine verbesserte geometrische Abgrenzung erzielt im Vergleich zu einer unabhängigen Klassifikation. Bei der Landnutzungsklassifikation werden speziell für GIS-Objekte mit untypischen Eigenschaften oder Ähnlichkeiten zu anderen Landnutzungsklassen Verbesserungen erzielt. Die Größe der Bodenbedeckungssegmente hat einen Einfluss auf den Detailgrad, den Glättungseffekt und die Rechenzeit.

Die Dissertation ist in der Schriftenreihe „Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover“ (ISSN 0174-1454) als Heft Nr. 335 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. 802 online veröffentlicht ([www.dgk.badw.de](http://www.dgk.badw.de)).

**Dipl.-Ing. Joachim Niemeyer:** Verwendung von Kontext zur Klassifikation von luftgestützten Laserdaten urbaner Gebiete, 14.07.2017

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

Auf Flugzeugen montierte Laserscanner können innerhalb kürzester Zeit große Gebiete der Erdoberfläche dreidimensional erfassen. Eine wichtige Aufgabe besteht in der Klassifikation der anfallenden Daten, welche als Punktwolken bezeichnet werden. Jeder Laserpunkt wird dabei einer Objektklasse zugeordnet. Die semantisch angereicherten Daten sind für weiterführende Applikationen erforderlich, wie etwa für die Erstellung dreidimensionaler Stadtmodelle. Herkömmliche Methoden haben in komplexen städtischen Gebieten oft Probleme, die Punkte der korrekten Objektklasse zuzuordnen und es kommt häufig zu Verwechslungen. Typische Beziehungen zwischen den Objekten, wie z.B. „Autos befinden sich auf Straßen“, können jedoch ausgenutzt werden, um das Ergebnis mit Hilfe dieses Kontextwissens zu verbessern.

Diese Arbeit befasst sich mit der automatischen Zuordnung der Punktwolken zu Objektklassen unter Ausnutzung von räumlicher Kontextinformation. Die Zielsetzung besteht in der Entwicklung eines neuen Klassifikationsansatzes, welcher Kontext anhand von zwei Ebenen in den Prozess integriert. Probabilistische graphische Modelle in Form von bedingten Zufallsfeldern (Conditional Random Fields, CRF) stellen dafür ein geeignetes Werkzeug bereit. Es wird ein hierarchisches Modell erstellt, das einerseits



die Laserpunkte und andererseits Segmente bestehend aus Punktgruppen klassifiziert. Jede dieser Teilaufgaben wird mit einem individuellen CRF gelöst. In einem iterativen Prozess werden die beiden Ebenen nacheinander optimiert und reichen ihre Ergebnisse an die jeweils andere Ebene weiter.

Für das segmentbasierte CRF ist vor jeder Durchführung eine Aggregation ähnlicher Punkte zu Segmenten erforderlich. Es wird eine neue Methodik vorgeschlagen, die im Zuge der Iterationen eine adaptive, zunehmend besser werdende Anpassung der Segmente an die tatsächlichen Objektgrenzen erlaubt, wodurch sich die Anzahl der Segmentierungsfehler reduziert. Dies verbessert die Klassifikationsqualität von feineren Strukturen wie etwa Autos in der Szene.

Weiterhin lassen sich die durch das alternierende Vorgehen entstehenden Zwischenlösungen für die Extraktion von Kontextmerkmalen verwenden. Zwei Gruppen neuer kontextbasierter Segmentmerkmale für luftgestützte Laserdaten werden im Rahmen dieser Arbeit vorgestellt.

Der Fokus der experimentellen Untersuchungen liegt darauf, das vorgestellte Verfahren zu evaluieren und insbesondere den Beitrag der Kontextinformation in Bezug auf die erzielten Genauigkeiten zu ermitteln. Dafür werden reale Datensätze mit bekannten Referenzklassen für jeden individuellen Laserpunkt verwendet. Bei der Auswertung können mit der neuen Methodik gute Genauigkeitswerte erreicht werden. Anhand von öffentlich verfügbaren Standarddatensätzen zeigt sich eine Überlegenheit hinsichtlich der Gesamtgenauigkeiten gegenüber anderen aktuellen Verfahren.

In den Experimenten führt die Berücksichtigung von Kontextinformation im Vergleich zu einem Random Forest Klassifikator, welcher die Laserpunkte unabhängig von Kontext einer Objektklasse zuordnet, zu Genauigkeitssteigerungen um bis zu fünf Prozentpunkte. Besonders in den Daten unterrepräsentierte Objektklassen wie Autos profitieren von Kontext. Ihre Qualität kann um mehr als 20 Prozentpunkte verbessert werden.

Die Dissertation ist in der Schriftenreihe „Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover“ (ISSN 0174-1454) als Heft Nr. 336 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. 807 online veröffentlicht ([www.dgk.badw.de](http://www.dgk.badw.de)).

## DOKTORANDENSEMINAR

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

Freitag, 13.01.2017, Moderation: Balaji Devaraju (IFE)

**M.Tech. Sujata Goswami**, Institut für Erdmessung, Thema: Analysing GRACE Range-rate Residuals to Detect the Signatures of Sensor Imperfections

Freitag, 20.01.2017, Moderation: Jens Hartmann (GIH)

**M.Sc. Keno Bakker**, Geodätisches Institut, Thema: Investigation of the Influence of the Location for Real Estate Valuation and Market Analysis

Freitag, 03.02.2017, Moderation: Julia Schachtschneider (IKG)

**M.Sc. Stefania Zourlidou**, Institut für Kartographie und Geoinformation, Learning the Traffic Regulation Context of Intersections from In-vehicle Data

Freitag, 21.05.2017, Moderation: Uyen Nguyen (IPI)

**M.Sc. Max Coenen**, Institut für Photogrammetrie und GeoInformation, Thema: Detection and Pose Estimation of Vehicles from Stereo Images

Freitag, 23.06.2017, Moderation: Fabian Bock (IKG)

**M.Sc. Yu Feng**, Institut für Kartographie und Geoinformatik, Thema: Social Media as a Rainfall Indicator

Freitag, 07.07.2017, Moderation: Christoph Wallat (IfE)

**M.Sc. Le Ren**, Institut für Erdmessung, Thema: GPS-based Kinematic Orbit Determination of Swarm Satellites

Freitag, 14.07.2017, Moderation: Sören Vogel (GIH)

**M.Sc. Alexander Dorndorf**, Geodätisches Institut:, Thema: Development of Expert-based Robust Bayesian Approaches

Freitag, 15.12.2017, Moderation: Thomas Krawinkel (IFE)

**M. Sc. Mostafa Hoseini**, Institut für Erdmessung, Thema: Homogenization of GNSS Tropospheric Products Using Subspace-based Techniques

## ORGANISATION VON WORKSHOPS UND SYMPOSIEN

### GEODÄTISCHES INSTITUT

165. DVW-SEMINAR: „TERRESTRISCHES LASERSCANNING (TLS 2017)“ AM 11. UND 12.12.2017 IN FULDA (LEITUNG: PROF. INGO NEUMANN ZUSAMMEN MIT PROF. VOLKER SCHWIEGER, PROF. HEINER KUHLMANN UND PROF. ANDREAS EICHHORN; ORGANISATION VOR ORT DURCH DAS GEODÄTISCHE INSTITUT UNTER FEDERFÜHRUNG VON DR. JENS-ANDRÉ PAFFENOLZ)

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 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 »Ingenieurgeodäsie« wurden daher in Fulda Anregungen und Gedanken zu diesem zukunftsorientierten, innovativen Thema ausgetauscht. Das Geodätische Institut hatte dabei zum zweiten Mal die Leitung der größten deutschen TLS-Veranstaltung übernommen.

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

- Einführung und neue Methoden
- Fusion von terrestrischem Laserscanning und bildgestützten Punktwolken
- Laserscanning im interdisziplinären Umfeld
- Projekte und Zukunftsfelder

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

Insgesamt haben ca. 150 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 88/2017 der Schriftenreihe des DVW im Wißner Verlag erworben werden (ISBN: 978-3-95786-145-0) und stehen auch online zum Download bereit.

## ISPRS HANNOVER WORKSHOP 06.-09. JUNI 2017

(LEITUNG: PROF. CHRISTIAN HEIPKE ZUSAMMEN MIT PROF. UWE STILLA,  
MÜNCHEN)

TU

Unterstützt von 12 Arbeitsgruppen der ISPRS fand vom 06. bis 09. Juni 2017 der ISPRS Hannover Workshop statt, der gemeinsam vom Institut für Photogrammetrie und Geoinformation der Leibniz Universität Hannover und der Professur für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU München organisiert und ausgetragen wurde.

Das Bündel etablierter wissenschaftlicher Treffen umfasste die vier Workshops HRIGI – High-Resolution Earth Imaging for Geospatial Information, CMRT – City Models, Roads and Traffic, ISA – Image Sequence Analysis und EuroCOW – European Calibration and Orientation Workshop. Diese wurden nacheinander durchgeführt, untergliedert in zehn Vortragsreihen mit jeweils vier Fachvorträgen sowie insgesamt vier Zeiträumen für Posterpräsentationen. Abgerundet wurde die Veranstaltung durch eine Vortragsreihe der Industrie und einer Meisterklasse der Firma Leica.

Vier Vorträge von eingeladenen Gastrednern bereicherten das Programm. Den Eröffnungsvortrag hielt Mubarak Shah vom Forschungszentrum für Computer Vision der Universität Central Florida zum Thema „Wide area surveillance and camera networks“. Kohei Cho, Mitglied der Abteilung Human and Information Science der Tokai University in Tokio, berichtete über „Monitoring the recovery of tsunami damaged areas after the Japan earthquake“ und Christoph Stiller, Leiter des Instituts für Mess- und Regelungstechnik am Karlsruher Institut für Technologie, referierte über „On the blessing and curse of maps for automated driving“. Schließlich sprach Raul Feitosa von der Abteilung Elektrotechnik der Pontifícia Universidade Católica in Rio de Janeiro über „Multi-temporal probabilistic models for crop recognition“.

Mit 209 registrierten Teilnehmern aus 31 Ländern war die Veranstaltung sehr gut besucht. Eingereicht wurden 57 Aufsätze zur doppelblinden Begutachtung, von denen 30 (53%) zur Veröffentlichung in den ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences angenommen wurden. Die nicht für die Annalen akzeptierten Beiträge wurden zusammen mit den eingereichten 121 Kurzfassungen begutachtet. Nachdem einige dieser Einreichungen zurückgezogen worden waren, erschienen 97 vervollständigte Aufsätze in den International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.

Das sehr gut gestaltete Programm ließ in bewährter Weise eine angenehme Abwechslung aus Informationsvermittlung und Diskussion zu. Hierzu trug nicht zuletzt die gelungene Get together-Party auf dem Messdach des Instituts bei. Auch der von der Firma Leica unterstützte gemütliche Abend im Brauhaus mit sehr guter Verpflegung ermöglichte einen anregenden Gedankenaustausch bei einem Glas frischen Biers.

Jochen Meidow, Ettlingen (auch in: PFG-Berichte von Veranstaltungen)



## MESSEN UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### BERICHT DER KOMMISSION FÜR ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Die Kommission für Öffentlichkeitsarbeit der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik wurde am 08. Mai 2001 gebildet. Seither arbeitet die Kommission daran, den Studiengang Geodäsie und Geoinformatik sowie den Master Navigation und Umweltrobotik, seit dessen Bestehen, öffentlich bekannter zu machen und die Zahl der Studienanfänger/Innen zu erhöhen. Die Kommission setzte sich 2017 aus folgenden Mitgliedern zusammen:

- Alexander Schlichting (Vorsitz, ikg)
- Alexander Dorndorf (GIH)
- Jakob Unger (IPI)
- Liliane Biskupek, Franziska Kube (IfE)
- Tanja Grönefeld, Anke Tatzko (Studiendekanat)
- Lucy Icking, Leonie Bödeker (Fachschaft)
- Alexandra Lücke, Eva Maria Mentzel, Thomas Steinborn (Fakultät)

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

Auf den hier zusammengestellten Veranstaltungen wurde das vielfältige Angebot der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik im Jahr 2017 vorgestellt:

Goetheschule, Besuch	20.01.2017
St. Ursula-Schule, Berufsorientierungstag	02.02.2017
WinterUni	04.02.2017
Zukunftstag für Jungen und Mädchen	27.04.2017
Tag der Geodäsie	20.05.2017
IdeenExpo	10.-18.06.2017
Ab ins Studium	19.06.2017
Niedersachsentchnikum	09.10.2017
Hochschulinformationstage	12.+13.09.2017
Besuchertag LGLN	14.09.2017
Herbstuni	12.10.2017
FWJ-Einführungswoche	15.11.2017
SchülerTalentAkademie Geodäsie	5 Termine, über das Jahr verteilt

## IDEENEXPO 2017



**DAS EXPONAT UNSERER FACHRICHTUNG LOCKTE VIELE BESUCHER AN.**

Leibniz – Wir erfinden!”. Unsere Fachrichtung war mit dem Exponat “Vermessung der Welt – Geodäsie in 3D” vertreten. Die Besucher konnten sich mit Hilfe einer Microsoft Kinect und einer Virtual-Reality-Brille durch eine 3D-Punktwolke im Zentrum Hannovers bewegen, welche aus Mobile-Laserscanning-Daten erzeugt wurde. Die Microsoft Kinect erfasst die Bewegungen der Besucher, sodass diese sich durch vorgegebene Gesten frei in der 3D-Welt bewegen können.

Zwar wurde unser Exponat (vermutlich) nicht von allen der 360.000 Besucher getestet, jedoch war es gut besucht und kam bei allen potentiell zukünftigen Geodäten gut an.

Alle zwei Jahre findet auf dem Messegelände die IdeenExpo statt. 2017 fand die Messe vom 10.-18. Juni 2017 statt. Ziel ist es, Schüler/Innen für naturwissenschaftliche und technische Berufe zu begeistern. In diesem Jahr besuchten über 360.000 Besucher die IdeenExpo. Auch die Leibniz Universität Hannover war mit einem großen Stand vertreten. Das gemeinsame Motto aller teilnehmenden Einrichtungen der Universität lautete “Wir sind

## TAG DER GEODÄSIE

Der Ausschuss Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (DGK) hat jetzt zum zweiten Mal den „Tag der Geodäsie“ in Deutschland ausgerufen. Dieses Mal stand es im Motto „Geodäsie – von ganz oben sieht man besser“ und fand am 20. Mai 2017 deutschlandweit statt.

Unser Studiengang beteiligte sich zusammen mit den Berufsverbänden BDVI, VDV und DVW auf dem Vorplatz des Hauptbahnhofs Hannover am Tag der Geodäsie und stellte so das Studium und das aktuelle Berufsbild der Geodäsie und Geoinformatik vor. Mittels terrestrischem Laserscanning wurden die Besucher und Interessierte in 3D erfasst und konnten sich ihr



**STAND DER GEODÄSIE IN HANNOVER**

virtuelles Abbild sowie weitere potentielle Produkte des Laserscannings anhand von Videos anschauen. Darüber hinaus wurden natürlich die weiteren Tätigkeitsfelder der Geodäsie und Geoinformatik anhand spannender Anwendungsfelder erläutert.

Der nächste Tag der Geodäsie findet am 6. Juni 2018 unter dem Motto „GNSS – Ein Vermessungssystem revolutioniert den Alltag“ statt.

THE CHANGING EARTH - VORTRAG VON PROF. DR. THOMAS STOCKER:  
„KLIMAWANDEL: ZU SPÄT FÜR 2°C“

Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs SFB1128 geo-Q wurde eine neue Vortragsreihe „The Changing Earth“ initiiert. Zum glanzvollen Auftakt im Festsaal des Alten Rathauses in Hannover kamen etwa 130 Gäste und hörten gespannt zwei Vorträge. Im ersten Vortrag mit dem Titel „Klimawandel: Zu spät für 2°C?“ von Prof. Dr. Thomas Stocker, ehemaliger Vorsitzender der Working Group I des IPCC, wurden die Auswirkungen des Klimawandels auf die Natur und das Leben diskutiert und der spannenden Frage nachgegangen, ob es überhaupt noch möglich ist, die hochgesteckten Ziele des Pariser Klimaabkommens zu erreichen. Prof. Stocker warb eindringlich für ein schnelles und umfassendes Handeln, um die Ziele nicht zu verfehlen. Der zweite Vortrag von Prof. Dr.-Ing. Jürgen Müller stellte die Arbeiten des geo-Q vor und verdeutlichte, welche Fortschritte bei der Entwicklung neuer geodätischer Messinstrumente bisher gemacht wurden. Die enorme Bedeutung dieser neuen Messverfahren für die Klimaforschung zeigte er anhand zahlreicher Beispiele.



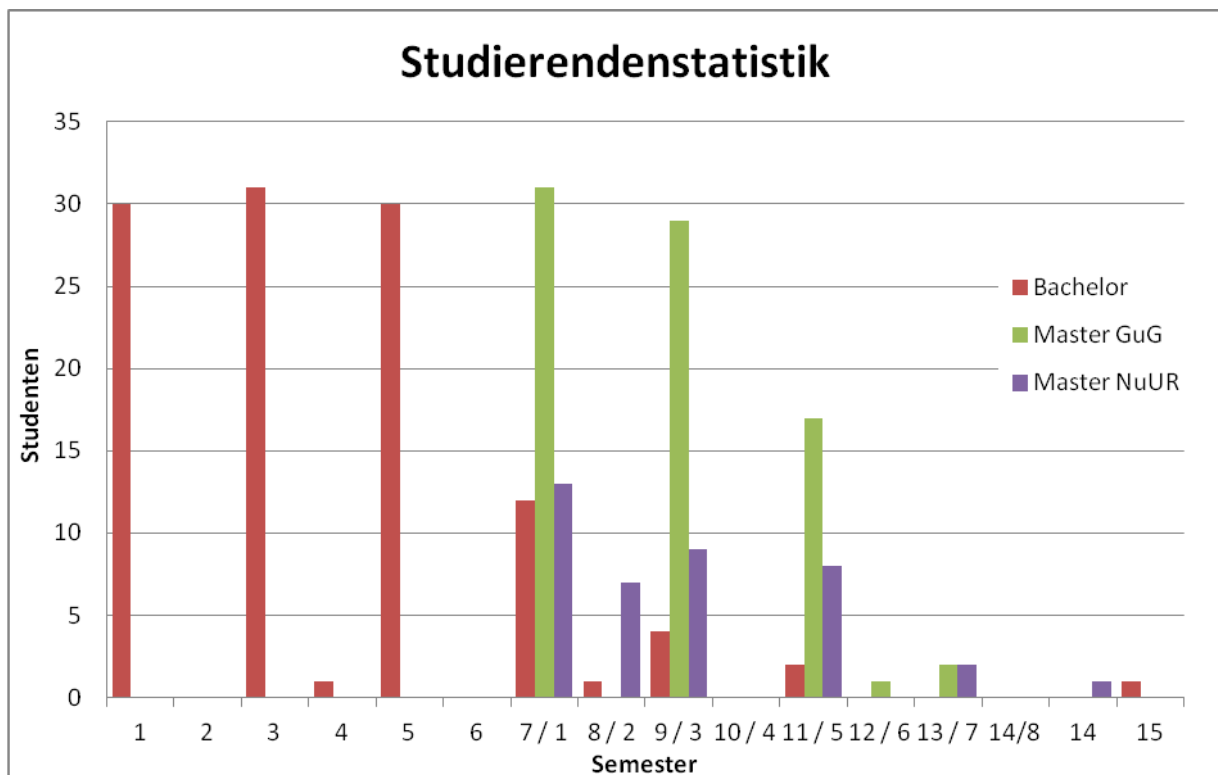
# AUS DEM LEHRBETRIEB

## BERICHT DES STUDIENDEKANATS

Frau M. Sc. Anke Tatzko hat seit September 2017 die Elternzeitvertretung der Studiengangskordinatorin Frau Dipl.-Ing. Tanja Grönefeld übernommen.

### STUDIERENDENSTATISTIK WS2017/18

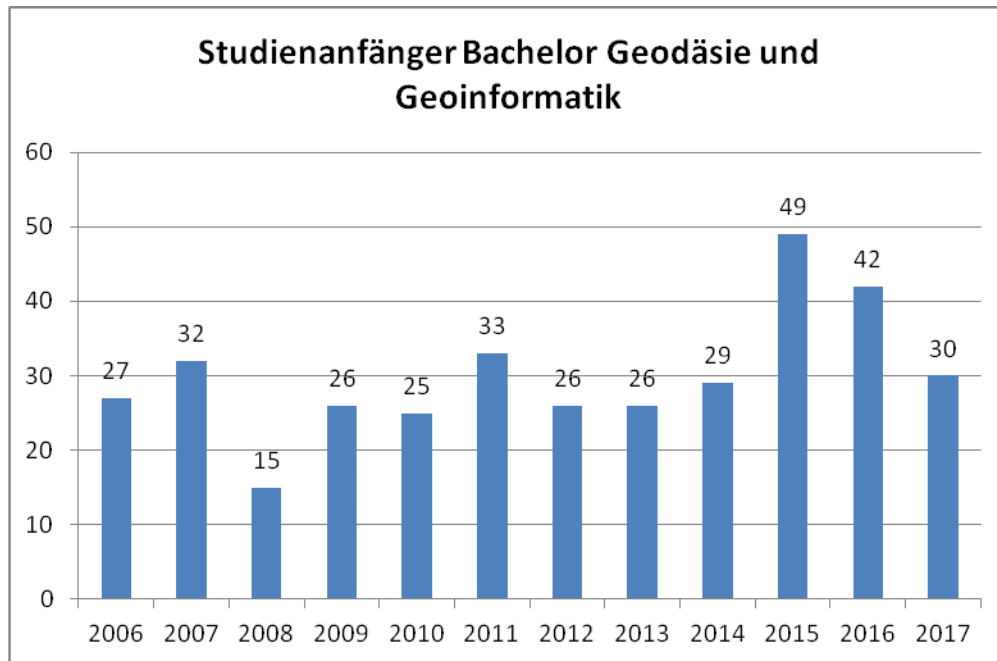
Im Wintersemester 2017/18 sind in den Studiengängen der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik 232 Studierende eingeschrieben. Im Bachelorstudium Geodäsie und Geoinformatik sind davon 112 immatrikuliert, im Masterstudium Geodäsie und Geoinformatik 80 Studierende. Im Masterstudiengang Navigation und Umweltrobotik befinden sich 40 Studierende. Die nachfolgende Grafik veranschaulicht die Verteilung der Studierenden je Studiengang und Semester. Die Fachsemester der Studierenden in den konsekutiven Masterstudiengängen werden dabei laufend gezählt.



Mit einem Frauenanteil von etwa 36 % im Bachelorstudiengang und circa 38 % in den Masterstudiengängen ist der Anteil der Studentinnen für Ingenieurstudiengänge wie gewohnt überdurchschnittlich hoch.



Zum Wintersemester 2017/18 haben 30 Studierende das Bachelorstudium aufgenommen. Die genaue Entwicklung ist der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen. Im zweiten Studienjahr sind 31 Studierende eingeschrieben, in das dritte Studienjahr sind 30 Studierende gewechselt. In höheren Semestern befinden sich 20 Studierende.

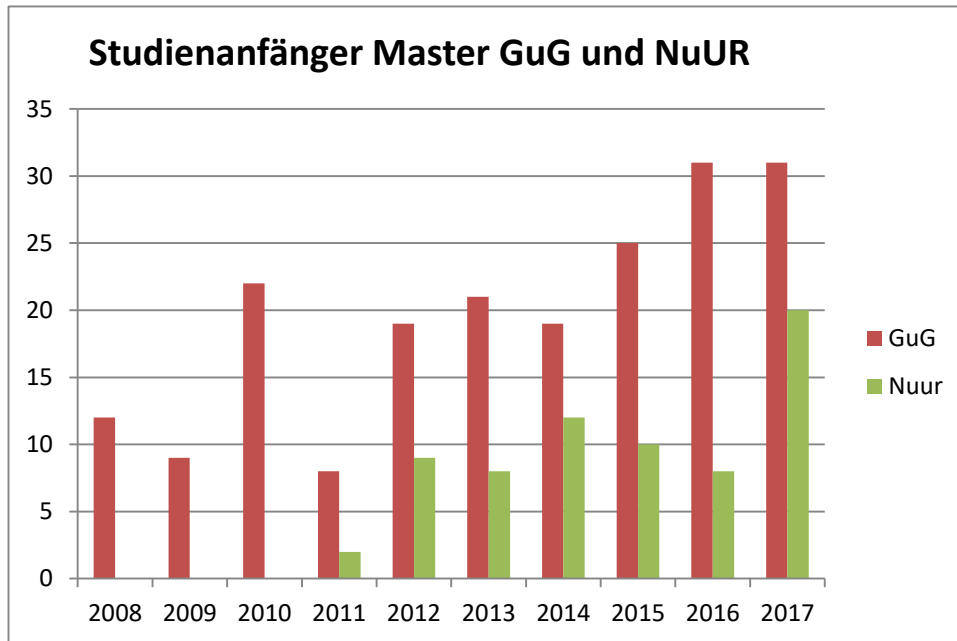


STUDIENANFÄNGER IM STUDIENGANG BACHELOR GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK VON

Im glei-2006-2017  
chen

Zeitraum haben im Master Geodäsie und Geoinformatik 31 Studierende das Studium aufgenommen, von denen 26 den Master in Englisch absolvieren. Diese 26 Studierenden haben ihren Bachelorabschluss an einer ausländischen Universität abgelegt. Insgesamt sind also 84 % der Studierenden aus dem ersten Mastersemester von einer anderen Hochschule zu uns an die Leibniz Universität gewechselt. Diese Zahl ist eine weitere Steigerung gegenüber den letzten Jahren und zeigt auch das große Interesse an englischsprachigen Studienangeboten im Bereich der Geodäsie und Geoinformatik.

Zum ersten Mal gab es eine Zulassung zum Sommersemester 2017 im Masterstudiengang Navigation und Umweltrobotik. 7 Studierende haben das Studium begonnen. Im Wintersemester 2017/18 fingen 13 Studierende an. Dass der Studiengang interdisziplinär ist, zeigt sich auch in den Bachelorabschlüssen der Studierenden. Sie kommen aus Studiengängen des Maschinenbaus, der Geodäsie, der Elektrotechnik und auch aus dem Bauingenieurwesen. Nur 23% der Studierenden haben sich aus Fakultäten der Leibniz Universität Hannover immatrikuliert. Ein Großteil der Studierenden kommt von anderen deutschen Hochschulen sowie etwa ein Viertel von ausländischen Hochschulen. Die Entwicklung der Studienanfängerzahlen in den beiden Masterstudiengängen ist der nachfolgenden Grafik zu entnehmen.



STUDIENANFÄNGER IM STUDIENGANG BACHELOR GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK VON 2008-2017

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

## ABSOLVENTENFEIER DER FAKULTÄT BAUINGENIEURWESEN UND GEODÄSIE

Am Samstag, 13.01.2017 fand die Absolventenfeier der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie statt. Zu dieser Feier waren neben den Absolventen des Jahres 2017 auch die „Silbernen“ und „Goldenen“ eingeladen, d.h. diejenigen, die vor 25 bzw. 50 Jahren ihre Diplom-, Doktor- oder Habilitationsurkunde erhielten.

Die Absolventenfeier 2018 wurde vom Institut für Windenergiesysteme organisiert und von Herrn Prof. Reuter moderiert. In diesem Jahr erreichten 302 Absolventen aus dem Bauingenieurwesen und 31 Absolventen aus der Geodäsie ihren Abschluss. Vor 25 Jahren machten insgesamt 194 Studierende ihren Abschluss, davon 25 Geodäten. Vor 50 Jahren waren es 130 Absolventen, davon 17 Geodäten.

Die Anzahl der Promotionen/Habilitationen in den drei geladenen Absolventenjahrgängen waren: 2017: 29/2, 1992: 24/2, 1967: 19/4. Die Absolventen erhielten die Urkunden aus den Händen des Prüfungsausschussvorsitzenden apl. Prof. Dr.-Ing. Volker Berkhahn und des stellvertr. Prüfungsausschussvorsitzenden Prof. Dr.-Ing. Steffen Schön sowie 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 wurden dieses Jahr gleich drei Absolventen für den besten Masterabschluss geehrt. Herr M. Sc. Axel Timmen erhielt die Auszeichnung rückwirkend für 2016 und Herr M. Sc. Frederic Hake und Herr M. Sc. Marc Lambers erhielten aufgrund von Notengleichheit für 2017 die Preise. Herr B. Sc. Andreas Maximilian Piter erhielt einen Buchpreis für den besten Bachelorabschluss.

Den Festvortrag hielt Frau Dr. Monika Griefahn, Geschäftsführerin der Monika Griefahn GmbH institut für medien umwelt kultur, Ministerin a. D.; musikalisch wurde die Veranstaltung von dem Jazzduo Zuckerhut begleitet.



**HERR DIPL.-ING. DIETER STÜNDL MIT DEN  
PREISTRÄGERN MARC LAMBERS UND FREDERIC HAKE**

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

## Absolventen

Im Kalenderjahr 2017 haben insgesamt 11 Studierende erfolgreich ihr Bachelorstudium beendet. Im Masterstudiengang Geodäsie und Geoinformatik gab es 17 Absolventen, im Masterstudiengang Navigation und Umweltrobotik waren es 7 Absolventen. Sie sind in der folgenden Auflistung zu finden:

## BACHELOR

<b>Altemeier</b>	Bastian	<b>Staack</b>	Nina
<b>Dorozynski</b>	Mareike Marianne	<b>Schülmann</b>	Mareike
<b>Ehrhorn</b>	Arne	<b>Schewe</b>	Johanna
<b>Falkenburg</b>	Jasmin Tanja	<b>Thoben</b>	Stefan
<b>Handirk</b>	Rebekka	<b>Woldau</b>	Marie
<b>Piter</b>	Andreas Maximilian		

## MASTER GuG

<b>Alpers</b>	Peter	<b>Knabe</b>	Annike
<b>Cakir</b>	Sercan	<b>Koch</b>	Igor
<b>Böhme</b>	Carolin	<b>Lambers</b>	Marc
<b>Breva</b>	Yannick	<b>Plumhoff</b>	Tim
<b>Hake</b>	Frederic	<b>Riemann</b>	Benedikt
<b>Hesse</b>	Achim	<b>Wage</b>	Oskar
<b>Huge</b>	Joscha	<b>Wenck</b>	Stefan Nicolas
<b>Khezri</b>	Anita Sadat	<b>Zhou</b>	Bowen
<b>Klasen</b>	Falko Batz Steffen		

## MASTER NuUR

<b>Hahlbohm</b>	Jonas	<b>Schaub</b>	Tobias
<b>Knake</b>	Philipp	<b>Tennstedt</b>	Benjamin
<b>Peters</b>	Torben Jobst Helmut	<b>Wittich</b>	Dennis Cyrill
<b>Ploog</b>	Mareike		

Im Jahr 2017 sind 8 Promotionen abgeschlossen worden, davon 3 von Frauen.

Informationen zum Bachelor- und Masterstudiengang Geodäsie und Geoinformatik sowie zum Masterstudium Navigation und Umweltrobotik gibt es für Interessierte auf unserer Homepage (1) sowie in den Studienführern der Leibniz Universität Hannover (2), (3). Eine persönliche Beratung ist jederzeit bei der 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>

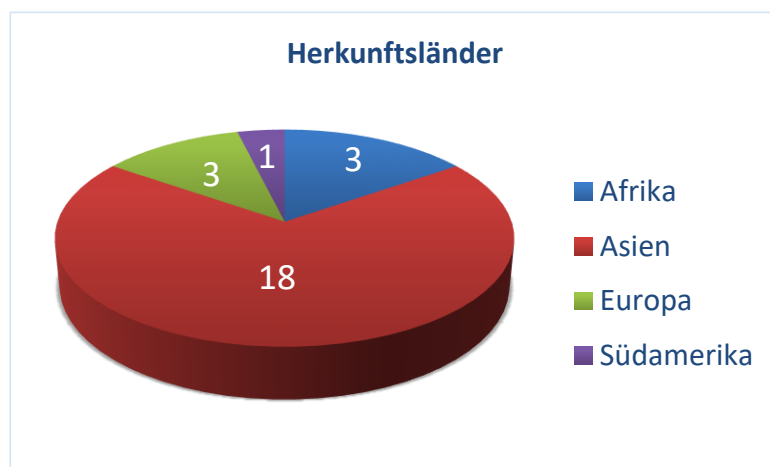


## INTERNATIONALES

## AUSLÄNDISCHE STUDIERENDE IN DER FACHRICHTUNG

Im Bachelor (3 Studierende) und Master gibt es immer mehr Studierende, die im Ausland eine Hochschulzugangsberechtigung (Abitur oder Bachelorabschluss) erworben haben.

## GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK

1.Semester Master GuG3.Semester Master GuG:5.Semester Master GuG:

aus Asien: 5 Studierende

## NAVIGATION UND UMWELTROBOTIK

1.Semester Master NuUR:

aus Afrika: 2 Studierende

aus Asien: 5 Studierende

2.Semester Master NuUR:

aus Asien: 5 Studierende

3.Semester Master NuUR:

aus Asien: 2 Studierende

## AUSLÄNDISCHE AUSTAUSCHSTUDIERENDE IN DER FACHRICHTUNG

Fodrek	Michal	WS 16/17, Budapest University of Technology and Economics, Ungarn
Hunčíková	Anna	WS 16/17, Budapest University of Technology and Economics, Ungarn
Neuberger	Hajnalka	WS 16/17, Budapest University of Technology and Economics, Ungarn
Ovchinnikov	Petr	WS 16/17, Budapest University of Technology and Economics, Ungarn
Yildiz Erdemir	Merve	WS 16/17, Gebze Technical University, Türkei
Boz	Can	WS 17/18, Yildiz Teknik Universitesi, Türkei
Gladysz	Lucasz	WS 17/18, Wojskowa Akademia Technicza, Polen
Gradewicz	Mateusz	WS 17/18, Wojskowa Akademia Technicza, Polen

## MASTER - UND BACHELORARBEITEN

### GEODÄTISCHES INSTITUT

#### BACHELORARBEITEN

#### OPTIMIERUNG DER 6-DOF BESTIMMUNG IM ZUGE DER KALIBRIERUNG EINES K-TLS BASIERTEN MULTI-SENSOR-SYSTEMS

(ARNE EHRHORN, BETREUER: JENS HARTMANN)

In der Industrievermessung erfolgt die Erfassung der Geometrie von 3D-Objekten zunehmend durch kinematisches terrestrisches Laserscanning (k-TLS). Um die hohen Genauigkeitsanforderungen ( $\pm 1\text{mm}$ ) zu erreichen, ist eine hochgenaue Bestimmung von Position und Orientierung des Laserscanners nötig. Um dies zu gewährleisten wird ein Lasertracker (Leica AT960) in Verbindung mit einer T-Probe verwendet. Mit dem Lasertracker wird das Referenzpunktfeld der T-Probe, welche am Laserscanner adaptiert ist, angemessen. Das Koordinatensystem der T-Probe ist gegenüber dem des Laserscanners dreidimensional verschoben und verdreht. Die Bestimmung der relativen Position und Orientierung (Pose) wird 6-DoF (Degrees of Freedom) Kalibrierung genannt. Eine Möglichkeit die 6-DoF (drei Translationen und drei Rotationen) hochgenau zu bestimmen besteht in der gemeinsamen Erfassung von Referenzebenen durch Lasertracker und Laserscanner. Eine weitere Variante um 4 der 6-DoF zu bestimmen, stellt die Verwendung von hochgenauen Lasertrackermessungen zur T-Probe dar, welche auf einem Kreisbogen um die Stehachse des Laserscanners bewegt wird. Der Vorteil hierbei ist, dass auf die Laserscannermessungen verzichtet wird und ausschließlich die hochgenauen Lasertrackermessungen zur T-Probe verwendet werden.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde zunächst untersucht, wie die Anordnung und die Anzahl der Referenzebenen im Rahmen einer Monte-

Carlo-Simulation optimiert werden können. Durch Testmessungen im Labor des GIH, siehe Abbildung, erfolgte eine Validierung der gewonnenen Erkenntnisse. Des Weiteren wurden beide erwähnten Auswertansätze im Rahmen einer gemeinsamen Ausgleichung zusammengeführt. Hieraus ergaben sich weitere Optimierungen hinsichtlich der Effizienz (Verringerung der Anzahl der Referenzebenen) und der erreichten Genauigkeiten bei der Bestimmung der 6-DoF.



ANORDNUNG DER REFERENZEbenen FÜR DIE KALIBRIERUNG DES K-TLS BASIERTEN MSS

ANWENDUNG DES „KÖLNER MODELLS“ ZUR ABLEITUNG VON BODENRICHTWERTEN IN DEN 1A-GESCHÄFTSLAGEN HANNOVERS  
(JASMIN FALKENBURG, BETREUER: JÖRN BANNERT, PROF. WINRICH VOß)

Bodenrichtwerte (BRW) sind flächendeckend mindestens alle zwei Jahre zu ermitteln. Eine Herausforderung hierbei sind sogenannte „kaufpreisarmer Lagen“. Diese treten nicht nur in dünn besiedelten ländlichen Gebieten auf, sondern auch in den besten Geschäftslagen der größeren Städte (die sog. 1a-Geschäftslagen). Der Gutachterausschuss Köln hat für die Ableitung von Bodenrichtwerten in den 1a-Geschäftslagen ein eigenes Modell entwickelt – das „Kölner Modell“. Dazu wurde an der Hochschule Mainz ein „modifiziertes Kölner Modell“ entwickelt (Dieterich 2017). Frau Falkenburg hat in ihrer Bachelorarbeit beide Kölner Modelle für den Bereich innerhalb des Cityrings in Hannover angewendet, in Zusammenarbeit mit den Gutachterausschuss BRW für die 1a-Geschäftslagen abgeleitet und Unterschiede zu den bisherigen BRW herausgearbeitet.

ENTWICKLUNG EINES BIM FÄHIGEN REFERENZPUNKTINFORMATIONSSYSTEMS  
(NINA STAACK, BETREUER: ULRICH STENZ, JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ)



INNENANSICHT DES IN AUTODESK REVIT MODELLIERTEN 3D-LABORES MIT DEN DARIN BEFINDLICHEN REFERENZPUNKTEN

Die Dokumentation von geodätischen Punktinformationen enthält zunehmend Metainformation, die über die reinen Lage- und Höhenkoordinaten, das Erstellungsdatum, die Vermarktungsart, hinausgeht. Von Interesse sind auch die Historie der Koordinate sowie Auswertansätze zu deren Entstehung und eine bildliche Dokumentation der Punktlage.

Im Rahmen der Bachelorarbeit wurden folgende Aspekte aufbauend auf einer Literaturrecherche zur Thematik Building Information Modeling (BIM), 3D-Informationssysteme und Geometrie Modellierung aus 3D-Punktwolken diskutiert und bearbeitet: Eine Erweiterung

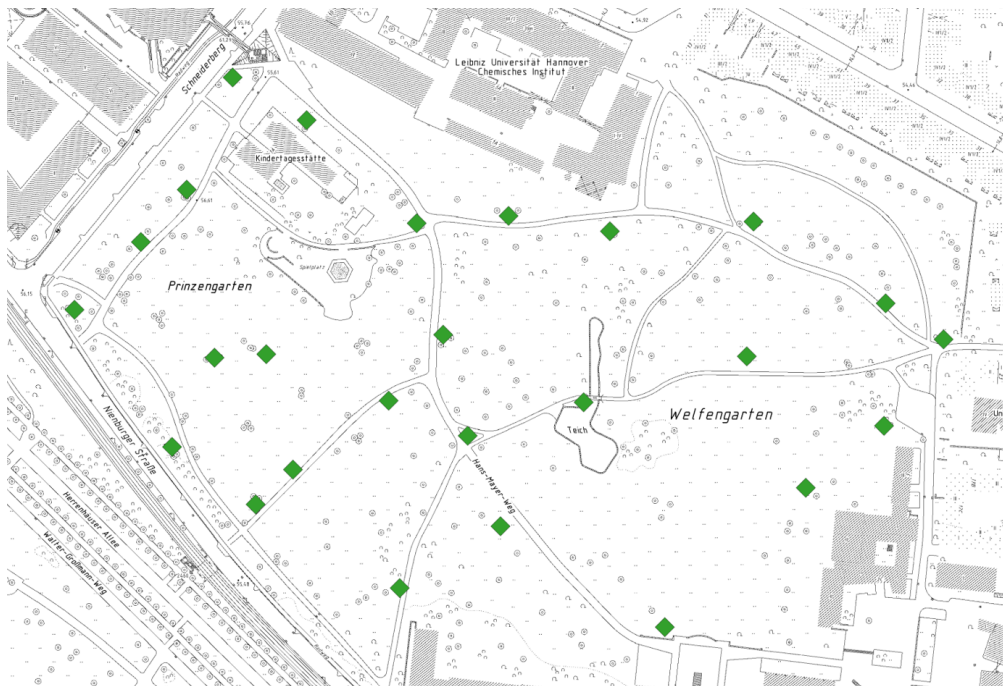
der 3D-Punktwolken-Datengrundlage des Gebäudebereichs GIH. Hierzu wurden insbesondere bisher nicht erfasste Laborbereiche mit dem Laserscanner Z+F Imager 5006 erfasst. Mit Hilfe der vorliegenden geo-referenzierten 3D-Punktwolken wurden die Laborbereiche im Erdgeschoss des GIH in Autodesk Revit modelliert. Hieraus wurde dann das Referenzpunktinformationssystem des GIH entwickelt, in dem die Festpunkte der Labore mit ihren wesentlichen Metadaten, wie Koordinate, Datum der Bestimmung, Berechnung, Dokumentation, etc. in das Revit-Projekt eingepflegt wurden. Als Ergebnis steht ein BIM-fähiges Referenzpunktinformationssystem zur Verfügung, welches eine komfortable Navigation in 3D u. a. mittels eines kostenfreien Viewers erlaubt.

## KONZEPTION UND REALISIERUNG EINES HOCHSCHULNETZES INKLUSIVE AUFBAU EINES FESTPUNKTINFORMATIONSSYSTEMS (MARIE WOLDAU, BETREUER: JANETTA WODNIOK)

Durch Beschädigungen oder Ersetzen einzelner Punkte in den vergangenen Jahren liegt kein einheitliches, spannungsfreies Hochschulnetz des Geodätischen Instituts der Leibniz Universität Hannover mehr vor. Dennoch wird ein Teil dieser Punkte in den Übungsveranstaltungen der Vermessungskunde genutzt. Aufgrund der Spannungen im Netz ergeben sich Abweichungen der in den Übungen erzielten Messergebnissen gegenüber den bekannten Daten. Zudem ist aufgrund von Baumaßnahmen ein neues Netz zwingend notwendig.

