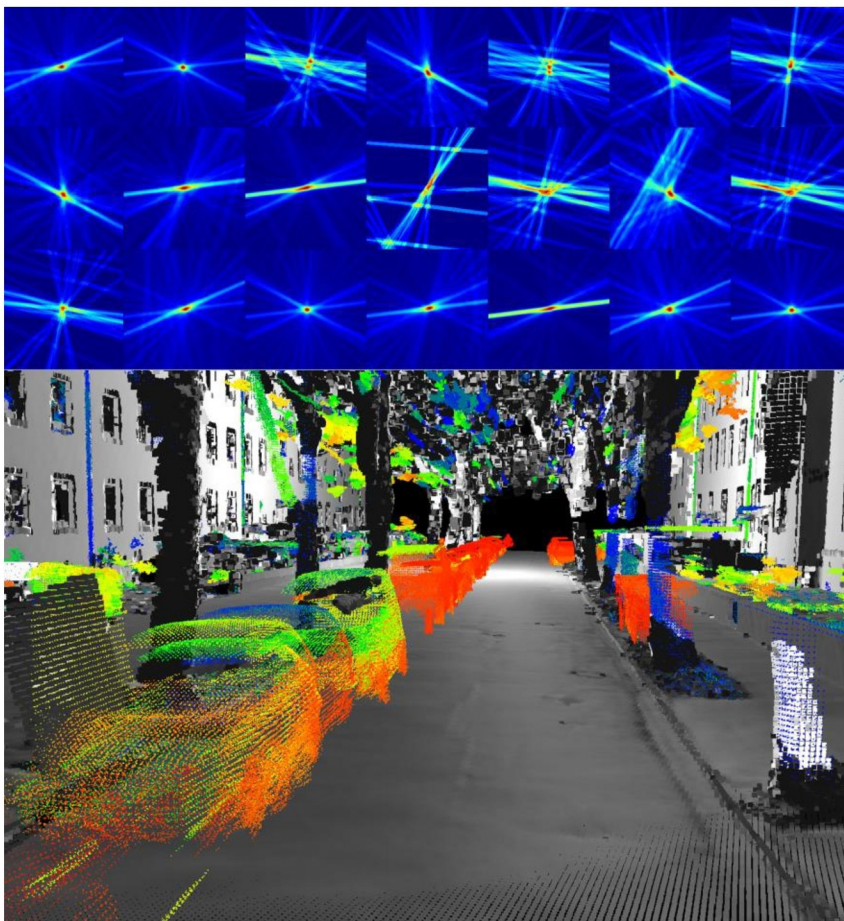


## AKTUELLES AUS DER FACHRICHTUNG 2018

April 2019

Folge 69



Big Data Analysen von Punktwolken. Oben: Lösungsräume für Transformationen zwischen Punktwolken, die zu verschiedenen Zeitpunkten erfasst wurden. Unten: dynamische und statische Objekte, farbig und grau dargestellt.

# Impressum

**Jahresberichtsheft Nr. 69 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), Petra Heldt-Bertrand (IFE), Evelin Schramm (IKG),  
Claudia Sander (IPI, 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 Markenzeichen nicht durch Rechte Dritter geschützt sind.