Das zukünftige Netz soll vordergründig als Koordinatenrahmen für die Übungsdurchführungen der Vermessungskunde dienen. Dazu sind bestimmte Punktkonstellationen einzuhalten und die Punktvermarkungen als Lage- sowie als Höhenmarken nutzbar sein.

Innerhalb der Arbeit wurde ein neues geodätisches Netz konzeptioniert und realisiert. Dieses stellt sich als Erweiterung und Optimierung der derzeitigen Netzkonfiguration dar. Zudem wurde zur Vermeidung der wie bisher geführten redundanten Datenhaltung ein Festpunktinformationssystem angelegt.



**ZUKÜNFTIGES HOCHSCHULNETZ INNERHALB DES WELFENGARTENS**

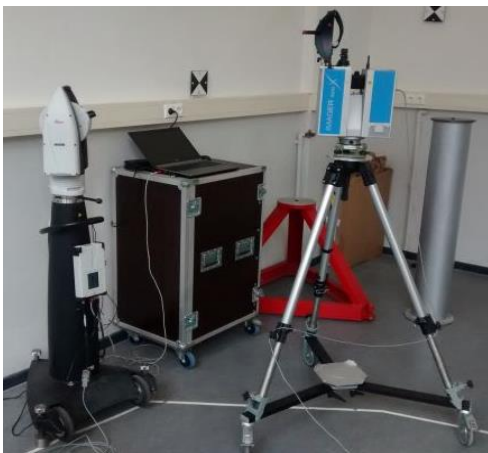


## MASTERARBEITEN

## ENTWICKLUNG UND IMPLEMENTIERUNG EINER ECHTZEIT-DATENPROZESSIERUNG FÜR EIN K-TLS BASIERTES MULTI-SENSOR-SYSTEM

(FREDERIC HAKE, BETREUER: JENS HARTMANN, PROF. INGO NEUMANN)

In der industriellen Fertigung besteht zwischen einzelnen Produktionsabschnitten die Forderung eine geometrische Überprüfung des Baufortschrittes durchzuführen. Bei großen und komplexen Objekten, wie z. B. im Schiffbau, wird dazu terrestrisches Laserscanning (TLS) verwendet. Da im Rahmen des Gesamtproduktionsprozess oft strenge zeitliche Vorgaben einzuhalten sind, bleibt für die Objekterfassung mit TLS nur ein kurzer Zeitraum. Dies hat zur Folge, dass sich für die Aufnahme und Prozessierung der Daten diverse Anforderungen ergeben.



DAS MSS, MIT LASERSCANNER & LASERTRACKER IN VERBINDUNG MIT EINER T-PROBE.

Die Objektaufnahme erfolgt durch kinematisches TLS. Als objekterfassender Sensor dient ein Laserscanner, welcher mit bis zu 50 Hz im Profilmodus (2D) arbeitet. Dieser befindet sich auf einer bewegten Plattform, welche kontinuierlich durch einen Lasertracker (Leica AT960) in Kombination mit einer Leica T-Probe referenziert wird, siehe Abbildung. Ziel dieser Masterarbeit war es, sowohl die Erfassung als auch die Prozessierung der Daten in Echtzeit durchzuführen. Dazu wurde zunächst eine Datenübertragung (Streaming) von den einzelnen Sensoren an einen Steuerrechner implementiert. Die Umsetzung erfolgte in C++ und mit den jeweiligen Software Development Kit (SDK) der Hersteller.

Zur Validierung der implementierten Echtzeitprozessierung wurden im Labor des GIH Testmessungen auf verschiedene Materialien und verschiedenen Formen durchgeführt. Diese wurden anschließend untereinander und mit einem statischen erfassten Datensatz verglichen. Es zeigte sich, dass eine Datenprozessierung in Echtzeit möglich ist und somit die Verarbeitungszeit signifikant verkürzt wird. Damit wird eine schnelle Vor-Ort-Kontrolle der erfassten Daten, z. B. auf Vollständigkeit, ermöglicht. Für eine Qualitätsanalyse mit höchsten Genauigkeitsanforderungen ist die Auswertung jedoch im Postprozessing und mit geeigneten Filteralgorithmen durchzuführen.

## KONZEPTAUSSCHREIBUNGEN ZUR VERGABE VON GRUNDSTÜCKEN – ANALYSE DER WIRKUNGEN AUF VERKAUFSPREISE UND BODENWERTE

(ACHIM HESSE, BETREUER: PROF. WINRICH VOß, JÖRN BANNERT)

Zur Sicherung der städtebaulichen und wohnungspolitischen Ziele von Projektentwicklungen in der Stadtentwicklung werden in den letzten Jahren häufig Konzeptausschreibungen genutzt, um auf dieser Basis geeignete Vorhabenträger und Käufer für entsprechende städtische Grundstücksflächen auszuwählen sowie die o. g. Ziele zu vereinbaren und zu sichern. Die Hansestadt Hamburg setzt die Konzeptausschreibung als ein Instrument zum Erreichen ihrer städtebaulichen und wohnungspolitischen Ziele ein. Das Haushaltsrecht verlangt ergänzend den Nachweis des Verkaufs zum Verkehrswert. Die Masterarbeit von Herrn Hesse zeigte anhand eines Untersuchungsgebietes in Hamburg, wie der Verkauf zum Markt-/ Verkehrswert im Falle einer Konzeptausschreibung nachgewiesen werden kann. Hauptziel war es dabei, kosten- und wertrelevante Einflüsse der städtebaulichen und wohnungspolitischen Ziele innerhalb einer Konzeptausschreibung zu detektieren.

## ERSTELLUNG EINES QUALIFIZIERTEN MIETSPIEGELS FÜR DIE STADT BREMERHAVEN (MARC LAMBERS, BETREUER: JÖRN BANNERT, PROF. WINRICH VOß)



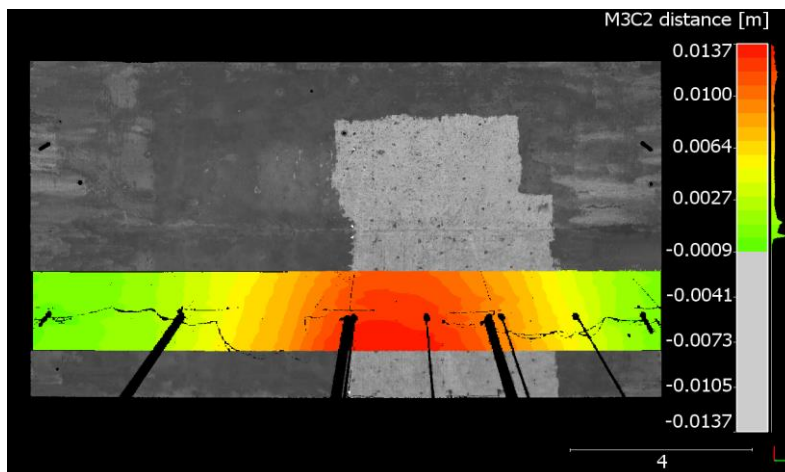
Die steigende Nachfrage am Wohnimmobilienmarkt – speziell am Mietwohnungsmarkt – führt zu steigenden Mieten und macht solide erarbeitete Mietspiegel als wichtiges Produkt für Mieter und Vermieter notwendiger denn je. Einfache und qualifizierte Mietspiegel beschreiben den Mietwohnungsmarkt und sorgen auf diese Weise für eine Transparenz bzw. bieten Orientierungswerte für marktübliche Mieten. Ein qualifizierter Mietspiegel bedarf einer fundierten Datengrundlage und des Einsatzes wissenschaftlicher Auswertemethoden. In der Stadt Bremerhaven gab es bislang nur einen einfachen Mietspiegel. Dieser soll jedoch mittelfristig durch einen qualifizierten Mietspiegel ersetzt werden. Das Ziel der Masterarbeit von Herrn Lambers war daher die Erstellung eines qualifizierten Mietspiegels – in Kooperation mit der Stadt Bremerhaven –, der den kraft Gesetzes geforderten

Vorgaben und den Bedingungen in Bremerhaven bestmöglich entspricht. Die sehr detaillierten Analysen der Masterarbeit werden Grundlage der weiteren Diskussionen in Bremerhaven sein.

FUSION VON HOCHGENAUEN UND HOCHFREQUENTEN, PUNKTUELLEN ABSOLUT-DISTANZMESSUNGEN MIT 3D-PUNKTWOLKEN BEIM MONITORING  
(JOSCHA HUGÉ, BETREUER: JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ)

Im Zuge eines interdisziplinären Belastungsversuchs wurde die historische Gewölbebrücke über die Aller bei Verden mit ihrem 14 m spannenden Gewölbe auf ihre Tragfähigkeit hin untersucht. Hierzu wurde die Gewölbebrücke stufenweise mit bis zu 600 Tonnen belastet. Die enorme Last von 600 Tonnen ist mit Hilfe von Hydraulikzylindern erzeugt worden, welche auf dem Brückenbogen installiert wurden. Zur Erzeugung der Gegenkraft wurden unterhalb der Brücke Verpressanker bis zu 20 m in den Boden getrieben. Die Verbindungen zwischen Hydraulikzylindern und Verpressankern bildeten Gewindestangen. Das Ziel des aufwändigen Versuchs unter der Federführung des Instituts für Massivbau der Leibniz Universität Hannover war die Überprüfung und Verbesserung der Vorhersagequalität der üblichen Rechenverfahren für Gewölbebrücken. Hierzu galt es die lastinduzierte Verformung in einem Bereich von wenigen Millimetern präzise zu bestimmen. Das Geodätische Institut beteiligte sich durch umfangreiche Messungen mit einem Lasertracker Leica AT960-LR zu 20 ausgewählten und mit speziellen Reflektoren (CornerCubeReflektoren, CCR) ausgestatteten Punkten im Bereich der Unterseite des Brückenbogens, der Messbasis der Bauingenieure und der Umgebung zur Überprüfung der Standsicherheit der Sensoren. Ein Laserscanner Zoller+Fröhlich Imager 5006 wurde zur Erfassung von 3D-Punktwolken der Gewölbeunterseite für ausgewählte Zeitpunkte konstanter Last eingesetzt.

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurden zwei Ansätze zur Fusion von hochgenauen und hochfrequenten, punktuellen Absolutdistanzmessungen mit 3D-Punktwolken beim Monitoring erarbeitet. Beide Ansätze basieren auf der Approximation der 3D-Punktwolken durch B-Spline-Flächen. Zum einen



3D-PUNKTWOLKE-ZU-3D-PUNKTWOLKE DIFFERENZEN FÜR EPOCHE E55LW (5MN) AUF BASIS DER B-SPLINE APPROXIMATION.

zum anderen wurde die Messwertfusion im Rahmen der Messwerttrasterung der B-Spline-Schätzung unter der Verwendung einer modifizierten Gewichtsmatrix realisiert. Zum anderen erfolgte die Kombination der Messwerte von Laserscanner und Lasertracker durch die Anwendung eines Gauß-Markov-Modells mit Restriktionen.

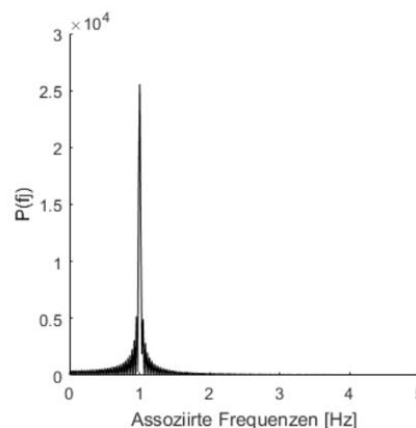
DISPLACEMENT AND VIBRATION MONITORING OF A BRIDGE STRUCTURE BY MEANS OF AN IMAGE ASSISTED TOTAL STATION  
(FALKO KLASSEN, BETREUER: MOHAMMAD OMIDALIZARANDI, JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ)



VIBRATION ANALYSIS OF THE FOOTBRIDGE STRUCTURE USING THE TELESCOPE CAMERA OF THE MS50 TO MEASURE A PASSIVE TARGET ATTACHED TO THE SIDE OF THE FOOTBRIDGE .

Today, long-term monitoring of infrastructure, such as bridges, is of utmost interest. Various sensors with different accuracies, cost and measurement sampling rates have been used for this purpose. The focus of this research is to perform displacement and vibration analysis of a footbridge structure using video frames (i.e. with sampling rate of 10 Hz) of telescope camera of modern image assisted total station (here Leica Nova MS50). Leica MS50 includes an overview camera and a

telescope camera with 5 megapixels CMOS sensors where the telescope camera has a 30X optical magnification of the overview camera. As a preliminary step, optimal passive target and its detection algorithm are adopted for vibration analysis by adding video functionality. Afterwards, telescope camera calibration is performed to estimate angular resolution, which enables us to convert detected target centroid from pixel unit to the metric unit with high accuracy. In order to perform calibration, coded target pattern with different size is designed which needs to be captured with telescope camera of MS50 from the range of 5 to 28 m. Subsequently, template matching and ellipse detection is implemented to detect coded targets and to precisely extract target centroid respectively. Experiments were carried out for two case studies under controlled and uncontrolled excitations in the laboratory environment and real-world situation observing a footbridge structure using the telescope camera of MS50. Moreover, two highly accurate reference measurement systems, namely, the portable shaker vibration calibrator 9210D (with sampling frequency of 200 Hz) and the laser tracker Leica AT960-LR (with sampling frequency of 200 Hz) are used for validation.



ATTACHED PASSIVE TARGETS TO THE PORTABLE SHAKER VIBRATION CALIBRATOR 9210D (LEFT) AND ESTIMATED FREQUENCY OF 1 HZ AT SLOPE DISTANCE OF 5 METER (RIGHT)



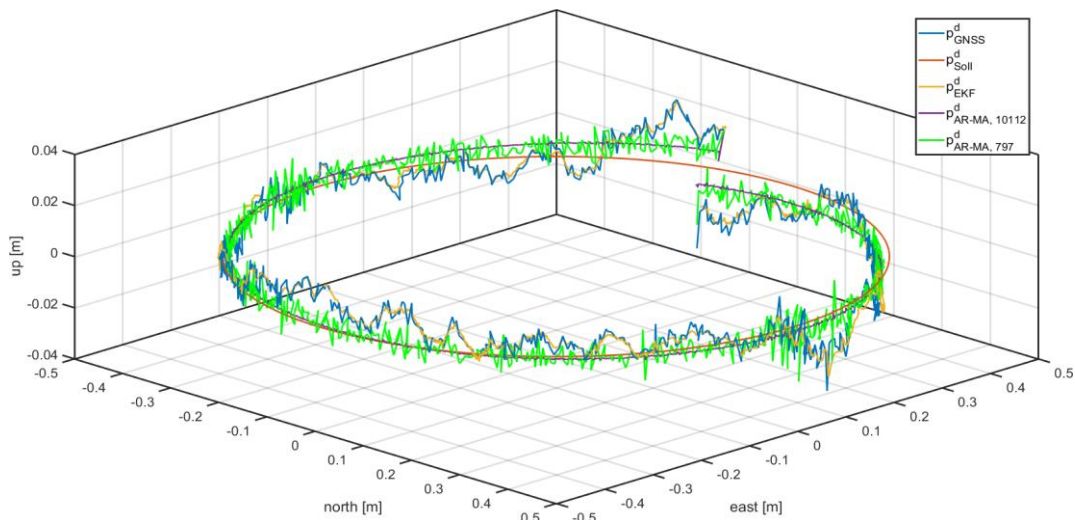
## DIREKTE GEO-REFERENZIERUNG VON 3D-PUNKTWOLKEN IM KONTEXT VON MONITORINGAUFGABEN

(TIM PLUMHOFF, BETREUER: JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ, HAMZA ALKHATIB)

Das terrestrische Laserscanning (TLS) und die so gewonnen 3D-Punktwolken nehmen einen immer größeren Stellenwert beim ingenieurgeodätischen Monitoring von natürlichen und anthropogenen Strukturen und Objekten ein. Insbesondere bei komplexen Objektoberflächen weist das TLS aufgrund der flächenhaften Erfassung gegenüber den konventionellen, punktuellen Vorgehensweisen entscheidende Vorteile auf. Ein wesentlicher Schritt in der Prozessierung der erfassten 3D-Punktwolken ist deren Geo-Referenzierung, die die Überführung vom lokalen Koordinatensystem des Laserscanners in ein globales, übergeordnetes Koordinatensystem mit bekanntem geodätischem Datum beschreibt.

Im Rahmen der direkten Geo-Referenzierung erfolgt eine unmittelbare Beobachtung der notwendigen Transformationsparameter durch zusätzliche Sensorik, wie z. B. GNSS-Ausrüstung. Hierzu bietet sich die Adaption von 3D-Positionssensoren an (hier GNSS-Ausrüstung auf dem um die Stehachse rotierenden Laserscanner). Aus der Trajektorie des GNSS Antennenreferenzpunktes im Raum lassen sich unter Kenntnis der zeitlichen Zuordnung der 3D-Positionen zu den 2D-Profilen der 3D-Punktwolke die gesuchten Transformationsparameter ableiten.

Die Masterarbeit hat zur Evaluierung der Qualität der direkt georeferenzierten 3D-Punktwolken einen Punktwolkenvergleich zu einer Referenzpunktwolke hoher Präzision genutzt. Die praktische Umsetzung und die Auswertung erfolgt für eine 3D-Punktwolke von einem Standpunkt. Die 3D-GNSS-Trajektorie wurde durch einen Extended Kalman Filter und eine AR-MA-Filterung gefiltert, um das Messrauschen zu verringern. Diese gefilterte Trajektorie wurde anschließend im Doppel-Antennen-Szenario genutzt, um die Transformationsparameter für die direkte Georeferenzierung der Punktwolke zu bestimmen.



**KREISTRAJEKTORIE; VERGLEICH DER TRAJEKTORIEN: BEOBACHTUNGEN (BLAU), SOLLTRAJEKTORIE (ROT), EKF-GEFILTERT (ORANGE), AR-MA-GEFILTERT (VIOLETT), AR-MA-GEFILTERT (GRÜN).**



### UNTERSUCHUNGEN ZUR GENAUIGKEIT DER LACOSTE-ROMBERG LANDGRAVIMETER G079 UND G709

(REBEKKA HANDIRK, BETREUER: LUDGER TIMMEN)

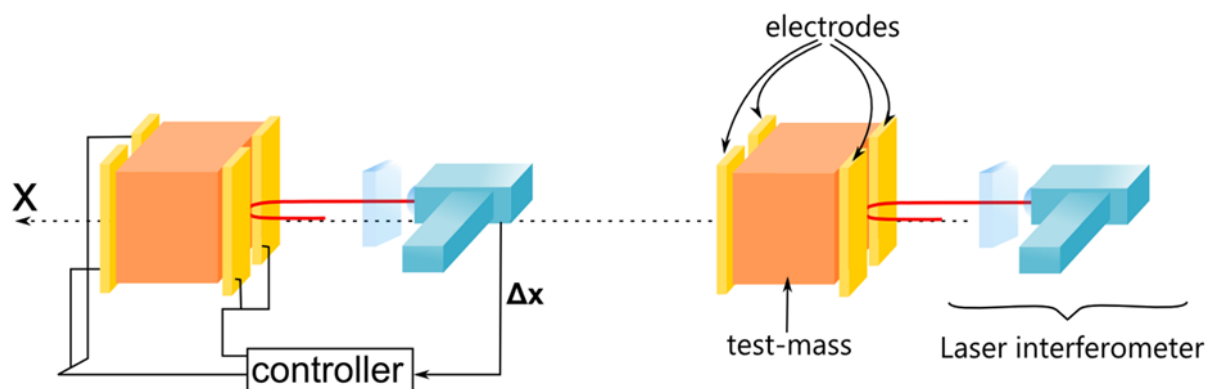
Um die Messgenauigkeit der Gravimeter zu überprüfen, wurden umfassend das LCR-G709 (Baujahr 1983) und das LCR-G079 (1964) getestet und zwar bzgl. Präzision (kurzzeitige Ablesegenauigkeit und Wiederholbarkeit über Tage und Wochen) und Maßstabsgenauigkeit und –stabilität (absolute Genauigkeit im Eichsystem Hannover). Zur Untersuchung eines instrumentellen Luftdruckeinflusses wurden mit Hilfe einer Unterdruckkammer atmosphärische Druckänderungen zwischen Hannover und Oberharz simuliert (ca. 100 hPa). Während das LCR-G079 bzgl. Messpräzision und –genauigkeit durchaus noch für einige gravimetrische Anwendungen in der Geodynamik eingesetzt werden kann, sollte das LCR-G709 nur noch für Aufgaben mit niedrigeren Genauigkeitsanforderungen eingesetzt werden (z.B. Geoidbestimmung, Bougueranomalien in der Exploration).

### MASTERARBEITEN

#### EVALUIERUNG EINES KALIBRIERUNGSVERFAHRENS FÜR DAS NEUE KONZEPT EINES OPTISCHEN SATELLITENGRADIOMETERS

(ANNIKE KNABE, BETREUER: KARIM DOUCH, PROF. JÜRGEN MÜLLER)

In diese Arbeit wurde ein Kalibrierungsverfahren für ein Satellitengradiometer evaluiert. Es ist vorgesehen, das Gradiometer der Schwerefeldmission GOCE durch eine optische Komponente weiterzuentwickeln, um die zeitlichen Variationen des Erdschwerefeldes zu bestimmen.



BESCHLEUNIGUNGSMESSUNG ENTLANG DER X-ACHSE MIT HILFE VON LASERINTERFEROMETRIE

Eine Kalibrierung der Gradiometermessungen ist für das Erreichen von hohen Genauigkeiten wichtig. Bei dem untersuchten Kalibrierungsverfahren nach C. Siemes, das Daten der Beschleunigungsmesser sowie der Sternsensoren verwendet, werden die Skalierungsfaktoren und die Winkel, die auf Misalignments und Nicht-Orthogonalitäten der Akzelerometerachsen

zurückzuführen sind, geschätzt. Des Weiteren wird die Genauigkeit der Kalibrierung, die für die Bestimmung des zeitvariablen Anteils erforderlich ist, abgeschätzt. Diese notwendige Genauigkeit wird lediglich für die X-Richtung im Gradiometerreferenzrahmen erreicht. Eine Optimierung des Lagekontrollsystems sowie des Drag-Free-Kontrollsystems würde eine geringere Anforderung an die Genauigkeit der Kalibrierung hervorrufen.

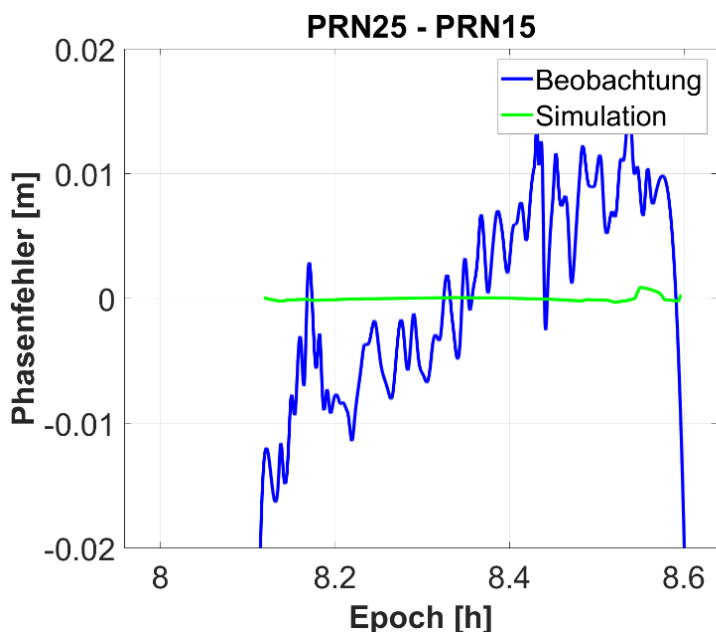
#### ANALYSE VON GPS-MEHRWEGEEFFekten BEI LEO SATELLITEN

(YANNICK BREVA, BETREUER: TOBIAS KERSTEN, LE REN, PROF. STEFFEN SCHÖN)

In dieser Arbeit werden GPS-Mehrwegeeffekte an den Satelliten der Swarm Mission näher untersucht. Des Weiteren werden anhand der Phasen Beobachtungen Doppeldifferenzen berechnet, die zur weiteren Analyse genutzt werden. Durch ein Ausbreitungsmodell für GPS-Beobachtungen und mittels Informationen über das Antennengewinn Verhalten, können GPS-Signale modelliert werden, die durch Mehrwegeeffekte und bezüglich der verwendeten Antenne beeinflusst sind. Die modellierten Signale werden anschließend mit den aus realen Beobachtungen berechneten Doppeldifferenzen verglichen, um auf mögliche Mehrwegeeffekte schließen zu können. Anhand von Fresnellipsen können mögliche Reflexionsszenarien auf den Swarm Satelliten identifiziert werden, die ausschlaggebend für Mehrwegeeffekte sind.

Durch die Betrachtung von Phasen Residuen aus dem Precise-Point-Positioning Algorithmus kann ein möglicher Mehrwegeeffekt einem bestimmten Swarm Satelliten zugeordnet werden. Durch spektrale Zerlegung der Koordinatenzeitreihen der Swarm-Satelliten mittels der Empirical Mode Decomposition werden ebenfalls Mehrwegesignale vermutet, die dem Reflexionsszenarien und den Phasen Residuen in einem gemeinsamen Zusammenhang betrachtet werden, um signalspezifische Ausbreitungseffekte der GPS-Signale zu identifizieren.

Die Untersuchungen ergaben, dass die Beobachtungen der L3 Doppeldifferenzen nicht durch die Simulation modelliert werden konnten.



Der Hauptgrund liegt an der geringen Antennenhöhe der GPS-Antenne auf dem Swarm Satelliten, dieses wiederum für die gute Konstruktion des Satelliten spricht. Durch die bedachte Konstruktion werden die möglichen Reflektoren auf den Satelliten so gering wie möglich gehalten.

#### ASSIMILATION VON STERNENKAMERA UND AKZELEROMETER DATEN FÜR DIE BESTIMMUNG DER GENAUEN LAGE VON GRACE SATELLITEN

(PHILIPP KNAKE, BETREUER: PROF. JAKOB FLURY, AKBAR SHABANLOUI)

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit präzisen Orientierungsdaten der GRACE Satelliten. Diese spielen eine wichtige Rolle in der Verarbeitung und Analyse weiterer Beobachtungen der Nutzlastinstrumente, die nicht im Massenzentrum des Satelliten aufgenommen werden. Ein erweitertes Verständnis der Orientierungsdaten trägt damit auch zum primären wissenschaftlichen Ziel der GRACE-Mission, dem Vermessen des Schwerefeldes der Erde und dessen zeitliche Veränderungen, bei. Die Aufgabenstellungen beinhaltet die Simulation und Propagation der Orientierungsinformationen entlang des GRACE-Orbits, sowie eine Verbesserung der Orientierungsdaten durch eine Assimilation mit präzise gemessenen Winkelbeschleunigungen eines Beschleunigungssensors. Abschließend sollen die Ergebnisse der Simulation und der Assimilation mit realen Sternenkameradaten verglichen und bewertet werden. Die ausgetragene Simulation erzielte zufriedenstellende Ergebnisse der simulierten Umwelteinflüsse, deren Wirken maßgeblichen Einfluss auf die propagierte Orientierung hat. Die Assimilation verbesserte die Orientierungsdaten bezüglich zwei Achsen, das Rauschen wurde deutlich verringert.

#### DYNAMISCHE BAHNBESTIMMUNG VON LEO-SATELLITEN MITTELS INTEGRIERTER SLR-UND GNSS-BEOBACHTUNGEN

(IGOR KOCH, BETREUER: PROF. JAKOB FLURY, AKBAR SHABANLOUI)

Das Ziel dieser Arbeit war die Verbesserung von dynamisch modellierten Bahnen von tieffliegenden Satelliten (LEO-Satelliten) durch die Anwendung der dynamischen Bahnbestimmung. Dynamisch modellierte Bahnen sind das Produkt der Satellitenbahnmodellierung. Diese werden unter Kenntnis des Startzustandsvektors, also des Positions- und Geschwindigkeitsvektors zur Startepoche, mittels Bahnintegration unter Verwendung numerischer Verfahren für spätere Epochen "vorhergesagt". Für die Modellierung der "wahren" Positionen und Geschwindigkeiten des Satelliten zu späteren Epochen muss die Dynamik der Satellitenbewegung so gut wie möglich bekannt sein. Verschiedene Modelle zur Beschreibung von gravitativen und nicht-gravitativen Beschleunigungen werden verwendet, um die auf den Satelliten wirkende Gesamtbeschleunigung zu bestimmen. Die Ungenauigkeiten der für die Satellitenbahnmodellierung verwendeten Modelle sowie Berechnungsannahmen führen zu einer Abweichung der modellierten Bahn in Bezug zum wahren bzw. am meisten plausiblen Zustand des Satelliten.

ENTWICKLUNG UND ERPROBUNG VON GPS/GNSS LOW COST PERMANENT-STATIONEN FÜR INNERSTÄDTISCHE ÜBERWACHUNGNETZE  
(JOHANNES KRÖGER, BETREUER: TOBIAS KERSTEN, FRANZISKA KUBE, PROF. STEFFEN SCHÖN)

Für innerstädtische GNSS-Überwachungsnetze ist die Verwendung von Low Cost GPS/GNSS-Empfängern und Antennen sinnvoll, um eine schnelle, individuelle und kostengünstige Anpassung an die örtlichen Gegebenheiten durchführen zu können. Werden kleinskalige Netzgeometrien mit kurzen Basislinien betrachtet, so eignet sich besonders der Einsatz von leistungsstarken Einfrequenzempfängern, da diese sowohl den Arbeits- und Datenhaltungsaufwand als auch auf die Kosten deutlich reduzieren.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine leistungsstarke, permanente und kostengünstige Überwachungsstation für innerstädtische Bereiche entwickelt, die den beschriebenen Anforderungen gerecht wird. Nach der Entwicklung des Systemdesigns, inklusive der Hard- und Software Recherche, wurde das entwickelte Modell zunächst unter Laborbedingungen auf dem Messdach des Institutes für Erdmessung (IfE) an der Leibniz Universität Hannover getestet. Hierzu wurden realistische Gegebenheiten analysiert, um das System in bestehende städtische Infrastrukturen (Lampen, Litfass-Säulen, etc.) zu integrieren. Unter diesen Bedingungen wurden Rohdaten und Signalstärken mittels einer Null-Baseline und einer kurzen Basislinie für unterschiedliche Hardware ausgewertet und analysiert. In einem zweiten Schritt wurde das entwickelte System unter realen Bedingungen im Rahmen eines Projektes zur Überwachung von Bodensenkungen (SIMULTAN-Projekt) mit herausfordernden Satellitensichtbarkeiten getestet.

Für beide Szenarien wurden insbesondere die L1-Doppeldifferenzen des zuvor entwickelten Prototypens hinsichtlich Kontinuität und Mehrwegeeinflüsse analysiert. Abschließend fand eine kritische Auseinandersetzung mit dem entwickelten Ansatz statt, um sowohl Aussagen über die erhaltene Datenqualität und Datenkontinuität als auch über die Wirtschaftlichkeit treffen zu können.



AUßENSICHT DES ENTWICKELTEN SYSTEMS.



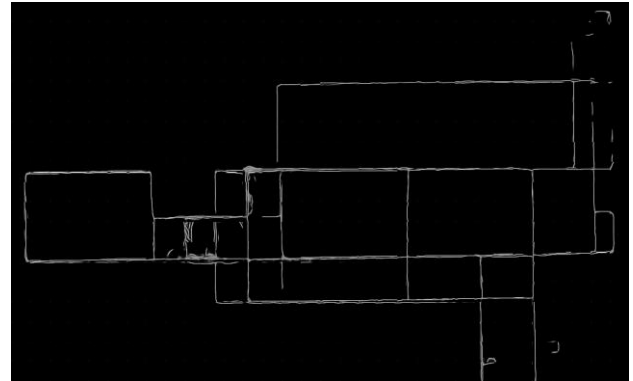
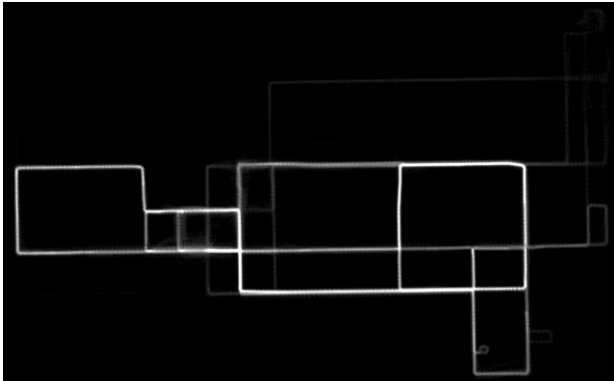
EINSATZ DES ENTWICKELTEN SYSTEMS UNTER REALEN BEDINGUNGEN IN BAD FRANKENHAUSEN.

## MASTERARBEITEN

EXTRACTING ROAD NETWORK STRUCTURES FROM HEAT MAPS OF GPS TRAJECTORIES  
USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS

(SERCAN ÇAKIR, BETREUER: FRANK THIEMANN)

Die Extraktion von Straßennetzwerken aus GPS-Trajektorien war immer ein bedeutender Themenbereich für die Kartenverbesserung. Dichtekarten von Trajektorien werden genutzt, um die Frequenz der Befahrung des Straßennetzwerkes zu visualisieren. In dieser Arbeit wird die Extraktion von Straßennetzwerke aus GPS-Trajektorien mittels Convolutional Neural Networks (CNNs) untersucht. Für die Untersuchung werden zwei verschiedene Eingangsdaten verwendet. Bei dem ersten Datensatz handelt es sich um simulierte Kfz-Trajektorien, die auf dem OSM-Straßennetzwerk von Berlin basieren. Bei dem zweiten Datensatz handelt es sich um aufgenommene Fahrrad-Trajektorien aus Hannover. Als Ziellayer wurden die zugrundeliegenden OSM-Straßennetzdaten verwendet. Mit beiden Eingangsdaten wurde jeweils ein CNN trainiert und anschließend auf verschiedenen Datensätzen getestet. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Qualität der Klassifikation von den Eingangsdaten abhängen. Mit zunehmender Menge an Trainingsbeispielen wird eine qualitative Verbesserung des aufgebauten CNNs erwartet.

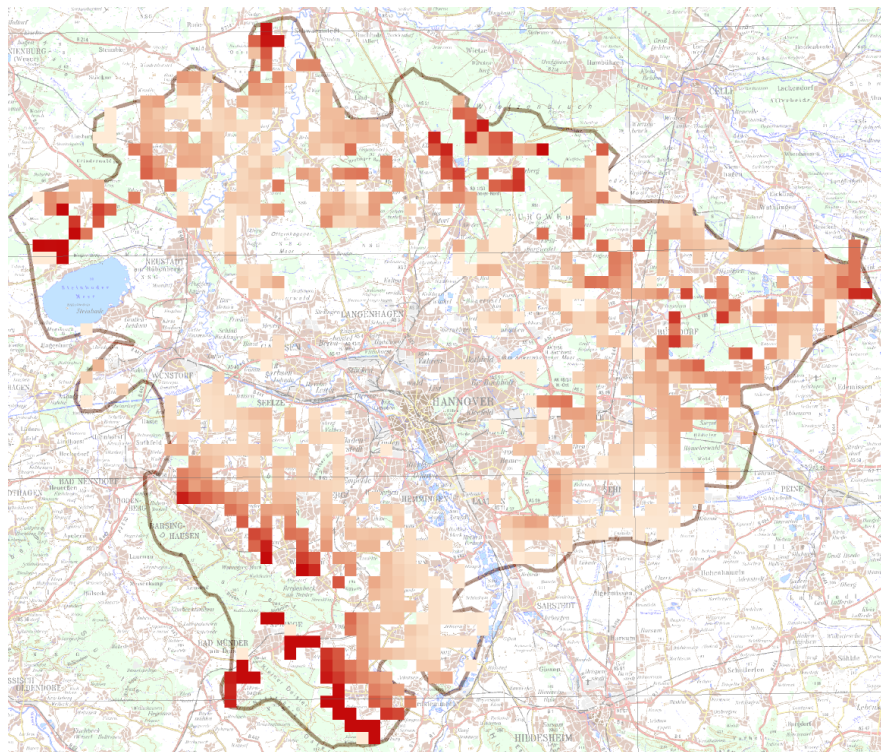




## GIS-AUTOMATISIERTE, SCHLÜSSELBASIERTE SUCHE NACH EIGNUNGSGEBIETEN FÜR WINDENERGIE-ANLAGEN UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES LANDSCHAFTSBILDES

(JULIAN DRAKE, BETREUER: JULIA WIEHE, FRANK THIEMANN)

Anlass dieser Arbeit ist die Energiewende mit der Folge flächenintensiver Entwicklungen mit deutlicher Sichtbarkeit, auf welcher maßgeblich die Akzeptanzprobleme dieser Wende fußen. Trotzdem werden bei der Allokation von Flächen für Windkraftnutzung selten optische Überlegungen angestellt und hauptsächlich naturschutzlastige Kriterien angewendet. Ziel dieser Arbeit ist es, diesem Trend mit einem besonderen Fokus auf dem Landschaftsbild entgegenzuwirken und die Sichtbarkeit von Potentialgebieten in einen flächendeckenden Schlüssel mit einzubeziehen, mit dem das Untersuchungsgebiet bewertet wird. Als weitere Faktoren, um die Windeignung von Flächen festzustellen, kommen neben der Sichtbarkeit Winddaten sowie eine bestehende Landschaftsbildbewertung hinzu.



Um den Fokus auf das Landschaftsbild zu gewährleisten, wurde der sogenannte Sichtbarkeitswert eingeführt. Dieser beschreibt die Sichtbarkeit einer Anlage in einem bestimmten Umkreis, kombiniert mit der abklingenden Störwirkung bei zunehmender Entfernung dieser Anlage. Diese Aussage im Zusammenhang mit Windhöffigkeit und Landschaftsbild ergibt das Zellengewicht als Aussage zur Windeignung. Die Abbildung zeigt das Ergebnis dieser Bewertung.

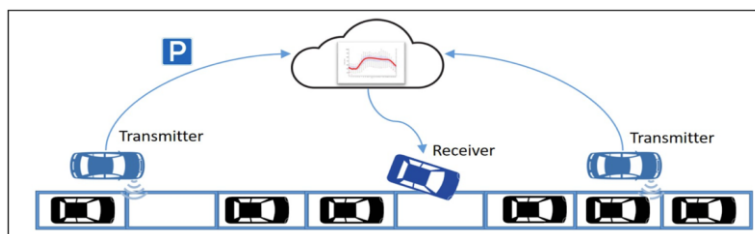
## COMPARISON OF METHODS FOR PARKING AVAILABILITY PREDICTION (SUPRIYA GURUPADASWAMI, BETREUER: FABIAN BOCK)



Parking availability prediction is an interesting domain, which needs to be explored in order to make the search of a parking place easier, which could in turn save time and energy. Employing pre-existing data (sequential parking data) to develop a model for future prediction is the intent of this thesis. Such a model indirectly reduces the need of static sensors to collect

data every five minutes on a daily basis. Different methods, namely, linear regression, Long Short Term Memory-LSTM (a specific recurrent neural network) and Auto regressive integrated moving average (ARIMA) are used in the modeling of data to predict the parking availability. These methods are compared to suggest a prediction method, which is efficient. Different time series components like trend, seasonality and residual components are studied and their behavior on predictions is covered. Also, additional features like weather, type of day, time of day are studied to check whether these features are influential to the prediction and if it improves the prediction.

## ADAPTIVES REROUTING VON TAXIS FÜR PARKPLATZ-CROWD-SENSING MITTELS APACHE SPARK (BEARBEITER: CHRISTIAN KOETSIER, BETREUER: FABIAN BOCK)



Diese Arbeit widmet sich dem Problem der Parkplatzsuche in Städten. Als Ansatz zur Lösung Parkplatzsuchenden Informationen über die vorherrschende Parkplatzsituation bereitzustellen, ist es

möglich diese Daten mittels „Crowd-Sensing“ durch Messfahrzeuge (z.B. Taxis) zu erfassen. Das Ziel dieser Arbeit ist es zu untersuchen, in wieweit ein Informationsaustausch zwischen den Messfahrzeugen zu einer Qualitätssteigerung hinsichtlich der Parkplatzbelegungsdaten führt. Diese Untersuchung fand am Beispiel von gegebenen Taxitrajektorien der Stadt San Francisco statt. Dabei wurden die Routen des zugehörigen Map Matches und kürzesten Pfades mit den Routen von zwei selbst entwickelten Rerouting-Verfahren in Hinsicht auf die Verbesserung der raumzeitlichen Abdeckung des Straßennetzes verglichen. Das Ergebnis der Arbeit zeigt, dass die raumzeitliche Abdeckung des Straßennetzes ebenso wie der tatsächliche Umweg der Reroutingtouren mit dem Wert des maximal erlaubten Umweges skaliert. Bei einem maximal zulässigen Umweg von 15% wurde eine Verbesserung der raumzeitlichen Abdeckung des Straßennetzes von bis zu 30% bei einem tatsächlichen mittleren Umweg von 3% erzielt.

## AUTOMATED CALIBRATION OF THE CAMERA ORIENTATION OF A LIDAR MOBILE MAPPING SYSTEM

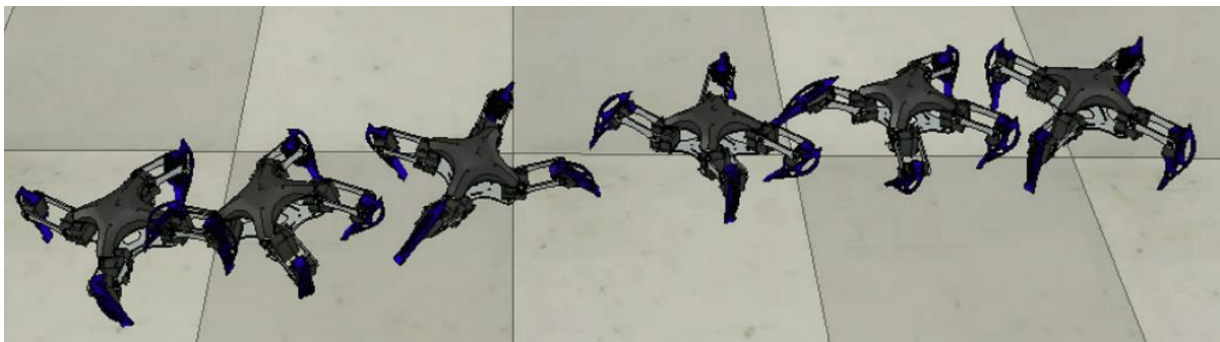
(ANITA SADAT KHEZRI, BETREUER: JULIA SCHACHTSCHNEIDER)

The ikg uses a Mobile Mapping System RIEGL VMX-250 to acquire geo-referenced point clouds and images of the environment. The system includes two laser scanners and four cameras. The coarse camera orientation is estimated by a manual workflow selecting corresponding points in the point cloud and camera images.