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

# INHALT

Neues aus der Fachrichtung.....	3
Philipp Otto neuer Juniorprofessor für Big Geospatial Data.....	3
Internationale Masterabsolventin unserer Fachrichtung mit dem Sonderpreis der Victor Rizkallah-Stiftung ausgezeichnet.....	3
DAAD verleiht Preis an Studentin der Geodsie und Geoinformatik.....	4
Nachruf zum Tod von Horst Suhre.....	5
HITec - Das neue Forschungsinstitut für Quanten-Technologien in Hannover.....	6
Neue GNSS-Referenzstation Ruthe in Zusammenarbeit mit der Landesvermessung.....	7
Geodäsie erfolgreich in der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder.....	8
SFB 1128 geo-Q: Relativistische Geodäsie und Gravimetrie mit Quantensensoren und weitere Kooperationsprojekte mit der Physik.....	9
DFG-Graduiertenkolleg 2159 Integrität und Kollaboration in dynamischen Sensornetzen (i.c.sens).....	10
Forschungsarbeiten.....	12
Geodätisches Institut (GIH).....	12
Institut für Erdmessung (IFE).....	21
Institut für Kartographie und Geoinformatik (ikg).....	38
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation (IPI).....	43
Habilitationen und Dissertationen.....	56
Doktorandenseminar.....	71
Organisation von Workshops und Symposien.....	72
Messen und Öffentlichkeitsarbeit.....	73
Aus dem Lehrbetrieb.....	77
Bericht des Studiendekanats.....	77
Absolventenfeier der Fakultät Bauingenieurwesen und Geodäsie.....	80
Internationales.....	82
Master- und Bachelorarbeiten.....	83
Exkursionen.....	107
Projektseminare im Studiengang Geodäsie und Geoinformatik.....	114
Praxisprojekte im Studiengang Geodäsie und Geoinformatik.....	120
Praxisprojekte im Studiengang Navigation und Umweltrobotik.....	124
Studentisches Forschungs- und Entwicklungsprojekt.....	124
Aus der Gesellschaft.....	126
Bericht über die Mitgliederversammlung der Gesellschaft.....	126
Aufruf Walter-Großmann-Preis 2019 der Förderergesellschaft.....	131

Aufruf Bachelor-Preis 2020 der Förderergesellschaft .....	132
Satzung der Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover.....	132
Auslandsaufenthalt an der Universität Newcastle (UK).....	136
Verleihung des Bachelor-Preises 2018 .....	138
Anhang - Personelles .....	139
Geodätisches Institut.....	139
Institut für Erdmessung .....	143
Institut für Kartographie und Geoinformatik.....	147
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation .....	150
Publikationen und Vorträge .....	155
Geodätisches Institut.....	155
Institut für Erdmessung .....	159
Institut für Kartographie und Geoinformatik.....	166
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation .....	169
Geodätische Kolloquien .....	173
Lehrveranstaltungen .....	174
Geodätisches Institut.....	174
Institut für Erdmessung .....	176
Institut für Kartographie und Geoinformatik.....	178
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation .....	179
Honorarprofessoren und Lehrbeauftragte der Fachrichtung .....	181

# NEUES AUS DER FACHRICHTUNG

## PHILIPP OTTO NEUER JUNIORPROFESSOR FÜR BIG GEOSPATIAL DATA



(c) Heide Fest

Philipp Otto hat Internationale Betriebswirtschaftslehre an der Europa-Universität Viadrina, Frankfurt (Oder), studiert und dort über Modellierungsfragen räumlicher und räumlich-zeitlicher Zufallsprozesse promoviert. Im Anschluss leitete er das Forschungsprojekt "Detection and Surveillance of Spatial and Spatiotemporal Clusters" an der Europa-Universität.

Seit dem 1. September ist Herr Prof. Otto nunmehr am Institut für Kartographie und Geoinformatik. Sein Fachgebiet ist die Statistik, genauer die raum-zeitliche Statistik, mit der Zufallsprozesse auf der Erde modellhaft abgebildet werden können. Zurzeit widmet sich Philipp Otto der Entwicklung von Modellen zur Darstellung von lokalen Risiken sowie von Methoden des Maschinellen Lernens in der räumlichen Statistik. Diese Modelle können dann unter anderem in der Umweltstatistik zur Analyse von Klimarisiken eingesetzt werden. Prof. Otto lehrt die Fächer "Big Geospatial Data" und "Spatial and Temporal Statistics and Big Data".

## INTERNATIONALE MASTERABSOLVENTIN UNSERER FACHRICHTUNG MIT DEM SONDERPREIS DER VICTOR RIZKALLAH-STIFTUNG AUSGEZEICHNET

Auch für 2018 hat die Victor Rizkallah-Stiftung einen Sonderpreis für die 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.

In diesem Jahr wurde Frau M.Sc. Yanting Liu ausgezeichnet, die ihr Examen mit hervorragenden Leistungen abschloss. Sie hat den mit 250,-€ dotierten Preis am 15.1.2019 im Rahmen des Geodätischen Kolloquiums aus den Händen des Stiftungsvorsitzenden Prof. Ludger Lohaus sowie des Dekans unserer Fakultät, Prof. Winrich Voß überreicht bekommen.