In order to avoid the time consuming and user dependent manual process, the main goal of this work was to automatically refine the relative orientation of the cameras using features in a defined calibration area.

## ENTWICKLUNG EINES VIERBEINIGEN LAUFROBOTERS UND GENERIERUNG VON GANGARTEN MITTELS DEEP REINFORCEMENT LEARNING

(TORBEN PETERS, BETREUER: PROF. CLAUD BRENNER, ALEXANDER SCHLICHTING)



Im Rahmen der Masterarbeit wurden Modelle zum Lernen von Laufrobotergängen und selbständiger Navigation entwickelt. Außerdem wurde eigens ein vierbeiniger Laufroboter entwickelt sowie 3D-Modelle und Steuerprogramme zur Simulation erstellt.

Grundlage für das (selbständige) Erlernen von Gangarten ist Reinforcement Learning, welches im Gegensatz zum überwachten Lernen keine vorklassifizierte Daten benötigt. Es wurde gezeigt, wie Reinforcement Learning durch künstliche neuronale Netzwerke erweitert werden kann um komplexe Gangabläufe zu erlernen. Außerdem wurde gezeigt, dass sich diese Modelle zur selbständigen Navigation und Zielfindung eignen.





## UNSICHERHEITSSCHÄTZUNG EINER ORTUNGSFUNKTION ZUR EIGENLOKALISIERUNG VON AUTOMATISIERTEN FAHRZEUGEN

(MAREIKE PLOOG, BETREUER: PROF. CLAUD BRENNER, ALEXANDER SCHLICHTING)

Autonome Fahrzeuge benötigen eine robuste Lokalisierung. Dafür wurden bereits verschiedene Lösungsansätze entwickelt. Durch eine Kombination verschiedener Ortungslösungen kann eine Verbesserung der Genauigkeit erfolgen und die Verfügbarkeit steigen. Die Fusionierung verschiedener Ortungslösungen heißt Ortungsfusion. In dieser Masterarbeit wird mit einer konkreten Ortungsfusion gearbeitet, die die Fahrzeugpose mithilfe einer graphenbasierten Optimierung schätzt. Für die Kombination verschiedener Ortungslösungen müssen die Unsicherheiten der Eingangsdaten bekannt sein, sodass eine optimale Gewichtung stattfinden kann. Die in dieser Arbeit verwendete Odometrie besitzt unbekannte Unsicherheiten, sodass als erster Schritt dieser Arbeit dafür ein Ersatzmodell entwickelt wird. Dieses bestimmt einen Ersatzwert für die Unsicherheit, durch welchen eine Gewichtung der Odometrie in der Ortungsfusion möglich wird.

Für die Ausgabe der Ortungsfusion wird ein Genauigkeitsmaß benötigt, welches die Unsicherheiten der Schätzung abbildet. Dafür werden als zweiter Schritt in dieser Arbeit die Varianzen der geschätzten Parameter in der Ortungsfusion bestimmt. Dabei zeigt sich, dass die Größenordnung der Unsicherheit zu gering ist, sodass eine Überschätzung der Genauigkeit stattfindet. Es wird daher in einem dritten Schritt überprüft, ob diese Überschätzung durch Varianzfaktoren oder eine Varianzkomponentenschätzung kompensiert werden kann.

## MAP BASED ASSESSMENT AND PREDICTION OF MEETING POINT SUITABILITY FOR RIDE-SHARING

(RICHU MARY SHELLY, BETREUER: FRANK THIEMANN, PAUL CZIOSKA)

Meeting-points are key-components of a ride-sharing system and they are being subjected to active research to enhance user experiences. However, no effective method has been devised for a comprehensive evaluation and detection of these pick-up points. This work aims to evaluate the suitability of meeting points in accordance with map-based features. It also studies how suitable is a classifier devised for a particular demographic area when



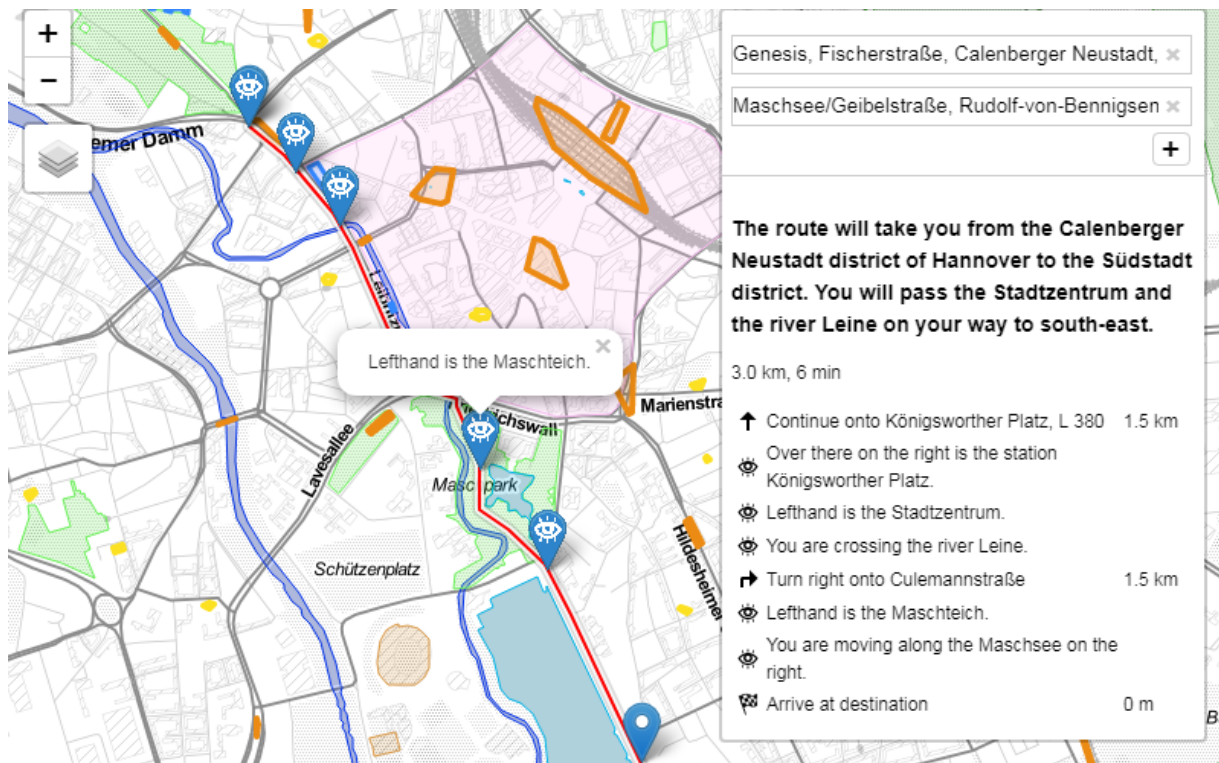
applied to another region on the globe. This work addresses important topics like whether user ratings alone are sufficient to determine the quality of a location. It then presents a detailed discussion of the possible factors that can influence the analysis.

## AUTOMATISCHE ANREICHERUNG VON ROUTENBESCHREIBUNGEN ZUR AUSBILDUNG EINER KOGNITIVEN KARTE (OSKAR WAGE, BETREUER: UDO FEUERHAKE)

Von aktuellen Navigationssystemen genutzte Anweisungen beschränken sich üblicherweise auf Entfernungs- und Richtungsangaben (beispielsweise „Biegen Sie in 100 m links auf die Nienburger Straße ein“). Auf diese Weise erreicht der Nutzer zwar das Ziel, hat anschließend jedoch Schwierigkeiten sich eigenständig zu orientieren. Die natürliche Orientierung geschieht anhand von markanten Objekten (Landmarken). Im psychologischen Modell der kognitiven Karte werden diese mittels Aktionen zu einem Graphen verbunden.

Ziel dieser Arbeit ist es, Navigationsanweisungen um Hinweise auf Landmarken anzureichern, um so die selbständige Orientierung der Nutzer zu fördern. Dazu sollen entsprechende Beschreibungen automatisch generiert und in einen Online-Kartendienst integriert werden.

Dazu wird Grundbestand von Landmarken aus OpenStreetMap-Daten extrahiert und manuell in ihrer Relevanz gewichtet. Um für Routen die einflussreichsten Landmarken auswählen zu können, wird ihre Relevanz mit der Distanz abnehmend modelliert. Anschließend wird die Beziehung ausgewählter Landmarken zur Route anhand des 9-Intersection-Modell und einer angepassten Direction-Relation-Matrix analysiert. In einer Evaluation werden der aus Navigationsanweisungen resultierende Orientierungssinn zwischen angereicherten und klassischen Anweisungen verglichen. In einem weiteren Versuch werden außerdem die Interpretation und das Verständnis erzeugter Beschreibungen überprüft.



**BENUTZEROBERFLÄCHE DER ENTWICKELTEN WEBMAP ZUR INTERAKTIVEN ERZEUGEN VON ROUTENBESCHREIBUNGEN.**



AUTOMATISCHE 3D OBJEKTERKENNUNG  
(MURAT YAZICI, BETREUER: PROF. CLAUD BRENNER)

Eine vordringliche Herausforderung der Fabrikdigitalisierung ist, den aktuellen Zustand der Fabrik digital abzubilden. Dadurch können die Fabrikgebäude und Anlagen besser verwaltet werden. Im Laufe der Zeit wird jegliche Modellierung durch Neu- und Umplanungen obsolet. Die Aktualität der digitalen Fabrikplanung zu gewährleisten ist eine große Herausforderung. Bei Volkswagen Nutzfahrzeuge, wo diese Arbeit entstand, wird versucht, die bestehenden, umfangreichen CAD-Modelle der Fabrikumgebung stets aktuell zu halten. Dazu ist der Vergleich der aktuellen Situation mit den bestehenden CAD Daten notwendig. Dieser wird so durchgeführt, dass Teile der Fabrikhalle mittels eines Laserscanners (Faro Focus3D) erfasst und anschließend manuell mit den existierenden CAD Modellen verglichen werden. Dadurch entsteht ein hoher manueller Aufwand.

Ziel dieser Arbeit war es, zu untersuchen, ob es mittels eines maschinellen Lernverfahrens möglich ist, aus dreidimensionalen Scandaten, die als Punktwolke vorliegen, bestimmte standardisierte Objekte automatisch und zuverlässig zu erkennen. Grundlage dieser Herangehensweise ist, dass in einer Fabrikumgebung eine Vielzahl standardisierter Objekte vorhanden ist (z. B. Säulen, Pfeiler, Träger, Geländer, Tische, Roboter).

Im Rahmen dieser Arbeit wurden exemplarisch Längsträger betrachtet. Hierzu wurde die Punktwolke zunächst segmentiert. Anschließend wurden Merkmalsvektoren abgeleitet, auf deren Basis ein Klassifikator trainiert wurde. Zudem wurden synthetische Punktwolken aus CAD Modellen generiert, welche ebenfalls zum Training verwendet wurden. Der trainierte Klassifikator kann anschließend zur Erkennung von Objekten in (segmentierten) Punktwolken eingesetzt werden.

## BACHELORARBEITEN

## EIGNUNG MIT BEAMER PROJIZIERTER REFERENZPUNKTE FÜR DIE 3D-OBJEKTREKONSTRUKTION

(MAREIKE DOROZYNSKI, BETREUER: MANFRED WIGGENHAGEN)

Bei der automatisierten 3D-Rekonstruktion von Punktwolken mittels Streifenprojektionssystemen werden signalisierte Referenzpunkte genutzt, um einzeln aufgenommene Teilmengen (Patches) des Messsystems zu einem geschlossenen Verband zusammensetzen.

Bei der Vorbereitung großer Strukturen wie z.B. einer Fahrzeugkarosserie wird im Rahmen eines laufenden Promotionsvorhabens bei der Volkswagen AG untersucht, ob die Projektion von Referenzmarken mittels Beamer den Zeitaufwand für die Punktsignalisierung reduzieren kann. In dieser Bachelorarbeit konnte nachgewiesen werden, dass projizierte Referenzpunkte geeignet sind, um in digitalen Bildern von automatisierten Bildmessverfahren gefunden zu werden.

## UNTERSUCHUNGEN ZUR DREIDIMENSIONALEN ANALYSE VON PHOTOGRAMMETRISCH ERFASTEN BETONPROBEN

(ANDREAS PITER, BETREUER: MANFRED WIGGENHAGEN)

Der Anteil von Luftporen im Beton wird als wesentliches Merkmal zur Beurteilung der Festigkeit und des Frostwiderstandes von Betonproben herangezogen.

Das Institut für Baustoffe der Leibniz Universität Hannover prüft zu diesem Zweck regelmäßig unterschiedliche Betonproben, die gegossen, ausgehärtet und zersägt visuell bewertet werden müssen.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde nachgewiesen, dass für die Bewertung der Betonproben relevante Messwerte aus dreidimensionalen Datensätzen abgeleitet werden können. Diese Datensätze basierten auf den Ergebnissen einer flächenhaften photogrammetrischen Erfassung. Die ebenfalls flächenhafte Analyse der Betonproben kann zukünftig eine wirtschaftliche Ergänzung der herkömmlichen, analogen Verfahren darstellen.

VERGLEICHENDE EVALUIERUNG VON ABHOLZUNGSALGORITHMEN  
(JOHANNA SCHEWE, BETREUER: TORGE STEENSEN)

Optische Fernerkundung ist eine geeignete Methode zur großräumigen und hochgenauen Erfassung von Vegetationseinheiten und wird daher auch für die Aufgaben im Bereich der Abholzung angewandt.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde mittels geeigneter Satellitendaten eine Differenzierung der räumlichen Einheiten über die Zeit vorgenommen. Anhand der spektralen Signaturen wurden Wälder, Äcker und Gewässer einer Landschaft detektiert. Es wurde herausgefunden, dass der NDVI in Gebieten mit Laubwald gut vergleichbare Ergebnisse lieferte, in Gebieten mit Nadelwald und für Ackerflächen jedoch nicht zu empfehlen ist. Um mit den unterschiedlichen Klassifizierungsverfahren brauchbare Ergebnisse erzielen zu können, muss zukünftig der subjektive Anteil der Messungen weiter optimiert werden.

UNTERSUCHUNG DER QUALITÄT VON 3D-PUNKTWOLKEN DIE MIT DEM SYSTEM GOM ATOS CORE GEMESSEN WURDEN  
(STEFAN THOBEN, BETREUER: MANFRED WIGGENHAGEN)

Die flächenhafte dreidimensionale Punktbestimmung mit Streifen-projektionssystemen ist ein schnelles und sehr genaues Verfahren zur Oberflächenvermessung. Die Aufnahme und Auswertung wird mit leistungsfähigen Softwaresystemen, wie z.B. dem Programm GOM Inspect, der Firma GOM durchgeführt.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde untersucht, wie genau das Streifenmesssystem GOM ATOS Core in der Lage ist, wiederholt zwei typische Objekte aufzunehmen und zu vermessen. Dafür waren geeignete Flächenvergleiche vorzunehmen und zu dokumentieren. Mit geeigneten Prüfkörpern konnte nachgewiesen werden, dass die wiederholte Oberflächenbestimmung im erwarteten Genauigkeitsbereich des Systems lag.

## MASTERARBEITEN

### UNTERSUCHUNGEN ZUR DREIDIMENSIONALEN PHOTOGRAMMETRISCHEN ERFASSUNG VON PFLANZENOBERFLÄCHEN

(BENEDIKT RIEMANN, BETREUER: MANFRED WIGGENHAGEN)

Die dreidimensionale Erfassung von Pflanzenoberflächen spielt in der Agrarwirtschaft im Bereich des Pflanzenwachstums eine wichtige Rolle.

Im Rahmen dieser Arbeit sollte untersucht werden, ob es mit Verfahren der automatisierten Oberflächenrekonstruktion aus photogrammetrischen Aufnahmen möglich ist, das Pflanzenwachstum von Getreidefeldern zu überwachen. Herr Riemann hat mit Mehrbild- und Stereoanordnungen vom Boden aus und auch mit einem Quadrocopter flächenhafte Aufnahmen eines Testgebietes durchgeführt. In seinen Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, dass die resultierenden 3D-Modelle für die Aufgabenstellung des dreidimensionalen Monitorings in der Agrarwirtschaft geeignet sind.

### UNTERSUCHUNGEN ZUR ENTWICKLUNG EINES ECHTZEITFÄHIGEN SYSTEMS ZUR AUTOMATISIERTEN 3D-OBERFLÄCHENREKONSTRUKTION AUS BILDTRIPELN

(TOBIAS SCHAUB, BETREUER: MANFRED WIGGENHAGEN)

Die dreidimensionale Objektrekonstruktion aus Bildern dreiäugiger Kamerasysteme findet inzwischen zunehmende Akzeptanz in medizinischen Anwendungen. In dieser Arbeit wurde das Messsystem „TriCam“ der Firma AXIOS mit zusätzlicher digitaler Bildverarbeitung ausgestattet und geeignete Methoden z. B. der Kantendetektion, Korrespondenzanalyse und flächenhaften 3D-Rekonstruktion aus Bildern hardwarenah implementiert.

Für die Einschätzung der geometrischen Qualität der Ergebnisse wurden geeignete Prüfkörper genutzt und die Datensätze kritisch bewertet. Durch die Reduktion von rechenintensiven Verarbeitungsschritten wurde eine Berechnung der Punktwolken in Echtzeit ermöglicht.

### AUTOMATISCHE BESTIMMUNG DER POSE EINER KUGEL ZU DEREN NUTZUNG ALS EINGABEBEGERÄT

(DENNIS WITTICH, BETREUER: PROF. FRANZ ROTTENSTEINER)

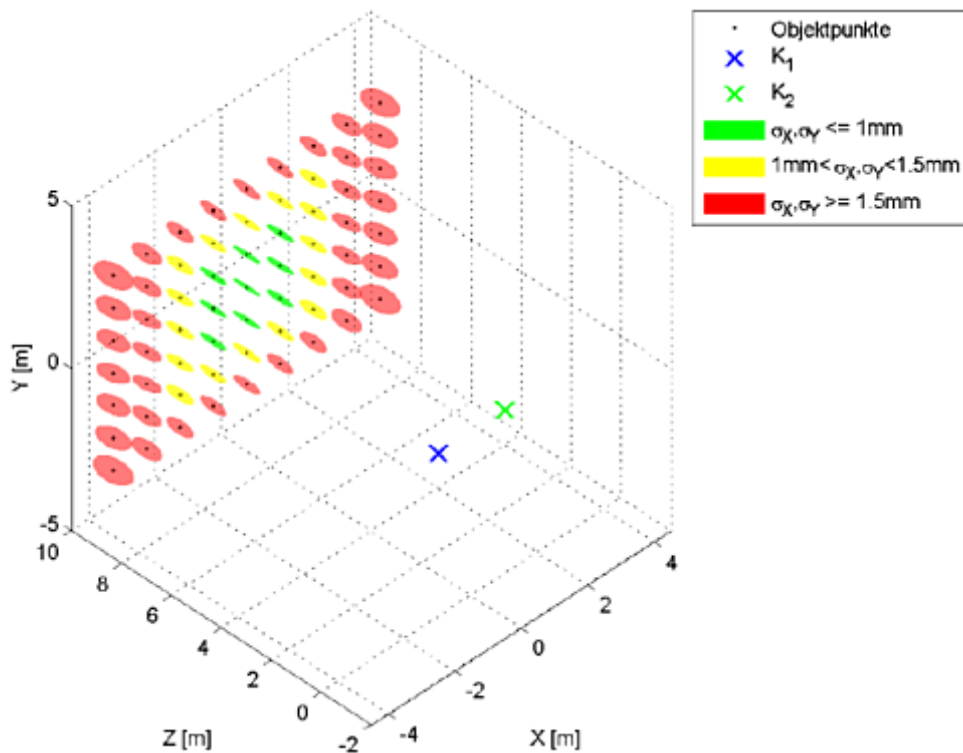
Diese Masterarbeit stellt ein kamerabasiertes Verfahren vor, mit dem die Rotation einer Kugel gegenüber einem Rahmen automatisch bestimmt werden kann, um die Kugel als Eingabegerät an Stelle einer Maus zu nutzen. Dazu werden auf der Kugel Marker angebracht, deren Bewegung mittels einer Kamera automatisch erfasst wird. Nach der Kalibrierung beginnt die Nutzungsphase, in der zunächst die Orientierung der Kamera bestimmt wird. Anschließend werden in jedem Bild die markierten Punkte detektiert und deren 3D Koordinaten durch Schnitt der Bildstrahlen mit der Kugel berechnet. Diese gehen in einen Extended Kalman Filter ein. Aus den geschätzten Lagewinkeln der Kugel wird eine Mausbewegung abgeleitet. Die Evaluierung zeigt, dass damit die Pose der Kugel in Echtzeit mit ausreichender Genauigkeit für ihren Einsatz als Eingabegerät bestimmt werden kann.



UNTERSUCHUNGEN ZUR KALIBRIERUNG VON HIGH-SPEED KAMERAS  
(STEFAN WENCK, BETREUER: MANFRED WIGGENHAGEN)

Die dreidimensionale photogrammetrische Auswertung von Fahrzeug-sicherheitsversuchen (Crash-Tests) erfordert u.a. eine zuverlässige Bestimmung der Parameter der inneren Orientierung der verwendeten Kameras.

Da beim auftraggebenden Automobilhersteller die Aufnahme mit High-Speed Kameras in Stereoanordnung durchgeführt wird, wurde eine geeignete Visualisierungsmöglichkeit entwickelt, die unter Berücksichtigung der Daten der Äußeren und Inneren Orientierungen der zwei eingesetzten Kameras über ein „Ampelsystem“ anschaulich die im Versuch erreichbaren Punktgenauigkeiten im Objektraum anzeigt.



AMPELSYSTEM ZU DARSTELLUNG DER OBJEKTPUNKTGENAUIGKEIT



TRACKING AND POSE ESTIMATION OF VEHICLES FROM STEREO IMAGE SEQUENCES  
(BOWEN ZHOU, BETREUER: PROF. FRANZ ROTTENSTEINER)

In dieser Masterarbeit geht es um die automatische Lokalisierung und Verfolgung von Fahrzeugen aus statischen terrestrischen Stereobildsequenzen. Nach der Detektion der Fahrzeuge mit Hilfe eines bestehenden Verfahrens werden Detektionen aus zeitlich benachbarten Stereobild-



paaren einander zugeordnet. Diese Zuordnung wird als Optimierungsproblem formuliert, wobei die Zielfunktion aus einem Bewegungsterm und einem die Ähnlichkeit zweier detektierter Objekte beschreibenden Term besteht. Nach der Zuordnung erfolgt eine 3D Rekonstruktion auf Basis eines verformbaren 3D Fahrzeugmodells, wobei auch eine verfeinerte Lokalisierung des Fahrzeugs erfolgt. Die Evaluierung auf einem Benchmark-Datensatz zeigt das hohe Potential des hier entwickelten Ansatzes auf, Probleme zeigen sich in erster Linie bei der Verfolgung von teilweise verdeckten Fahrzeugen.

## EXKURSIONEN

### GROBE GEODÄTISCHE EXKURSION NACH NORD-OST-DEUTSCHLAND 09.10.-13.10.2017

The first two days of excursion on 09-10 October took place in Rostock where different places were visited such as the “Fraunhofer Einrichtung für Großstrukturen in der Produktionstechnik (IGP)”, “Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)”, and the “Universität Rostock”. On 11.10 the Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Neustrelitz was visited and later in the afternoon, the journey took place in Berlin where at first the “Infobox Humboldtforum” in Berlin was visited. On 12.10 there was a trip to GFZ in Postdam and in the afternoon the DLR base in Berlin was visited. At the last day on 13.10 the excursion ended with a presentation by Geobusters in TU Berlin and finally the Grundstücksentwicklung GmbH (DSK) were visited in Berlin.

### FRAUNHOFER-EINRICHTUNG FÜR GROßSTRUKTUREN IN DER PRODUKTIONSTECHNIK, ROSTOCK

We visited the Fraunhofer-Einrichtung für Großstrukturen in der Produktionstechnik (IGP) located in the University of Rostock premise where we had firsthand information on the measurement accuracy required in the fabrication of large structures especially along the curves, edges and contours of such structures. We were opportuned to see a robotic laser scanner being used in measuring a rotor blade before appropriate simulation cuts were made at the appropriate points along the intended lines. We also had the opportunity of visiting the 3D Laboratory where we saw a simulation of an industrial plant layout being displayed on screen and we could see the different areas in the plant using Wii technology and Virtual Reality to monitor the production lines of the industrial plant. We also saw a visual instruction manual used in the support of industrial machines and replacement of service parts when required so that the technician would not have to go about with handbooks for that machinery.

### BUNDESAMT FÜR SCHIFFFAHRT UND HYDROGRAPHIE, ROSTOCK

As first part of the programm on tuesday we visited the "Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie" (BSH) in Rostock. We started with a guided tour through their vessel named "Deneb", which is used for surveying the seabed, research and the search for shipwrecks mainly in the German territorial and coastal waters of the Baltic Sea and the North Sea. We could see the equipment for the divers who have to do a dangerous job to search the wrecks in the opaque water. On the ship's bridge we could sit on the captains chair and we could learn something about the navigation equipment and the charts they use on the Deneb to navigate.

The collected data is used for several products, which are provided by the BSH, for instance nautical charts and the so called "Nachrichten für Seefahrer" (NfS). The internal printing office was our next stop, where we could find out more detailed information about the production process of the

charts. The visit to the BSH ended up with a presentation about the organization of the institution and the handling of the nautical data. Finally, the ship's horn of the "Deneb" sounded and we watched the departure of the vessel which went out for surveying for the next ten days.

#### UNIVERSITY OF ROSTOCK, ROSTOCK

The Geodesy and Geoinformatic department of Rostock University is under supervision of Professor Ralf Bill and currently 16 colleagues are having researches and projects there.

On 10<sup>th</sup> of October 2017, Professor Ralf Bill and three of his colleagues gave an introduction about the institute along with the current fundamental researches being done there. According to Professor Bill's speech, as the Geodesy and Geoinformatic department is combined with agricultural and environmental engineering faculty, therefore the researches are mainly focused on urban and regional planning along with coastal and agricultural topics.

Afterwards three separate topics were presented by the colleagues. The first topic was about land use change and its structure which is based on land classification and land observation using photogrammetric methods along a specific time line. The main purpose of this research is to be able to track the changes of land usage and essential phenomena that might have happened during a specific time period.

The second subject was to use photogrammetric techniques in order to recognize specific plants that grow in agricultural lands that might be harmful mainly for animals and consequently the nature by using aerial photographs that are taken repeatedly over the target land in a specific time period. The main purpose of this research is to be able to detect certain areas in which there is a high probability for a specific poisonous plant to grow and notifying the farmers to remove them as quick as possible.

At the end they provided more information about the opportunities for distant learning by using the online platform they provide which is called Open-GeoEdu ([opengeoedu.de](http://opengeoedu.de)). It is based on various existing open source platforms. It is obvious that the main purpose for this work is to enable students, professors, researchers, and etc. to have the possibility to gain information by using internet and trustful online sources which is the main concern in nowadays world full of different data.

#### DEUTSCHE ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT, NEUSTRELITZ

In the first part of the presentation the basic information about DLR was explained. DLR is not acting only as space agency but also as research institute and project management agency. They have approximately 8000 employees across 33 institutes and facilities at 20 sites. Including the offices that they have in Brussels, Paris, Tokyo, and Washington, they are proven to have international influence at their area of expertise. Their research areas are comprised of Aeronautics, Space Research and Technology, Transport, Energy, Defense and Security, Space Administration and also Project Management Agency. One of the main focus in their satellite mission, with the satellites Advanced Composition Explorer (ACE) which has been

operating since 1997 and Deep Space Climate Observatory (DSCOVR) which has been giving data since 28<sup>th</sup> of July 2015, is solar research satellites. They position the satellite Lagrangian point between sun and earth facing the sun wind. On the other part, the Institute of Communication and Navigation Nautical Systems, which is another department within DLR, have three main focuses on their research. The first one is Multi-sensor systems, which currently working on a robust and reliable Position Navigation and Timing (PNT) data provision, increasing the safety of the vessels (collision avoidance). The second focus is Maritime Services, which handling in Multi-GNSS integrity monitoring by augmentation systems. Lastly, on part of Traffic Surveillance, they are researching about Automatic Identification System (AIS) monitoring target detection and tracking (Radar). The second presentation at DLR in Neustrelitz was about the use of Global Navigation Satellite System (GNSS) as a part of a Multi Sensor System (MSS) on a vessel. Anja Heßelbarth talked about the accuracy conditions during the navigation of a ship. The shipping has different challenges for driving on oceans, at coastlines, on canals/rivers or in a port. For the waterways inside the country the bridge fits are very important. Many different GNSS methods can be used for this application: the code based differential GNSS (CDGNSS) and Single Point Positioning (SPP) or the Precise Point Positioning (PPP) and the Real Time Kinematic (RTK) as the phase based methods. The speaker illustrated, that the balance between the costs and the effort is important. She presented the project LAESSI, which is planned for the period 2015-2018. In this research project are many companies involved, like the in-innovative navigation GmbH and the DLR. It is supported by the "Bundesministerium für Wirtschaft und Energie". The goal of this project is to create a driver assistance system for the inland waters, so that the risk of collisions will be minimized. The main focus is on the bridge drive warnings, docking assistants, route leading assistants and conning displays (track of the ship).

The third presentation in DLR was mainly about ionospheric modeling activities. Ionosphere is a layer in the atmosphere which exists 50-60 km above GPS height and has influence in positioning, since it turns the satellite signal into curvature rather than a straight line. Therefore, the goal of their research was to model ionosphere (in 3-d) and to be able to develop an ionospheric correction algorithm which performs better and is easier to handle as an alternative to existing algorithms such as GPS ICA which is very simple but corrects only for 50% and Galileo NeQuick which is very time-consuming. This model was named NTCM or Neustrelitz TEC Model. Later versions of this model are NTCM-BC with F10.7 (solar radiation index) and NTCM-Klobpar with klobuchar model parameters and no need of F10.7. Another subject explained in this presentation was the monitoring of the 2015 eclipse over Europe. Because of the fact that there was a o-called switching off of the Sun at that time the ionization decreased and this was monitored and compared with 26 other TEC models (13 days before and 13 days after the eclipse)

After lunch we had a quick tour of the DLR. We visited the headquarter that receives satellite signals by the giant receivers in the yard and also we were presented about nautical navigation in which one of the hard parts is to know the positions of other vessels due to the bad visibility and so now many vessels are equipped with AIS systems as well as radar. IMPC was also



introduced which stands for Ionospheric Monitoring and Prediction Center. There they talked more about the impact of ionospheric effects as a challenge for navigation, communication and earth observation and how IMPC provides a service for science, governmental decisions, commercial applications and public interest.

#### HUMBOLDT FORUM, BERLIN

After arriving in Berlin the first station was the Humboldt Forum next to the island of museums. Mr Schnurbus, an art historian, expected us to tell us about the project from the Förderverein of the Berliner Schloss. The plan is to rebuild the facade and the general building of the palace - it has been destroyed in 1950 - as it was before. After the opening in 2019, it will contain an ethnological collection which will make it a world museum. We also donated a small amount for the completion of the project.



#### DEUTSCHES GEOFORSCHUNGSZENTRUM, POTSDAM

At Thursday morning we visited the *GeoForschungsZentrum* in Potsdam. At first, a guided tour by Josef Zens was planned on the Tafelberg. Different buildings of the science park were introduced to us. For example, we visited the *Helmert-Turm*, *Großer Reflektor*, *Einsteinturm*, *Paläomagnetisches Labor* and *Klimareferenzstation*. In former times, the *Einsteinturm* was used as a solar observatory to do spectral analysis. Now, the main purpose is to calibrate instruments and teach students. The *Paläomagnetisches Labor* is a magnetic observatory used to observe magnetic fields of the earth. Because of that, the building is made of non-magnetic materials. Due to disturbances from railway constructions near the campus, the measurements were strongly influenced. The *Klimareferenzstation* has the longest uninterrupted measurement of climate parameters since 1893. It measures three times a day the air temperature, humidity, precipitation as well as other meteorological parameters. The *Deutscher Wetterdienst* uses these data nowadays.



After the tour, we attended five presentations about Remote Sensing and Space Geodetic Techniques. The first one was “Imaging of the Earth at night” by Dr. Kyba. With his results you can detect the human activity and change over the years during the night time. Different difficulties were mentioned in his presentation. For example, the differences between artificial and non-artificial lights and the angular emission direction are problematic. The next presentation was “Automated landslide detection using optical multi-sensor time series data” by Dr. Roessner. The detection of landslides is based on the decrease of vegetation which can be observed with the NDVI. Dr. Förster introduced us to the topic “EnMAP Imaging Spectroscopy Mission”. The content consisted of the principles of imaging spectroscopy, the application fields and the current situation in space-borne 5imaging spectroscopy. “HyLIDAR – synergistically hyperspectral and lidar data fusion” was presented by Brell. In the end, Dr. Dick gave a talk about “GNSS and Atmosphere Sounding”. The aim was to calculate the integrated water vapor that are used in weather forecast, atmosphere modelling and climate research.



#### DEUTSCHE ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT, BERLIN

On the morning of Thursday (12/10/17), the participants of the excursion visited the German Aerospace Center (DLR) in Berlin. At the aerospace centre, the program consisted of an introduction and five presentations. The introduction, given by Ms. Kirtstin Ebert gave a general idea about DLR Berlin, the number of employees there, the different kinds of research works pursued there, and general information about DLR in other locations of Germany.

The first presentation dealt with the Jupiter Icy Moons Explorer (JUICE) mission, and was given by Mr. Alexander Stark. He gave information about previous missions of the world to Jupiter, and the missions planned in future – JUICE and Europa Clipper (by NASA), and how JUICE was different, since it dealt with the moons – Europa, Ganymede, and Callisto. He also described all the prior information we have of these moons, how we got the information, and what we planned to achieve with new information. The mission, which would launch in 2022, and would reach in 2030, would trace

the orbit from Earth-Venus-Earth-Mars-Jupiter. With the mission, the a 10 cm image range resolution is hoped to achieve to be able to study the moons better.

The second presentation, given by Mr. Giese, was about the comet 67P, which was traced by ROSETA (launched by ESA in 2004) and reached the target comet 67P at 3.5AU in July 2004. The scale of the camera was 2m/pixel, and the wide angel was 10m/pixel. For the image processing and 3D reconstruction, about 30 million tie points were matched. As described in the presentation, the motivation was to study the origin of water on earth, and to gain more information about the origin of universe and life in general. A 3D model of the comet which was developed by DLR was also shown.

The third presentation, given by Mr. Gwinner, was about the Mars Missions, for which we have the data from 1970s till now, and about some missions which were purely by the European Space Agency.

The fourth presentation, given by Mr. Preusker, was about the Cassini Mission which had to motivation to study Saturn, including its rings and natural satellites, and lasted from 1997 to 2017. Particularly interesting was the study from Phoebe, as it revolves in the opposite directions of the direction of the rotation of Saturn.

The fifth talk was about 3D visualization. It was presented by Mr. Eigner. It showed how the 3D space outside of earth can be presented on a computer, and what the applications of these 3D constructions are.

## GEOBUSTERS, BERLIN

On 13th in the morning, we visited Mr. Genz from “Geobusters” at Technische Universität Berlin. Mr. Genz is an expert of virtual reality ( VR ). He gave us a fantastic presentation about virtual reality.

This presentation consist of 3 parts. In the first part Mr. Genz introduced us some current achieved technologies for information obtaining and visualization about VR, MR and AR. Then he took some examples for telling us the differences between them. From this part of presentation we gained some basic concepts of VR and came to know that VR is widely used not only in measurements, but also in other fields e.g. architecture, education and medicine.

The second part of the presentation was about the process of producing a VR product. In order to generate a VR product, we need a 360°camera. In this part, a multi-sensor system was introduced. This multi-sensor system consists of one 360°camera to capture scenes and one tachymeter to monitoring the position of the camera. With an ATV carrying this system, people can drive from one place to other place to do the measurements easily with a relative lower cost.

The multi-sensor system surveying process consists of three steps. First, for reducing the working time and human resource, we need do the pre-calculation before surveying. Then the required equipment are not only the specific camera for point cloud dataset and tachymeter for leveling surveying, but also GNSS antenna for 3D coordinates. Finally, all the data which obtained by this multi-sensors will be calibrated and processed by specific software. More the details are shown below pictures.

In the last part, Mr. Genz demonstrated many different kinds of VR instruments. There was a VR glasses that can monitoring a exploration of a room. An VR driving system that monitoring driving an ATV was also introduced. This kind of instruments can be widely used for education and demonstration of some special procedure.



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 Christine Bödeker vom GIH geplant. Weiterhin involviert waren Jonas Bostelmann vom IPI, Malte Schulze vom IKG, Mohammad Omidalizarandi und Xin Zhao, beide vom GIH, sowie Christoph Wallat vom IfE.



## PROJEKTSEMINARE IM STUDIENGANG GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK

### „MODELLIERUNG UND ÜBERWACHUNG GEODÄTISCHER MESSPROZESSE MIT FARBIGEM RAUSCHEN UND DATENLÜCKEN“ (GIH)

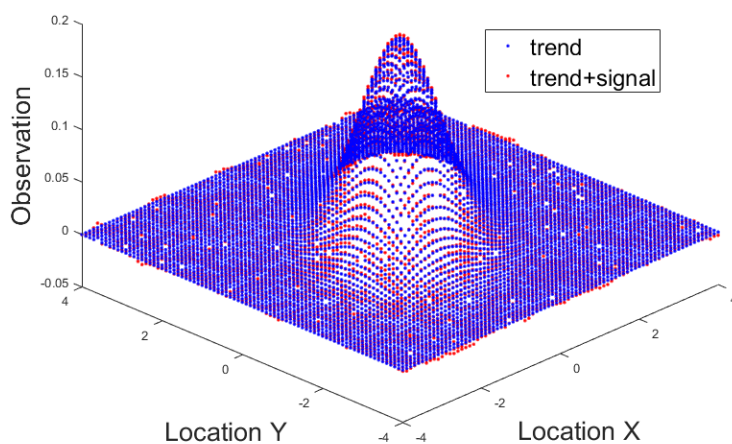
BETREUER: BORIS KARGOLL, HAMZA ALKHATIB

Die Prädiktion von Daten an Orten, an denen keine Beobachtungen gegeben sind, stellt eine Hauptaufgabe der Geostatistik dar. Klassische Methoden zur Lösung dieser Aufgabe sind auf der einen Seite deterministische Approximationsverfahren basierend auf Polynomen oder Basissplines, auf der anderen Seite stochastische Prädiktionsverfahren wie Kollokation und Kriging. In der Ingenieurgeodäsie weit weniger bekannt sind für diesen Zweck Expectation-Maximization- (EM-) Algorithmen sowie Methoden aus dem Machine-Learning, welche auf Gaußschen Prozessen beruhen.

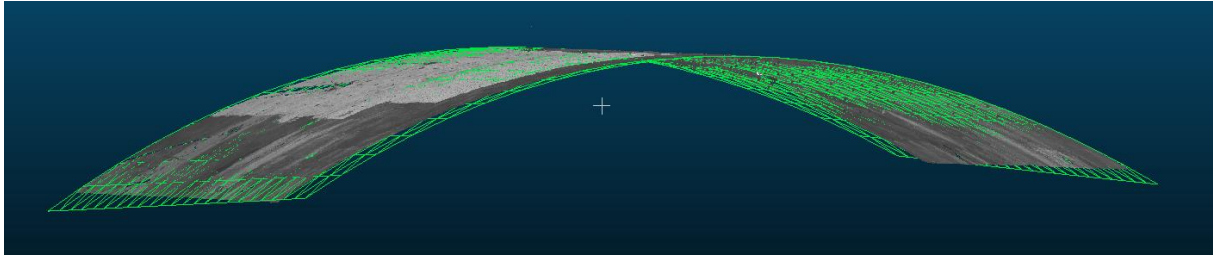
Die oben genannten fünf Verfahren wurden durch Implementierung einer MATLAB-Toolbox realisiert. Diese ermöglicht es außerdem, einzelne Verfahren zu kombinieren um Nachteile eines Verfahrens durch die Stärken eines anderen zu minimieren. Beispielsweise wurde das Kollokationsmodell, welches ein funktionales und ein stochastisches Modell benötigt, mit dem rein deterministischen Basisspline-Modell kombiniert. Ebenfalls ist es möglich, ein Basisspline-Modell als Vorinformation sowohl für das Machine-Learning Verfahren als auch für den EM-Algorithmus einzuführen.

Neben der Implementierung bestanden weitere Ziele dieses Projektseminars darin, die wesentlichen Gemeinsamkeiten und Unterschiede der genannten fünf methodischen Ansätze in der Theorie und Anwendung herauszuarbeiten und im Rahmen einer Vergleichsstudie gegenüberzustellen. Hierdurch wurden alle Verfahren gegenseitig validiert, womit einerseits die Integrität der Implementierung sichergestellt wurde. Andererseits kann hiermit unter Vergleich der einzelnen Prädiktionsergebnisse für jede Anwendung jeweils das optimal Verfahren identifiziert werden.

Als erste Anwendung wurde zwecks Validierung simulierte Dichte der bivariaten Normalverteilung im dreidimensionalen Raum mit generiertem farbigem Rauschen aus einer gegebenen Kovarianzfunktion analysiert. Weiterhin wurden die verschiedenen Algorithmen zur Prädiktion von Datenlücken in einer mittels terrestrischem Laserscanning gewonnenen 3D Punktwolke eingesetzt. Letztere Daten basieren auf einem interdisziplinären Belastungsversuch, in Zuge dessen die historische Gewölbebrücke über die Aller bei Verden mit ihrem 14 m spannenden Gewölbe auf ihre Tragfähigkeit hin untersucht wurde.



**3D SICHT DER SIMULIERTEN DICHTER DER BIVARIATEN NORMALVERTEILUNG IM DREIDIMENSIONALEN RAUM**



3D PUNKTWOLKE VON DER HISTORISCHEN GEWÖLBEBRÜCKE ÜBER DIE ALLER BEI VERDEN

**Studierende:** Franziska Anna Altemeier, Aiko Hattermann, Rozhin Moftizadeh, Mehrnoush Mohammadi, Bahareh Mohammadivojdan

„MODELLIERUNG EINES GLOBALEN SCHWEREFELDES MITTELS GRACE HIGH-LOW-SATELLITE-TO-SATELLITE-TRACKING UNTER NUTZUNG DES BESCHLEUNIGUNGSANSATZES“ (IFE)

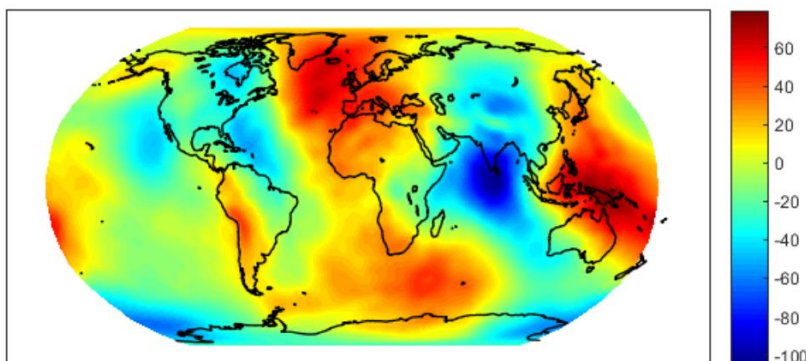
BETREUER: PROF. JAKOB FLURY, AKBAR SHABANLOUI, MAJID NAEIMI, CHRISTOPH WALLAT

Die Modellierung des Schwerefeldes gehört zu den zentralen Aufgaben der physikalischen Geodäsie. Mit einem präzisen Schwerefeldmodell können beispielsweise Prozesse wie die postglaziale Landhebung, der Meeresspiegelanstieg oder Eismassenverluste global und quantitativ erfasst werden. Mehrere Satellitenmissionen hatten daher zum Ziel, die Modellierung eines globalen Schwerefelds zu ermöglichen. Darunter fällt auch die GRACE Mission. Sie besteht aus zwei niedrig fliegenden Satelliten, die im Jahr 2002 gestartet wurden und heute noch immer Messungen durchführen. Die Satelliten kreisen in rund 450 km über der Erdoberfläche in einem polaren Orbit. Sie scheinen sich in einem Abstand von rund 250 km zu verfolgen. Der Sinn und Zweck darin besteht, dass so ein Mikrowelleninterferometer eingesetzt werden kann und der Abstand respektive die Relativgeschwindigkeit zwischen den beiden Satelliten, welche sich in Abhängigkeit vom Schwerefeld ändert, auf rund zehn Mikrometer genau gemessen werden kann. Eine weitere Besonderheit der Mission ist, dass monatliche Modelle erstellt werden können. Das Ziel dieses Projektseminars ist die Bestimmung eines Schwerefeldmodells für den Dezember 2008 unter Nutzung der Daten von GRACE. Hier werden jedoch nicht die Abstandsdaten des Interferometers genutzt, sondern die Satelliten werden als freifallende Körper betrachtet. Über die Störbeschleunigungen, die durch das inhomogene Schwerefeld der Erde verursacht werden, kann ein globales Schwerefeldmodell in einem Gauß-Markov-Modell mittels der Methode der kleinsten Quadrate geschätzt werden. Dazu sind präzise Orbits notwendig, die mittels High-Low-SST unter der Nutzung von GPS-Satelliten bestimmt werden können. Sind die Orbits bekannt, so können diese zweimal numerisch differenziert werden und so die auf den Satelliten wirkenden Störbeschleunigungen berechnet werden. Dabei ist es jedoch zwingend notwendig, die anderen gravitativen sowie die nichtgravitativen Beschleunigungen zu subtrahieren. Das Projekt lässt sich somit in drei Teile aufteilen: Der Berechnung des Orbits, der Störbeschleunigungen sowie die Schätzung eines Schwerefeldmodells. Um den Orbit zu berechnen, wurden die GPS-Daten genutzt, die mit den Antennen auf den GRACE-Satelliten gewonnen wurden. Ziel war die Berechnung eines kinematischen Orbits, das heißt, dass die Position für



jede Epoche mit einer Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt wird. Die genutzte Methode war das Precise-Point-Positioning, so wurden Kode- und Phasenbeobachtungen genutzt. Die Orbit- und Uhrdaten der GPS-Satelliten stammten jeweils vom IGS (International GNSS Service) sowie von CODE. Um eine möglichst hohe Präzision und Richtigkeit zu erreichen mussten etliche Fehlerquellen im Rahmen der GPS-Satelliten, der Signalausbreitung sowie im Bereich des Empfangs der von den GPS-Satelliten ausgesandten Mikrowellen. Um den Einfluss der Ionosphäre zu korrigieren wurde beispielsweise die ionosphärenfreie Linearkombination genutzt. Die anderen Fehlerquellen konnten mithilfe von Modellen sowie Korrekturdaten korrigiert werden. So ließen sich am Ende Orbits berechnen, die eine Richtigkeit von rund einem Dezimeter aufweisen. Um die auf den GRACE-Satelliten wirkenden gravitativen Störbeschleunigungen zu eliminieren, wurden diese von Drittkörpern ausgelösten Effekte modelliert. Zu diesen Effekten gehören die direkten Tiden, die Gezeiten der festen Erde, die Ozeangezeiten, und die Pol- und Ozeanpolgezeiten. Auch die nichtgravitativen Störbeschleunigungen wurden modelliert, jedoch eher zum Verständnis dieser Effekte. Dazu gehören der Atmosphärenwiderstand, der Strahlungsdruck der Sonne sowie die Erdalbedo. Diese Beschleunigungen werden im Akzelerometer des Satelliten gemessen. Um diese in zu nutzen, mussten ein Offset und ein Skalierungsfaktor in der späteren Ausgleichung mitgeschätzt werden. Hier wurde pro Achse ein Skalierungsfaktor für die gesamten Beobachtungen eines Monats sowie pro Achse jeweils ein Offset pro Tag geschätzt. Um aus den Positionsdaten des Satelliten, die für jede Epoche vorliegen, Beschleunigungen zu erhalten, muss numerische differenziert werden. Zunächst wurde der Orbit unter Anwendung von B-Splines geglättet, um die Qualität der Beschleunigungen zu verbessern. Um die Positionen abzuleiten, wurde ein Polynom achten Grades in die Positionsdaten geschätzt. Dieses konnte differenziert werden und damit die Beschleunigungen im Orbit berechnet werden. Von diesen Beschleunigungen können direkt die Störbeschleunigungen abgezogen werden – so sind nur noch die Beschleunigungen des Erdschwerefelds vorhanden.

Mithilfe der sphärisch harmonischen Analyse, die ein funktionales Modell zwischen den Beschleunigungen und den sphärisch-harmonischen Koeffizienten des Schwerefelds liefert, können diese Parameter in einem Gauß-Markov-Modell nach der Methode der kleinsten Quadrate geschätzt werden. Das Schwerefeldmodell wurde bis Grad 40 geschätzt.



DAS IN DIESEM PROJEKTSEMINAR BERECHNETE GEOID

Die Qualität des Modells wurde sowohl im Ortsraum als auch im Frequenzraum überprüft. Hierzu wurde zunächst das hier berechnete Modell mit dem ITGS Modell von 2008 verglichen. Dabei gibt es Differenzen von bis zu 15 cm, im

Mittel liegen diese aber nur bei sieben Zentimetern. Durch einen Vergleich dieses Fehlers pro Grad mit den Koeffizienten kann das Signal-zu-Rausch Verhältnis bestimmt werden und auch der maximal sinnvolle zu schätzende Entwicklungsgrad der Koeffizienten ermittelt werden. Eine Verbesserung könnte erreicht werden, indem die Beschleunigungen mittels einer direkten Ableitung aus den B-Splines gewonnen werden, die bereits zur Glättung des Orbits eingesetzt wurden.

**Studierende:** Yannick Breva, Falko Klasen, Annike Knabe, Kavita Krishnamurty, Johannes Kröger, Robert Schumann

#### LARGE SCALE MOBILE MAPPING CHANGE DETECTION (IKG)

BETREUER: CLAUS BRENNER, JULIA SCHACHTSCHNEIDER, ALEXANDER SCHLICHTING

Aufgabe des Projektseminars mit dem Titel „Large scale Mobile Mapping change detection“ war die Extraktion dynamischer Objekte, wie Fahrzeuge oder Fußgänger, aus Laserscanning-Daten eines Mobile-Mapping-Systems (siehe Abbildung 4). Zur Detektion der Dynamiken wurden zwei Ansätze gewählt: eine Änderungsdetektion sowie die Klassifizierung durch Verfahren des maschinellen Lernens.

Im Falle der Änderungsdetektion werden zwei Punktwolken desselben Gebietes aus unterschiedlichen Messkampagnen miteinander verglichen. Statische Objekte zeichnen sich dadurch aus, dass innerhalb eines bestimmten Radius korrespondierende Punkte in beiden Datensätzen gefunden werden können. Kann für einen Punkt kein korrespondierender Punkt im jeweils anderen Datensatz gefunden werden, so wird dieser als dynamisch markiert.

Zur Detektion dynamischer Objekte durch eine Klassifizierung wird zu-



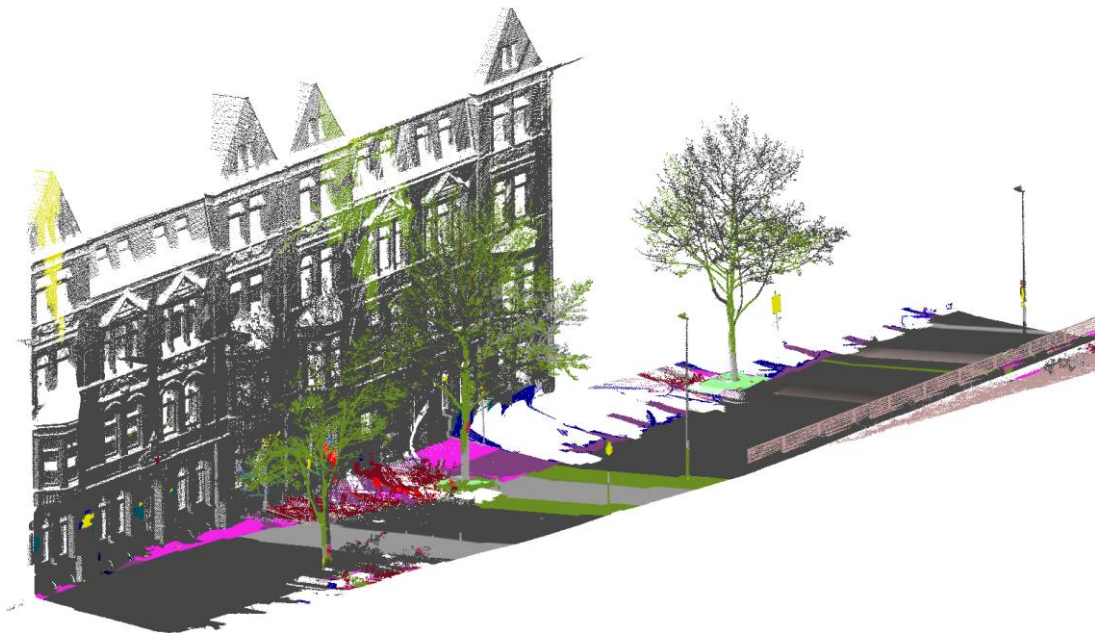
ABBILDUNG 4: URSPRÜNGLICHE PUNKTWOLKE EINES DATENSATZES, EINGEFÄRBT NACH DEN FARBWERTEN DER BILDER DER KAMERAS DES MOBILE-MAPPING-SYSTEMS.

nächst eine Segmentierung freistehender Objekte in den Punktwolken durchgeführt. Anschließend werden für jedes Objekt Merkmale bestimmt, welche im folgenden Klassifizierungsschritt verwendet werden. Diese Merkmale enthalten neben geometrischen Größen auch die Ergebnisse einer semantischen Klassifizierung der Bilder, welche zeitgleich zu den Laserscanning-Messungen durch Kameras des Mobile-Mapping-Systems aufgenommen und auf die Punktwolken projiziert wurden.

Die Einteilung der Objekte nach den Klassen *dynamisch* und *statisch* geschieht durch einen Random-Forest-Klassifizierer, ein bekanntes Verfahren aus dem Maschinellen Lernen. Durch dieses Verfahren konnten 89 % aller dynamischen Objekte detektiert werden.

Abbildung 5 zeigt eine Punktwolke nach Anwendung der Klassifizierung und Extraktion der resultierenden dynamischen Objekte. Als Ergebnis aus beiden Verfahren ist jeweils eine Referenzkarte entstanden, welche lediglich statische Objekte enthält und beispielsweise im Kontext des autonomen Fahrens verwendet werden kann.

**Studierende:** Ahmed Al-Taan, Adeolu Eribake, Anit Salgotra, Hasan Sharifi, Mirjana Voelsen



**ABBILDUNG 5: ERGEBNIS DER KLASSIFIZIERUNG. DIE RESULTIERENDE PUNKTWOLKE ENTHÄLT LEDIGLICH STATISCHE OBJEKTE. IN DIESEM FALL WURDEN DIE PUNKTE ANHAND DER ERGEBNISSE EINER SEMANTISCHEN KLASSIFIZIERUNG EINGEFÄRBT.**



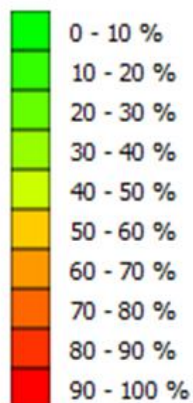
„AUTOMATICAL CLASSIFICATION OF AERIAL IMAGES FOR HYDROLOGICAL APPLICATIONS“ (IPI)

BETREUER: ANDREAS PAUL, CHUN YANG, APL. PROF. FRANZ ROTTENSTEINER

Bei der Bemessung von Kanalnetzen ist die Simulation des Abflusses mittels hydrodynamischer Kanalnetzmodelle Stand der Technik. Ein Kernpunkt dabei ist die Transformation von Niederschlag in Abfluss. Eine der wichtigsten Eingangsgrößen für die hydrodynamische Simulation ist der Anteil abflusswirksamer Flächen des Einzugsgebietes, welcher als Befestigungsgrad in Prozent angegeben wird. Dieser wird den einzelnen Grundstücken zurzeit manuell aus Luftbildern zugeordnet (siehe Abb.). Dabei stellen die aus der subjektiven Betrachtung resultierende Unsicherheit und die daraus folgende mangelnde Reproduzierbarkeit der Ergebnisse sowie der hohe zeitliche Erfassungsaufwand ein großes Problem dar.

Ziel dieses Projektseminars war die Entwicklung von Verfahren zur automatischen Bestimmung von Befestigungsgraden mittels Luftbilder. Zu diesem Zweck standen den Studierenden multispektrale Orthophotos, ein digitales Gelände- bzw. Oberflächenmodell sowie eine Liegenschaftskarte eines Einzugsgebietes in der Stadt Osnabrück zur Verfügung. Diese Daten waren mit unterschiedlichen Methoden zu klassifizieren, aus dem Klassifikationsergebnis konnten die Befestigungsgrade berechnet werden.

Am Anfang wurden in Absprache mit dem Projektpartner vier Trainings- und Testgebiete definiert, in denen von den Studierenden Referenzdaten digitalisiert wurden. Auf Basis der Luftbilder und Höhenmodelle wurden unterschiedliche Bildmerkmale für die Trainingsgebiete berechnet und mit Hilfe von verschiedenen Klassifikatoren, nämlich Random Forests, Support Vector Machines sowie einem kontextbasierten Verfahren auf Basis von Conditional Random Fields klassifiziert. Die Evaluierung erfolgte mit Hilfe der Referenzdaten. Dabei wurde der Einfluss der Auswahl der Merkmale auf



das Klassifikationsergebnis erhoben, und die verschiedenen Klassifikatoren wurden miteinander verglichen.

Abschließend wurden die Ergebnisse nachbearbeitet und anschließend die Befestigungsgrade berechnet. Es zeigte sich, dass die Verfahren ansprechende Ergebnisse liefern konnten und die Nachteile der manuellen Zuordnung beseitigen.

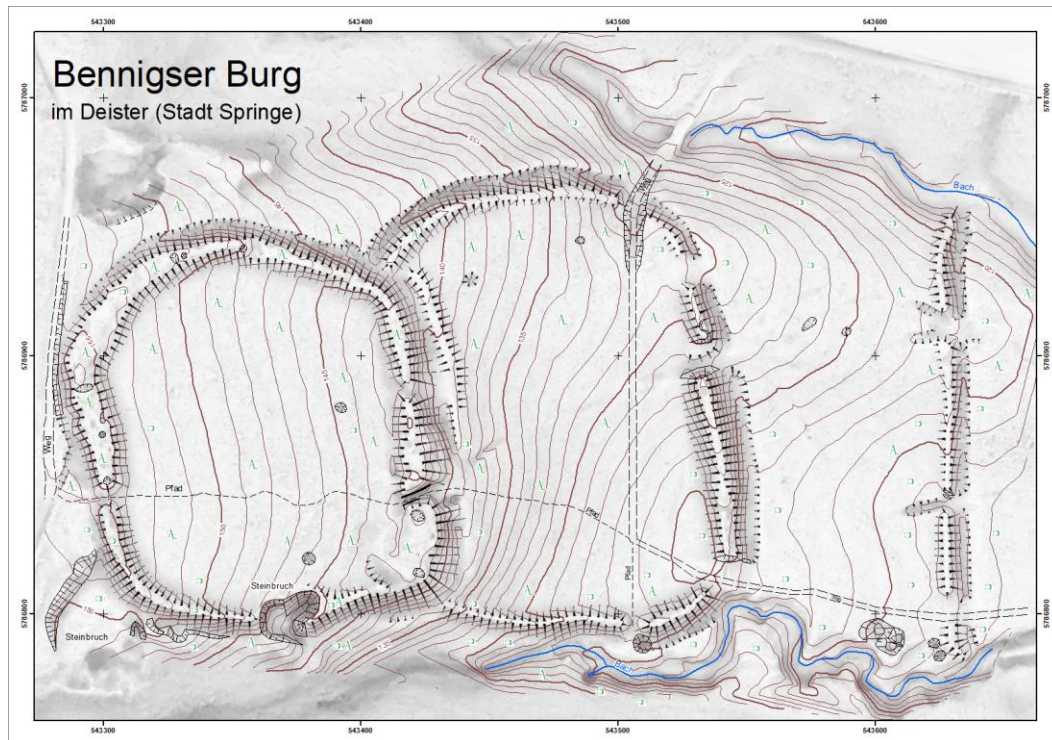
**Studierende:** Mareike Dorozynski, Najib Abdallah, Uwe Breitkopf, Victoria Kröger, Liu Yanting, Wang Zhiyuan

## PRAXISPROJEKTE IM STUDIENGANG GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK

PRAXISPROJEKT TOPOGRAPHIE (IKG) - 2017: BENNIGSER BURG IM DEISTER (STADT SPRINGE).

BETREUER: FRANK THIEMANN, MALTE SCHULZE, PAUL CZIOSKA, ALEXANDER SCHLICHTING

Die Überreste der mittelalterlichen Bennigser Burg finden sich am östlichen Deisterrand zwischen Steinkrug, Bennigsen und Völksen. Die 1,2 ha umfassende Hauptburg ist von einem noch bis zu sechs Meter hohen Wall inklusive Graben umgeben. Unterhalb schließt sich eine 1,4 ha große Vorburg an, welcher ein weiterer Verteidigungswall vorgelagert ist. Im Norden und Süden der Anlage bieten zwei tief eingeschnittene Bachläufe zusätzlichen Schutz. 180 m südlich der Hauptburg liegt ein weiterer 220 m langer Wall. Westlich der Burg in der Nähe der Bundesstr. 217 befinden sich einige steinzeitliche Grabhügel.



**HÖHENLINIENPLAN DER BENNIGSER BURG MIT SCHUMMERUNG AUS ALS-DATEN**

Das Praxisprojekt Topographie fand vom 10. bis 21. Juli in Bredenbeck am Deister statt. Unterkunft und Feldbüro fanden die 26 Teilnehmer im Schulandheim der Lutherschule. Die feintopographischen Aufnahmen der Burg und weiterer angrenzender Objekte (Wall, Grabhügel, Pinge) wurde noch vor Ort zu digitalen Geländemodellen und Höhenlinienplänen ausgewertet. Neben den Vermessungen an der Burg wurde eine Orientierungslaufkarte aufgenommen. Die Korrektheit der OL-Karte wurde durch die Übungsteilnehmer und die OL-Gruppe des Hochschulsports am letzten Abend mit einem Trainingslauf getestet. Bei einer Exkursion in das Schloss Marienburg konnten die Teilnehmer sich über die Geschichte des Welfenbauwerks informieren.



**Teilnehmende Studierende des Praxisprojekts:**

Anat Schaper, Angelika Thiel, Antonia Herwig, Christopher Wollny, Dennis Mussgnug, Dominik Ernst, Eike Marvin Sippel, Erwin Klassen, Finn Lukas Boie, Franziska Hannig, Jan Juengerink, Jan Lunge, Jana Berkel, Jonas Paulsen, Kim Sarah Janecki, Larissa Fabienne Kramer, Leon Kindervater, Lukas Kohlrantz, Markus Beck, Max Leonard Heiken, Niklas Kirchner, Nina Fletling, Sarah Tschoeke, Sharon Dornbusch, Tim Schimansky, Timo Kaminski

**PRAXISPROJEKT INGENIEURGEODÄSIE (GIH) - 2017: BAD SALZDETFURTH.**

**BETREUER: JOHANNES BUREICK, DMITRI DIENER, JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ**

Das Praxisprojekt „Ingenieurgeodäsie“ 2017 führte 28 Studierende aus dem 4. Bachelorsemester mit 3 Mitarbeitern, vom 11.07.-22.07.2017, in den Kurort Bad Salzdetfurth. Die langjährige Salzgewinnung rund um Bad Salzdetfurth hat in den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten Bodensenkungen im Bereich des angrenzenden Höhenzuges, den „Saubergen“, verursacht. Grund genug für Studierende und Mitarbeiter in der Umgebung dieses Teils des niedersächsischen Berglandes erneut -unmittelbar nach 2016 und 2015- das Praxisprojekt Ingenieurgeodäsie durchzuführen.

Am 11.07.2017 startete der gesamte Messtrupp, nach Verladen des Mess equipments, vom GIH aus und richtete sein Rechenbüro sowie die Studierenden ihr Nachtquartier –wie in den vergangenen Jahren- in der Turnhalle der Sothenbergschule in Bad Salzdetfurth ein. An dieser Stelle geht ein besonderer Dank an die Leitung und den Hausmeister der Sothenbergschule für die großzügige und unkomplizierte Bereitstellung der Räumlichkeiten.

Im Vorfeld des Praxisprojektes wurden mit der Unterstützung des Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung (LGLN) 26 Festpunkte, darunter 19 TP, ausgewählt, die in den ersten Tagen des Praxisprojektes mit satellitengestützten Verfahren (statische GNSS-Messungen) bestimmt wurden. Im weiteren Verlauf des Praxisprojektes dienten ausgewählte TPs sowie zusätzlich beobachtete Festpunkte der Festlegung des nördlichen und südlichen Portals des Polygonzuges über den Sauberg.

Der Fokus der Messungen lag wiederum auf der Bestimmung von Bodensenkungen im Bereich des Sauberges. Aus diesem Grund wurden zum einen die bereits 2015 und 2016 gemessenen Nivellementsschleifen (ca. 16 km Gesamtstrecke) über den Sauberg gemessen. Zum anderen wurden die Messungen über den Sauberg jeweils im Norden (4,5 km) und Süden (8,2 km) an Nivellementspunkte 1. Ordnung angeschlossen. Die in den Jahren 2015 und 2016 aufgetretenen Abweichungen zu den bekannten Sollhöhen konnten auch in diesem Jahr bestätigt werden. Neben dem umfangreichen Nivellement wurde ein 5,2 km langer Polygonzug mit bis zu 25 Brechungspunkten vom südlich der Sauberge liegenden Ort Wehrstedt über den Gipfelpunkt zum nördlich gelegenen Ort Wesseln gemessen. Der Koordinatenvergleich für den Gipfelpunkt zwischen GNSS und Tachymetrie betrug wenige Zentimeter.



**POLYGONZUG ÜBER DEN SAUBERG MIT STANDPUNKT AUF DEM GIPFELPUNKT (LNKS). NIVELLEMENT AM HANG DES SAUBERGES (OBEN UND UNTEN RECHTS). 3D-PUNKTWOLKE DER SOTHENBERGSCHULE (UNTEN MITTE).**

Des Weiteren erstellten die Studierenden eine 3D-Punktwolke der Sothenbergschule mit einem terrestrischen Laserscanner. Alle Messungen wurden zeitnah im Rechenbüro ausgewertet und die wichtigsten Ergebnisse in einem studentischen Vortrag am 21.07.2017 in der Aula der Sothenbergschule den zahlreichen Gästen vorgestellt.

#### **Teilnehmende Studierende des 4. Semesters im Praxisprojekt:**

Thido Anton Beening, David Braeth, Amir Abdelaziz Chouk, Martin Christoph, Hannes Faust, Viktoria Flessel, Felix Goedeke, Jannik Harland, Knut Hartmann, Jan Moritz Hartmann, Stefanie Heine, Karoline-Marie Isleif, Lukas Jaentsch, Claas Janssen, Vanessa Koppmann, Jana Kramp, Dennis Kulemann, Malin Langhoff, Paula Lilian Lippmann, Christopher Nagel, Lars Peter, Yannik Pilz, Anne Ponick, Basil Said Ahmad, Niklas-Maximilian Schild, Simon Alexander Voigtmann, Anna Maria Stella Wagner und Freya Wittkugel.

PRAXISPROJEKT LANDESVERMESSUNG UND SCHWEREFELD (IFE) – 2017: BAD FRANKENHAUSEN.

BETREUER: THOMAS KRAWINKEL, TOBIAS KERSTEN UND LUDGER TIMMEN

In der Zeit vom 10. Bis 14. Juli fand das Praxisprojekt *Landesvermessung und Schwerefeld* in Bad Frankenhausen, Thüringen, statt und verlief in enger Kooperation mit dem SIMULTAN Projekt (Geomonitoring). Hauptziel war es, für die SIMULTAN-Kampagnen eine Zwischenepoche zu realisieren, um Informationen bezüglich des Oberflächenverhaltens zu erhalten. Hierzu sind die Überwachungspunkte innerhalb und außerhalb potentieller Gefährdungsbereiche hochpräzise mit GNSS und relativer Gravimetrie zu bestimmen. Die Studierenden haben sich dabei mit den Zusammenhängen zwischen Geometrie und Geophysik auseinandergesetzt. Im Rahmen des Projektes wurden GNSS- und Gravimetriemessungen durchgeführt. Insgesamt wurden 7 GNSS Punkte in 6 Sessionen und einer Sessiondauer von 3 Stunden gemessen. Für das aus 10 Punkten bestehende Gravimeternetz wurden die relativen Schwereänderungen mit zwei Relativgravimetern Scintrex CG3 bestimmt. Aus den gewonnenen Daten werden im SIMULTAN-Projekt Modelle gestützt, die zur Früherkennung von Erdfällen hilfreich sein werden.

Die Auswertung der GPS-Messung erfolgte in der anschließenden Woche mit Leica Geo Office (LGO) im Innendienst. Die Studierenden setzten sich dabei intensiv mit der GNSS/GPS-Datenvorverarbeitung, der Basislinien und anschließenden Netzberechnung/Ausgleichung sowie mit der anschließenden Interpretation auseinander. Dabei konnten die notwendigen Kenntnisse und Fertigkeiten anhand praktischer Fragestellungen vertieft werden.

Das GNSS-Überwachungsnetz wurde in einem Punkt (SL03) fest gelagert und im Sinne eines Stern-Netzes ausgewertet. Das lokale Netz ist mittels SAPOS-Station Buttstädt (0221) an das übergeordnete Netz angeschlossen. Hierbei zeigte sich, dass an einem Punkt (GR01) deutliche Zyklensprünge der Trägerphasenmessung auftreten. An einem anderen Punkt konnten die Mehrdeutigkeiten nicht vollständig gelöst werden. Zu erklären ist dies mit der teils ungünstigen Lage einiger Punkte, die aufgrund der Kombination verschiedener Messsysteme (Gravimetrie, GNSS, Nivellement) nur einen Kompromiss bilden. Gute Ergebnisse konnten für drei andere, GNSS optimierte Netzpunkte realisiert werden.



MESSUNGEN IN BAD FRANKENHAUSEN MIT RELATIVGRAVIMETRIE (LINKS) UND GNSS (RECHTS).

Bezüglich des Epochenvergleiches konnten Punktverschiebung zwischen 2016 und 2017 vor allem in der Höhenkomponente im unteren Zentimeterbereich festgestellt werden.

Die 10 Punkte des Gravimetrienetzes wurden zur Driftkontrolle mit dem dreifachen Stepverfahren gemessen, sodass ein Messaufbau von Vor-Rück-Vor entsteht. Bei der freien Netzausgleichung wurden die Schwerewerte und die Drift mitgeschätzt, wobei die Datumsfestlegung (Schwereniveau) den Ergebnissen aus 2016 angepasst wurde.

Die größten Schwerevariationen im Vergleich zu den Schwerewerten aus 2016 sind bei den Punkten GR02 ( $-36 \text{ nm/s}^2$ ), GR12 ( $-33 \text{ nm/s}^2$ ) und GR04 ( $+64 \text{ nm/s}^2$ ) und GR05 ( $+56 \text{ nm/s}^2$ ) zu finden. Die Vermutung liegt nahe, dass hier eine Veränderung der Massenverteilung oder eine vertikale Bodenverschiebung stattgefunden hat. Aus den GNSS-Messungen geht hervor, dass die Punkte GR02 und GR12 in Relation zum Jahr 2016 um 2,8 cm beziehungsweise um 1,8 cm abgesunken sind. Eine Bewegung zum Geozentrum hin ist aber grundsätzlich mit einer positiven Schwereänderung verbunden. Da das Gravimetrienetz nicht mit Hilfe von absolutgravimetrischen Beobachtungen überwacht wurde, sondern nur relative Variationen innerhalb des Netzes festzustellen sind, kann ein Absinken des gesamten Gebietes nicht aus den relativgravimetrischen Messungen abgeleitet werden. Die Punkte GR04 und GR05 sind nicht in die GNSS-Messung einbezogen, es lassen sich keine weiteren Aussagen zu den Schwereunterschieden treffen.

Die Erkenntnisse und Ergebnisse sind in einem internen Bericht zusammengefasst, welcher der Landesvermessung Niedersachsen und Thüringen übergeben werden konnte und auf Nachfrage gern an Interessierte weitergeleitet werden kann.

Das Praxisprojekt wurde in Kooperation mit der Landesvermessung Niedersachsen (LGLN), der Landesvermessung Thüringen (TLVerm) und dem Leibniz Institut für Angewandte Geophysik (LIAG) durchgeführt.

**Studierende (6. Semester):** Sebastian Bliedung, Leonie Bödeker, Arne Ehrhorn, Jasmin Falkenburg, Thorben Freitag, Dominika Gamrat, Rebekka Handirk, Nico Heinzmann, Julia Mainz, Andreas Piter, Marie Woldau



## PRAXISPROJEKTE IM STUDIENGANG NAVIGATION UND UMWELTROBOTIK

### PRAXISPROJEKT NUUR I - 2017: NAVIGATION UND ORTUNG MIT MINDSTORMS ROBOTERN.

BETREUER: STEFFEN BUSCH, MAX COENEN, TOBIAS KERSTEN, SÖREN VOGEL

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



**Studierende:** Axman Jeldrik, Cao Liang, Diekmann Nico, Dieterich Lars, Everding Leonard, Hartberger Christian, Heinrich Konstantin, Hoelmann Mark, Huang Yinm Isensee Karola Tabea, Niu Jia, Song Ming, Song Yang, Wu Yulin, Yin Mengwei, Yuan Yunshuang, Yue Liangwei, Zhu Chen



## PRAXISPROJEKT NUUR II: „KALIBRIEREN, LOKALISIEREN UND KARTIEREN“.

BETREUER: STEFFEN BUSCH, MAX COENEN, TOBIAS KERSTEN, SÖREN VOGEL

Die Studierenden bearbeiteten in Zweiergruppen Themen aus den verschiedenen Fachgebieten mit verschiedenen Bezügen zu autonomen Fahrzeugen.

Am GIH wurde ein Ausgleichungsansatz zur Kalibrierung eines Multisensorsystems umgesetzt und validiert. Dafür mussten die Translationen und Rotationen sämtlicher Sensoren auf einer Plattform im Bezug zu einem definierten Plattformkoordinatensystem bestimmt werden. Um dies auch für das Sensorzentrum eines Velodyne Laserscanners zu realisieren, wurde ein indirekter Ansatz über Referenzgeometrien (Ebenen und Quadriken) im Objektraum gewählt.

Am IfE beschäftigten sich die Studierenden mit der GNSS-basierten Navigation von Binnenschiffen und deren Beeinflussung durch Brücken. Auf Grundlage eines Datensatzes, der auch vom aktuellen Projektseminar GuG intensiv unter anderen Fragestellungen bearbeitet wird, wurden zunächst anhand GNSS-bezogener Qualitätsparameter (DOP-Werte, Signalstärken, etc) die Beobachtungen analysiert und den Studien zu Signalabbrüchen an Brücken des Mittellandkanals gegenübergestellt. Zwei verschiedene trägerphasenbasierte Ansätze zur Bestimmung der Trajektorie des Schiffes wurden verglichen (PPP, kinematische Basislinie) und schließlich das GNSS-basierte Heading des Binnenschiffes für die gesamte Trajektorie bestimmt und quantifiziert.

Am IPI wurden Kameras zur Lokalisierung von sich bewegenden Fahrzeugen als relativ kostengünstige Alternative im Vergleich zu bspw. Laserscannern verwendet. In diesem Teilprojekt wurde ein Verfahren zur visuellen Odometrie umgesetzt, welches die Trajektorie eines Autos aus einer von diesem Auto aus aufgenommenen Stereo-Bildsequenz ermittelt. Grundlage hierfür bilden korrespondierende Bildpunkte in zwei zeitlich aufeinander folgenden Bildpaaren, aus welchen die relative Fahrzeugbewegung berechnet werden kann. Die Ergebnisse belegen die Eignung des entwickelten Verfahrens zur Positionsbestimmung, zeigen jedoch auch eine Anfälligkeit gegen mögliche Ausreißer in den korrespondierenden Bildpunkten auf.

Am IKG beschäftigte sich eine Gruppe mit dem Erstellen einer fahrstreifen genauen Karte des Königsworther Platzes mittels 3D Laserscanner. Die Studierenden kalibrierten den Scanner, führten Messungen durch und segmentierten mittels neuronalem Netzes automatisch Fahrzeuge in den Scans um mit einer Heatmap die Fahrspuren zu identifizieren.

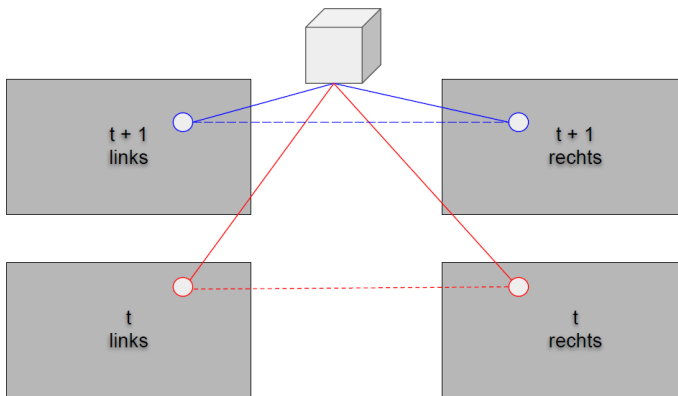
**Studierende:** Busse Jannik, Flasbarth Tim, Clermont Dominic, Kroemer Patrick, Langer Amadeus Claudius Titus, Niehaus Stephan, Yin Mengwei und Yuan Yunshuang.

## STUDENTISCHES FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSPROJEKT NUUR

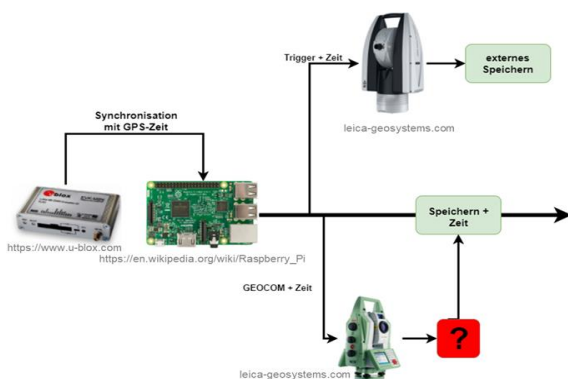
STUDENTISCHES FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSPROJEKT NUUR: „LOKALISIEREN, TRACKEN UND KARTIEREN“.

BETREUER: STEFFEN BUSCH, MAX COENEN, SÖREN VOGEL

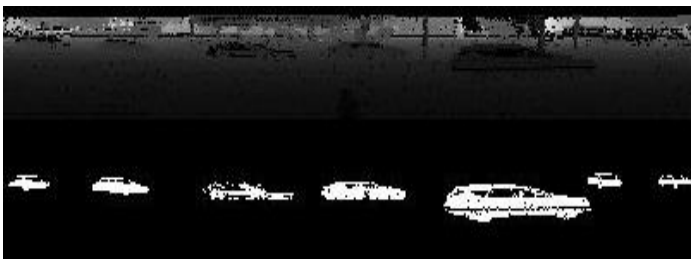
Das Forschungs- und Entwicklungsprojekt wurde genutzt um die Verfahren aus dem Praxisprojekt 2 weiter zu entwickeln und ein zeitsynchrones Tracking zu implementieren. Die sechs Studierenden setzten die Arbeit an den gewählten Instituten fort.



Das entwickelte Verfahren zur Visuellen Odometrie (VO) für die Bestimmung der Trajektorie eines Fahrzeugs am IPI wurde optimiert. Die zeit- und rechenaufwändige Zuordnung von korrespondierenden Bildpunkten in Stereo-Bildsequenzen wurde mittels Verwendung einer IMU beschleunigt. Außerdem wurden Ausreißer, die zu einer ungenaueren Lokalisierung führten, minimiert. Die Ergebnisse zeigen eine deutliche Verbesserung der resultierenden Trajektorie durch die schnellere und robustere Zuordnung korrespondierender Bildpunkte.



Aufgabe des Teilprojektes am GIH war die Realisierung und Validierung einer GPS-Zeitbasis für den Vergleich von synchron beobachteten Trajektorien anhand zweier unabhängigen Sensoren. Mit Hilfe eines Raspberry Pi und einem u-blox-Empfängers wurde eine zuverlässige Zeitbasis realisiert, sodass synchron beobachtete Trajektorien eines Tachymeters und Lasertrackers hinsichtlich verschiedener Kriterien miteinander verglichen werden konnten.



Die High Definition Gruppe am IKG optimierte ihre Fahrzeugdetektion des PP2 durch die Verwendung manuell gelabelter Daten zum Training des neuronalen Netzes und einer echtzeitfähigen Implementierung im ROS Framework.

**Studierende:** Busse Jannik, Flasbarth Tim, Clermont Dominic, Kroemer Patrick, Langer Amadeus Claudius Titus und Niehaus Stephan

# AUS DER GESELLSCHAFT

## BERICHT ÜBER DIE MITGLIEDERVERSAMMLUNG DER GESELLSCHAFT

Der Vorsitzende, Herr Dr.-Ing. Cord Jahn, eröffnet die Mitgliederversammlung am 21.11.2017 um 17:08 Uhr, und begrüßt die anwesenden Teilnehmer (insg. 31). Es wird die ordnungsgemäße Einladung und Beschlussfähigkeit festgestellt.

Die Versammlung gedenkt der verstorbenen Mitglieder des zurückliegenden Geschäftsjahres:

	Eintritt	Verstorben am
Ewald Ebrecht	1967	11.07.2017
Dr. Peter Schuhr	1966	25.02.2017
Wilfried Hartmann	2007	27.05.2017

Herr Dr. Jahn berichtet, dass seitens der Vorstandsarbeit viel Aufwand in der Bearbeitung der neuen Satzung und der zukünftigen Beitrags- und Förderrichtlinien geflossen ist. Er bedankt sich bei Herrn Wilhelm Zeddies, Schatzmeister, für sein außerordentliches und sehr erfolgreiches Engagement. Herr Jahn würdigt die Arbeiten zum Erstellen des letzten Fördererberichteheftes, welches er für sehr gelungen hält.

Es hatten sich 2 Kandidaten um den Walter-Grossmann-Preis (WGP) beworben. Beide zeichneten sich durch ihre besonders guten Masterabschlüsse und den sehr guten Presseartikeln aus: Axel Timmen u. Daniel Golnik. Eine eindeutige Entscheidung für einen Preisträger erwies sich als sehr schwierig. Da die Richtlinien zur Preisvergabe auch eine Aufteilung auf 2 Preisträger erlaubt, entschied sich das Kuratorium, den Preis an beide Kandidaten zu vergeben.

Seitens des Vorstandes wurde beschlossen, den bisherigen Abgabetermin der WGP-Bewerbung 31. August auf den 30. September zu verschieben. Der Beginn einer 6-monatigen Masterarbeit fällt häufig mit Anfang April zusammen, nachdem vorher die Prüfungen abgeleistet werden mussten. Die Absolventen des Vorjahres sind leider nicht mehr im aktuellen Universitätsgeschehen eingebunden und nur umständlich erreichbar, um sie auf eine mögliche Bewerbung um den WGP anzusprechen.