FRAU M.Sc. YANTING LIU UND DER STIFTUNGSVORSITZENDE  
PROF. LOHAUS

## DAAD VERLEIHT PREIS AN STUDENTIN DER GEODSIE UND GEOINFORMATIK

Mit dem DAAD-Preis ehrt der Deutsche Akademische Austauschdienst internationale Studierende für ihr außerordentlich hohes Engagement inner- und außerhalb der Hochschule und auch für ihre herausragenden fachlichen Leistungen. Frau Estefania Carolina Cañizares Cruz hat in diesem Jahr den Preis erhalten.

Frau Cañizares, geboren am 1. Mai 1991 in Ecuador, studierte Geografie- und Umweltingenieurwesen an der University of the Armed Forces in Sangolquí, Ecuador, an der sie auch ihr Bachelorstudium erfolgreich abschloss. Ihr Studium im Master-Programm setzte sie an der Leibniz Universität in Hannover fort. Sie befindet sich derzeit im 3. Fachsemester des Masterstudiengangs Geodäsie und Geoinformatik.



Carolina Cañizares zeichnet sich seit Studienbeginn durchweg mit ausgezeichneten Leistungen aus. Neben ihrem Studium unterstützt sie als wissenschaftliche Hilfskraft im Institut für Kartographie und Geoinformatik die Studierenden indem sie als Tutorin im Fach Geoinformationssysteme beschäftigt ist. Sie zeichnet sich durch ihre extreme Verlässlichkeit und Sorgfalt aus. Zudem engagiert sie sich als eine von drei Mentoren für internationale Studierende im Studiengang Geodäsie und Geoinformatik. Sie entwickelte eine Informationsbroschüre, welche internationale Studienanfänger bei ihren ersten Schritten in Hannover unterstützt.

Carolina Cañizares wurde nicht nur aufgrund ihrer bemerkenswerten universitären Leistungen für den DAAD-Preis vorgeschlagen und ausgewählt: auch außerhalb der Universität zeigt sie großes soziales Engagement. Als freiwillige Helferin im Südamerika-Zentrum Hannover e.V. setzt sie sich für gesellschaftsrelevante Themen wie Nachhaltigkeit und soziale Inklusion ein.

## NACHRUF ZUM TOD VON HORST SUHRE



Am 4. Januar 2019 ist Herr Dipl.-Ing. Horst Suhre, ehemaliger Mitarbeiter am Geodätischen Institut, im Alter von 70 Jahren nach kurzer, schwerer Krankheit verstorben. Herr Suhre war seit Dezember 1973 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Geodätischen Institut. Im Rahmen seiner Dienstzeit war er an einer Vielzahl von nationalen und internationalen praktischen Messprojekten des Institutes und der Fachrichtung beteiligt.

Als ausgebildeter Elektroingenieur war er unter anderem zentral an der Entwicklung des weltweit ersten elektronischen Tachymeters beteiligt und hat wichtige Beiträge im Sonderforschungsbereich „Vermessungs- und Fernerkundungsverfahren an Küsten und Meeren“ geleistet.

Herr Suhre unterstützte über Jahrzehnte hinweg die vorlesungsbegleitenden Übungen sowie Schlussübungen bzw. Praxisprojekte der Studierenden, insbesondere im Bereich der Automatisierung und mit elektronischen Entwicklungen. Des Weiteren gab er Vorlesungen im Bereich der Elektrotechnik im Diplom- und Masterstudiengang der Geodäsie und Geoinformatik.

In seinem täglichen Wirken sorgte Herr Suhre zusammen mit Herrn Holtz für die Verwaltung und Instandhaltung der wertvollen und technisch anspruchsvollen Sensoren für die Forschung und Lehre am Geodätischen Institut.

Unvergessen bleibt sicher seine „Versuchs- und Experimentierstube (Labor)“ am Geodätischen Institut, die nur für alle anderen ein gewisses Chaos vermuten ließ. Auf Nachfrage wusste Herr Suhre sofort die Sachen zu finden, nach denen er suchte.