## MITGLIEDEREHRUNGEN

Die über 50 Jahre zur Gesellschaft gehörenden Mitglieder werden mit Urkunde geehrt. Ein Mitglied war zur Verleihung beim Kolloquium anwesend. In diesem Jahr sind es insg. 9 Personen:

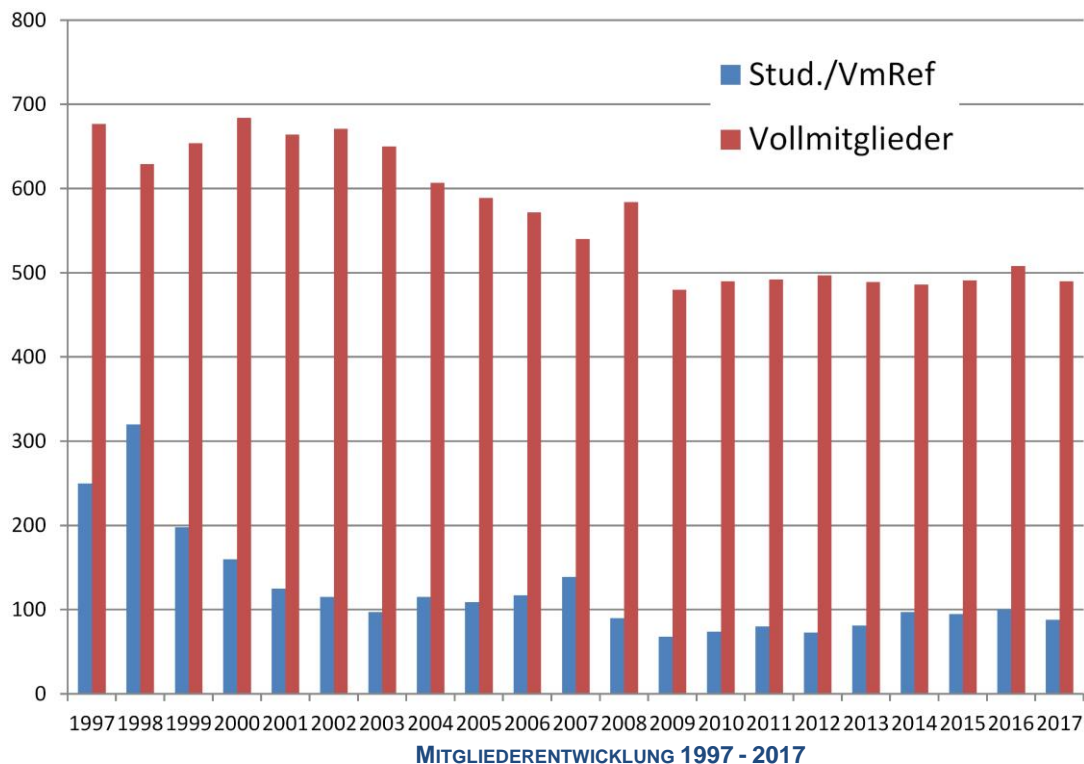
---

Herr	Siegfried Adam
Herr	Werner Brosche-Ritter
Herr Dr.-Ing.	Karsten Jacobsen (anwesend)
Herr	Heinz Münnekhoff
Herr	Peter Otto
Herr	Klaus Schneemann
Herr Dr.-Ing.	Gerhard Soltau
Herr	Hajo Wieting
Herr	Hartmut Zimmermann

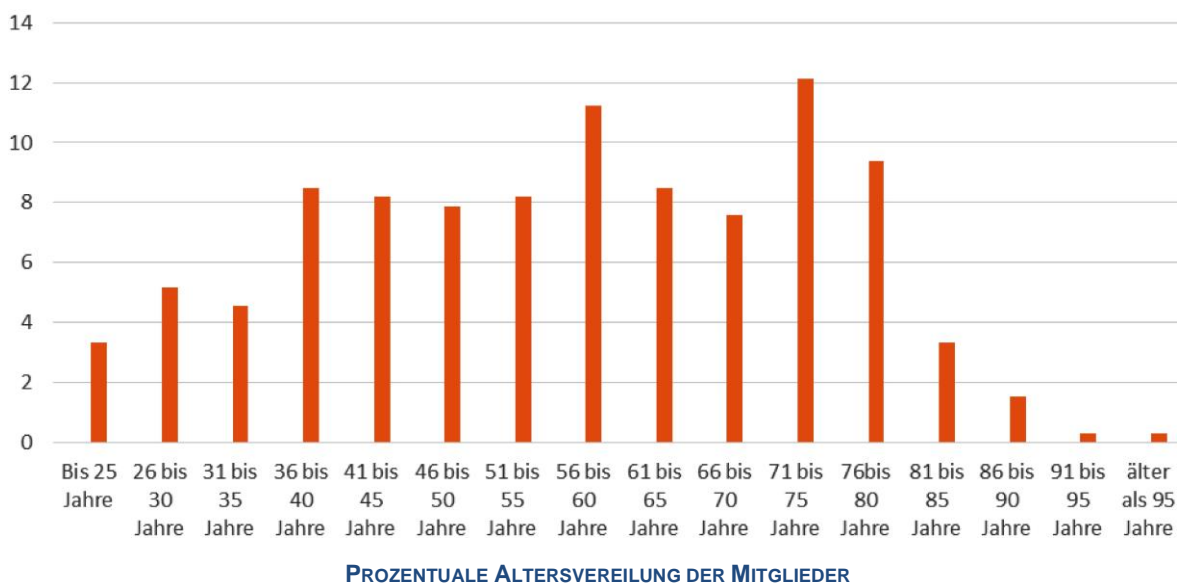
---

## MITGLIEDERENTWICKLUNG

Der Schatzmeister, Herr Wilhelm Zeddies, gibt im Folgenden einen Überblick über die Mitgliederentwicklung, die sich wie folgt darstellt: Bestand lt. Verz. d. Schatzmeisters Okt. 2017: 490 Vollmitglieder, 88 Studierende/Vermessungsreferendare (insgesamt 578).



Interessant ist die Betrachtung der Altersverteilung. 50% der Mitglieder fällt in die Gruppe 56 Jahre und älter. Unterstellt man sich eine Entwicklung wie bisher, so wird die Mitgliederzahl zukünftig merklich abnehmen. Ein Nachwuchsproblem könnte entstehen.



## KASSENBERICHT

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

### Jahresabschluss 2016-2017 (in Euro)

Bestand <b>Girokonto</b> am 01.10.2016	7.944,99
Summe Einnahmen	15.199,82
Summe Ausgaben	14.068,80
Bestand Girokonto am 30.09.2017	<b>2.076,01</b>
(nach Umbuchung von 7.000,-€ auf Festgeldkonto)	
Bestand <b>TopZins-Konto</b> am 01.10.2016	12.300,83
Zinseinkünfte	0,18
Umbuchung von Giro- auf Topzins-Konto	7.000,00
Bestand Topzins-Konto am 30.09.2017	<b>19.300,83</b>
<b>Gesamtbestand am 30.09.2017</b>	<b>21.376,84 €</b>

## BERICHT DER KASSENPRÜFER, ENTLASTUNG DES VORSTANDES

Der Jahresabschluss per 30.09.2017 wurde von den Kassenprüfern Herrn Witte und Herrn Dr. Willgalis geprüft. Die Prüfung der Buchungen ergab keine Beanstandungen. Die Buchführung und der Jahresabschluss entsprechen daher nach dem Ergebnis der pflichtgemäßen Prüfung den Vorschriften der Satzung. Auf Antrag von Prof. Torge erfolgte die Entlastung des Schatzmeisters und des Vorstandes durch die Mitglieder, welches einstimmig beschlossen wurde.

## HAUSHALTSPLAN 2017/2018

Der Schatzmeister präsentiert den Haushaltsplan 2017/2018, wie in der folgenden Tabelle gezeigt. Herr Zeddies stellt folgenden Beschlussantrag: „die Mitgliederversammlung stimmt dem Haushaltsplan 2017/2018 zu“. Dieser Antrag wird ohne Gegenstimme angenommen.

Der Haushaltsplan für das Geschäftsjahr 01.10.2017 – 30.09.2018 ist wie folgt genehmigt:

<b>Bestand am 1.10.2017</b> (Giro-/Festgeldkonto)	<b>21.376,84 €</b>
<b>Einnahmen</b>	
Mitgliedsbeiträge	13.500,00
Sonstiges (Zuschuss von der Leibniz-Universitätsgesellschaft, Spenden, Zinsen)	1.500,00
Summe Einnahmen (gerundet)	15.000,00
<b>Ausgaben</b>	
Walter-Großmann-Preis 2017	2000,00
Bachelor-Preis 2017/2018	500,00
Förderung der Geodätischen Exkursion	2.000,00
Förderung der Fachschaft	2.500,00



Sonderförderung Ausrichtung KonGeoS-Kongress 2018 durch Fachschaft	3.000,00
Förderung der 4 Institute	1.000,00
Sonderförderung Fachrichtung	2.500,00
Förderung Auslandsaufenthalt	1.000,00
Aufwendungen Gesellschaft allgemein	500,00
Mitgliedsbeitrag Leibniz-Universitätsgesellschaft	1.800,00
Fördererheft (Druckkosten und Versand)	3.100,00
<b>Summe Ausgaben</b>	<b>19.900,00</b>
<b>Voraussichtlicher Bestand am 30.09.2018 (gerundet)</b>	<b>16.500,00 €</b>

#### NEUFASSUNG DER SATZUNG UND DER BEITRAGS- U. FÖRDERRICHTLINIE

Wilhelm Zeddies stellt die vorgesehene Neufassung der Satzung und der Beitrags- und Förderrichtlinie anhand der mit der Einladung verschickten Synopse vor. Im Rahmen der Diskussion werden nur wenige Änderungen gegenüber der für die Jahreshauptversammlung versandten Satzungsfassung vorgenommen. Der Neufassung wurde einstimmig zugestimmt. Die Zusammenstellung der Beitrags- und Förderrichtlinie wurde ebenfalls einstimmig genehmigt. Ein Abdruck erfolgt im Berichtsheft.

#### WAHLEN

Sowohl der Vorstand mit den Beisitzern als auch einer der Kassenprüfer werden neu gewählt. Der bisherige Vorsitzende Herr Dr. Jahn kandidiert nicht wieder. Herr Wolfgang Haase übernimmt die Wahlleitung. Der bisherige stellvertretende Vorsitzende Herr Stündl stellt sich der Wahl zum Vorsitzenden und wird ohne Gegenstimme gewählt. Herr Jürgen Rüffer, bisher als Beisitzer im Vorstand, wird vom alten Vorstand vorgeschlagen. Herr Rüffer stellt sich kurz vor und nennt als seine Schwerpunktthemen bei einer Wahl seinerseits die Mitgliederwerbung und das Marking. Er wird ebenfalls ohne Gegenstimme gewählt. Der Schatzmeister Herr Wilhelm Zeddies stellt sich erneut zur Wahl und wird ohne Gegenstimme gewählt. Herr Dr. Stefan Willgalis als Kassenprüfer wird einstimmig für die nächsten 2 Jahre gewählt. Herr Andreas Witte (nicht anwesend) steht in der nächsten Jahreshauptversammlung 2018 zur Wiederwahl an. Die bisherigen Beisitzer (ohne Herrn Rüffer) stellten sich erneut zu Wahl der Beisitzer und werden ohne Gegenstimmen gewählt. Die Position eines 5. Beisitzers (bisher Herr Rüffer) kann vorerst nicht wiederbesetzt werden.

Die folgenden Personen erklären, dass Sie ihre Wahl annehmen:

- Dieter Stündl als Vorsitzender
- Jürgen Rüffer als stellvertretender Vorsitzender
- Wilhelm Zeddies als Schatzmeister
- Dr. Stefan Willgalis als Kassenwart
- Matthias Adam als Beisitzer
- Dr. Mark Hampe als Beisitzer
- Sandra Rausch als Beisitzer
- Dr. Bernd Wegener als Beisitzer

## BERICHT DER FACHRICHTUNG

Der Bericht aus der Fachrichtung wird in diesem Jahr durch Frau Prof. Monika Sester vom IKG gegeben. Auf eine ausführliche Darstellung des Inhaltes dieses Vortrags, insbesondere was die Institutsaktivitäten (Projektarbeiten) betrifft, kann hier verzichtet werden, da die vielen Einzelbeiträge mit Details im Berichtsheft publiziert werden.

Frau Sester schließt damit, dass sich die Fachrichtung über die Beiträge der Förderer (Interesse und Beteiligungen, finanzielle Unterstützung) sehr bedankt.

## BERICHT DER FACHSCHAFT

Herr Stefan Thoben berichtet von den Aktivitäten der Fachschaft Geodäsie und Geoinformatik im Zeitraum vom 17.11.2016 bis 21.11.2017. 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. Zusätzliche lokale Veranstaltungsaktivitäten für die Fachrichtung 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 Fußballturniers der Geodäten.

Im Rahmen der allgemeinen Selbstverwaltung in der Fachrichtung stellen die Geodäsiestudierenden 5 Personen im Fachschaftsrat der Fakultät und 2 Vertreter (als Stellvertreter) im Fakultätsrat. In folgenden Gremien innerhalb der Fakultät arbeitet die Fachschaft mit: Fakultätsrat, Studienkommission, Prüfungsausschuss und PR-Kommission.

Über Hannover hinaus sind noch einige nationale und internationale Veranstaltungen für die Fachschaftsarbeit von Bedeutung. Insg. 6 Fachschaftsmitglieder nahmen an der IGSM in Zagreb teil (International Geodetic Student Organisation, Juni 2017). Es wird von dem Treffen des proKonGeoS (Konferenz der GeodäsieStudierenden) in Hannover (März / April 2017), der KonGeoS Veranstaltung in Karlsruhe (Juni 2017) und danach in Zürich (Nov. 2017) berichtet. Im Vorstand des KonGeoS sind 2 Mitglieder aus Hannover vertreten.

Die erhaltenden Fördermittel des Förderervereins wurden im Wesentlichen für die An- und Abreise zu den KonGeoS Treffen und der IGSM verwendet. In 2018 findet die KonGeoS in Hannover statt, wo dann mit 150 bis 200 studentischen Gästen geplant wird und die von unserer Fachschaft organisiert wird.

Im Namen der Fachschaft Geodäsie und Geoinformatik bedankt sich Herr Thoben herzlich für die Unterstützung durch die Förderergesellschaft und weist dabei besonders auf die zugesagte große finanzielle Unterstützung bei der nächsten KonGeoS in Hannover hin.

## BERICHT ZUR GROßEN GEODÄTISCHEN EXKURSION 2017

Frau Lucy Icking stellt die Große Geodätische Exkursion vor, die in diesem Jahr Stationen im östlichen Teil Deutschlands beinhaltete und in der Zeit 09.10.- 13.10.2017 stattfand.

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

### Das Programm:

Mo, 09.10.	Rostock: Fraunhofer-Einrichtung für Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP
Di, 10.10.	Rostock: Bundesanstalt für Seeschifffahrt und Hydrographie BSH, Univ. Rostock
Mi, 11.10.	Neustrelitz/Berlin: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt DLR, Humboldtforum
Do, 12.10.	Potsdam/Berlin: GeoForschungsZentrum Potsdam GFZ, DLR
Fr, 13.10.	Berlin: Geobusters (Ingenieur- und Vermessungsbüro Dipl.-Ing. Uwe Krause/Institut für experimentelle Geodäsie), Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklung DSK

## VERSCHIEDENES

Die nächste Mitgliederversammlung wird auf den 20.11.2018 datiert. Die Mitgliederversammlung endet um 19:00 Uhr.

## ABSETZBARKEIT VON MITGLIEDSBEITRÄGEN

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

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

## AUFRUF BACHELOR-PREIS 2019 DER FÖRDERERGESSELLSCHAFT

Die Förderergesellschaft ruft Studentinnen und Studenten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der LUH, die in diesem Jahr erfolgreich den Bachelorabschluss erlangt haben, dazu auf, sich um den Bachelor-Preis 2019 zu bewerben. Die Vorschläge sind bis zum Ende des Jahres an den Vorstand der Förderergesellschaft zu richten und sollen spätestens am 31. Dezember beim Alumnibeauftragten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik eingereicht werden.

Die Anforderungs- und Verfahrensdetails sind in der Beitrags- und Förderrichtlinie der Förderergesellschaft nachzulesen (in diesem Heft).

## AUSLANDSAUFENTHALT AN DER UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

### ERASMUS-AUSLANDSSEMESTER VON SIMONE GÖRLER, 13.02.-07.07.2017

Seit Beginn meines Studiums wollte ich gerne ein Semester im Ausland verbringen. Das vierte Mastersemester bot sich gut an, da hier nur die Masterarbeit eingeplant ist, aber ich wollte trotzdem Kurse belegen. Für die Universität Politècnica de València (UPV) habe ich mich entschieden, da sie Master-Vorlesungen in meinem favorisierten Bereich Geoinformatik auf Englisch anbietet. Um mich auch außerhalb der Universität verständigen zu können, belegte ich im Fachsprachenzentrum der LUH ein halbes Jahr vorher Spanischkurse.

Valencia ist mit 800.000 Einwohnern die drittgrößte Stadt Spaniens und liegt am Mittelmeer, was das Studieren an der UPV für ca. 2000 Erasmus-Studenten pro Jahr attraktiv macht. Die meisten Fakultäten der UPV, darunter auch die *Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica* (ETSIGCT), befinden sich auf dem *Campus de Vera*, der im Nordosten der Stadt liegt.

Die meisten Studenten wohnen nicht in Wohnheimen, sondern in privaten Wohnungen, weswegen ich mir auch eine solche suchte. Während meiner fünf Monate in Valencia wohnte ich mit einer Spanierin und zwei weiteren Erasmus-Studentinnen aus Italien zusammen, mit denen ich eher Englisch gesprochen habe. Meine Wohnung hatte eine tolle Lage zwischen Universität, Stadt und Strand.

Ich habe drei Masterkurse belegt: "Environmental Cartographic Models", "GIS Application Development" und "Architectural Heritage Documenta-

tion". Alle drei waren ziemlich anwendungsbezogen, was mir gut gefallen hat. Nach einer zweistündigen Vorlesung wurden die Vorlesungsinhalte in einer ebenfalls zweistündigen Übung praktisch angewandt. So haben wir in "Environmental Cartographic Models" mit Hilfe verschiedener Software Was-



DAS 'BAUDENKMAL' WIRD TACHYMETRISCH AUFGENOMMEN.

sereinzugsgebiete aus Digitalen Geländemodellen abgeleitet, in "GIS Application Development" wurden eigene Applikationen für ArcGIS und QGIS mit arcpy und pyQGIS entwickelt. Für "Architectural Heritage Documentation" wurde ein 'Baudenkmal' auf dem Campus photogrammetrisch und mit dem Laserscanner aufgenommen, um daraus ein 3D-Modell zu erstellen. Die Professoren waren nett und haben bei Fragen gerne geholfen, auch wenn es zu Beginn teilweise Verständnisschwierigkeiten gab. Anders als in Deutschland wird die Note nicht mit einer Prüfung am Ende des Semesters ermittelt, sondern setzt sich aus mehreren Teilen zusammen: es gab eine Prüfung in der Mitte des Semesters und eine am Ende und zusätzlich Übungen und Projekte, die auch benotet wurden.

Nach der Uni hatte ich genügend Zeit, die Sonne in Spanien zu genießen, ob mit Freunden am Strand, bei einem Spaziergang durch den Turia-Park oder bei einem Tagesausflug in die Berge. Zu Ostern erkundete ich außerdem mit einer Freundin Andalusien und nach den letzten Klausuren den Nord-Osten Spaniens mit seiner schönen Küste. Mein Highlight in Valencia war es, das valencianische Frühlingsfest miterleben zu dürfen. Dieses ist nach den *Fallas* benannt, meterhohe Figuren aus Pappmaché, die am Ende des Festwochenendes verbrannt werden. Währenddessen finden einige Umzüge und Paraden statt, jeden Mittag und Abend gibt es ein Feuerwerk und Valencia ist voll von Menschen.

Insgesamt habe ich ein tolles Semester im sonnigen Valencia verbracht, viel gelernt und viele neue Leute aus aller Welt kennengelernt. Ich danke dem Fördererverein für die finanzielle Unterstützung meines Auslandsaufenthaltes, der mich persönlich und fachlich sehr bereichert hat.



EINE FALLAS WIRD VERBRANNT



## VERLEIHUNG DES BACHELOR-PREISES 2017



**HERR DIETER STÜNDL ÜBERREICHT DIE URKUNDEN UND DEN PREIS AN FRAU LUCY ICKING UND HERRN DOMINIC GRÜNING.**

Beim Geodätischen Kolloquium am 16.05.2017 ist der mit 500 Euro dotierte Preis an Frau Lucy Icking und Herrn Dominic Grüning (Doppelbewerbung) verliehen worden. Die Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover ehrt seit 2010 jährlich eine Bachelorabsolventin oder einen Bachelorabsolventen unserer Fachrichtung, die/der sich besonders im bisherigen Studium im Sinne der sozial-kommunikativen Schlüsselkompetenzen erfolgreich engagiert hat. Der Preis wird gemeinsam mit der Leibniz Universitätsgesellschaft e.V. verliehen.

## VERLEIHUNG DES WALTER-GROßMANN-PREISES 2017



**HERR DR. JAHN ÜBERREICHT DEN PREISTRÄGERN HERRN AXEL TIMMEN (LINKS) UND HERRN DANIEL GOLNIK DEN MIT 2000,- € DOTIERTEN PREIS.**

Die diesjährigen Preisträger M.Sc. Daniel Golnik und M.Sc. Axel Timmen wurden im Rahmen des Geodätischen Kolloquiums am 21.11.2017 mit dem Walter-Großmann-Preis geehrt.

Aufgrund der exzellenten Studienabschlüsse und den hervorragend geschriebenen "Presseartikeln" beider Kandidaten wurde in diesem Jahr der mit 2000 € dotierte Preis aufgeteilt. Axel Timmen hat als Thema "Geodäsie am virtuellen Arbeitsplatz", und Daniel Golnik schreibt zu "Geodäten sorgen für Sicherheit im Schienenverkehr". Die preisgekrönten Beiträge werden im Folgenden wiedergegeben.

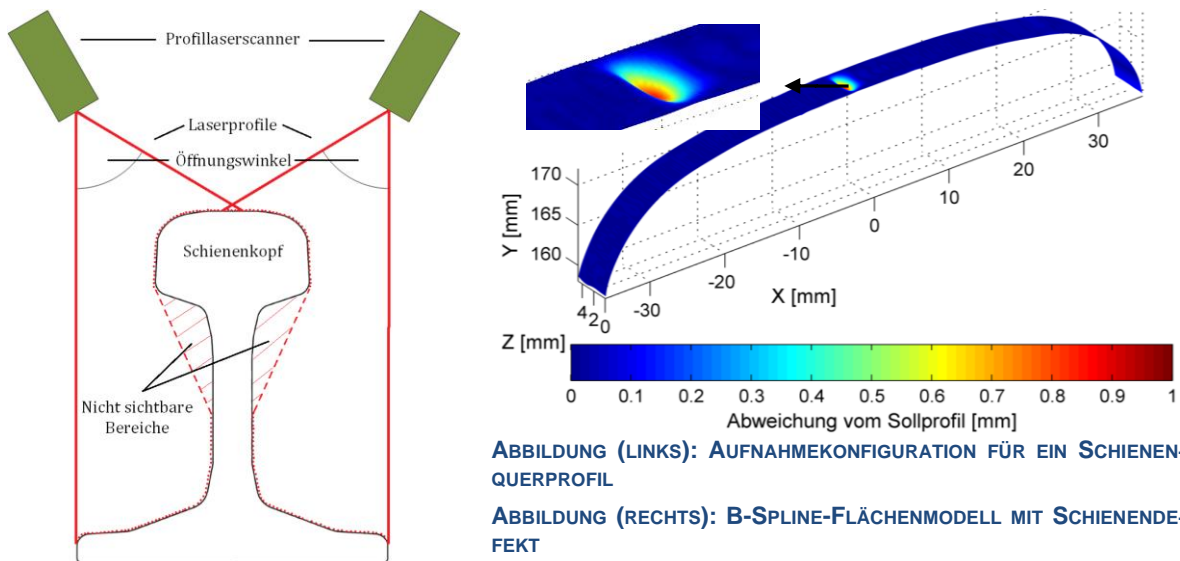
## GEODÄTEN SORGEN FÜR SICHERHEIT IM SCHIENENVERKEHR

(AUTOR: DANIEL GOLNIK)

Eisenbahnen zählen zu den meistgenutzten Transportmitteln im Personen- und Güterverkehr. Tagtäglich werden die Bahnschienen starken Belastungen ausgesetzt. Es treten Abnutzungen und Korrosion auf, die Ermüdungsdefekte und im schlimmsten Fall auch Schienenbrüche herbeiführen können. Im Oktober 2000 verursachte in Großbritannien südlich von Hatfield ein Schienenbruch die Entgleisung eines Hochgeschwindigkeitszugs mit 170 Fahrgästen. Vier Menschen starben und 70 wurden bei dem Unglück verletzt. Als Nebenursache wurde eine unzureichende Inspektion und Wartung der Gleise angeführt. Derartige Unglücke zeigen, wie wichtig es ist, Oberflächenfehler an Schienen effizient und zuverlässig zu detektieren. Doch auch in industriellen Umgebungen sind Führungs-, Leit- und Fahr-schienen verlegt, die regelmäßig und nach Möglichkeit automatisiert zu

überwachen sind. Gerade im Bereich der Kranbahnen wirken durch hohe Traglasten noch größere Kräfte auf die Schienen. Umso bedeutender ist es, auch Abnutzungen der Schienenelemente zu dokumentieren.

Auch die Geodäsie stellt Erfassungs- und Auswertemethoden bereit, die entscheidend dazu beitragen, die Sicherheit im Schienenverkehr zu verbessern. So wurde am Geodätischen Institut der Leibniz Universität Hannover in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro Dr. Hesse und Partner Ingenieure (dhp: i) der Messwagen ARTIS entwickelt, der die Oberfläche einer Schiene u.a. mit zwei Laser-Profil-Sensoren kontaktlos in Submillimetergenauigkeit abtastet. Die beiden Profillaserscanner blicken von schräg oben auf die Schiene (siehe Abb.) und befinden sich auf einem Messwagen, der die zu vermessende Schiene abfährt.



Eine Spezialoptik weitet bei diesem Messverfahren einen Laserstrahl zu einer Laserlinie auf und projiziert diese auf die Oberfläche des Messobjekts. Das ausgesendete Licht wird am Objekt reflektiert und wieder durch einen Empfangssensor im Gerät registriert. Die Punktinformation besteht aus dem Abstand zwischen Schienenoberfläche und Profillaserscanner sowie der Lage auf der Laserlinie. Durch Zusammenfügen der Informationen beider Laser-Profil-Sensoren wird die Schiene im Querprofil aufgenommen. Mit fortschreitender Bewegung des Messwagens werden nun weitere Querprofile der Oberfläche erfasst. Um nun die Lage und Ausrichtung der Profile auf der Schiene zu bestimmen, sind sogenannte referenzierende Sensoren notwendig: Ein Inklinometer misst daher kleinste Neigungen des Messwagens während der Fahrt und z.B. ein Lasertracker beobachtet von außerhalb hochgenau die Positionen der Plattform auf der Schiene. Auf diese Weise wird das Schienenobjekt während der Fahrt detailliert vermessen und es ergibt sich bei Zusammensetzung aller Querprofile eine umfangreiche Menge an 3D-Punkten – eine sogenannte Punktwolke. Da die aufgenommenen 3D-Informationen jedoch einem zufälligen, messungsbedingtem Rauschen unterliegen, ist eine Modellierung unumgänglich. Ziel ist es dabei, die Geometrie der Schiene über die Messpunkte bestmöglich mathematisch zu beschreiben. Es steht neben der Ermittlung von Position und Höhe der Schiene vor allem die Bestimmung von Abweichungen von der

Soll-Geometrie der Schiene durch Oberflächenfehler und Abnutzungen im Vordergrund.

Bei der erfassten Schiene handelt es sich allerdings um ein sehr komplexes Messobjekt mit verschiedenen Herausforderungen: Ein Schienenquerprofil setzt sich aus Geraden und Kreisbögen verschiedener Radien zusammen. Zusätzlich treten abschattungsbedingte Datenlücken auf, da die Laser-Profil-Sensoren nicht alle Bereiche des Querprofils erfassen. Betriebsbedingte Beschädigungen führen darüber hinaus dazu, dass das mathematische Modell auf weitere abrupte Krümmungsänderungen abzustimmen ist. Zur mathematischen Beschreibung einer derartigen Punktwolke eignen sich besonders Freiformkurven und Freiformflächen wie B-Splines. Sie bestehen aus stückweisen Polynomen und weisen die notwendige Flexibilität auf, um sich auch an kleinräumige Schienendefekte und auftretende Abnutzungen anzupassen. Die Güte der Approximation der B-Splines an die aufgenommenen Punkte ist entscheidend von der Bestimmung der Knotenvektoren abhängig. Je kleiner die Abstände zwischen den im Vektor enthaltenen Knoten sind, desto besser können Krümmungsänderungen modelliert werden. Es gibt jedoch keine Möglichkeit, um die optimale Lage der Knoten mathematisch festzulegen. Daher greifen viele Verfahren auf metaheuristische Ansätze zurück. Eine dieser Methoden wurde von Bureick et al. (2016) entwickelt. Sie generiert zufällig Knotenvektoren, gewichtet die Knoten, die zu guten Anpassungen führen, höher und nähert sich auf diese Weise Schritt für Schritt einem optimalen Knotenvektor an.

Ein auf B-Spline-Kurven basierender Ansatz greift diese Vorgehensweise der Knotenvektorbestimmung auf. In der Regel ändert sich von einem Schienenquerprofil zum nächsten nur ein Bruchteil der Geometrie. Abnutzungen und Oberflächenfehler treten vor allem im Bereich des Schienenkopfes auf – dem Bereich, der auch in Kontakt mit den Rädern von Schienenfahrzeugen steht. Die übrigen Bereiche des Schienenprofils sind meist nicht von Deformationen betroffen. Es bietet sich daher an, die Punktwolke querprofilweise durch B-Spline-Kurven zu modellieren. Dabei kann der ermittelte Knotenvektor eines Querprofils als Vorwissen in die Modellierung des darauffolgenden Querprofils eingebunden werden. Eine andere Möglichkeit besteht darin, mehrere aufgenommene Querprofile gemeinsam durch eine B-Spline-Fläche zu modellieren. In der rechten Abbildung ist der Ausschnitt eines B-Spline-Flächenmodells dargestellt. Es zeigt sich, dass auch Schienendefekte sehr kleinen Ausmaßes durch den entwickelten Algorithmus detektiert werden.

Sowohl die auf B-Spline-Kurven als auch die auf B-Spline-Flächen beruhende Auswertemethode bietet in Kombination mit einer hochgenauen Aufnahme durch beispielsweise den Messwagen ARTIS die Möglichkeit, Abweichungen der Schiene von ihrer Soll-Geometrie detailliert und zuverlässig aufzudecken. Durch diesen geodätischen Ansatz können somit nicht nur Oberflächenfehler erkannt, sondern auch Abnutzungen quantifiziert werden. Herkömmliche automatisierte Prüfverfahren beschränken sich i.d.R. auf die Detektion von Schienenfehlern. Das Ausmaß von Abnutzungen bleibt bei ihnen unberücksichtigt.

## GEODÄSIE AM VIRTUELLEN ARBEITSPLATZ

(AUTOR: AXEL TIMMEN)

Zurzeit erobern sogenannte virtuelle Welten den Markt für Spiele und Filme. Vor wenigen Jahren waren Millionen Menschen mit der Veröffentlichung des vielfach ausgezeichneten Kino-Hits Avatar fasziniert von der neuen 3D-Technologie, mit deren Hilfe Zuschauer fühlen können, sie seien ein Teil der Geschichte. Heute ist die zugrundeliegende Technik keine Besonderheit mehr. Jeder zweite Kinofilm wird mit 3D beworben. Auch heimische Fernsehgeräte diverser Hersteller verfügen bereits über 3D-Displays, allerdings in Verbindung mit dafür notwendigen Brillen.

Der logische nächste Schritt in der Technik geht vielmehr weg von der Betrachtung eines 3D-Filmes mit Beschränkung des Sichtfeldes auf ein statisches Display oder eine Kinoleinwand hin zum völligen Hineinversetzen des Betrachters in eine Welt, die 360° um ihn herum erkundbar ist. Sogenannte Virtual Reality Headsets sind dafür inzwischen auf einem stetig wachsenden Markt verfügbar und ermöglichen das Eintauchen in eine Vielzahl an Filmen und Spielen. Dabei ist die eingesetzte Technik vergleichsweise simpel. Es genügt, dass ein Display nahe vor die Augen gehalten wird und die virtuelle Welt darstellt. Weitere Sensoren erfassen tatsächliche Kopf- und Körperbewegungen, die dann in Echtzeit 1:1 in die simulierte Umgebung übertragen werden.

Neben der Entertainment-Branche kann diese Technik zukünftig auch in der Geodäsie und Geoinformatik eine wichtige Rolle spielen. Durch das mit dem messtechnischen Fortschritt verbundene Umdenken von einfachen, wenigen 2D-Informationen zu Massen-Daten mit 3 (und mehr) Dimensionen sind die Anforderungen an die manuelle Datenauswertung deutlich gestiegen. Die Menge an Informationen nimmt weiter zu, die Nachfrage nach automatisiert ablaufenden Algorithmen zur Verarbeitung ist daher entsprechend hoch.

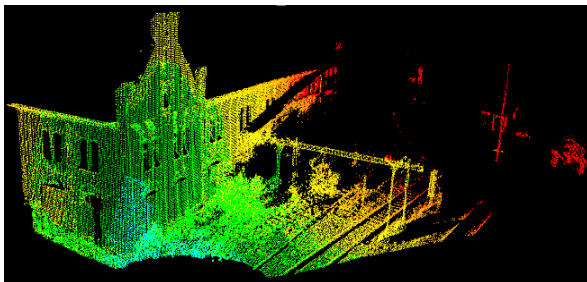
Mit Instrumenten wie einem Laserscanner können viele Punkte im Raum in kürzester Zeit vermessen werden. Das Messgerät sendet in kleinen Winkelschritten einen Laserstrahl aus, den das jeweilige Zielobjekt (wie z. B. eine Wand) reflektiert, sodass er abschließend zum Sendepunkt zurückkehrt. Durch spezifische Verfahren kann ermittelt werden, welche Strecke der Laser zurückgelegt hat und in welche Richtung gemessen wurde. Aus den Messelementen erfolgt schließlich die Berechnung von 3D-Koordinaten für viele, den gesamten Raum abtastende Punkte. Die entstehende Datenmenge ist abhängig von Gerät und Einstellungen, umfasst aber in der Regel mehrere Millionen Punkte. Die Visualisierung an einem einfachen 2D-Monitor gestaltet sich entsprechend mühselig. Die fehlende Möglichkeit der Tiefendarstellung macht Punkte im Vorder- und Hintergrund kaum differenzierbar. Aus diesem Grund wurde ein Ablauf entwickelt, um mit geeigneter Software die Überführung der räumlichen Daten in eine virtuelle Realität zu ermöglichen. So soll dem Betrachter ein gutes Gefühl für die tatsächliche Lage im Raum vermittelt werden, wodurch die Messdaten besser zu analysieren und bearbeiten sind.

Die Visualisierung von Millionen Messdaten stellt allerdings hohe Anforderungen an einen standardmäßig eingesetzten Desktoprechner. Die Darstellung in einer virtuellen Realität ist deutlich anspruchsvoller und dadurch

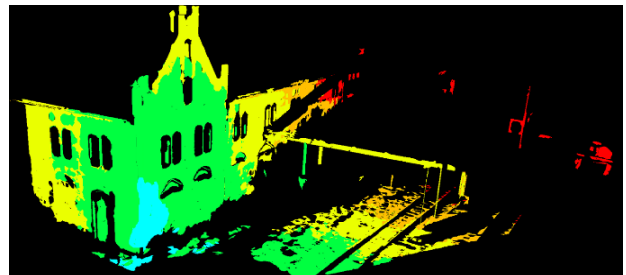
schwer mit den in Virtual Reality Headsets verbauten technischen Ressourcen zu bewältigen. Zur Vereinfachung wurde daher ein Algorithmus entwickelt, der benachbarte Punkte zu Flächenobjekten zusammenfasst. So werden aus Millionen Punkten Hunderte Flächen, was die Speicher- und Rechenlast deutlich reduziert.

In den meisten, uns täglich begegnenden Situationen spielt Qualität eine große Rolle. Im Allgemeinen stellt jedermann unterschiedliche Ansprüche daran und hat auch verschiedene Vorstellungen über die Bedeutung. In der Geodäsie sticht die Genauigkeit als wesentliche Komponente der Qualität hervor. Für einen wahren Geodäten sind Millionen Messdaten ohne Informationen über die Genauigkeit der Beobachtungen kaum vorstellbar. Beim Laserscanning ist in diesem Bereich noch weiterer Forschungsbedarf erforderlich. Zwar gibt es in der Regel eine grobe Aussage darüber, welche Genauigkeitsansprüche Messdaten erfüllen können. Diese sind allerdings bezogen auf spezielle Messbedingungen wie die Entfernung oder die Farbe des Ziels. Der schwer abschätzbare Teil der Genauigkeit des Laserscannings stammt aus den unbekanntem Eigenschaften des vermessenen Objektes. Beispielsweise sind dunkle Flächen aufgrund der hohen Absorption schlecht geeignet. Daher wurde ein Ansatz entwickelt, der über die für jeden einzelnen Punkt gemessene Intensität (Stärke des wieder empfangenen Signals) eine Aussage zur Genauigkeit des einzelnen Messpunktes zulässt. Dieses Vorgehen ist möglich, da plausible Zusammenhänge beispielsweise zwischen der Signalstärke und Entfernung, Farbe sowie Auftreffwinkel bestehen. Ein weit entfernter Messpunkt, ein dunkles Zielobjekt und ein flacher Auftreffwinkel führen allesamt zu einer geringeren Intensität sowie Genauigkeit. So kann für jeden einzelnen der Millionen Messdaten eine Qualitätsaussage abgeleitet werden und eine Einfärbung beispielsweise nach Ampelfarben signalisieren, welche Messbereiche unzureichend oder gut bestimmt vorliegen.

Durch die Zusammenführung der entwickelten Arbeitsschritte kann somit aus einer 3D-Punktmenge ein nach seiner Qualität eingestuftes, Rechenleistung schonendes 3D-Modell (vgl. Abb.) in einer virtuellen Realität betrachtet und bewertet werden. Dies ist insbesondere im Außendienst unmittelbar nach Messungen vor Ort von großem Interesse. Es lässt sich ein gutes Gefühl für Schwachstellen und Lücken der Aufnahme entwickeln, was bei der Betrachtung am Standard-Monitor schwierig und umständlich ist. Die Qualitätsanalyse am virtuellen Arbeitsplatz – auch die Geodäsie geht mit der Technologie in Richtung Zukunft.



NACH QUALITÄT BEWERTETE 3D-PUNKTMENGE AUS LASERSCANNING-BEOBACHTUNGEN



ABGELEITETES 3D-MODELL OHNE DIE MESSUNG STÖRENDES BUSCHWERK



# SATZUNG DER FÖRDERERGESELLSCHAFT GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK DER LEIBNIZ UNIVERSITÄT HANNOVER

NACH DEM BESCHLUSS DER MITGLIEDERVERSAMMLUNG VOM 21. NOVEMBER 2017

## § 1

### Allgemeine Bestimmungen

Die Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover hat ihren Sitz in Hannover.

Sie wahrt parteipolitische Neutralität. Sie räumt den Angehörigen aller Völker und Rassen gleiche Rechte ein und vertritt den Grundsatz religiöser und weltanschaulicher Toleranz.

Das Geschäftsjahr dauert vom 1. Oktober bis 30. September des Folgejahres.

## § 2

### Zweck der Förderergesellschaft

Zweck der Förderergesellschaft ist die Förderung von Wissenschaft, Forschung und Lehre in den Instituten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik sowie die finanzielle Unterstützung der Fachschaft Geodäsie und Geoinformatik. Der Satzungszweck wird verwirklicht durch die Beschaffung von Mitteln für die Institute und die Fachschaft der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik zur Verwirklichung des genannten steuerbegünstigten Zwecks sowie durch die Vergabe von Preisen für besondere wissenschaftliche Leistungen und besondere Leistungen im Bereich von Schlüsselkompetenzen. Näheres regelt die Beitrags- und Förderrichtlinie.

Sie soll darüber hinaus eine gute Zusammenarbeit zwischen Praxis und Universität herbeiführen sowie Versuchsarbeiten anregen und fördern.

Die Mitglieder werden durch Vorträge und Vorführungen, Jahres- und Versuchsberichte über diese Arbeiten unterrichtet. Sie haben das Recht, die Einrichtungen der Fachrichtung zu besichtigen und an den Untersuchungen teilzunehmen, soweit dies betrieblich möglich ist.

## § 3

### Gemeinnützigkeit

Die Förderergesellschaft verfolgt ausschließlich und unmittelbar gemeinnützige Zwecke im Sinne des Abschnitts „steuerbegünstigte Zwecke“ der Abgabenordnung. Der Zweck der Förderergesellschaft ist von der voranstehenden Bestimmung des § 2 der Satzung bestimmt. Die Förderergesellschaft ist selbstlos tätig. Sie verfolgt nicht in erster Linie eigenwirtschaftliche Zwecke.

Mittel der Förderergesellschaft dürfen nur für die satzungsmäßigen Zwecke verwendet werden. Die Mitglieder erhalten keine Zuwendungen aus Mitteln der Förderergesellschaft.

Es darf keine Person durch Ausgaben, die dem Zweck der Förderergesellschaft fremd sind, oder durch unverhältnismäßig hohe Vergütung begünstigt werden.

## § 4

## Mitgliedschaft

Mitglieder der Gesellschaft können Einzelpersonen, Körperschaften, Behörden, Firmen usw. des In- und Auslandes werden.

Über den schriftlich zu stellenden Antrag auf Mitgliedschaft entscheidet der Vorstand.

Die Mitgliedschaft endet durch Austritt zum Ende des Geschäftsjahres oder durch Tod. Die Austrittserklärung muss dem Vorstand bis zum 1. Juli des Jahres schriftlich zugegangen sein.

Eine Mitgliedschaft kann vom Vorstand aberkannt werden, wenn ein Mitglied mit seinen Beiträgen trotz schriftlicher Mahnung länger als ein Jahr im Rückstand geblieben ist.

Persönlichkeiten, die sich besondere Verdienste um die Gesellschaft erworben haben, können auf Beschluss der Mitgliederversammlung der Gesellschaft zu Ehrenmitgliedern ernannt werden. Der Beschluss ist mit mindestens Dreiviertelmehrheit der bei der Mitgliederversammlung anwesenden Mitglieder zu fassen. Ehrenmitglieder genießen sämtliche Mitgliedsrechte, sind jedoch von der Beitragspflicht befreit.

## § 5

## Beiträge

Die Förderergesellschaft erhebt zur Finanzierung ihrer Aufgaben Beiträge.

Die Höhe der Beiträge wird von der Mitgliederversammlung beschlossen. Näheres regelt die Beitrags- und Förderrichtlinie, die nicht Bestandteil der Satzung ist.

Der Beitrag ist in einer Summe bis spätestens 31. März jeden Jahres fällig. Rückständige Beiträge werden unter Berechnung einer Verzugsgebühr, über deren Höhe die Mitgliederversammlung beschließt, angemahnt.

Für anteilig gezahlte Beiträge, die nach dem Ende einer Mitgliedschaft den Zeitraum, für den der Beitrag gezahlt wurde, übersteigen, erfolgt keine Rückzahlung.

## § 6

## Organe

Die Organe der Förderergesellschaft sind

die Mitgliederversammlung

der Vorstand

die Kassenprüfer

## § 7

## Mitgliederversammlung

Die Mitgliederversammlung soll möglichst jährlich stattfinden. Sie wird vom / von der 1. Vorsitzenden, im Vertretungsfall vom / von der 2. Vorsitzenden geleitet. Ort, Zeitpunkt und Tagesordnung sind mindestens zwei Wochen vorher in Textform bekanntzugeben.

Die Mitgliederversammlung beschließt insbesondere über:

Die Wahl des Vorstandes

Die Wahl der Kassenprüfer

Die Entlastung des Vorstandes

Die Höhe der Beiträge und Verzugsgebühren

Den Haushaltsplan

Anträge von Vorstand und Mitgliedern

Die Ernennung von Ehrenmitgliedern

Satzungsänderungen und Auflösung der Gesellschaft

Über die Mitgliederversammlung ist eine Niederschrift anzufertigen, die von zwei Mitgliedern des Vorstandes zu unterzeichnen ist. Beschlüsse sind wörtlich aufzunehmen. Die Niederschrift soll den Mitgliedern in geeigneter Form bekannt gegeben werden.

## § 8

## Vorstand

Der Vorstand besteht aus dem / der Vorsitzenden, dem / der Stellvertretenden Vorsitzenden, dem Schatzmeister / der Schatzmeisterin sowie bis zu 5 Beisitzern / Beisitzerinnen. Die Beisitzer sollen die verschiedenen Berufszweige der Geodäsie und Geoinformatik repräsentieren. Die Mitglieder des Vorstandes sind ehrenamtlich tätig.

Der / die Vorsitzende – in seinem / ihrem Verhinderungsfalle der / die stellvertretende Vorsitzende – und ein weiteres Vorstandsmitglied bilden den Vorstand im Sinne des § 26 BGB. Sie sind jeweils zu zweit berechtigt, die Gesellschaft gerichtlich und außergerichtlich zu vertreten und für sie zu zeichnen.

Der Vorstand wird durch die Mitgliederversammlung für die Dauer von zwei Jahren gewählt. Er bleibt bis zur Neuwahl im Amt.

Beim Ausscheiden oder bei dauernder Verhinderung von Mitgliedern des Vorstandes oder eines Beisitzers / einer Beisitzerin kann der Vorstand das Amt bis zur nächsten Mitgliederversammlung durch geeignete Mitglieder der Förderergesellschaft kommissarisch besetzen. Bei der nächsten Mitgliederversammlung ist das Amt durch Neuwahl für die restliche Dauer der Amtsperiode zu besetzen.

## § 9

## Kassenprüfer

Die Mitgliederversammlung wählt jeweils für die Dauer von zwei Jahren 2 Kassenprüfer/innen, von denen jeweils der/ die eine in einem geraden, der/

die andere in ungeraden Jahren zu wählen ist. Direkte Wiederwahl ist zulässig. Die Kassenprüfer haben gemeinsam die Abwicklung der Kassengeschäfte zu prüfen und hierüber eine Niederschrift zu fertigen, die dem / der 1. Vorsitzenden auszuhändigen ist. Sie haben über das Ergebnis der Kassenprüfung der Mitgliederversammlung zu berichten.

#### § 10

Alumnibeauftragte/r der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik

Der / Die Alumnibeauftragte ist zuständig für den Kontakt zwischen der Gesellschaft und der Fachrichtung. Er / Sie wird im Einvernehmen mit dem Vorstand von der Fachrichtung bestellt. Der / Die Alumnibeauftragte nimmt an den Sitzungen des Vorstandes ohne Stimmrecht teil.

#### § 11

##### Satzungsänderung und Auflösung

Änderungen der Satzung und die Auflösung der Gesellschaft können von der Mitgliederversammlung nur beschlossen werden, wenn in der Einladung darauf hingewiesen worden ist. Für diese Beschlüsse ist eine Mehrheit von 2 / 3 der anwesenden Mitglieder erforderlich.

Bei Auflösung oder Aufhebung der Förderergesellschaft oder bei Wegfall ihres bisherigen Zwecks fällt das Vermögen an die Leibniz Universitätsgesellschaft Hannover e.V., die es unmittelbar zur Förderung der Gemeinschaftsarbeit zwischen Wissenschaft und Praxis auf ausschließlich gemeinnütziger Grundlage zu verwenden hat.

#### § 12

##### Datenschutz

Zur Wahrnehmung und Erfüllung ihrer Aufgaben erhebt die Förderergesellschaft von ihren Mitgliedern personenbezogene Daten und speichert diese.

#### § 13

##### Schlussbestimmungen

Diese Satzung ist in der Mitgliederversammlung am 21.11.2017 beschlossen worden. Sie ist damit in Kraft getreten.

Vollmacht für redaktionelle Änderungen

Redaktionelle Änderungen der Satzung, die durch Vorgaben von Gerichten oder Behörden erforderlich werden, kann der Vorstand vornehmen. Über diese wird in der nächsten Mitgliederversammlung berichtet.

Hannover, den 21.11.2017

  
1. Vorsitzender

  
2. Vorsitzender

  
Schatzmeister

## BEITRAGS- UND FÖRDERRICHTLINIE DER FÖRDERERGESELLSCHAFT GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK DER LEIBNIZ-UNIVERSITÄT HANNOVER

(NACHFOLGEND GESELLSCHAFT GENANNT)

### Grundsatz

Diese Beitrags- und Förderrichtlinie ist nicht Bestandteil der Satzung. Sie regelt die Beitragsverpflichtungen der Mitglieder sowie die Fördermaßnahmen der Gesellschaft. Sie kann nur von der Mitgliederversammlung der Gesellschaft geändert werden.

### § 1 Beschlüsse

Die Mitgliederversammlung beschließt die Höhe des Beitrags und die Grundsätze der Fördermaßnahmen.

### § 2 Mitgliedsbeiträge

Mitgliedsform	Beitragshöhe pro Jahr in Euro
<b>Aktive Mitglieder</b>	
Vollmitglieder	25,00
Studierende, Mitglieder ohne Beschäftigung (nur mit Einzugsermächtigung)	5,00
Mitglieder im Referendariat oder Vorbereitungs- dienst (nur mit Einzugsermächtigung)	10,00
<b>Ehrenmitglieder</b>	frei

### § 3 Fälligkeit und Zahlungsweise der Beiträge, Mahngebühr

1. Fälligkeit der Mitgliedsbeiträge: 31.03.
2. Mahngebühr bei verspäteter Zahlung durch Überweisung: 5,00 €

### § 4 Gesellschaftskonto

**Bank:** Commerzbank Hannover

**BIC:** COBADEFFXXX

**IBAN:** DE41 2504 0066 0301 4164 00

Überweisung auf andere Konten sind nicht zulässig und werden nicht als Zahlungen anerkannt.



## § 5 Förderung

### **Grundsatz**

*Grundlage für die Förderung sind die Beiträge der Mitglieder. Daher kommen der Fachschaft und der Fachrichtung eine wichtige Funktion in der Werbung neuer Mitglieder zu. Die Förderergesellschaft unterstützt die Institute und Studierenden der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik durch folgende Preise und Maßnahmen*

1. Walter-Großmann-Preis
  - a. Der Walter-Großmann-Preis wird in der Regel alle zwei Jahre verliehen.
  - b. Das Preisgeld beträgt 2000 €
  - c. Näheres regelt die Verleihungsordnung (Anlage 1)
2. Bachelor-Preis
  - a. Der Bachelor-Preis wird in der Regel jährlich verliehen
  - b. Das Preisgeld beträgt 500 €
  - c. Näheres regelt die Verleihungsordnung (Anlage 2)
3. Buchpreise für den besten Bachelor- und Masterabschluss
  - a. Die Buchpreise werden jährlich vergeben
  - b. Das Preisgeld beträgt pro Buchpreis 60 €
4. Geodätische Exkursion
  - a. Förderung Inlandsexkursion (nur Studierende): 2000 €
  - b. Förderung Auslandsexkursion (nur Studierende): 3000 €
  - c. Der Förderbeitrag wird an das Institut der Fachrichtung überwiesen, das für die Organisation der Exkursion zuständig ist.
5. Studienaufenthalte im Ausland
  - a. Jährliche Fördersumme: bis zu 2000 € für alle Fördermaßnahmen
  - b. Einzelförderung bis zu 500 € pro Fall
  - c. Über die Förderung entscheidet der Vorstand in Abstimmung mit der Fachrichtung
6. Förderung von Aktivitäten der Fachschaft Geodäsie und Geoinformatik
  - a. Die voraussichtliche Höhe der Förderung wird im Haushaltsplan festgelegt.
  - b. Die Fachschaft stellt ihre Anträge bei der Gesellschaft.
7. Förderung von Aktivitäten der Institute bzgl. PR-Maßnahmen zur Gewinnung von Studierenden und zur Verbesserung der Lehr- und Forschungsmöglichkeiten
  - a. Die voraussichtliche Höhe der Förderung wird im Haushaltsplan festgelegt.
  - b. Die Institute stellen ihre Anträge bei der Gesellschaft.

## **§ 6 Inkrafttreten**

Diese Beitrags- und Förderrichtlinie tritt mit der Beschlussfassung durch die Mitgliederversammlung sofort in Kraft.

### **Anlage 1 Verleihungsordnung für den Walter-Großmann-Preis**

Zur Erinnerung an Professor Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E. H. Walter Großmann (geb. 06.04.1897, gest. 13.10.1980), Direktor des Geodätischen Instituts der Universität Hannover von 1943 bis 1968, stiftet die Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover mit Unterstützung der Leibniz Universitätsgesellschaft den "Walter-Großmann-Preis". Durch den Preis sollen die beiden Anliegen von Prof. Großmann,

- die breite wissenschaftliche Ausbildung der Vermessungsingenieure und
- die klare und verständliche Darstellung technischer Probleme in der jungen Generation

gefördert werden.

Der Preis soll an M.Sc.-Kandidaten bzw. M.Sc.-Absolventen der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover verliehen werden,

- deren Masterarbeit eine anerkanntswerte wissenschaftliche Leistung darstellt und
- die durch eine allgemeinverständliche Darstellung aus dem betreffenden Fachgebiet nachgewiesen haben, dass sie die Belange des Vermessungswesens öffentlichkeitswirksam vertreten können.

Der Preis besteht aus einem Geldbetrag von € 2.000,- sowie einer Verleihungsurkunde. Er soll für eine fachbezogene Studienreise oder für eine andere wissenschaftliche Fortbildung verwandt werden.

Darüber hinaus können weitere besonders gelungene öffentlichkeitswirksame Darstellungen prämiert werden. Hierfür dürfen bis zu € 500,- ausgeben werden.

Preis und Prämien sollen alle zwei Jahre zuerkannt werden. Der Preis kann ausnahmsweise anteilig an zwei Personen vergeben werden. Andererseits kann der Preis ausgesetzt werden, wenn kein geeigneter Bewerber gefunden wird.

Teilnahmeberechtigt sind alle M.Sc.-Kandidaten bzw. M.Sc.-Absolventen, die ihre Masterarbeit seit dem letzten Bewerbungstermin bei der Leibniz Universität Hannover vorgelegt haben.

Einzureichen sind:

1. eine formlose Bewerbung um die Verleihung des Walter-Großmann-Preises mit Angabe des Themas der Masterarbeit und ihrer Bewertung durch die Universität und einer Kurzzusammenfassung des Inhalts, soweit sie noch nicht im Berichtsheft der Förderergesellschaft veröffentlicht worden ist;
2. eine allgemeinverständliche, öffentlichkeitswirksame Darstellung (Presseartikel) des bearbeiteten Forschungsbereichs.

Die Bewerbungen sind an den Vorstand der Förderergesellschaft zu richten. Letzter Termin zur Einreichung ist der 30. September des Jahres der

Preisvergabe und soll beim Alumnibeauftragten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik erfolgen.

Die prämierten öffentlichkeitswirksamen Darstellungen gehen in das Eigentum der Förderergesellschaft über.

Über die Verleihung des Preises und die Gewährung von Prämien beschließt allein und unter Ausschluss jeder Berufung ein Kuratorium, das sich üblicherweise aus den beiden Vorsitzenden und einem weiteren Vorstandsmitglied der Förderergesellschaft sowie vier Professoren/innen (je Institut eine Person) der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover zusammensetzt. Die vier Fachrichtungsvertreter werden vom Vorstand der Förderergesellschaft in das Kuratorium berufen.

Die Preisverleihung soll im Rahmen des Kolloquiums der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover erfolgen, das im Zusammenhang mit der Jahreshauptversammlung der Förderergesellschaft stattfindet.

### **Anlage 2 Verleihungsordnung für den Bachelor-Preis**

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

Als mögliche förderungswürdige Felder, in denen die Schlüsselkompetenzen besondere Bedeutung haben, kommen beispielhaft in Frage:

Gruppenaufgaben: Bachelorseminar, Bachelorprojekt, Praxisprojekte, weitere Übungen, Arbeitsgruppen mit festen Strukturen.

Betreuungsaufgaben: Erstsemesterbegleitung (über die Fachschaft hinaus), Betreuung/Unterstützung von Gästen oder ausländischen Studierenden.

Öffentlichkeitsarbeit: Vertretung der Studienrichtung nach außen, Schülerwerbung (Durchführung oder Einbringung von Ideen, Unterlagen, Präsentationen, Experimenten), Aufklärung bei anderen gesellschaftlichen Gruppen, Unterstützung des Internetauftritts.

Netzwerke: Einbringung und Etablierung von Praxiskontakten, Unterstützung von Netzwerken, Initiierung und Förderung von interdisziplinärem Austausch unter Studierenden.

Studienunterlagen: Erstellung von Lernunterlagen, die allen zur Verfügung stehen; dazu zählt auch gemeinschaftliche Erarbeitung, Unterstützung und semesterübergreifender Austausch.

Gesellschaftliches Engagement: Nachweis außeruniversitäre gesellschaftlichen Engagements, z.B. in Vereinen oder sozialen Einrichtungen.

## Voraussetzungen

Die/der Bewerber/in hat gezeigt, dass sie/er neben den rein fachlichen Leistungen hervorragende Schlüsselkompetenzen besitzt.

Der Bachelorabschluss weist erfolgreiche Leistungen auf und wurde im Zeitraum Januar bis Dezember des Jahres erreicht.

## Verfahren

Einzelne Kandidaten oder kleine Gruppen bewerben sich in der Regel selber, sie können aber auch von Mitgliedern der Fachrichtung und der Förderergesellschaft vorgeschlagen werden. Die Vorschläge sind bis zum Ende des Jahres an den Vorstand der Förderergesellschaft zu richten und sollen spätestens am 31. Dezember beim Alumnibeauftragten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik eingereicht werden.

Jeder Vorschlag umfasst:

eine ca. einseitige Begründung der Bewerbung, in der auf die entsprechenden Schlüsselkompetenzen eingegangen wird,

das Ergebnis der Bachelorprüfung (mit Zeugniskopie).

Die Entscheidung über die Vorschläge obliegt einer Kommission, die sich aus sieben Mitgliedern zusammensetzt (drei Vorstandsmitglieder, vier Professoren der Fachrichtung).

Die Verleihung des Förderpreises erfolgt im Rahmen des Geodätischen Kolloquiums in Jahr nach der Bewerbung.

# ANHANG - PERSONELLES

## GEODÄTISCHES INSTITUT

### MITARBEITER

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

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

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

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

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

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

**M.Sc. Johannes Bureick**, Echtzeitfähige Bestimmung der Flugtrajektorie eine UAS (DFG)

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

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

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

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

**M.Sc. Joshua Huge**, Entwicklung neuer Konzepte für das hochgenaue kinematische terrestrische Laserscanning (BMW i) (01.06. – 31.08.2017)

**Dr.-Ing. Boris Kargoll**, AG-Leiter im Bereich "Geodätische Auswertemethoden"

**M.Sc. Rony Uli Kelting**, Sensorik und Labore (bis 31.03.2017)

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

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

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

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

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

**Dipl.-Ing. Ulrich Stenz**, FrOLE – MoVEQuad, 3D-Punktwolken-Fusionierung und Prozessmodelle für die Daten-Qualitätsanalyse (AiF) (bis 31.10.2017)

**M. Sc. Ligang Sun**, DFG-Graduiertenkolleg I.C.Sens (ab 01.01.2017)



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

**M.Sc. Axel Timmen**, FrOLE – MoVEQuad, 3D-Punktwolken-Fusionierung und Prozessmodelle für die Daten-Qualitätsanalyse (AiF) (01.03. – 31.10.2017)

**M.Sc. Sören Vogel**, DFG-Graduiertenkolleg I.C.Sens

**M.A. Martin Waßink**, Kooperative Dörfer – Optimierung infrastruktureller Ressourcen durch Teilung von Verantwortung. Stipendiat: Georg-Christoph-Lichtenberg-Stipendium im Rahmen des Niedersächsischen Promotionsprogramms 2015 (ab 01.05.2017)

**M.Sc. Janetta Wodniok**, Geodätisches Monitoring von Großbauwerken (bis 31.12.2017)

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

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

**M.Sc. Yin Zhang**, Steuerung und Optimierung von Messprozessen durch die Berücksichtigung von Kostenfunktionen (bis 28.02.2017)

#### EXTERNE DOKTORANDEN

**Dipl.-Ing. Bashar Ali**, Modell zur Optimierung von Schulstandorten am Beispiel der Grundschulen

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

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

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

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

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

**Dipl.-Ing. Ulrich Stenz**, 3D-Punktwolken-Fusionierung und Prozessmodelle für die Daten-Qualitätsanalyse (ab 01.10.2017)

**M.Sc. Yin Zhang**, Steuerung und Optimierung von Messprozessen durch die Berücksichtigung von Kostenfunktionen (ab 01.03.2017)

#### GÄSTE

**Prof. Vladislav Kreinovich**, Mercator-Fellas im DFG-Graduiertenkolleg i.c. sens (14.05.-19.06.2017)

**Dr. Yi Zhang**, Stipendium: Humboldt Research Fellowship for Postdoctoral Researchers (ab 01.10.2017)

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

**M.Sc. Wei Xu**, CSC-Stipendiat im Bereich der “Optimization of the surface model and real-time monitoring based on laser scanning and finite element method”

## FWJ-FREIWILLIGES WISSENSCHAFTLICHES JAHR

**Niklas Stehr**, Freiwilliges Wissenschaftliches Jahr (ab 01.09.2017)

## EHRUNGEN

NAFIPS Best Student Paper Award: The first place was awarded to **Hani Dbouk and Ligang Sun** for the paper Ligang Sun, Hani Dbouk, Ingo Neumann, Steffen Schön and Vladik Kreinovich, "Taking into Account Interval (and Fuzzy) Uncertainty Can Lead to More Adequate Statistical Estimates"

## MITGLIEDSCHAFTEN IN NATIONALEN UND INTERNATIONALEN FACHGREMIEN

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

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

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

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

Mitglied in der Abteilung Ingenieurgeodäsie der DGK

Mitglied in der AG „Öffentlichkeitsarbeit“ der DGK

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

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

Obmann für den AA "Geodätische Instrumente und Sensoren" (NA 005-03-04 AA) des Deutschen Instituts für Normung (DIN)

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

Mitglied im Verband Deutscher Vermessungsingenieure (VDV)

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

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

Mitglied im Vorstand des DVW Landesvereins Niedersachsen-Bremen e.V.; Wahrnehmung des Amtes des Schriftführers (seit 06/2007)

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

Mitglied der Europäischen Akademie für Bodenordnung (EALD)

Mitglied im Forschungszentrums TRUST (Transdisciplinary Rural and

Urban Spatial Transformation) an der LUH

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

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

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

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

Mitglied im Vorstand des TRUST-/ARL-Promotionskollegs “Räumliche Transformation”

Mitglied FIG Task Force „Real Estate Market Studies“

Mitglied im DVW – AK 6 "Immobilienwertermittlung"

Mitglied im Editorial Board der ZfV, Bereich Landmanagement

Mitglied des Beirates für Kommunalentwicklung Rheinland-Pfalz

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

Ehrenamtlicher Gutachter des Oberen Gutachterausschusses für

Grundstückswerte in Niedersachsen und des Gutachterausschusses in Hameln-Hannover

## INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

## MITARBEITER

- Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Müller**, 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**, Präzisionsgeodäsie auf der Erde und im Welt-  
raum
- M.Sc. Peter Alpers**, GNSS Modellierung (bis 14.10.2017, Referendariat)
- M.Sc. Guy Apelbaum**, SFB: Twangs/Umwelteinflüsse bei GRACE
- M.Sc. Saniya Behzadpour**, SFB: Globale Schwerefeldbestimmung aus  
GRACE Daten, in Kooperation mit TU Graz
- Dr.-Ing. Liliane Biskupek**, SFB: Semi-Analytische Sat.bahnberechnung
- M.Sc. Christian Bischof**, GNSS-Highrate und Beschleunigungen, Bürger-  
nahes Flugzeug (bis 30.4.2017, ublox, Schweiz)
- M.Sc. Mohammed Bochkati**, Inertialnavigtion mit Quantensensoren
- M.Sc. Yannick Breva**, GNSS und Navigation, Antennenkalibrierung
- M.Sc. Santoshkumar Burla**, SFB: Sensorfusion für GRACE Follow-On
- M.Sc. Hani Dbouk**, GRK i.c.sens: Alternative Integritätsmaße mittels Inter-  
vallmathematik
- Dr.-Ing. Heiner Denker**, Schwerefeldmodellierung, SFB PI
- Dr.-Ing. Balaji Devaraju**, SFB: De-Aliasing von Satellitenbeobachtungen
- Dr.-Ing. Karim Douch**, SFB: Optische Gradiometrie
- M.Sc. Sujata Goswami**, SFB: Untersuchung von GRACE Residuen
- M.A. Petra Heldt-Bertrand**, SFB Sekretariat
- Dipl.-Soz.wiss. Ulrike Hepperle**, Geschäftszimmer
- M.Sc. Nicolas Garcis-Fernandez**, GRK i.c.sens: Optimale kollaborative  
Positionierung
- Dr.-Ing. Franz Hofmann**, DFG-Projekt: Mondreferenzsysteme
- Dr.-Ing. Tobias Kersten**, BMBF-Projekt SIMULTAN
- M.Sc. Annike Knabe**, Gravimetrie und Gradiometrie
- M.Sc. Igor Koch**, SFB: Schwerefeldmodellierung
- M.Sc. Thomas Krawinkel**, GNSS und Uhren
- Dipl.-Ing. Franziska Kube**, DFG-Projekt: Turbulenztheorie und GNSS (bis  
14.10.2017, LGLN)
- M.Sc. Lars Leßmann**, SFB: Modellierung von Massenvariationen in Skan-  
dinavien
- Dr.-Ing. Miao Lin**, SFB 1128 (geo-Q): Regional Gravity Field Modeling &  
relativistic Geodesy
- Dr. Katja Lohmann**, GRK i.c.sens: Geschäftsführung

**Dr.-Ing. habil. Enrico Mai**, DFG-Projekt: Baryzent. Ephemeriden, SFB PI  
**B. Eng. Thomas Maschke**, Technik  
**Bärbel Miek**, Geschäftszimmer  
**Dr.-Ing. Majid Naeimi**, Schwerfeldbestimmung aus Satellitendaten  
**Felix Pfeifer**, (25%) IT-Support: System-/ Anwendungsbetreuung  
**M.Sc. Le Ren**, DFG-Projekt zu SWARM: GPS Ionosphärenmodellierung/  
kinematische Orbits  
**M.Sc. Manuel Schilling**, klassische und atom-interferom. Gravimetrie  
**Dr.-Ing. Akbar Shabanloui**, EU-Projekt: EGSIM  
**Dr.-Ing. Sergei Svitlov**, DFG-Projekt: Laserinterferometrie für Gravimetrie,  
ESA-Projekt: SWARM  
**M.Sc. Benjamin Tennstedt**, Mechatronische Systeme / GNSS  
**Dr.-Ing. Ludger Timmen**, Gravimetrie und Physikalische Geodäsie  
**M.Sc. Christoph Wallat**, SFB: Satellitenpositionierung und Uhrmodellie-  
rung  
**Dr.-Ing. Matthias Weigelt**, geo-Q Geschäftsführer  
**Dr.-Ing. Hu Wu**, DFB: Uhrennetzwerke, relativistische Geodäsie  
**M.Sc. Yihao Yao**, CSC-Stipendium: Gravity Potential Field, since Sept.

#### GÄSTE

**Dr. Ahmed Abdalla**, Sudan, IDB-Postdoc Stipendium, seit Juni  
**Prof. Dr. Eng. Elena Peneva**, Dean, Faculty of Geodesy, University of  
Architecture, Civil Engineering and Geodesy (UACEG), Sofia, Bulgaria  
(01.–13.05.2017)  
**M.Sc. Mateja Varga**, Universität Kroatien (Mai/Juni)  
**Prof. Kahled Zahran**, Kairo, Ägypten (Juni)  
**Prof. Chris Jekeli**, Ohio State University (Juni)  
**Prof. Torsten Mayer-Gürr**, TU Graz (August)  
**Dr. Mohammed Hoseini**, GFZ (2 Tage pro Woche, Okt. bis Dezember)

#### FWJ-FREIWILLIGES WISSENSCHAFTLICHES JAHR

**Frederik Lieske** (ab 01.09.2017)  
**Jennifer Schulze** (bis 31.08.2017)

#### MITGLIEDSCHAFTEN IN NATIONALEN UND INTERNATIONALEN FACHGREMIEN

**Denker, H.:** Associate Editor, Geodetic Theory & Applications, Marine Geodesy  
(seit 01.01.2008)  
International Association of Geodesy (IAG) Fellow  
Chair IAG Sub-Commission SC2.4a “Gravity and Geoid in Europe”  
Member International Gravity Field Service (IGFS) Advisory Board  
Advisor International Service for the Geoid (IGS)



Member IAG Joint Study Group JSG 0.15: Regional geoid/quasi-geoid modeling – Theoretical framework for the subcentimetre accuracy

Corresponding Member IAG Joint Working Group JWG 2.2.1: Integration and validation of local geoid estimates

Member EGM2020 Working Group

**Müller, J.:** Sprecher der GGOS Standing Committee on Satellite Missions (seit 2015)

Ordentliches Mitglied in der Klasse für Ingenieurwissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, von 1.1.2012 bis 31.12.2017 deren Vorsitzender

IAG-Vertreter im Nationalen Komitee für Geodäsie und Geophysik (NKGG), seit Dezember 2011 NKGG-Vorsitzender, und Vertreter Deutschlands in der IAG und in der IUGG

Federführender Schriftleiter, zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement

International Laser Ranging Service (ILRS): Lunar Analysis Center

Mitglied der DGK (Ausschuss Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften) sowie in der Abteilung „Erdmessung“, seit 2015 deren Vorsitzender

Mitglied im DVW-Vorstand (seit 1.1.2011) sowie im DVW AK 7 „Experimentelle, Angewandte und Theoretische Geodäsie“, Organisation der Geodätischen Woche

Mitglied im Europäischen GRACE Science Team und weiterer Verbundprojekte zur Untersuchung von Schwerefeldsatellitenmissionen

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, seit August 2017 Sprecher

**Schön, S.:** Mitglied der IGS Antenna Working Group und der IGS Troposphere Working Group

Ordentliches Mitglied der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

Leiter des DVW-AK7

**Timmen, L.:** Geodätische Leitung des nationalen Arbeitskreises Geodäsie und Geophysik (AKGG)

Mitglied, IAG Working Group JWG 2.1.1 “Establishment of a global absolute gravity reference system”

Mitglied, IAG Working Group WG 2.1: Techniques and metrology in terrestrial (land, marine, airborne) gravimetry

## INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK

### MITARBEITER

**Prof. Dr.-Ing. Monika Sester**, Geschäftsführende Leiterin

**apl. Prof. Dr.-Ing. Claus Brenner**, Mobile Mapping

**Prof. Dr.-Ing. Martin Werner**, Jun. Prof. Big Geospatial Data (vom 27.03.-31.07.2017)

**Dipl.-Phys. Fabian Bock**, Automatische Generierung von dynamischen Parkplatzkarten mittels Crowd-Sensing (DFG-SocialCars)

**M. Sc. Steffen Busch**, dynamische kooperative Karten (DFG)

**M. Sc. Hao Cheng**, (seit 01.04.2017) – Erkennung von Verhalten in Shared Spaces durch Deep Learning aus Trajektorien (DFG-SocialCars)

**M. Sc. Paul Czioska**, Bestimmung von geeigneten Haltestellenpositionen in flexiblen Nahverkehrssystemen (DFG-SocialCars) – (Austritt 31.07.2018)

**M.Sc. Yu Feng**, Data Mining in sozialen Netzwerken (BMBF)

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

**M. Sc. Lisa Gillmann**, (seit 01.09.2017) – Visuelle Kommunikation von Routenempfehlungen (DFG-SocialCars)

**Dr. Inbal Haas**, (seit 01.04.2017) – DFG SocialCars

**Dr.-Ing. Sabine Hofmann**, Landmarken basierte Positionsbestimmung (Austritt 31.08.2017)

**M. Sc. M. Bashir Kazimi**, (seit 01.04.2017) – Automatische Erkennung archäologischer Strukturen in Lidardaten (MWK – Pro\*Niedersachsen)

**M. Sc. Christian Koetsier** (seit 01.10.2017) – Mobiler Mensch (MWK Mobilise)

**Dipl.-Inf. Colin Kuntzsch**, (seit 01.02.2017) – technische Koordination DFG-i.c.sens

**M. Sc. Torben Peters**, (seit 01.05.2017) – integrale Karten durch Deep Learning (DFG-i.c.sens)

**M. Sc. Florian Politz**, (seit 15.03.2017) – automatische Klassifizierung von Lidardaten mit Deep Learning (Landesvermessungen Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern)

**Dipl.-Ing. Julia Schachtschneider**, Massiv kollaborative Erfassung von dynamischen Umgebungen (DFG-i.c.sens)

**M. Sc. Alexander Schlichting**, Umgebungsinformation aus Mobile Mapping Daten

**Evelin Schramm**, Institutssekretärin - allgemeiner Geschäftsbetrieb, Mittelüberwachung, Haushaltsmanagement, vorbereitende Buchhaltung, Personalangelegenheiten

**Dipl.-Ing. Malte Jan Schulze**, Systemadministration, Geodatenintegration

**Dipl.-Ing. Frank Thiemann**, Generalisierung von Landnutzungsflächen, Analyse von Lidardaten durch Deep Learning

**M. Sc. Oskar Wage**, (seit 01.11.2017) – Urbane Logistik (BMBF)

**M. Sc. Stefania Zourlidou**, Trajektorienanalyse

## GÄSTE

Frau **Yaoli Wang**, University of Melbourne, Australien, forschte im Rahmen des DFG Graduiertenkollegs SocialCars am ikg (11.-22. September). Der Austausch wurde unterstützt vom DAAD in Kooperation mit dem Project iMoD an der Universität Melbourne.

Ebenfalls besuchte ihr Betreuer, Prof. **Stephan Winter**, am 18-19. September das Graduiertenkolleg, hielt einen öffentlichen Vortrag und diskutierte mit Doktoranden von SocialCars über ihre Themen.

Weitere Informationen zu den Kooperationsprojekten finden sich unter [www.socialcars.org/](http://www.socialcars.org/) und <http://imod-au.info/>

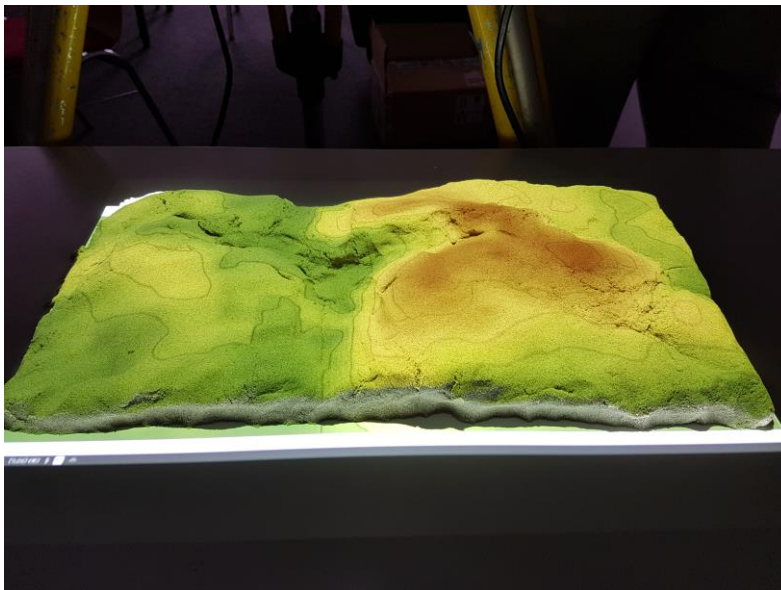
## FREIWILLIGES WISSENSCHAFTLICHES JAHR

**Hendrik Dybus** (vom 01.09.2016 bis 31.08.2017)

**Alexander Franz** (seit 01.09.2017)

Wie bereits in den vergangenen Jahren beteiligte sich unser Institut am freiwilligen wissenschaftlichen Jahr und ermöglichte einer Abiturientin einen 12-monatigen Einblick in das wissenschaftliche Arbeiten an der Universität.

Im Rahmen des Projekts erlernt Herr Alexander Franz wissenschaftliche Grundlagen wie Mathematik und Programmiersprachen. Auf dieser Basis hat er zusammen mit seinen Betreuern einen Demonstrator entwickelt, mit dem die Darstellung und Manipulation von Geländeoberflächen anschaulich möglich ist. Der Demonstrator besteht aus einem "Sandkasten" in dem ein Gelände geformt wird. Dieses wird mit einer Kinect in 3D erfasst. Dieses 3D-Modell wird verarbeitet und in Form von Höhenschichten auf den Sand projiziert. Veränderungen im Gelände zeigen sich somit in Echtzeit in entsprechenden Veränderungen in der Projektion.



## MITGLIEDSCHAFTEN IN NATIONALEN UND INTERNATIONALEN FACHGREMIEN

**Sester, M.:** Ordentliches Mitglied der Deutschen Geodätischen Kommission (DGK) bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

Ordentliches Mitglied der Braunschweiger Wissenschaftlichen Gesellschaft in der Klasse für Ingenieurwissenschaften

Ordentliches Mitglied der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech)

Sprecherin der Forschungsinitiative GEO der Leibniz Universität Hannover (zusammen mit Prof. F. Holtz)

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

Mitglied des Vorstands der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung (DGPF)

Mitglied im wissenschaftlichen Beirat des ZGeoBW

Vizepräsidentin der Internationalen Kartographischen Gesellschaft (ICA)

Senatsmitglied des Bereichs „Erde und Umwelt“ der Helmholtz-Gemeinschaft

Vorsitzende der DFG-Senatskommission für Erdsystemforschung (seit November 2017)

## AUSLANDSAUFENTHALTE

**Alexander Schlichting und Bashir Kazimi @ University of Melbourne, Australien**

Im Rahmen eines vom DAAD geförderten Kooperationsprojektes zwischen dem ikg und der University of Melbourne besuchte Yaoli Wang vom 11.-22. September das ikg. Im Austausch reisten Alexander Schlichting vom 15. September bis zum 15. Oktober und Bashir Kazimi vom 15. November bis zum 6. Dezember das Departement of Infrastructure and Engineering an der University of Melbourne.

Sowohl Herr Schlichting als auch Herr Kazimi arbeiteten vor Ort mit Dr. Kourosch Khoshelham zusammen. Herr Schlichting übertrug einen Ansatz von Dr. Khoshelham und Dr. Wolfgang Förstner zur effizienten Punktwolkenregistrierung durch den Abgleich korrespondierender Ebenen auf das Problem der Fahrzeug-Lokalisierung durch LiDAR-Daten. Das Hauptaugenmerk des Forschungsaufenthalts von Herrn Kazimi lag auf der Objektdetektion in Distanzbildern mit Hilfe vortrainierter neuronaler Netze.

Neben der Arbeit an den eigenen Forschungsprojekten fand ein reger Austausch mit den größtenteils internationalen Mitarbeitern und Doktoranden der Universität statt. Im Gegensatz zum deutschen Modell sind die Doktoranden an der University of Melbourne in den meisten Fällen nicht als wissenschaftliche Mitarbeiter angestellt. Um ihren Lebensunterhalt zu finanzieren, sind sie auf Stipendien angewiesen. Weiterhin bietet sich die Möglichkeit, Jobs in der Lehre an der Universität anzunehmen.



CAMPUS DER UNIVERSITY OF MELBOURNE



## INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND GEOINFORMATION

## MITARBEITER

- Prof. Dr.-Ing. Christian Heipke**, Photogrammetrie und Fernerkundung  
**Prof. Dr. Mahdi Motagh**, S-Professor Radarfernerkundung in Verbindung mit dem GFZ Potsdam (seit 01.04.2017)  
**apl. Prof. Dr. techn. Franz Rottensteiner**, Bildanalyse  
**em. Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Gottfried Konecny**, Emeritusprofessor  
**Dipl.-Ing. Uwe Bolte**, Systemadministration  
**Dipl.-Ing. Jonas Bostelmann**, Mars Express Bilddatenauswertung  
**B.Sc. Uwe Breitkopf**, Systemadministration  
**M.Sc. Chen Lin**, Punktmerkmale und -deskriptoren (seit 15.09.2017)  
**M.Sc. Maximilian Coenen**, Analyse von Stereobildsequenzen  
**M.Sc. Philomena Humburg**, Straßenaktualisierung aus Luft- und Satellitenbildern (seit 01.07.2017)  
**Dr.-Ing. Karsten Jacobsen**, Geometrie von Luft- und Satellitenbildern  
**Dipl.-Ing. Tobias Klinger**, Personendetektion aus Bildsequenzen (bis 31.01.2017)  
**M.Sc. Christian Kruse**, Erkennung von Kriegsschäden in Luftbildern  
**M.Sc. Alina Maas**, Änderungdetektion aus Luft- und Satellitenbildern  
**M.Sc. Max Mehlretter**, 3D Rekonstruktion aus Stereosequenzen (seit 15.05.2017)  
**M.Sc. Uyen Nguyen**, Personenverfolgung in Bildsequenzen  
**Dipl.-Ing. Andreas Paul**, Transferlernen in der Bilddatenklassifikation  
**Annette Radtke**, Sekretariat ISPRS  
**Claudia Sander**, Sekretariat  
**M.Sc. Alena Schmidt**, Laserscanning in Wattgebieten (bis 30.06.2017)  
**M.Sc. Artuom Sledz**, Auswertung von Thermalaufnahmen für Fernwärmanwendungen (seit 01.09.2017)  
**Dr. Torge Steensen**, Fernerkundung und Biomasse (bis 28.02.2017)  
**M.Sc. Jakob Unger**, Photogrammetrie mit UAV  
**Dr. Sanaz Vajedian**, Optische Fernerkundung (seit 15.10.2017)  
**M.Sc. Xin Wang**, Orientierung ungeordneter Bilddaten (CSC Stipendiat)  
**Dr.-Ing. Manfred Wiggenhagen**, Nahbereichsphotogrammetrie  
**M.Sc. Dennis Wittich**, Deep learning (seit 15.11.2017)  
**M.Sc. Chun Yang**, Convolutional Neural Networks

## EXTERNE DOKTORANDEN

- M.Sc. Gregor Blott**, Personenwiedererkennung in Bildsequenzen (Bosch)  
**M.Sc. Mahmud Haghshenas Haghighi**, Radarfernerkundung, (GFZ Potsdam, seit 01.05.2017)  
**Dipl.-Geogr. Andre Kalia**, Permanent Scatterer Interferometrie (BGR)  
**M.Sc. Junhua Kang**, Digitale Bildzuordnung (seit 15.10.2017)  
**Dipl.-Ing. Murat Ürün**, Nahbereichsphotogrammetrie (VW-Nutzfahrzeuge)

## GÄSTE

- M.Sc. Pedro Achancaray Diaz**, PUC Rio de Janeiro, Brasilien, April 2016-März 2017, Probabilistische Bildanalyse  
**M.Sc. Hajnalka Neuberger**, TU Budapest, Ungarn, Oktober 2016-Februar 2017, Luftgestütztes Laserscanning  
**M.Sc. Merve Erdemir**, TU Gebze, Türkei, Oktober 2016-Februar 2017, Building detection from point cloud data  
**Prof. Li Jiansheng**, Zhengzhou Institute of Surveying and Mapping, China, Januar-Juni 2017, Photogrammetric 3D reconstruction and SLAM  
**Kazuki Kitaura**, GSI Tsukuba, Japan, April 2017-März 2018, Update and validation of vector data using high resolution imagery  
**Prof. Dr. U. Sefercik, C. Atalay und Dr. S. Karakis**, Bülent Ecevit Universität, Zonguldak, Türkei, Mai 2017, Auswertung von Satellitenbildaufnahmen  
**Prof. Dr. U. Sefercik**, Bülent Ecevit Universität, Zonguldak, Türkei, Oktober 2017, Bearbeitung von WorldView-4-Aufnahmen  
**Prof. Miroslav Marceta**, Universität Belgrad, Serbien, September-Dezember 2017, Digitale Photogrammetrie in Serbien und Deutschland  
**M.Sc. Patricia Mwangi**, Kenyatta University, Nairobi, Kenia, November 2017-April 2018, Fernerkundung für Umweltsanwendungen

## WORKSHOPS

- Jacobsen, K.:** Durchführung des Fortbildungskurses „Advances and Trends in Geomatics – 3D Information Extraction from UAV-based Information“ an der Universidad de Colombia, Bogota, vom 27.11.-01.12.2017

## AUSLANDSAUFENTHALTE

- M.Sc. Lin Chen** has visited the Computer Vision Lab at École Polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL, Switzerland) from March, 1 to May, 30 2017. His visiting research was supervised by Prof. Pascal Fua. During his visiting period, he co-developed a tensorflow version of the LIFT software package with Dr. Kwang Moo Yi and Dr. Eduard Trulls, which is now an open source software. He also did research on learning to detect and describe features for images with large viewpoint change.

## EHRUNGEN



**GOTTFRIED KONECNY UND LAWRIE JORDAN WÄHREND DES ESRI IMAGING AND MAPPING FORUMS IN SAN DIEGO**

**Prof. Gottfried Konecny** erhielt am 8. Juli 2017 während des ESRI Imaging and Mapping Forums in San Diego für seine in mehr als sieben Jahrzehnten erbrachten Leistungen in Photogrammetrie, Fernerkundung und GIS aus den Händen von Lawrie Jordan, Director of Imaging bei ESRI und vormals Gründer von ERDAS, den von ESRI ausgelobten „Making a Difference Award“.



**V.L.: KOSMONAUT JÜGDERDEMIDIIN GURRAGCHAA, AKADEMIEPRÄSIDENT DUGER REGDEL, CHRISTIAN HEIPKE.**

**Prof. Christian Heipke** erhielt am 23. August 2017 in Ulaanbaatar aus den Händen von Prof. Duger Regdel, dem Präsidenten der Mongolischen Akademie der Wissenschaften, und Jügenderdemidiin Gurragchaa, dem ersten Kosmonauten des Landes, für seine Rolle beim *1<sup>st</sup> IAA North East Asia Symposium on Small Satellites* ein Certificate of Appreciation der Mongolian Society of Photogrammetry and Remote Sensing.



**DIE PREISTRÄGER DER VICTOR RIZKALLAH STIFTUNG 2017 MIT PRÄSIDENT PROF. EPPING (7. V.R.), PROF. RIZKALLAH (4. V.R.), FRAU RIZKALLAH (5. V.R.), PROF. LOHAUS (2. V.L.); (MARTIN REICH 3. V.R.), BILDQUELLE: THOMAS DAMM**

**Dr.-Ing Martin Reich** erhielt am 27. Oktober 2017 für seine im vergangenen Herbst am IPI abgeschlossene Dissertation zum Thema „Global image orientation from pairwise relative orientations“, die sowohl theoretisch als auch hinsichtlich der erreichten praktischen Ergebnisse einen bemerkenswerten Stand erreicht hat, den Preis der Victor Rizkallah-Stiftung.