Stets war Herr Suhre sehr hilfsbereit und hatte für fast jede technische Anfrage eine passende Antwort bzw. Entwicklung parat. Dabei stand nicht die Optik, sondern die Funktionalität im Vordergrund.

Herr Dipl.-Ing. Horst Suhre, der am 4.5.1948 in Hannover geboren wurde, verstarb nur ca. fünf Jahre nach seinem wohlverdienten Ruhestand. Das Geodätische Institut und die Fachrichtung sind ihm zu großem Dank verpflichtet und werden ihm ein ehrendes Andenken bewahren.



## HITec - DAS NEUE FORSCHUNGSINSTITUT FÜR QUANTEN-TECHNOLOGIEN IN HANNOVER



Hannover  
Institute of  
Technology

Mit dem HITec (Hannover Institute of Technology) ist in den vergangenen zwei Jahren an der Leibniz Universität Hannover ein weltweit einmaliges, interdisziplinäres Forschungszentrum entstanden, das in Anwesenheit des niedersächsischen Wissenschaftsministers Björn Thümler und des Präsidenten der Leibniz Universität Hannover Prof. Dr. Volker Epping im Juli 2018 offiziell eröffnet wurde.

Das HITec ist für die Wissenschaft der Geodäsie und der Physik eine weltweit einzigartige Laborumgebung. Simulationen diverser Umweltbedingungen für die Entwicklung neuartiger Messtechnologien der nächsten Generation für Navigation, Ingenieur- und Geowissenschaften können nun praktisch realisiert werden. Es bildet damit eine exzellente Basis für Kalibrier- und Prüfeinrichtungen geodätischer und geowissenschaftlicher Sensoren, die nun ihre Arbeiten aufnehmen können. Die vorhandenen Kooperationen zwischen Geodäsie und Physik können somit deutlich intensiviert werden, da auch die Forschungseinrichtungen räumlich aufeinander gerückt sind.

Mit dem HITec wird das bisherige Gravimeter-Kalibriersystem grundlegend erweitert, um zusätzlich zur Kalibrierung von Relativgravimetern auch das Messniveau von transportablen Absolutgravimetern überprüfen zu können.

Auf dem Dach des HITec steht ein GNSS-Labor zur Verfügung. Dort befinden sich drei präzise bestimmte Messpfeiler. Zusätzlich ist eine direkte Anbindung an ein sehr temperaturstabiles GNSS-Labor mit einem stabilen Referenzfrequenzsignal der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) vorhanden. Dies ermöglicht eine enge Kooperation zur Kalibrierung von GNSS-Empfängern. Wichtige Parameter wie Signal-, Frequenz- und System-Biases für GNSS-Ausrüstungen sind somit unter kontrollierten Bedingungen verifizierbar.

Auf dem Dach des Einstein-Elevators ist zusätzlich eine GNSS-Referenzstation installiert, die in regionale und globale Koordinatensysteme eingebunden ist und das gesamte Gebäude mit einem präzisen Zeitsignal versorgt.