## MITGLIEDSCHAFTEN IN NATIONALEN UND INTERNATIONALEN FACHGREMIEN

**Heipke, C.:** Präsident der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung (ISPRS)

Ordentliches Mitglied der Deutschen Geodätischen Kommission (DGK) bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

Ordentliches Mitglied der Braunschweiger Wissenschaftlichen Gesellschaft in der Klasse für Ingenieurwissenschaften

Ordentliches Mitglied der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften (acatech)

Mitglied der International Academy of Astronautics

Mitglied des Redaktionsbeirates der Zeitschrift Photogrammetrie • Fernerkundung • Geoinformation

Mitglied des Kuratoriums des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung (IOSB), Karlsruhe und Ettlingen

Mitglied des Comité Scientifique-Technique (CST), IGN-Paris

Departmental Academic Advisor, Dep. of Land Surveying and Geo-Informatics, The Hong Kong Polytechnic University (seit 2017)

**Jacobsen, K.:** Stellvertretender Vorsitzender der ISPRS Arbeitsgruppe I/4 „Calibration and Validation of Satellite Sensors“

Stellvertretender Vorsitzender der EARSeL Interest Group „3D Remote Sensing“

Stellvertretender Vorsitzender des DGPF Arbeitskreises „Sensoren und Plattformen“

Externer Prüfer des Geodäsiestudienganges der University of Nairobi, Kenia

**Konecny, G.:** Vorsitzender der Beratungsgruppe für Entwicklungshilfe im Vermessungswesen (BEV)

Vize- Ehrenpräsident der Europäischen Vereinigung der Fernerkundungslaboratorien EARSeL

**Rottensteiner, F.:** Vorsitzender der Arbeitsgruppe II-4 “3D Scene Reconstruction and Analysis” der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung (ISPRS)

Schriftleiter für das Fachgebiet “Photogrammetrie” der Zeitschrift “PFG-Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science”.



# PUBLIKATIONEN UND VORTRÄGE

## GEODÄTISCHES INSTITUT

### BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Aghayari, S.; Saadatseresht, M., Omidalizarandi, M., Neumann, I. (2017): Geometric Calibration of Full Spherical Panoramic Ricoh-Theta Camera, In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume IV-1/W1, 2017, pp. 237-245. DOI: 10.5194/isprs-annals-IV-1-W1-237-2017.
- Alkhatib, H., Kargoll, B., Neumann, I., Kreinovich, V. (2017): Normalization-invariant fuzzy logic operations explain empirical success of Student distributions in describing measurement uncertainty, In: Melin, P., Castillo, O., Kacprzyk, J., Reformat, M., Melek W. (Hrsg.) Fuzzy Logic in Intelligent System Design. NAFIPS 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing, Band 648, S. 300-306. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-67137-6\_34.
- Alkhatib, H., Kargoll, B., Paffenholz, J.-A. (2017): Robust multivariate time series analysis in nonlinear models with autoregressive and t-distributed errors, in: Valenzuela, O., Rojas, F., Pomares, H., Rojas, I. (Hrsg.) Proceedings ITISE 2017 - International work-conference on Time Series, Vol. 1, S. 23-36. ISBN: 978-84-17293-01-7.
- Beer, M., Gong, Z., Neumann, I., Sriboonchitta, S., Kreinovich, V. (2017): What if we do not know correlations? in: Ly, A.H., Le, D.S., Kreinovich, V., Nguyen, T.N. (Hrsg.) Econometrics for Financial Applications, Springer, Cham.
- Dennig, D., Bureick, J., Link, J., Diener, D., Hesse, C., Neumann, I. (2017): Comprehensive and Highly Accurate Measurements of Crane Runways, Profiles and Fastenings, Sensors 2017, 17, 1118. DOI: 10.3390/s17051118.
- Dorndorf, A., Soot, M., Weitkamp, A., Alkhatib, H. (2017): Aggregation und Gewichtung von unterschiedlichen Wertermittlungsdaten in kaufpreisarmeren Lagen mittels Varianzkomponentenschätzung, In: allgemeine vermessungs-nachrichten (avn) 124. Jahrgang (2017) Nr. 5, S. 123-136.
- Fang, X., Li, B., Alkhatib, H., Zeng, W., Yao, Y. (2017): Bayesian inference for the Errors-In-Variables model, Studia Geophysica et Geodaetica, Volume 61, Issue 1, pp 35–52. DOI: 10.1007/s11200-015-6107-9.
- Hartmann, J., Marschel, L., Dorndorf, A., Paffenholz, J.-A. (2017): Ein objektraumbasierter und durch Referenzmessungen gestützter Kalibrierprozess für ein k-TLS-basiertes Multi-Sensor-System, allgemeine vermessungs-nachrichten (avn) 124. Jahrgang (2017) Nr. 1-2, S. 3-10.
- Hartmann, J., Paffenholz, J.-A., Strübing, T., Neumann, I. (2017): Determination of Position and Orientation of LiDAR Sensors on Multisensor Platforms, Journal of Surveying Engineering, Volume 143, Issue 4. DOI: 10.1061/(ASCE)SU.1943-5428.0000226.
- Hesse, C., Neumann, I., Wodniok, J., Lippmann, G. (2017): Multidisziplinäres Monitoring von Großbauwerken am Beispiel des Schiffshebewerkes Lüneburg, In: Lienhart, W. (Hrsg.): Ingenieurvermessung '17. Beiträge zum 18. Internationalen Ingenieurvermessungskurs Graz. Berlin: Wichmann Verlag, S. 537-552.
- Kargoll, B., Omidalizarandi, M., Alkhatib, H., Schuh, W.-D. (2017): A modified EM algorithm for parameter estimation in linear models with time-dependent autoregressive and t-distributed errors, in: Valenzuela, O., Rojas, F., Pomares, H., Rojas, I. (Hrsg.) Proceedings ITISE 2017 - International work-conference on Time Series, Vol. 2, S. 1132-1145. ISBN: 978-84-17293-01-7.
- Kargoll, B., Omidalizarandi, M., Loth, I., Paffenholz, J.-A., Alkhatib, H. (2017): An iteratively reweighted least-squares approach to adaptive robust adjustment of parameters in linear regression models with autoregressive and t-distributed deviations, Journal of Geodesy, Online First. DOI: 10.1007/s00190-017-1062-6.
- Paffenholz, J.-A., Alkhatib, H., Stenz, U., Neumann, I. (2017): Aspekte der Qualitätssicherung von Multi-Sensor-Systemen, allgemeine vermessungs-nachrichten (avn) 124. Jahrgang (2017) Nr. 4, S. 79-91.
- Rinke, N., Gösseln, I. von, Kochkine, V., Schweitzer, J., Berkahn, V., Berner, F., Kutterer, H., Neumann, I., Schwieger, V. (2017): Simulating quality assurance and efficiency analysis between construction management and engineering geodesy, In: Automation in Construction, Volume 76, April 2017, pp. 24-35 DOI: 10.1016/j.autcon.2017.01.009.
- Schaffert, M., Steensen, T. (2017): Land Cover Changes in Northern Germany between 1990 and 2000 – An East-West Perspective. A study based on CORINE Land Cover data, Hepperle E., Dixon-Gough



- R., Mansberger R., Paulsson J., Hernik J., Kalbro T. (Hrsg.): Land ownership and Land use development: The Integration of Past, Present, and Future in Spatial Planning and Land Management Policies (EALD-Series), Zürich.
- Schön, S., Kermarrec, G., Kargoll, B., Neumann, I., Kosheleva, O., Kreinovich, V. (2017): Why Student Distributions? Why Matern's Covariance Model? A Symmetry-Based Explanation, in: Anh, L., Dong, L., Kreinovich, V., Thach, N. (eds) *Econometrics for Financial Applications. ECONVN 2018. Studies in Computational Intelligence*, vol 760. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-73150-6\_21.
- Soot, M., Weitkamp, A., Dorndorf, A., Alkhatib, H. (2017): Expertenwissen in der Immobilienbewertung, In: *Flächenmanagement und Bodenordnung (fub) 2/2017*, S. 82-91.
- Stenz, U., Hartmann, J., Paffenholz, J.-A., Neumann, I. (2017): A Framework Based on Reference Data with Superordinate Accuracy for the Quality Analysis of Terrestrial Laser Scanning-Based Multi-Sensor-Systems, *Sensors* 2017, 17(8), 1886. DOI: 10.3390/s17081886.
- Sun, L., Dbouk, H., Neumann, I., Schön, S., Kreinovich, V. (2017): Taking into Account Interval (and Fuzzy) Uncertainty Can Lead to More Adequate Statistical Estimates, In: Melin, P., Castillo, O., Kacprzyk, J., Reformat, M., Melek W. (Hrsg.) *Fuzzy Logic in Intelligent System Design. NAFIPS 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing*, Bd. 648, S. 371-381. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-67137-6\_41. ISBN: 978-3-319-67137-6.
- Zhao, X., Alkhatib, H., Kargoll, B., Neumann, I. (2017): Statistical evaluation of the influence of the uncertainty budget on B-spline curve approximation, *Journal of Applied Geodesy*, Band 11, Heft 4, S. 215-230., <https://www.growkudos.com/publications/10.1515%25252Fjag-2017-0018> DOI: 10.1515/jag-2017-0018.

#### NICHT BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Danielzyk, R., Klein, I., Lange, L., Steffenhagen-Koch, P., Voß, W., Weitkamp, A. (2017): CSR und Ortsentwicklung. In: Albers, H.-H., Hartenstein, F. (Hrsg.): *CSR und Stadtentwicklung – Unternehmen als Partner für eine nachhaltige Stadtentwicklung*. Springer Gabler, Berlin, S. 143-158.
- Dennig, D., Bureick, J., Hesse, C., Neumann, I. (2017): Mit hoher Genauigkeit - 3D-Vermessung von Kranschienen-Profilen und -Befestigungen, In: *Hebezeuge Fördermittel*, Huss Medien GmbH, Berlin Nr. 6/2017, S. 26-29.
- Dennig, D., Bureick, J., Neumann, I. (2017): Hochpräzise 3D Vermessung von (Kranschienen-)profilen und Befestigungen, In: André Katterfeld, Klaus Richter, Friedrich Krause, Dagmar Pfeiffer und Arnhild Gerecke (Hg.): *25. Internationale Kranfachtagung Magdeburg. 25 Jahre Faszination Krantechnik: Logisch GmbH*, ISBN: 978-3-930385-98-0, S. 157–171.
- Dorndorf, A., Soot, M., Weitkamp, A., Alkhatib, H. (2017): A Heuristic Robust Approach for Real Estate Valuation in Areas with Few Transactions, In: FIG (Hrsg.) *Proceedings of FIG Working Week 2017, Helsinki, Finland*. ISBN: 978-87-92853-61-5.
- Hesse, C., Bureick, J., Link, J., Neumann, I. (2017): Ein kinematisches Scansystem zur hochgenauen 3D-Schienenvermessung, In: *Photogrammetrie - Laserscanning - Optische 3D-Messtechnik. Beiträge der Oldenburger 3D-Tage 2017*. Berlin/Offenbach: Wichmann Verlag, S. 144-151.
- Neumann, I., Dennig, D., Diener, D., Hesse, C., Link, J., Bureick, J. (2017): Kinematisches Monitoring von Führungs- Fahr- und Leitschienen im industriellen Umfeld, In: Lienhart, W. (Hrsg.): *Ingenieurvermessung '17. Beiträge zum 18. Internationalen Ingenieurvermessungskurs Graz*. Berlin/Offenbach: Wichmann Verlag, S. 77-90.
- Neumann, I., Stenz, U., Timmen, A., Krause, U., Genz, T., Haala, N., Cefalu, A. (2017): Kollaborative Erfassung und Qualitätsbeurteilung von UAV und TLS-Daten. In: DVW e. V. (Hg.): *Terrestrisches Laserscanning 2017 (TLS 2017)*. DVW-Schriftenreihe, Band 88, Wißner-Verlag, Augsburg, 2017, S. 23-28.
- Paffenholz, J.-A., Stenz, U. (2017): Integration von Lasertracking und Laserscanning zur optimalen Bestimmung von lastinduzierten Gewölbeverformungen, In: Lienhart, W. (Hrsg.): *Ingenieurvermessung '17. Beiträge zum 18. Internationalen Ingenieurvermessungskurs Graz*. Berlin: Wichmann Verlag, S. 373-388.
- Paffenholz, J.-A., Stenz, U., Wujanz, D., Neitzel, F., Neumann, I. (2017): 3D-Punktwolken-basiertes Monitoring von Infrastrukturbauwerken am Beispiel einer historischen Gewölbebrücke, In: DVW e. V. (Hrsg.): *Terrestrisches Laserscanning 2017 (TLS 2017)*. DVW-Schriftenreihe, Band 88, Wißner-Verlag, Augsburg, 2017, S. 115-127.
- Soot, M., Weitkamp, A., Alkhatib, H., Dorndorf, A., Jeschke, A. (2017): Different Regions with Few Transaction - An Approach of Systematization, In: FIG (Hrsg.) *Proceedings of FIG Working Week 2017, Helsinki, Finland*. ISBN: 978-87-92853-61-5.

- Voß, W., Bakker, K. (2017): Einsatz von Geodaten für die Immobilienwertermittlung. In: Meinel/ Schumacher/ Schwarz/ Richter (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring IX – Nachhaltigkeit der Siedlungs- und Verkehrsentwicklung? IÖR Schriften Band 73, Rhombus-Verlag Berlin, S. 113-122.
- Voß, W. (2017): Das Gebot der Stunde – Innerörtliche Siedlungsentwicklung zugunsten der Ortskerne. In: Landentwicklung aktuell, Bundesverband der gemeinnützigen Landgesellschaften, Ausgabe 2017, Seite 51-53.

## DISSERTATIONEN

- von Gössel, I. (2017): Simulationsbasierte Effizienzoptimierung von Messprozessen am Beispiel der tachymetrischen Netzmessung, Dissertation. München: DGK, Reihe C, Nr. 800.

## VORTRÄGE UND POSTER

- Alkhatib, H., Kargoll, B., Neumann, I., Kreinovich, V. (2017): Normalization-invariant fuzzy logic operations explain empirical success of Student distributions in describing measurement uncertainty, North American Fuzzy Information Processing Society Annual Conference NAFIPS 2017, Cancún, Mexiko, 16. Oktober 2017.
- Alkhatib, H., Kargoll, B., Paffenholz, J.-A. (2017): Robust multivariate time series analysis in nonlinear models with autoregressive and t-distributed errors, International Work-Conference on Time Series Analysis ITISE 2017, Granada, Spanien, 19. September 2017. (Poster).
- Dennig, D., Bureick, J., Link, J., Diener, D., Hesse, C., Neumann, I. (2017): Hochpräzise 3D Vermessung von (Kranschienen-)profilen und Befestigungen, 25. Internationale Kranfachtagung Magdeburg. Institut für Logistik und Materialflusstechnik. Magdeburg, 09.03.2017.
- Dorndorf, A., Soot, M., Weitkamp, A., Alkhatib, H. (2017): A Heuristic Robust Approach for Real Estate Valuation in Areas with Few Transactions, FIG Working Week, Helsinki, Finland, 01.06.2017.
- Ehrhorn, A., Hartmann, J., Neumann I. (2017): 6-DoF Bestimmung eines hochgenauen k-TLS basierten Multi-Sensor-Systems, Geodätische Woche 2017, Session 4. Ingenieurgeodäsie und GNSS, Berlin, 26.09.2017.
- Hake, F., Hartmann, J., Neumann I. (2017): Echtzeit-Datenprozessierung für ein hochgenaues k-TLS basiertes Multi-Sensor-System, Geodätische Woche 2017, Session 4. Ingenieurgeodäsie und GNSS, Berlin, 26.09.2017.
- Höcht, V., Schaffert, M. (2017): Opportunities and limits of different population data sets for rural development in Germany, 7th International and Interdisciplinary Symposium of European Academy of Land Use and Development (EALD), 07.- 09.09.2017 in Paris.
- Kargoll, B., Omidalizand, M., Alkhatib, H., Schuh, W.-D. (2017): A modified EM algorithm for parameter estimation in linear models with time-dependent autoregressive and t-distributed errors, International Work-Conference on Time Series Analysis ITISE 2017, Granada, Spanien, 18. September 2017.
- Neumann, I., Dennig, D., Diener, D., Hesse, C., Link, J., Bureick, J. (2017): Kinematisches Monitoring von Führungs- Fahr- und Leitschienen im industriellen Umfeld, 18. Internationaler Ingenieurvermessungskurs. Graz, Österreich. 25.-29.04.2017. (Poster).
- Neumann, I. (2017): Newest developments in kinematic laser scanning for industrial applications. Invited presentation at the Wuhan University, Wuhan, China, 30<sup>th</sup> November 2017.
- Neumann, I. (2017): Deutsch-chinesische Zusammenarbeit – wissenschaftliches und kulturelles Verständnis in technischen Disziplinen. Eingeladene Präsentation auf dem Symposium zu „China-Kompetenz für Deutschland und Deutschland-Kompetenz für China“, Tongji Universität, Shanghai, China, 2<sup>nd</sup> December 2017.
- Neumann, I. (2017): An overview on high accurate and surface based monitoring of objects. Invited presentation at the University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, China, 5<sup>th</sup> December 2017.
- Neumann, I. (2017): Newest developments in kinematic laser scanning for industrial applications. Invited presentation at the University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, China, 6<sup>th</sup> December 2017.
- Paffenholz, J.-A., Stenz, U., Wujanz, D., Neitzel, F., Neumann, I. (2017): 3D-Punktwolken-basiertes Monitoring von Infrastrukturbauwerken am Beispiel einer historischen Gewölbebrücke, Vortrag, 165. DVW-Seminar: Terrestrisches Laserscanning 2017 (TLS 2017), Fulda, 12.12.2017.
- Paffenholz, J.-A. (2017): Laserscanning und Lasertracking für das Monitoring von Brückenbauwerken am Beispiel der Allerbrücke, ALLSAT-Forum: Global Monitoring, Hannover, 06.12.2017 (eingeladener Vortrag).

- Paffenholz, J.-A. (2017): Interdisziplinäres Monitoring von Infrastrukturbauwerken - Vertikalverformungen aus 3D-Punktwolken, BauScan 2017, Magdeburg, 16.11.2017 (eingeladener Vortrag).
- Paffenholz, J.-A. (2017): Synchronisationsaspekte in Multi-Sensor-Systemen - Wie genau wird Zeit genommen? BW VDV Seminar „Mit der Zeit gehen - Die 4. Dimension“, Fulda, 06.04.2017 (eingeladener Vortrag).
- Paffenholz, J.-A. (2017): Laserscandaten für geodätisches Monitoring - 3D-Punktwolkenbasiertes Monitoring von Infrastrukturbauwerken, VSVI Seminar 11: Brücken- und Ingenieurbau, Braunschweig, 21.03.2017 (eingeladener Vortrag).
- Schaffert, M. (2017): Challenges and Responses in German Villages. Village Renewal and Local Planning Strategies, Summer School "Current and future aspects of Land Management and Land use in the light of SDG 2030 ". Renmin University of China, Peking, 6. Juli 2017.
- Soot, M., Weitkamp, A., Alkhatib, H., Dorndorf, A., Jeschke, A. (2017): Different Regions with Few Transaction - An Approach of Systematization, FIG Working Week, Helsinki, Finland, 01.06.2017.
- Voß, W. (2017): Sanierungsausgleichsbeträge – Grundlagen und Rechtsprechung. Bundesverband für Wohnen und Stadtentwicklung, Seminar Berlin, 29.03.2017.
- Voß, W. (2017): Einsatz von Geodaten für die Immobilienwertermittlung. 9. Dresdner Flächennutzungssymposium, Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, Dresden, 03. - 04. Mai 2017.
- Voß, W. (2017): Well-functioning Real Estate Markets – Criteria and Examples. FIG Working Week, Task Force Real Estate Market Studies, Helsinki, Finland, May 29 – June 2 2017.
- Voß, W. (2017): Equivalent living conditions and quality of life in all sub-regions: Challenges. Academic Dialogue Aiming at better Quality of Life in Rural Areas, Hanns-Seidel-Stiftung, München, 29. September 2017.
- Voß, W. (2017): Einfluss von städtebaulichen Verträgen auf die Verkehrswertermittlung. 19. Deutscher Sachverständigentag, BVS Akademie, Leipzig, 09.-10. November 2017.

## INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

## BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Bischof, C., Schön, S. (2017): Vibration detection with 100 Hz GPS PVAT during a dynamic flight, *Advances in Space Research*, 59(11):2779-2793 Special Issue High-Rate GNSS DOI: 10.1016/j.asr.2016.08.008.
- Darbeheshti, N., Wegner, H., Müller, V., Naeimi, M. et al. (2017): Instrument data simulations for GRACE Follow-on: observation and noise models, *Earth Syst. Sci. Data*, DOI: <http://dx.doi.org/10.5194/essd-9-833-2017>
- Devaraju, B., Sneeuw, N. (2017): The polar form of the spherical harmonic spectrum: implications for filtering GRACE data, In: *Journal of Geodesy*, DOI: 10.1007/s00190-017-1037-7.
- Denker, H., Timmen, L., Voigt, C., Weyers, S., Peik, E., Margolis, H. S., Delva, P., Wolf, P., Petit, G. (2017): Geodetic methods to determine the relativistic redshift at the level of  $10^{-18}$  in the context of international timescales – A review and practical results. *Journal of Geodesy*, DOI: 10.1007/s00190-017-1075-1.
- Garcia-Fernandez, N., Schön, S. (2017): Development of a Simulation Tool for Collaborative Navigation Systems. 14<sup>th</sup> Workshop on Positioning, Navigation and Communication (WPNC).
- Guéna, J., Weyers, S., Abgrall, M., Grebing, C., Gerginov, V., Rosenbusch, P., Bize, S., Lipphardt, B., Denker, H., Quintin, N., Raupach, S., Nicolodi, D., Stefani, F., Chiodo, N., Koke, S., Kuhl, A., Wiotte, F., Meynadier, F., Camisard, E., Chardonnet, C., Lecoq, Y., Lours, M., Santarelli, G., Amy-Klein, A., Le Targat, R., Lopez, O., Pottie, P.-E., Grosche, G. (2017): First international comparison of fountain primary frequency standards via a long distance optical fiber link. *Metrologia* 54: 348–354, DOI: 10.1088/1681-7575/aa65fe.
- Douch, K., Schubert, C., Wu, H., Müller, J., Pereira Dos Santos, F. (2017): Simulation-based evaluation of a cold atom interferometry gradiometer concept for gravity field recovery. *Advances in Space Research*, DOI: 10.1016/j.asr.2017.12.005.
- Hofmann, F., Biskupek, L., Müller, J. (2018): Contributions to Reference Systems from Lunar Laser Ranging using the IfE analysis model, *Journal of Geodesy*, Special issue on reference frames, DOI: 10.1007/s00190-018-1109-3.
- Hofmann, F., Müller, J. (2017): Relativistic Tests with Lunar Laser Ranging. *Classical and Quantum Gravity*, vol. 35, p. 035015, DOI: 10.1088/1361-6382/aa8f7a.
- Kerमारrec G., Schön S. (2017): A priori fully populated covariance matrices in least-squares adjustment—case study: GPS relative positioning, *Journal of Geodesy* 91(5):465–484 DOI: 10.1007/s00190-016-0976-8.
- Kerमारrec G., Schön S. (2017): Fully populated VCM or the hidden parameter, *J. Geod. Sci.*, DOI: 10.1515/jogs-2017-0016.
- Kerमारrec G., Schön S. (2017): Taking correlations into account: a diagonal correlation model, *GPS Solution* 21(4): 1895–1906, DOI: 10.1007/s10291-017-0665-y.
- Kersten, T., Kobe, M., Gabriel, G., Timmen, L., Schön, S., Vogel, D. (2017): Geodetic Monitoring of Subrosion-Induced Subsidence Processes in Urban Areas - Concept and Status Report, *Journal of Applied Geodesy* 11(1):21-29, deGruyter, Berlin, DOI: 10.1515/jag-2016-0029.
- Kersten, T., Schön, S. (2017): GPS-Code Phase Variations (CPV) for GNSS Receiver Antennas and Their Effect on Geodetic Parameters and Ambiguity Resolution, *Journal of Geodesy*, 91(6):579-596, Springer Berlin Heidelberg, DOI: 10.1007/s00190-016-0984-8 .
- Koch, I., Shabanloui, A., Flury, J. (2017): GNSS-based calibration of GRACE accelerometers, *International Association of Geodesy (IAG) Symposia* (Submitted, under review).
- Müller, J., Dirx, D., Kopeikin, S., Lion, G., Panet, I., Petit, G., Visser, P. (2017): High Performance Clocks and Gravity Field Determination. *ISSI book on High Performance Clocks*, *Space Science Reviews*, 2017, arXiv:1702.06761 [physics.geo-ph, gr-qc], DOI: 10.1007/s11214-017-0431-z.
- Naeimi, M., Boumann, J. (2017): Contribution of the GOCE gradiometer components to regional gravity solutions, *Geophysical Journal International*, DOI: 10.1093/gji/ggx040
- Naeimi, M., Flury, J. (Editors) (2017): *Global Gravity Field Modeling from Satellite-to-Satellite Tracking Data*, *Lecture Notes in Earth System Sciences*, Springer, DOI: 10.1007/978-3-319-49941-3, ISBN:978-3-319-49941-3
- Pálinkáš, V., Francis, O., Val'ko, M., Kostecký, J., Van Camp, M., Castelein, S., Bilker-Koivula, M., Näränen, J., Lothhammer, A., Falk, R., Schilling, M., Timmen, L., Iacovone, D., Baccaro, F., Germak, A., Biolcati, E., Origlia, C., Greco, F., Pistorio, A., De Plaen, R., Klein, G., Seil, M., Radinovic, R.,

- Reudink, R., Dykowski, P., Sękowski, M., Próchniewicz, D., Szpunar, R., Mojzeš, M., Jańk, J., Papčo, J., Engfeldt, A., Olsson, P. A., Smith, V., van Westrum, D., Ellis, B., Lucero, B. (2017): Regional comparison of absolute gravimeters, EURAMET.M.G-K2 key comparison, *Metrologia* Vol. 54 (1A), pp. 07012. DOI: 10.1088/0026-1394/54/1A/07012.
- Schilling, M., Timmen, L., Kumme, R. (2017): The gravity field in force standard machines, Proceedings of the IMEKO TC3, TC5, TC22 Joint Conference, 30.05.-01.06.2017, Helsinki. <http://www.imeko.org/publications/tc3-2017/IMEKO-TC3-2017-044.pdf>.
- Schön, S., Pham, K., Krawinkel, T. (2017): On Removing Discrepancies between Local Ties and GPS-Based Coordinates, In: Freymueller J.T., Sánchez L. (eds) International Symposium on Earth and Environmental Sciences for Future Generations. International Association of Geodesy Symposia, vol.147:245-252, Springer, Cham, DOI: 10.1007/1345\_2016\_238.
- Sun, L., Dbouk, H., Neumann, I., Schön, S., Kreinovich, V. (2018): Taking Into Account Interval (and Fuzzy) Uncertainty Can Lead to More Adequate Statistical Estimates, In: Fuzzy Logic in Intelligent System Design. NAFIPS 2017, Cancun. Springer, Cham. Vol. 648, vol 648., pp. 371-381.
- Torge, W. (2017): Friedrich Robert Helmert (1843-1917): Wegbereiter moderner Geodäsie. In: allgemeine vermessungs-nachrichten (avn), 124, 167-174.

#### NICHT BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Grotti, J., Koller, S., Vogt, S., Häfner, S., Sterr, U., Lisdat, C., Denker, H., Voigt, C., Timmen, L., Rolland, A., Baynes, F.N., Margolis, H.S., Zampalo, M., Thoumany, P., Pizzocaro, M., Rauf, B., Bregolin, F., Tampellini, A., Barbieri, P., Zucco, M., Costanzo, G.A., Clivati, C., Levi, F., Calonico, D. (2017): Geodesy and metrology with a transportable optical clock. arXiv: 1705.04089.
- Kersten, T., Schön, S. (2017): Precise Point Positioning mit GPS-Einfrequenz-Empfängern und der Radom-Antenne in Raisting für das Autonome Fahren (PPP-AF) AP 9: Bestimmung von Empfänger-Bias, Leibniz Universität Hannover, Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie, Institut für Erdmessung.
- Kersten, T., Schön, S. (2017): GNSS Monitoring of Surface Displacements in Urban Environments, In: Lienhart, W. (Hrsg.): Ingenieurvermessung '17. Beiträge zum 18. Internationalen Ingenieurvermessungskurs Graz, pp. 415-426, Wichmann Verlag, Berlin/Offenbach, Germany.
- Müller, J., Salbach, C. (2017): zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement. *gis.Business* 4/2017.
- Pearlman, M., Noll, C., Pavlis, E., Ma, C., Neilan, R., Lemoine, F., Thaller, D., Stangl, G., Müller, J., Bergstrand, S.: GGOS Bureau of Networks and Observations. IAG Reports 2015-2017 (Travaux de l'AIG 40).
- Torge, W. (2017): In memoriam Heinz Henneberg (1926 – 2016). In: Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement (zfv), Vol. 142, 59.
- Wu, H., Müller, J., Brieden, P. (2017): The GOCE-only global gravity field model IfE\_GOCE05s. GFZ Data Services. DOI: <http://doi.org/10.5880/icgem.2017.006>.

#### DISSERTATIONEN

- Hofmann, F. (2017): Lunar Laser Ranging – verbesserte Modellierung der Monddynamik und Schätzung relativistischer Parameter. In: Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover, ISSN 0174-1454, Nr. 331 und in Reihe C der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, ISSN 0065-5325, Nr. 797 online veröffentlicht ([www.dgk.badw.de](http://www.dgk.badw.de)).
- Brieden, Ph. (2017): Validierung von GOCE-Gravitationsgradienten in Kreuzungspunkten und Zukunftsperspektiven der Satellitengradiometrie. In: Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover, ISSN 0174-1454, Nr. 332 und in Reihe C der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, ISSN 0065-5325, Nr. 799 online veröffentlicht ([www.dgk.badw.de](http://www.dgk.badw.de)).

#### MONOGRAPHIEN

- Müller, J. (2017): Erdmessung mit Quanten und Relativität. BWG Jahrbuch 2016, J. Cramer Verlag, Braunschweig, S. 238-251.



- Müller, J. (2017): Laudatio zur Verleihung der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft an Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Reiner Rummel. BWG Jahrbuch 2016; J. Cramer Verlag, Braunschweig, S. 264-268.
- Seitz, F., Müller, J. (2016): Erdrotation. Buchkapitel im „Handbuch der Geodäsie“, Band „Erdmessung und Satellitengeodäsie“ (Hrsg. R. Rummel), Springer, Berlin, S. 295-323, 2017, DOI: 10.1007/978-3-662-46900-2\_12-2.
- Torge, W. (2017): Geschichte der Erdmessung. In: R. Rummel (Hsg.): Erdmessung und Satellitengeodäsie (Band 1, W. Freeden u. R. Rummel: Handbuch der Geodäsie): 1-71, Springer Verlag, Berlin. ISBN 978-3-662-47 099-2.
- Torge, W. (2017): Der lange Weg zur modernen Geodäsie. In: Helmholtz-Zentrum Potsdam - Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ (Hsg.): Fokus: Erde - Von der Erdvermessung zum System Erde, 15-41, Deutscher Kunstverlag GmbH, Berlin-München. ISBN 978-3-422-07395-1.

## VORTRÄGE UND POSTER

- Aghajani, V., Brakemeier, S., Icking, L., Khamsi, A., Ruwisch, F., Kersten, T., Kube, F., Ren, L., Schön, S. (2017): Navigation and Position Integrity for Inland Marine Transport Vessels, Geodetic Week 2017, September 26-28, Berlin, Germany.
- Breva, Y., Kersten, T., Schön, S., Ren, L. (2017): Analyse von GPS-Mehrwegeeffekten bei LEO Satelliten, Geodetic Week 2017, September 26-28, Berlin, Germany.
- Dbouk, H., Schön, S. (2017): Comparison of Interval Based Bounding Methods Applied to GNSS Positioning, Geodetic Week, Berlin 26-28 September 2017.
- Denker, H. (2017): Classical gravity potential determination – Some results from ITOC and geo-Q. IAG Joint Working Group JWG 2.1, First Meeting, Hannover, Germany, 15-16 May 2017.
- Devaraju, B., Weigelt, M., Müller, J. (2017): Impact of Wiese-approach in the mitigation of ocean-tide aliasing in monthly GRACE gravity field solutions, 4th Swarm Science Meeting 2017, Banff, Canada, 20-24 March 2017.
- Devaraju, B., Vishwakarma, B.D., Lorenz, C., Müller, J. (2017): Evolution of water storage in Fennoscandia, IAG Workshop "Satellite Geodesy for Climate Studies", Bonn, Germany, 19-21 September 2017.
- Devaraju, B., Weigelt, M., Müller, J. (2017): Evaluating strategies for mitigating aliasing errors in GRACE-like mission scenarios, IAG-IAPSEI Joint Assembly, Kobe, Japan, 30. July - 4. August 2017.
- Douch, K., Müller, J., Heinzl, G., Shabanloui, A. (2017): Project B07: optical gradiometer system modelling, geo-Q General Assembly 2017, Braunschweig, Deutschland 22-23 Februar 2017.
- Douch, K., Müller, J., Heinzl, G., Wu, H. (2017): Recovering the time-variable gravitational field using satellite gradiometry: requirements and gradiometer concept, EGU General Assembly 2017, Wien, Österreich, 23-28 April 2017 .
- Douch, K., Wu, H., Müller, J., Heinzl, G. (2017): Mapping the time-variable gravity field with satellite gravity gradiometry, IAG Workshop: Satellite Geodesy for Climate Studies, Bonn, Deutschland, 19-21 September 2017.
- Garcia-Fernandez, N., Schön, S. (2017): Multi-Vehicle Trajectory and Visibility Simulation for Collaborative Sensor Networks, Geodetic Week 26-28 September 2017.
- Grosche, G., Lisdat, C., Quintin, N., Shi, C., Raupach, S.M.F., Grebing, C., Nicolodi, D., Stefani, F., Al-Masoudi, A., Dörscher, S., Häfner, S., Robyr, J.-L., Chiodo, N., Bilicki, S., Bookjans, E., Koczwara, A., Koke, S., Kuhl, A., Wiotte, F., Meynadier, F., Camisard, E., Abgrall, M., Lours, M., Legero, T., Schnatz, H., Sterr, U., Denker, H., Chardonnet, C., Le Coq, Y., Santarelli, G., Amy-Klein, A., Le Targat, R., Lodewyck, J., Lopez, O., Pottie, P.-E. (2017): 1400 km optical fiber link tests whether French and German clocks tick alike. Precise Time and Time Interval Meeting, 30 Jan. – 2 Feb. 2017, Monterey, CA, U.S.A.
- Grotti, J., Koller, S., Vogt, S., Al-Masoudi, A., Dörscher, S., Herbers, S., Häfner, S., Sterr, U., Lisdat, C., Denker, H., Pizzocaro, M., Thoumany, P., Rauf, B., Clivati, C., Levi, F., Calonico, D., Rolland, A., Baynes, F., Margolis, H. (2017): First campaigns with PTB transportable optical lattice clock. Abstract, Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft e.V., Q13.4, Vortrag, Mainz, 6 Mar. 2017, <http://www.dpg-verhandlungen.de/year/2017/conference/mainz/part/q/session/13/contribution/4>.
- Grotti, J., Koller, S.B., Vogt, S., Häfner, S., Sterr, U., Lisdat, C., Pizzocaro, M., Thoumany, P., Rauf, B., Bregolin, F., Clivati, C., Tampellini, A., Barbieri, P., Costanzo, G.A., Frittelli, M., Mura, A., Zucco, M., Levi, F., Calonico, D., Rolland, A., Baynes, F.N., Margolis, H.S., Denker, H., Voigt, C., Timmen, L. (2017): First measurement campaigns with a transportable optical lattice clock. 2017 European Frequency and Time Forum & International Frequency Control Symposium, July 10th – July 13th 2017, Besançon, France.

- Guéna, J., Weyers, S., Abgrall, M., Grebing, C., Gerginov, V., Rosenbusch, P., Bize, S., Lipphardt, B., Denker, H., Quintin, N., Raupach, S., Nicolodi, D., Stefani, F., Chiodo, N., Koke, S., Kuhl, A., Wiotte, F., Meynadier, F., Camisard, E., Chardonnet, C., Lecoq, Y., Lours, M., Santarelli, G., Amy-Klein, A., Le Targat, R., Lopez, O., Pottie, P.-E., Grosche, G. (2017): First international comparison of fountain primary frequency standards via a long distance optical fiber link. First measurement campaigns with a transportable optical lattice clock. 2017 European Frequency and Time Forum & International Frequency Control Symposium, July 10th – July 13th 2017, Besançon, France.
- Hofmann, F., Müller, J. (2017): Lunar Laser Ranging as tie between terrestrial and space reference systems. IAG-IASPEI joint scientific assembly, Kobe, Japan, 2.8.2017.
- Hofmann, F., Biskupek, L., Müller, J. (2017): Reference system parameters from Lunar Laser Ranging, Vortrag, Geodätische Woche 2017, Berlin, 26.09.-28.09.2017.
- Hofmann, F., Müller, J. (2017): Lunar Laser Ranging as tie between terrestrial and space reference systems, Vortrag, IAG-IASPEI, Kobe, Japan, 02.08.2017.
- Kersten, T., Weise, A., Gabriel, G., Timmen, L., Schön, S., Vogel, D. (2017): Geodetic-geophysical Monitoring of Sinkhole Instabilities - Results of SIMULTAN Campaigns from 2015 to 2017, Geodetic Week 2017, September 26-28, Berlin, Germany.
- Kersten, T., Schön, S. (2017): GNSS Monitoring of Surface Displacements in Urban Environments, Proceedings of Ingenieurgeodäsie 17 - 18 Internationaler Ingenieurvermessungskurs, April 25.-29., Graz, Austria.
- Kersten, T., Schön, S. (2017): Galileo for GNSS-Monitoring Networks in Urban Environments, Proceedings of Ingenieurgeodäsie 17 - 18 Internationaler Ingenieurvermessungskurs, April 25.-29., Graz, Austria.
- Kersten, T., Schön, S. (2017): Determining GNSS Phase Biases by Common Clock Approaches, In: IGS Analysis Workshop, July 3.-7., Paris, France.
- Kersten, T., Schön, S. (2017): The Joint Research Project SIMULTAN - WP3.1: GNSS Campaigns and Research, Verbundtreffen zum BMBF-Statusseminar Geotechnologien - Frühwarnsysteme, September 27-28, Dresden, Germany.
- Koch, I., Shabanloui, A., Flury, J. (2017): GNSS-based Calibration of GRACE Accelerometers, IAG-IASPEI 2017, July 30 - August 4, Kobe, Japan.
- Krawinkel, T., Schön, S. (2017): Zum Potenzial der Empfängeruhrmodellierung bei kinematischem Precise Point Positioning, Geodätische Woche, Berlin, 26.-28. September.
- Kröger, J., Kersten, T., Schön, S. (2017): GPS/GNSS Low-Cost Permanent-Stationen, Geodetic Week 2017, September 26-28, Berlin, Germany.
- Mai, E., Müller, J., Oberst, J.: Status report PN1 – Barycentric Ephemeris, Statusseminar der DFG-Forschergruppe FOR1503 "Referenzsysteme" München, 16.-17.02.2017.
- Mai, E., Müller, J., Oberst, J.: Status report PN1 – Barycentric Ephemeris, Statusseminar der DFG-Forschergruppe FOR1503 "Referenzsysteme" Berlin, 26.09.2017.
- Mai, E.: Towards the Construction of a New Solar-System Barycentric Ephemeris based on Stochastic Optimization, Geodätische Woche 2017, Berlin, 26.-28.09.2016.
- Männel B., Thaller D., Rothacher M., Böhm J., Müller J., Glaser S., Dach R., Biancale R., Bloßfeld M., Kehm A., Herrera Pinzon I., Hofmann F., Andritsch F., Coulot D., Pollet A. (2017): Recent Activities of the GGOS Standing Committee on Performance Simulations and Architectural Trade-Offs (PLATO), Vortrag, IAG-IASPEI, Kobe, Japan, 30.07.2017.
- Müller, J. (2017): Novel Earth observation based on quantum optics and relativity. Geodetic Colloquium, ETH Zürich, 2.3.2017.
- Müller, J. (2017): Earth observation using clocks. Workshop with guests from New Zealand at IQ, Hannover, 13.4.2017.
- Müller, J. (2017): Earth observation using space geodetic techniques. Geo-Q Lecture Week, Berlin, 19.4.2017.
- Müller, J. (2017): Standing Committee on Satellite Missions – status report. GGOS Meeting, Wien, 26.4.2017.
- Müller, J., Hofmann, F. (2017): Lunar Laser Ranging contributions to PLATO. PLATO Meeting, Wien, 27.4.2017.
- Müller, J. (2017): Erdmessung mit Quanten und Relativität. geo-Q Öffentliche Vortragsreihe „Changing Earth“, Hannover, 19.10.2017.
- Müller, J. (2017): SFB 1128 geo-Q - Relativistic geodesy and gravimetry with quantum sensors, DGK-Jahresversammlung, Potsdam, 8.11.2017.

- Müller, J. (2017): Standing Committee on Satellite Missions. CSM splinter meeting, Kobe, Japan, 3.8.2017.
- Müller, J., Wu, H. (2017): Evaluation of the contribution of optical clocks to gravity field modeling here: unification of height systems - IAG-IASPEI joint scientific assembly, Kobe, Japan, 31.7.2017.
- Ren L., Schön S. (2017): GPS-based kinematic orbit determination of Swarm satellites, Fourth Swarm Science Meeting and Geodetic Missions Workshop (SWARM), Banff, Canada, 20-24.03.2017 (Poster).
- Ren L., Schön S. (2017): Relative kinematic orbit determination for Swarm satellites, Poster, EGU General Assembly 2017, Vienna, Austria, 23-28.04.2017 (Poster).
- Ren L., Schön S. (2017): CONTIM: GPS-based kinematic orbit determination of Swarm satellites, Second SPP1788 Colloquium, Bremen, Germany, 14-16.06.2017 (Poster).
- Ren L., Schön S. (2017): IfE contributions to Swarm GPS data analysis, Swarm 7th data quality workshop, Delft, Netherlands, 24-27.10.2017 (Vortrag).
- Sanchez, L., Denker, H., Blitzkow, D., Pail, R., Huang, J., Roman, D., Amos, M., Ihde, J., Barzaghi, R., Sideris, M., Oshchepkov, I., Matos, A. C. O. C., Pinon, D., Avalos, D., Freitas, S. R. C. (2017): A first approximation of the International Height Reference Frame (IHRF). IAG-IASPEI Joint Scientific Assembly, Kobe, Japan, 20 July – 4 Aug. 2017.
- Schilling, M. (2017): Watching the changing Earth, Vortrag, 34. Chaos Communications Congress, Leipzig, 27.-30.12.2017.
- Schilling, M., Timmen, L., Kümme, R. (2017): The gravity field in force standard machines, Vortrag, IMEKO TC3, TC5, TC22 joint conference, Helsinki, 30.05.-01.06.2017.
- Schilling, M., Timmen, L., Wodey, E., Schlippert, D., Schubert, C., Müller, J., Ertmer, W., Rasel, E. (2017): Gravimetrische Referenz für eine 10 m Atomfontäne, Vortrag, Geodätische Woche, Berlin, 26.-29. September 2017.
- Shabanloui, A., Müller, J. (2017): How Reliable is the Mass Variation in the Siberian Permafrost Region as Observed by Grace. Poster, FI:GEO Begutachtung, Hannover, 13.7.2017.
- Sneeuw, N., Devaraju, B. (2017): Amplitude-phase representation of GRACE spherical harmonic spectra, IAG-IAPSEI Joint Assembly, Kobe, Japan, 30. July - 4. August 2017.
- Svitlov, S., Rotter, D., Shabanloui, A., Flury, J., Siemes, Ch.: On the accelerometer data quality and processing, Poster, The 7th Swarm Data Quality Workshop, 24 – 27 November 2017, TU Delft, Netherlands.
- Timmen, L., Falk, R., Gabriel, G., Lothhammer, A., Schilling, M., Vogel, D. (2017): Das Relativgravimeter Eichsystem Hannover für  $10^{-4}$  Maßstabsbestimmungen, Vortrag, Herbsttagung des Arbeitskreis Geodäsie & Geophysik, 24.-27. Oktober 2017 – Blaibach.
- Vishwakarma, B.D., Zhang, J., Devaraju, B., Sneeuw, N. (2017): Searching signatures of climate change in GRACE products, IAG Workshop "Satellite Geodesy for Climate Studies", Bonn, Germany, 19-21 September 2017.
- Weigelt, M., Müller, J. und geo-Q Team (2017): SFB 1128 geo-Q - Relativistic Geodesy and Gravimetry with Quantum Sensors. Poster, FI:GEO Begutachtung, Hannover, 13.7.2017.
- Weise, A., Gabriel, G., Kersten, T., Schön, S., Timmen, L., Vogel, D. (2017): Deformationsüberwachung mit Gravimetrie? Ein Experiment im Erdfallgebiet in Hamburg-Flottbek, Poster, 77. Jahrestagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft, 27.–30. März 2017, Potsdam.

## INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK

### BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Bock, F., Attanasio, Y., Di Martino, S. (2017): Spatio-Temporal Road Coverage of Probe Vehicles: A Case Study on Crowd-Sensing of Parking Availability with Taxis, *Societal Geo-innovation*, Springer International Publishing, p. 165-184.
- Bock, F., Di Martino, S. (2017): How many probe vehicles do we need to collect on-street parking information? 5th IEEE International Conference on Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS), p. 538-543.
- Bock, F., Di Martino, S., Sester, M. (2017): Data-Driven Approaches for Smart Parking, *Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases: European Conference, ECML PKDD 2017*, Skopje, Macedonia, September 18-22, 2017, Proceedings, Part III, p. 358-362.
- Busch, S., Schlichting, A., Brenner, C. (2017): Generation and communication of dynamic maps using light projection, *Proceedings, 28th International Cartographic Conference: ICC 2017*.
- Cheng, H., Rokicki, M., Herder, E. (2017): The influence of city size on dietary choices and food recommendation, *Proceedings of the 25th conference on user modeling, adaptation and personalization*, p. 359-360.
- Cheng, H., Rokicki, M., Herder, E. (2017): The Influence of City Size on Dietary Choices, *Adjunct Publication of the 25th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*, p. 231-236.
- Czioska, P., Kutadinata, R., Trifunović, A., Winter, S., Sester, M., Friedrich, B. (2017): Real-world Meeting Points for Shared Demand-Responsive Transportation Systems, *arXiv preprint arXiv:1709.08488*.
- Czioska, P., Mattfeld, D. C., Sester, M. (2017): GIS-based identification and assessment of suitable meeting point locations for ride-sharing, *Transportation Research Procedia*, vol. 22, p. 314-324.
- Feng, Y., Sester, M. (2017): Social media as a rainfall indicator, Bregt, A., Sarjakoski, T., van Lammeren, R., Rip, F. (Eds.). *Societal Geo-Innovation: short papers, posters and poster abstracts of the 20th AGILE Conference on Geographic Information Science*, Wageningen, the Netherlands.
- Schmidt, A., Lafarge, F., Brenner, C., Rottensteiner, F., Heipke, C. (2017): Forest point processes for the automatic extraction of networks in raster data, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. 125.
- Siqueira-Gay, J., Giannotti, M. A., Sester, M. (2017): Learning spatial inequalities: a clustering approach, *Proceedings XVIII GEOINFO, 4-6 December 2017, Salvador, BA, Brazil*. p 140-151.

### NICHT BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN (ABSTRACT BASED)

- Bock, F., Xia, K., and Sester, M. (2017): Mapping similarities in temporal parking occupancy behavior based on city-wide parking meter data, *Proceedings, 28th International Cartographic Conference: ICC 2017*.
- Fuchs, L., Graf, T., Haberlandt, U., Kreibich, H., Neuweiler, I., Sester, M., Berkhahn, S., Feng, Y., Peche, A., Rözer, V., Sämann, R., Shehu, B., Wahl, J. (2017): Real-Time Prediction of Pluvial Floods and Induced Water Contamination, *17th International Conference on Urban Drainage*, Prague.
- Schachtschneider, J., Schlichting, A., Brenner, C. (2017): Assessing temporal behavior in lidar point clouds in urban environments, *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, vol. 42.

### VORTRÄGE UND POSTER

- Sester, M. (2017): SocialCars – kooperatives (de-) zentrales Verkehrsmanagement. Ringvorlesung Energie 2050, Leibniz Universität Hannover, 26.4.2017
- Sester, M. (2017): Analyse von Laserscannerdaten zur Identifikation von Objekten und Geländestrukturen, in: *Denkmalpflege als kulturelle Praxis. Zwischen Wirklichkeit und Anspruch*, Jahrestagung der Vereinigung der Landesdenkmalpfleger in der Bundesrepublik Deutschland in Oldenburg, 20.6.2017.
- Sester, M. (2017): Analyse von Mobilitätsdaten, Plenarvortrag Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft, Braunschweig, 13.10.2017.

## INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND GEOINFORMATION

## BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Adolph, W., Jung, R., Schmidt, A., Ehlers, M., Heipke, C., Bartholomä, A., Farke, H. (2016): Integration of TerraSAR-X, RapidEye and airborne lidar for remote sensing of intertidal bedforms on the upper flats of Norderney (German Wadden Sea), *Geo-Marine Letters* (2016), pp. 1-13, DOI: 10.1007/s00367-016-0485-z.
- Albert, L., Rottensteiner, F., Heipke, C. (2017): A higher order Conditional Random Field model for simultaneous classification of land cover and land use, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Volume 130, August 2017, pp. 63–80.
- Coenen, M., Rottensteiner, F., Heipke, C. (2017): Classification of Stereo Images from Mobile Mapping Data Using Conditional Random Fields, *PFG – Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science*, Volume 85, Issue 1, February 2017, pp. 17-30.
- Emadali, L., Motagh, M., Haghshenas Haghighi, M. (2017): Characterizing post-construction settlement of the Masjed-Soleyman embankment dam, Southwest Iran, using TerraSAR-X SpotLight radar imagery. *Engineering Structures* 143 (2017) 261–273.
- Esmaeili, M., Motagh, M., Hooper, A. (2017): Application of Dual-Polarimetry SAR Images in Multitemporal InSAR Processing. - *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 14, 9, p. 1489-1493, DOI: 10.1109/LGRS.2017.2717846.
- Haghshenas Haghighi, M., Motagh, M. (2017): Sentinel-1 InSAR over Germany: Large-Scale Interferometry, Atmospheric Effects, and Ground Deformation Mapping. In: *ZfV* 142 (2017) no. 4, pp 245-256, DOI: 10.12902/zfv-0174-2017.
- Klinger, T., Rottensteiner, F., Heipke, C. (2017): Probabilistic multi-person localisation and tracking in image sequences, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Volume 127, May 2017, pp. 73–88.
- Liao, W., Yang, C., Yang, M., Rosenhahn, B. (2017): Security Event Recognition for Visual Surveillance, In: *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. 4, June 2017, DOI: 10.5194/isprs-annals-IV-1-W1-19-2017.
- Maas, A., Rottensteiner, F., Heipke, C. (2017): Classification under label noise using outdated maps In: *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences IV-1/W1*, pp. 215-222, DOI: 10.5194/isprs-annals-IV-1-W1-215-2017.
- Mahdianpari, M., Salehi, B., Mohammadimanesh, F., Motagh, M. (2017): Random forest wetland classification using ALOS-2 L-band, RADARSAT-2 C-band, and TerraSAR-X imagery, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 130, p. 13-31, DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2017.05.010.
- Mirzaee, S., Motagh, M., Akbari, B., Wetzel, H.-U., Roessner, S. (2017): Evaluating Three InSAR Time-Series Methods to Assess Creep Motion, Case Study: Masouleh Landslide in North Iran. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 4, 1/W1, p. 223-228, DOI: 10.5194/isprs-annals-IV-1-W1-223-2017.
- Motagh, M., Shamshiri, R., Haghshenas Haghighi, M., Wetzel, H.-U., Akbari, B., Nahavandchi, H., Roessner, S., Arabi, S. (2017): Quantifying groundwater exploitation induced subsidence in the Rafsanjan plain, southeastern Iran, using InSAR time-series and in situ measurements. *Engineering Geology* 218, pp. 134-151.
- Neelmeijer, J., Motagh, M., Bookhagen, B. (2017): High-resolution digital elevation models from single-pass TanDEM-X interferometry over mountainous regions: A case study of Inylchek Glacier, Central Asia. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 130, p. 108-121, DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2017.05.011.
- Ojwang, R. O., Dietrich, J., Anebagilu, P. K., Beyer, M., Rottensteiner, F. (2017): Rooftop rainwater harvesting for Mombasa: Scenario development with image classification and water resources simulation, *Water*, Volume 9, issue 5, May 2017, article no. 359, DOI: 10.3390/w9050359.
- Reich, M., Ying Yang, M., Heipke, C. (2017): Global robust image rotation from combined weighted averaging, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Volume 127, May 2017, pp. 89-101.
- Schack, L., Sörgel, U., Heipke, C. (2017): Assigning Persistent Scatterers of Regular Multi-Story Buildings to Optical Oblique Images, *PFG – Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science*, Volume 85, Issue 1, February 2017, pp. 67–74.
- Schmidt, A., Lafarge, F., Brenner, C., Rottensteiner, F., Heipke, C. (2017): Forest point processes for the automatic extraction of networks in raster data, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, Volume 126, April 2017, pp. 38-55, DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2017.01.012.
- Sefercik, U., Buyuksalih, G., Jacobsen, K., Alkan, M. (2017): Point-based and model-based geolocation analysis of airborne laser scanning data. In: *Optical Engineering* 56(1), 013101.



- Vogt, K., Paul, A., Ostermann, J., Rottensteiner, F., Heipke, C. (2017): Boosted unsupervised multi-source selection for domain adaptation In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences IV-1/W1, pp. 229-236, DOI: 10.5194/isprs-annals-IV-1-W1-229-2017.
- Vosselman, G., Coenen, M., Rottensteiner, F. (2017): Contextual segment-based classification of airborne laser scanner data, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Volume 128, June 2017, pp. 354–371.
- Wang, X., Zhan, Z.Q., Heipke, C. (2017): An efficient method to detect mutual overlap of a large set of unordered images for structure-from-motion. In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences IV-1/W1, pp. 191-198, DOI: 10.5194/isprs-annals-IV-1-W1-191-2017.
- Ziems, M., Rottensteiner, F., Heipke, C. (2017): Verification of road databases using multiple road models, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Volume 130, August 2017, pp. 44–62.

#### NICHT BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Achancarray Diaz, P. M. A., Feitosa, R. Q., Rottensteiner, F., Del Arco Sanchez, I., Heipke, C. (2017): Spatio-temporal Conditional Random Fields for recognition of sub-tropical crop types from multi-temporal images. In: Proceedings of the XVIIIth Brazilian Remote Sensing Symposium, pp. 2539-2546.
- Achancarray Diaz, P. M. A., Feitosa R. Q., Rottensteiner, F., Del Arco Sanchez, I., Heipke C. (2017): Spatial-temporal conditional random field based model for crop recognition in tropical regions. In: Proceedings, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), Fort Worth. 3007-3010.
- Bayburt, S., Kurtak, A.B., Büyüksalih, G., Jacobsen, K. (2017): Geometric Accuracy Analysis of WorldDEM in Relation to AW3D30, SRTM and ASTER GDEM2. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-1/W1, pp 211-217.
- Blott, G., Heipke, C. (2017): Bifocal stereo for multipath person re-identification. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-2/W8, November 2017, pp. 37-44, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W8-37-2017.
- Bostelmann, J., Breikopf, U., Heipke, C. (2017): Optimizing the distribution of tie points for the bundle adjustment of HRSC image mosaics. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-3/W1, pp. 15-22, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-3-W1-15-2017.
- Coenen, M., Rottensteiner, F., Heipke, C. (2017): Detection and 3D modelling of vehicles from mobile mapping stereo images In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-1/W1, pp. 505-512, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-1-W1-505-2017.
- Jacobsen, K. (2017): Verbesserung der Geometrie von Satellitenbildern durch Höhenmodelle. In: DGPF Tagungsband 26/2017, Würzburg, März 2017, S. 13-21.
- Jacobsen, K. (2017): Problems and Limitations of Satellite Image Orientation for Determination of Height Models. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-1/W1, pp 257-264.
- Kruse, C., Neuberger, H., Rottensteiner, F., Hoberg, T., Ziems, M., Huth, J., Heipke, C. (2017): Automatische Detektion von Bombenkratern in Krieglufbildern mittels markierter Punktprozesse. In: DGPF Tagungsband 26/2017, Würzburg, März 2017, pp. 245-261.
- Maas, A., Alrajhi, M., Alobeid, A., Heipke C. (2017): Automatic classification of high resolution satellite imagery - a case study for urban areas in the Kingdom of Saudi Arabia. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLII-1-W1, 11-16, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-1-W1-11-2017.
- Maas, A., Rottensteiner, F., Heipke, C. (2017): Classification under label noise based on outdated maps. Proceedings, Asian Conference on Remote Sensing, Delhi, 8 p., on USB-Stick.
- Mirzaee, S., Motagh, M., Akbari, B. (2017): Landslide monitoring using insar time-series and GPS observations, case study: Shabkola landslide in northern Iran. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XL-1/W1, p. 487-492, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-1-W1-487-2017.
- Passini, R., Day, D., Weaver, W., Jacobsen, K. (2017): Accuracy Analysis of DEMs Generated from UAS Imagery and Large Format Digital Cameras. In: ASPRS IGTF conference Baltimore 2017.
- Unger, J., Rottensteiner, F., Heipke, C. (2017): Assigning Tie Points to a Generalised Building Model for UAS Image Orientation. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and

Spatial Information Sciences XLII-2/W6, pp. 385-392, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W6-385-2017.

Ürün, M., Wiggerhagen, M., Nitschke, H., Heipke, C. (2017): Stabilitätsprüfung projizierter Referenzpunkte für die Erfassung großvolumiger Messobjekte. In: Luhmann, T., Schumacher, C. (Eds.) Photogrammetrie – Laserscanning – Optische 3D-Messtechnik. Beiträge der Oldenburger 3D-Tage 2017, Wichmann Verlag, Heidelberg 377-387.

### BÜCHER, BUCHKAPITEL, DISSERTATIONEN

Albert, L. (2017): Simultane Klassifikation der Bodenbedeckung und Landnutzung unter Verwendung von Conditional Random Fields. In: Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover, ISSN 0174-1454, Nr. 335, Dissertation.

Heipke, C. (2017): Photogrammetrie und Fernerkundung – eine Einführung, in Heipke, C (Ed.): Handbuch der Geodäsie (Freeden W., Rummel R., Eds.), Band Photogrammetrie und Fernerkundung, pp. 1-27, Springer Reference Naturwissenschaften, Springer Berlin Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-662-47094-7\_37.

Jacobsen, K. (2017): Satellitenphotogrammetrie, in Heipke, C. (Ed.): Handbuch der Geodäsie (Freeden, W., Rummel, R., Eds.), Band Photogrammetrie und Fernerkundung, pp. 343-372, Springer Reference Naturwissenschaften, Springer Berlin Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-662-47094-7\_43.

Niemeyer, J. (2017): Verwendung von Kontext zur Klassifikation luftgestützter Laserdaten urbaner Gebiete. In: Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover, ISSN 0174-1454, Nr. 336, Dissertation.

Rottensteiner, F. (2017): Kontextbasierte Ansätze in der Bildanalyse, in Heipke, C (Ed.): Handbuch der Geodäsie (Freeden, W., Rummel, R., Eds.), Band Photogrammetrie und Fernerkundung, pp. 555-602, Springer Reference Naturwissenschaften, Springer Berlin Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-662-47094-7\_45.

Schmidt, R., Bostelmann, J., Heipke, C. (2017): Planetare Fernerkundung, in Heipke, C (Ed.): Handbuch der Geodäsie (Freeden, W., Rummel, R., Eds.), Band Photogrammetrie und Fernerkundung, pp. 373-429, Springer Reference Naturwissenschaften, Springer Berlin Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-662-47094-7\_58.

### HERAUSGABEN

Heipke, C., Jacobsen, K., Stilla, U., Rottensteiner, F., Yilmaz, A., Ying Yang, M., Skaloud, J., Colomina, I. (Hrsg.) (2017): Proceedings of the ISPRS Hannover Workshop: HRIGI 17 – CMRT 17 – ISA 17 – EuroCOW 17. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences Vol. IV-1/W1, 6-9 June 2017, Hannover, Germany.

Heipke, C., Jacobsen, K., Stilla, U., Rottensteiner, F., Yilmaz, A., Ying Yang, M., Skaloud, J., Colomina, I. (Hrsg.) (2017): Proceedings of the ISPRS Hannover Workshop: HRIGI 17 – CMRT 17 – ISA 17 – EuroCOW 17. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences Vol. XLII-1/W1, 6-9 June 2017, Hannover, Germany.

Heipke, C (Ed.) (2017): Handbuch der Geodäsie (Freeden W., Rummel R., Eds.), Band Photogrammetrie und Fernerkundung, 839 p., Springer Reference Naturwissenschaften, Springer Berlin Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-662-47094-7.

### VORTRÄGE UND POSTER

Blott, G. (2017): Person Re-Identification within a Camera Network, International Summer School on Cooperative Interacting Automobiles, Schwäbisch Gmünd 08.-11.08.2017.

Chen, L. (2017): Learning to detect and describe image features, Computer Vision Lab, École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Switzerland, May 2017.

Chen, L. (2017): Learning to match images, IGI GmbH, Kreuztal, 07.07.2017.

Heipke, C. (2017): Air- and spaceborne acquisition of cartographic information, Geospatial World Forum, Hyderabad, 24.01.2017.

Heipke, C. (2017): Cooperation between academia and industry in the pursuit of scientific excellence – a German example, Geospatial World Forum, Hyderabad, 24.01.2017.

Heipke, C. (2017): ISPRS - serving society with information from imagery, Nepal Remote Sensing and Photogrammetric Society Meeting, Kathmandu, 27.01.2017.

- Heipke, C. (2017): Flugroboter zur Umgebungserfassung, Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, Braunschweig, 10.02.2017.
- Heipke, C. (2017): Probabilistic image analysis for topographic applications, Invited Talk, ASPRS Annual Convention, Baltimore, 14.3.2017.
- Heipke, C. (2017): Photogrammetrische Arbeiten auf dem Mars – das Beispiel HRSC, Geodätisches Kolloquium, HafenCity Universität Hamburg, 04.05.2017.
- Heipke, C. (2017): Geospatial Information: State of the Art and Future Trends, Keynote, MMT 2017 - The 10th International Symposium on Mobile Mapping Technology, Opening Key Note, Kairo, 06.05.2017.
- Heipke, C. (2017): Probabilistic analysis of image and lidar data - a powerful tool for processing new generation photogrammetric and remote sensing data, Invited talk, Workshop on "Latest Generation Airborne and Terrestrial Sensors and Methodologies for Virtual 3D Reconstruction of the Urban Environment", XVIII Brazilian Symposium on Remote Sensing, Santos, 29.05.2017.
- Heipke, C. (2017): Overview on modern mapping technologies, Invited talk, Workshop on "Modern approaches to acquisition, processing and use of fit-for-purpose geospatial data", XVIII Brazilian Symposium on Remote Sensing, Santos, 30.05.2017.
- Heipke, C. (2017): An overview of image analysis and segmentation, EU project VOLTA Kick off Meeting, Hannover, 06.06.2017.
- Heipke, C. (2017): Digitalisierung in den Geowissenschaften, Begutachtung der Forschungsinitiative GEO, Leibniz Universität Hannover, 13.07.2017.
- Heipke, C. (2017): Remote sensing - an overview with applications, Key note, 1st IAA North East Asian Symposium on Small Satellites – Serving the Needs for the Benefits of the Region, Ulaanbaatar, 21.08.2017.
- Heipke, C. (2017): ISPRS and its programme 2016-2020, 1st IAA North East Asian Symposium on Small Satellites – Serving the Needs for the Benefits of the Region, Ulaanbaatar, 22.08.2017.
- Heipke, C. (2017): Leading edge high resolution remote sensing research, Invited Keynote, 4th China High Resolution Earth Observation Conference, Wuhan, 18.09.2017.
- Heipke, C. (2017): UAV-gestützte Thermalbefliegung zur Überprüfung von Fernwärmeleitungen, Fernwärme Forschungsinstitut Hannover, Mitgliederversammlung, 28.09.2017.
- Heipke, C. (2017): Space applications: Touching human lives, Key Note, 38th Asian Conference on Remote Sensing, Delhi, 23.10.2017.
- Heipke, C. (2017): Photogrammetrische Arbeiten auf dem Mars – das Beispiel HRSC, Geodätisches Kolloquium, Leibniz Universität Hannover, 21.11.2017.
- Heipke, C. (2017): Fernerkundung aus dem Weltraum - Geodäsie und Geoinformatik ohne Grenzen? Kolloquium, TU Braunschweig, 29.11.2017.
- Jacobsen, K. (2017): "Height Models from Space Information", EARSeL Symposium, Prag, 29.06.2017
- Konecny, G. (2017): Advanced Educational Technologies: Promotion of International Collaborative Education Programs - a critical discussion, Interexpo Geo-Siberia Novosibirsk, Russische Föderation, April 2017.
- Rottensteiner, F. (2017): Überwachte Verfahren zur Klassifizierung von Punktwolken. Keynote, Workshop „Analysieren, verstehen und orientieren topographischer Punktwolken“, TU Wien, Österreich, 23.11.2017.
- Rottensteiner, F. (2017): Which data do we need for training? Domain adaption and learning under label noise. Eingeladener Vortrag, 56. Photogrammetrische Woche, Universität Stuttgart, 13.09.2017.

## GEODÄTISCHE KOLLOQUIEN

### WINTERSEMESTER 2016 / 2017

Dienstag, 01.11.2016: **Prof. Dr. Jörg Ebbing**, Departement of Geosciences, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Thema: Mit Schwere- und Magnetikgradienten in die Tiefe der 3dimensionalen dynamischen Erde

Dienstag, 15.11.2016: **Prof. Dr.-Ing. Jakob Flury**, Institut für Erdmessung, Leibniz Universität Hannover, Thema: Quanten für die Geodäsie: ein Bericht aus dem SFB 1128 geo-Q

Dienstag, 29.11.2016: **Prof. Dr. habil. Dirk Löhr**, MBA, Fachbereich Umweltwirtschaft / Umweltrecht, Hochschule Trier / Umwelt-Campus Birkenfeld, Thema: Das Erbbaurecht neu gedacht: Ökonomische Realität und soziale Potentiale

Dienstag, 13.12.2016: **Prof. Dr. Emmanuel Müller**, Hasso-Plattner-Institut an der Universität Potsdam und Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Potsdam, Thema: Data Mining: von Rohdaten zu Wissen

Dienstag, 10.01.2017: **Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.h.c. Thomas Luhmann**, Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik, Jade Hochschule Oldenburg, Thema: Photogrammetrie – ein hochgenaues Verfahren der optischen 3D-Messtechnik

### SOMMERSEMESTER 2017

Dienstag, 16.05.2017: **Prof. Dr. Björn Waske**, Fachrichtung Fernerkundung und Geoinformatik, Freie Universität Berlin, Thema: Multisensorale Fernerkundungsdaten – Potenziale und Herausforderung für das Monitoring von Landnutzungssystemen

Dienstag, 30.05.2017: **Prof. Vladislav Kreinovich**, Professor for Computer Science, University of Texas, El Paso, USA, Thema: Dealing with Uncertainties in Computing: from Probabilistic and Interval Uncertainty to Combination of Different Approaches with Application to Geoinformatics, Bioinformatics and Engineering

Dienstag, 13.06.2017: **Dr. Ilaria Martini**, Institut für Kommunikation und Navigation, DLR Oberpfaffenhofen, Thema: Satellite navigation integrity concepts for Advanced Receiver Autonomous Integrity Monitoring

Dienstag, 20.06.2017: **Prof. Dr. Martin Werner**, Institut für Kartographie und Geoinformatik, Leibniz Universität Hannover, Antrittsvorlesung, Thema: Big Geospatial Data - Wissen und Wertschöpfung aus Geodaten

Dienstag, 11.07.2017: **Dr.-Ing. Frank Friesecke**, die STEG Stadtentwicklung GmbH, Stuttgart, Thema: Bodenpolitik der Zukunft: flächensparend, sozialgerecht und bezahlbar?

# LEHRVERANSTALTUNGEN

## GEODÄTISCHES INSTITUT

### LEHRVERANSTALTUNGEN BACHELOR IM WS 16/17 UND SS 17 INGENIEURGEODÄSIE UND GEODÄTISCHE AUSWERTEMETHODEN

Lehrveranstaltung	Dozent/Assistent	Sem.	V	Ü
Grundlagen geodätischer Auswertemethoden I	Dr. Kargoll	1	2	1
Vermessungskunde I	Hartmann / Wodniok	1	2	1
Grundlagen geodätischer Auswertemethoden II	Dr. Kargoll / Dorndorf	2	2	1
Vermessungskunde II	Hartmann / Wodniok	2	2	2
Vermessungskunde III	Dr. Paffenholz / Diener	3	2	1
Ausgleichsrechnung und Statistik I	Prof. Neumann / Dr. Alkhatib	3	2	1
Bachelorseminar: „Sollstreckenbestimmung von EDM-Kalibrierbasen“ „3D-Visualisierung von Bodenrichtwerten LHH“	Dr. Paffenholz / Bureick Dr. Schaffert / Bannert	3	-	1
Bachelorprojekt s. o.	Dr. Paffenholz / Bureick Dr. Schaffert / Bannert	4	-	4
Vermessungskunde IV	Dr. Paffenholz / Diener	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 / von Gösseln	6	1	1

### FLÄCHEN- UND IMMOBILIENMANAGEMENT

Grundlagen der Stadt- und Regionalplanung	Dr. Wolf / Bakker	3	2	1
Flächenmanagement I	Prof. Voß / Bakker	4	2	1
Landentwicklung und Dorferneuerung I	Dr. Schaffert	5	1	-
Immobilienmanagement I	Dr. Haack	6	2	1



## LEHRVERANSTALTUNGEN MASTER IM WS 16/17 UND SS 17

## 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
Projektseminar: „Modeling and Monitoring of Geodetic Measurement Processes with Deformations, Data Gaps and Outliers“	Dr. Alkhatib / Dr. Kargoll	2 G	-	8
Industrial surveying (W)	Prof. Neumann / Wodniok	2 G	1	1
Filterung im Zustandsraum (W)	Dr. Alkhatib	2 G	2	1
Inertialnavigation und Filterung (anteilig: Filterung im Zustandsraum)	Dr. Alkhatib	2 N	2	1
Selected topics of geodetic data analysis (W)	Dr. Alkhatib / Dr. Kargoll Dorndorf	2 G	2	1
Kalibrierung von Sensorsystemen (W)	Prof. Neumann / Bureick	2 G	1	1
Ingenieurgeodäsie, Aktuelle Aspekte (W)	Prof. Neumann	3 G	1	-
Analysis of deformation measurements (W)	Prof. Neumann / Zhang	3 G	1	1

## FLÄCHEN- UND IMMOBILIENMANAGEMENT

Land and Real Estate Management II	Prof. Voß / Bannert	1 G	2	1
Projektseminar „Klassifizierung von Wohnungsmarktregionen in Niedersachsen über eine Clusteranalyse“	Dr. Schaffert / Bakker	2+3 G	-	4/4
Land tenure and land policy (W)	Prof. Voß / Dr. Schaffert	2 G	-	2
Landentwicklung und Dorferneuerung II	Gottwald	2 G	2	-
Städtebauliche Projektentwicklung (W)	Dr. Wolf	3 G	2	-
Immobilienmanagement III (W)	Prof. Voß / Bannert	3 G	1	-

(W) Wahlpflichtveranstaltung, G: Master GuG, N: Master Navigation und Umweltrobotik

## LEHRVERANSTALTUNGEN FÜR EXTERNE IM WS 15/16 UND SS16

Lehrveranstaltung	Dozenten	V	Ü
Wirtschaftlichkeitsbewertung von Immobilien (EX: Bauingenieurwesen und Wirtschaftsingenieurwesen Bau, TU Braunschweig)	Prof. Voß	2	-

(EX) Lehrexport für andere Fachrichtungen

## INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

## LEHRVERANSTALTUNGEN BACHELOR IM WS 16/17 UND SS 17

Lehrveranstaltung	Dozent / Assistent	Sem.	V	Ü
Grundlagen der Geodäsie	Prof. Müller / Schilling	2	2	1
Grundlagen GNSS/Satellitengeodäsie	Prof. Schön / Kube	3	2	1
Bachelorseminar (Vorträge)	Prof. Flury / Dr. Shabanloui / Goswami / Apelbaum	4	-	1
Bachelorseminar (Projekt)	Krawinkel / Bischof / Dr. Kersten	4	-	4
Physikalische Geodäsie	Prof. Müller / Schilling	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 / Dr. Hofmann	6	2	1
Landesvermessung	Dr. Jahn / Bischof / Krawinkel	6	2	1
Projektpraktikum Landesvermessung und Schwerefeld (2 Wochen im Juli) GNSS- und Gravimetrie-Messungen im Erdfallgebiet Bad Frankenhausen	Bischof / Krawinkel / Dr. Timmen	6	10 Tage	

## LEHRVERANSTALTUNGEN MASTER IM WS 16/17 UND SS 17

Lehrveranstaltung	Dozent / Assistent	Sem.	V	Ü
Positionierung und Navigation II	Prof. Schön / Le Ren / Dr. Kersten, Wallat	1 G	2	1
Methods and Applications of Physical Geodesy	Prof. Flury / Dr. Naeimi	1 G	2	1
Praxisprojekt I	Prof. Schön / Kersten u.a.	1 N	-	2
Praxisprojekt II und III	Bischof und Andere	2+3 N	-	4/4
Projektseminar: Globales Schwerefeld GRACE	Prof. Flury / Dr. Naeimi / Dr. Shabanloui / Schilling	2+3 G	-	4/4
Satellite Orbit Calculation (W)	Dr. Mai	2 G	1	1

Relativistische Modellierung in der Geodäsie (W)	Prof. Müller	2 G	1	-
Inertialnavigation (W)	Prof. Schön / Bischof	2 G/N	2	1
GNSS Receiver-Technologie (W)	Prof. Schön	2 G	2	1
Navigation – ausgewählte Kapitel (W)	Prof. Schön	2 G	2	-
Signalverarbeitung in der Erdmessung (W)	Dr. Denker / Schilling	2 G	2	1
Forschungsprojekt (W)	Prof. Flury	2 G	-	3
Gravimetrie II (W)	Dr. Timmen	2 G	1	1
Aktuelle Satellitenmissionen (W)	Prof. Müller / Schilling	3 G	2	1
Geodätisches Hauptseminar / Kolloquium	Prof'en und Mitarbeiter	2 G	-	-
Schwerefeldmodellierung (W)	Dr. Denker, Dr. Voigt	3 G	2	1
Spacecraft Dynamics (W)	Dr. Mai	3 G	2	1
Rezente Geodynamik (W)	Dr. Shabanloui	3 G	1	1
Geodetic Astronomy (W)	Prof. Flury / Dr. Hofmann	3 G	1	1

(W) Wahlpflichtveranstaltung; G: Master GuG, N: Master Navigation und Umweltrobotik

## INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK

### LEHRVERANSTALTUNGEN BACHELOR IM WS 16/17 UND SS 17

<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Dozenten</b>	<b>Sem.</b>	<b>V</b>	<b>Ü</b>
Informatik für Ingenieure	Prof. Brenner / Hofmann	1	2	1
Einführung in GIS und Kartographie I	Thiemann	1	1	1
Einführung in GIS und Kartographie II	Thiemann	2	1	1
Praxisprojekt Topographie (Schlussübung)	Thiemann / Schulze	2	10 Tage	
Bachelorseminar (Vorträge)	Prof. Sester und Mitarbeiter	3	-	1
Bachelorprojekt	Thiemann / Schulze	4	-	4
Geoinformationssysteme I / Geländemodellierung	Feuerhake / Feng	4	2	1
Geoinformationssysteme II	Kuntzsch	5	2	1

### LEHRVERANSTALTUNGEN MASTER IM WS 16/17 UND SS 17

<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Dozenten</b>	<b>Sem.</b>	<b>V</b>	<b>Ü</b>
Internet - GIS	Feuerhake/ Fitzner/ Kuntzsch	1 G	2	1
GIS in der Fahrzeugnavigation	Prof. Brenner / Hofmann	2 G/N	1	1
GIS III – Anwendungen und neue Forschungsrichtungen (W)	Feuerhake / Westenberg	2 G	2	-
Geodateninfrastrukturen (W)	Prof. Kutterer	2 G	1	-
GIS und Hydrographie (W)	Hon.-Prof. Schenke	2 G	1	-
Hauptseminar	Prof. Sester und Mitarbeiter	2 G	-	2
Projektseminar (W)	Prof. Sester und Mitarbeiter	2+3 G		4/4
GIS – Praxis– u. Visualisierungsaspekte (W)	Hon.-Prof. Buziek	3 G	1	-
GIS – Praxis II (W)	Thiemann	3 G	-	2
GIS und Geodateninfrastruktur	Thiemann / Schulze / Fitzner	1 N	2	1
Laserscanning – Modellierung und Interpretation	Prof. Brenner / Schlichting	3 G/N	1	1
SLAM und Routenplanung	Prof. Brenner	3 G/N	2	1

Geosensornetze	Feuerhake / Fitzner	3 N	2	1
C++ Kurs für NuUR	Busch	1 N	1	1
Praxisprojekt NuUR I	Busch / u.a.	1 N	-	2
Praxisprojekt NuUR II	Prof. Brenner / Busch / u.a.	2 N	-	4
Studentisches F&E Projekt NuUR	Prof. Brenner / Busch	3 N	-	4
Ringvorlesung Navigation und Umweltrobotik	Prof. der Fachrichtung, externe Referenten	2 N	2	-
Big Geospatial Data	Prof. Werner / Bock	2 G/N	2	-

(W) Wahlpflichtveranstaltung, G: Master GuG, N: Master Navigation und Umweltrobotik

#### LEHREXPORTE FÜR ANDERE FACHRICHTUNGEN IM WS 16/17 UND SS 17

Lehrveranstaltung	Dozenten	V	Ü
Introduction to GIS (EX: Water Resources and Environmental Management (WATENV))	Prof. Sester / Czioska / Zourlidou	0,5	0,5
Geo-Informationssysteme (EX: Landschaftsarchitektur und Umweltplanung, Geowissenschaften)	Schulze / Fitzner	1	1

(EX) Lehrexpert 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 (u.a. Informatik, Elektrotechnik, Computergestützte Ingenieurwissenschaften, Mathematik, Physik, Maschinenbau, Mechatronik)



## INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND GEOINFORMATION

## LEHRVERANSTALTUNGEN BACHELOR IM WS 16/17 UND SS 17

<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Dozenten</b>	<b>Sem.</b>	<b>V</b>	<b>Ü</b>
Einführung Programmieren I	Dr. Wiggenhagen	1	1	2
Einführung Programmieren II	Dr. Wiggenhagen	2	1	1
Digitale Bildverarbeitung	Prof. Rottensteiner / Paul	2	2	1
Photogrammetrie I	Prof. Heipke / Prof. Rottensteiner	3	2	1
Photogrammetrie II	Prof. Heipke / Prof. Rottensteiner	4	2	1
Photogrammetrie III	Prof. Heipke / Prof. Rottensteiner	5	1	1
Fernerkundung	Dr. Schmidt / Kruse	6	2	1
Bachelorseminar	Prof. Heipke und Mitarbeiter	3+4		4

## LEHRVERANSTALTUNGEN MASTER IM WS 16/17 UND SS 17

<b>Lehrveranstaltung</b>	<b>Dozenten</b>	<b>Sem.</b>	<b>V</b>	<b>Ü</b>
Photogrammetric Computer Vision	Prof. Heipke / Prof. Rottensteiner	1 G/N	2	1
Image Analysis I (W)	Prof. Rottensteiner / Paul	2 G/N	2	1
Image Analysis II (W)	Prof. Rottensteiner / Paul	3 G/N	1	1
Ausgewählte Kapitel aus Computer Vision (W)	Dr. Bulatov	3 G/N	1	1
Optische 3D Messtechnik (W)	Dr. Wiggenhagen	2 G	2	1
Operationelle Fernerkundung (W)	Prof. Reinartz	3 G	1	-
Radarfernerkundung (W)	Dr. Motagh	2 G	2	1
Photogrammetrie und Fernerkundung in der Praxis (W)	Maas	3 G	2	-
Ringvorlesung Navigation und Umweltrobotik	Prof. Heipke / Unger	2 N	2	-
Führung als Qualifikation im Ingenieurberuf (W)	Dr. Komp	3 G/N	1	-
Geodätisches Hauptseminar / Kolloquium	Prof. Heipke und Mitarbeiter	1 G	-	2

Projektseminar	Prof. Heipke und Mitarbeiter	2+3 G	-	4/4
Praxisprojekt Navigation und Umweltrobotik	Prof. Heipke und Mitarbeiter	2+3 N	-	2/4

(W) Wahlpflichtveranstaltung; G: Master GuG, N: Master Navigation und Umweltrobotik

#### LEHRVERANSTALTUNGEN FÜR EXTERNE IM WS 16/17 UND SS 17

Lehrveranstaltung	Dozenten	Sem.	V	Ü
GuG für Bauingenieure (EX: Bau- und Umweltingenieurwesen, B.Sc.)	Dr. Wiggenhagen / Unger	1	2	2
Remote Sensing (EX: Studiengang WATENV, M.Sc.)	Dr. Steenesen / Dr. Niemeyer	1	1	-
Einführung in die Fernerkundung (EX: Landschaftsarchitektur und Umweltplanung, Geographie und Geowissenschaften B.Sc. und M.Sc.)	Dr. Steenesen / Dr. Schmidt	div.	1	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 (u.a. Informatik, Elektrotechnik, Maschinenbau, Computergestützte Ingenieurwissenschaften, Mathematik, Physik)

## 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, Vorlesung: Geodateninfrastrukturen

**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

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, a.D.

**Hon.-Prof. Dr.-Ing. D. Grothenn**, Ltd.Vermessungsdirektor a.D. (Bestellung: 1978), (ehem. Nds. Landesverwaltungsamt – Landesvermessung)

Präsident a.D. und **Prof. Dr.-Ing. Dietmar Grünreich** (Bestellung: 1999), ehem. Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt

**Hon.-Prof. Dr.-Ing. Dierk Hobbie** (Bestellung: 1998), ehem. Carl Zeiss

Ministerialrat a.D. **Hon.-Prof. Dipl.-Ing. Hermann Möllering** (Bestellung: 2000), (ehem. Niedersächsisches Ministerium für Inneres und Sport)

Ltd. Verm.Dir. a.D. **Hon.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Georg Reuter** (Bestellung: 1996), (ehem. Amt für Agrarstruktur Hannover)

**Hon.-Prof. Dr.-Ing. K.-W. Schrick**, Regierungsdirektor a.D. (Bestellung: 1967), ehem. Deutsches Hydrographisches Institut

**Hon.-Prof. Dr.-Ing. Ralf Schroth** (Bestellung: 1998), BLOM Deutschland GmbH, a.D.

Ltd. Verm.Dir. a.D. **Hon.-Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Tegeler** (Bestellung: 1994), (ehem. Landesvermessung und Bezirksregierung Lüneburg)

Ltd. Verm.Dir. a.D. **Hon.-Prof. Dr.-Ing. Werner Ziegenbein** (Bestellung: 1991), (ehem. Behörde für Geoinformation, Landentwicklung und Liegenschaften), jedoch noch Beiträge zur Veranstaltung Immobilienmanagement III

## LEHRBEAUFTRAGTE

**Dr.-Ing. Dimitri Bulatov** (seit 2014), Fraunhofer Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung, Karlsruhe/Ettlingen, Vorlesung: Ausgewählte Kapitel aus Computer Vision

**Dr.-Ing. Björn Haack** (seit 2016), Sachverständigenbüro für Immobilienbewertung Dr. Haack, Vorlesung: Immobilienmanagement I

**Dipl.-Ing. Martin Gottwald** (seit 2016), Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 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, Vorlesungen: Grundlagen der Betriebswirtschaft und Unternehmensführung, Führung als Qualifikation im Ingenieurberuf

**Dr.-Ing. Christian Voigt** (seit 2013), Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Helmholtz-Zentrum Potsdam, Vorlesung: Schwerefeldmodellierung

**Dipl.-Ing. Gerfried Westenberg** (seit 2003), Gerfried Westenberg GeoMarketing, Beitrag Geodatenmarkt und Marketing" (im Rahmen der Lehrveranstaltung GIS III)

**Dr.-Ing. Reinhard Wolf** (seit 2005), Landeshauptstadt Hannover, Fachbereich Planen und Stadtentwicklung, Vorlesung: Städtebauliche Projektentwicklung und Grundlagen der Stadt- und Regionalplanung