HITec GEBÄUDE



GNSS REFERENZSTATION AUF DEM DACH DES EINSTEIN-ELEVATORS



## NEUE GNSS-REFERENZSTATION RUTHE IN ZUSAMMENARBEIT MIT DER LANDESVERMESSUNG

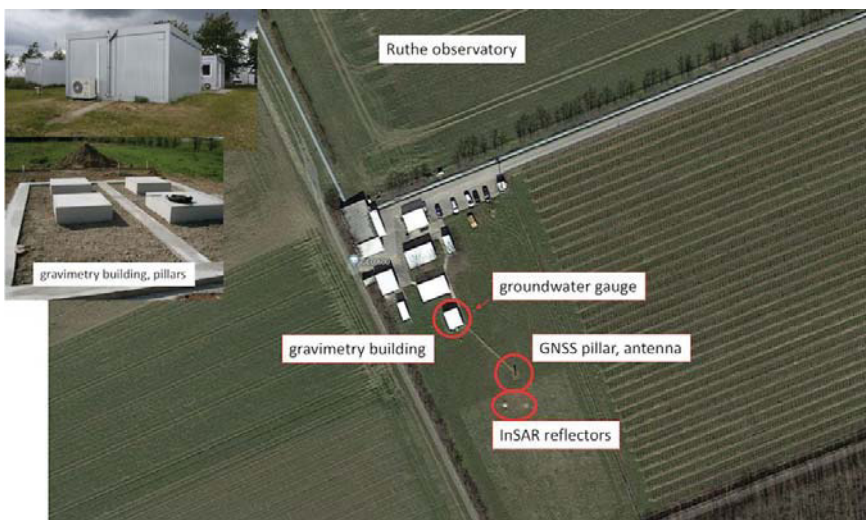
Im August 2018 hat die neue GNSS-Referenzstation auf dem Gelände der Station Ruthe-Sarstedt den Betrieb aufgenommen. Es handelt sich dabei um eine gemeinsame Station des Landesamtes für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) und des Instituts für Erdmessung. Das LGLN stellt und betreibt die GNSS-Ausrüstung (Leica AR25 Antenne, Septentrio PolaRx5 Receiver), während das IfE den 7 Meter tief gegründeten Messpfeiler für das Höhenmonitoring des benachbarten Gravimetriegebäudes errichtet hat. Die Referenzstation wird unter anderem zur Ableitung langzeitstabiler GNSS-Zeitreihen verwendet. Als weitere Ergänzung wurden vom LGLN neben dem GNSS-Pfeiler zwei Reflektoren zur Verknüpfung der GNSS-Zeitreihen mit Daten aus InSAR-Messungen der Satellitenmission Sentinel-1 installiert.



**LINKS: DER TIEFGEGRÜNDETE GNSS BETONPFEILER MIT ANTENNE (LINKS) UND DIE BEIDEN AUF DIE BAHN VON SENTINEL-1 AUSGERICHTETEN IN SAR REFLEKTOREN (RECHTS) IN WINTERLICHER STIMMUNG, JANUAR 2019.**

**FOTO: R JACKIW- FLURY**

**UNTEN: GELÄNDE DES GEO600 GRAVITATIONS-WELLENDETEKTOREN MIT DEN EINRICHTUNGEN DER GEODÄTISCHEN STATION  
GOOGLE MAPS**

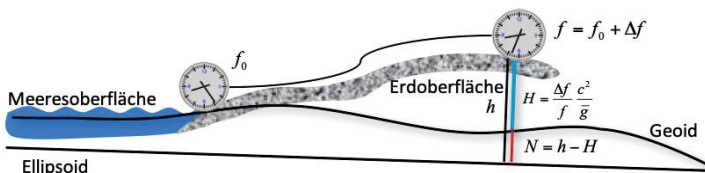


## GEODÄSIE ERFOLGREICH IN DER EXZELLENZSTRATEGIE DES BUNDES UND DER LÄNDER

Im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder ist die Geodäsie an fünf interdisziplinären Exzellenzclustern beteiligt - an den Universitäten in Berlin, Bonn, Dresden, Hannover und Stuttgart. Der Cluster „PhenoRob - Robotik und Phänotypisierung für Nachhaltige Nutzpflanzenproduktion“ (Sprecher Cyrill Stachniss und Heiner Kuhlmann) an der Universität Bonn wird sogar von der Geodäsie geleitet.

An der Leibniz Universität Hannover (LUH) ist die Geodäsie am Exzellenzcluster „QuantumFrontiers - Light and Matter at the Quantum Frontier: Foundations of and Applications in Metrology“ beteiligt, das von Prof. Karsten Danzmann (LUH), Prof. Piet Schmidt (PTB Braunschweig) und Prof. Andreas Waag (TU Braunschweig) geleitet wird. QuantumFrontiers betrachtet Licht und Materie an der Quantengrenze. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Forschungsverbundes befassen sich mit neuen Messtechnologien auf Nanoebene. Physikalische Grundeinheiten wie Masse, Länge und Zeit sollen in diesem äußerst kleinen Maßstab präziser werden. Dabei werden Effekte der Quantenmechanik gezielt genutzt, um Messgenauigkeiten zu verbessern. Hierbei arbeiten Expertinnen und Experten aus verschiedenen Bereichen der Physik, der Astronomie, der Geodäsie und Geoinformatik, der Halbleiterforschung, der Schaltungen und integrierten Systeme zusammen.

Die Geodäsie ist mit dem Institut für Erdmessung (IfE), Prof. Jürgen Müller und Prof. Steffen Schön, vertreten. Das zentrale Ziel ist es, diese neuartigen quantenphysikalischen Messkonzepte für geodätische Anwendungen und die Erdbeobachtung optimal zu nutzen. Zum einen wird die Atominterferometrie für gravimetrische Messungen auf der Erde und im Weltraum angewendet. Eine Technologie, die auch für künftige Inertialsensoren äußerst relevant sein wird. Zum anderen soll mit optischen Uhren das sogenannte chronometrische Nivellement realisiert werden, also die Bestimmung von Unterschieden des Gravitationspotentials und damit des Höhenunterschiedes aus hochgenauen Uhrenablesungen. Ebenso werden neue optische Messkonzepte für künftige Satellitengravimetrie-Missionen untersucht. Aus geodätischer Sicht ist von besonderer Bedeutung, diese neuartigen Messungen konsistent untereinander und mit klassischen Methoden der Erdbeobachtung zu kombinieren. Als weitere Forschungskomponente werden in QuantumFrontiers die neuen Messkonzepte auch genutzt, um die Gültigkeit der Einsteinschen Relativitätstheorie zu testen; hier ist das IfE mit der Analyse der Lasermessungen zum Mond prominent involviert.



**BESTIMMUNG DER HÖHENDIFFERENZ AUS DEN BEOBSACHTETEN FREQUENZUNTERSCHIEDEN ZWEIER UHREN AUF UNTERSCHIEDLICHEN NIVEAUS**

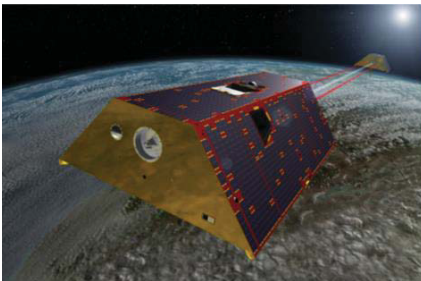
## SFB 1128 GEO-Q: RELATIVISTISCHE GEODÄSIE UND GRAVIMETRIE MIT QUANTENSENSOREN UND WEITERE KOOPERATIONSPROJEKTE MIT DER PHYSIK



Anfang des Jahres 2018 wurde geo-Q begutachtet und erhielt von den Fachgutachtern sehr positive Bewertungen. Dennoch wurde der SFB im Mai 2018 durch die DFG nicht zu einer Fortsetzung empfohlen, wofür vor allem strukturelle Gründe genannt wurden. Wir bedauern das sehr, können aber feststellen, dass die wissenschaftliche Arbeit und die erreichten Ergebnisse als hervorragend bewertet wurden. Unser Dank gilt den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die sich mit Herzblut im SFB engagiert haben.

Mit der gewährten Auslauffinanzierung bis zum 30. Juni 2019 können die Forschungsarbeiten im SFB, dessen zentrales Ziel die Entwicklung von Verfahren zur verbesserten Schwerefeldbestimmung auf nahezu allen räumlichen und zeitlichen Skalen ist, fortgesetzt werden. Im Sinne der relativistischen Geodäsie wurden Schwerepotentialunterschiede (also Höhenunterschiede) über den Frequenzvergleich von Uhren auch zwischen München und Braunschweig bestimmt. Die atom-interferometrische Messung von Schwerebeschleunigungen hat einen großen Sprung in Richtung praktische Anwendung gemacht. Mit solchen neuartigen Quantengravimetern lassen sich in Zukunft kleinräumige Massenvariationen, z.B. im Grundwasser, schnell und präzise beobachten.

Bei den Satellitenanwendungen sticht der erfolgreiche Start von GRACE-FO am 22. Mai 2018 hervor. Der Satellit hat erstmals ein Laser-interferometer



SCHEMA-BILD VON GRACE FOLLOW-ON  
(CREDIT: AIRBUS)

(entwickelt am Albert-Einstein-Institut und basierend auf Grundlagenforschung im Rahmen der Gravitationswellendetektion) an Bord, das den Abstand zwischen den beiden Satelliten mit Nanometer-Genauigkeit misst. Daraus lassen sich globale Schwerefeldinformationen gewinnen, um etwa Massenvariationen im Ozean oder der Eisschilde hochgenau zu erfassen. Am Institut für Erdmessung ist eine Reihe von Untersuchungen gelaufen, die die Nutzbarkeit dieser neuartigen quantentechnologischen Messverfahren in der Geodäsie bestätigen, deren Weiterentwicklung unterstützen und neue Anwendungsfelder aufzeigen.

Die inzwischen bewährte Zusammenarbeit zwischen Geodäsie und Physik hat 2018 weitere Früchte getragen. So wurde im Juli das neue Forschungsgebäude HITec eröffnet, mit Laboren des IfE und des GIH. Die Forschung in HITec konzentriert sich auf die Entwicklung und Anwendung von Quantentechnologien, wobei gezielte Experimente durchgeführt werden. Im September wurde der Exzellenz-Cluster QuantumFrontiers bewilligt, in dem neben vielem anderem auch geo-Q nahe Themen bearbeitet werden. Der Cluster liefert hier vor allem das strukturelle Gerüst für die Forschungsaktivitäten. Schließlich wurde im November die Finanzierung eines neuen DLR-Institutes Satellitengeodäsie und Inertialsensorik genehmigt. Fokus wird hier die Entwicklung von Konzepten und Sensoren für die Erdbeobachtung sein.

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



Nach dem erfolgreichen Mapathon im Jahr 2017 (wir berichteten in der letzten Ausgabe des Fördererhefts), wurden die gewonnenen Daten in den einzelnen Projekten des Graduiertenkollegs ausgewertet und erste Ergebnisse veröffentlicht.

Um eine langfristige Sicherung und Dokumentation sowie die Bereitstellung und Nachnutzung der gewonnenen Messdaten zu gewährleisten, wurde im Rahmen des Forschungsdatenmanagements im GRK ein alltagstaugliches System entwickelt. Sämtliche im GRK anfallenden Forschungsdaten werden auf einem gemeinsamen Fileserver gespeichert. Proprietäre Dateiformate werden zur Weiterverwendbarkeit in offene Formate konvertiert, wobei räumliche und zeitliche Bezugssysteme vereinheitlicht werden, um die Integration verschiedener Datensätze – auch zwischen unterschiedlichen Experimenten – zu erleichtern. Die zu Grunde liegenden Rohdaten werden redundant gespeichert. Forschungsmetadaten, die alle Zusatzinformationen zur Messung (Kalibrierung, Zeit und Ort, etc.) und zum Messgerät (Typ, Name etc.) abdecken, werden für jeden Datensatz manuell dokumentiert.

Per Skript kann der aktuelle Bestand an Daten und Metadaten automatisiert in eine Metadaten-Datenbank exportiert werden, die flexible Such- und Filteranfragen ermöglicht. In einem Web-Interface werden alle Daten als Vorschau visualisiert, um die Exploration des Datenbestandes zu unterstützen.



**FORSCHUNGSDATENMANAGEMENT IM GRK I.C.SENS. IN EINEM WEB-INTERFACE KÖNNEN MESSDATEN GEZIELT GESUCHT UND VISUALISIERT WERDEN. A) MESSFAHRZEUG IFE, DATEN GNSS EMPFÄNGER, B) MESSFAHRZEUG IKG, DATEN RIEGL-SYSTEMS, C) MESSFAHRZEUG GIH, DATEN VELODYNE LASERSCANNERS.**

Aus den 1.5 TB Rohdaten des Mapathons 2017 sind nach Weiterverarbeitung in den Teilprojekten der Promovierenden 4.4 TB an Daten geworden. Hinzu kommen 6.7 TB an Daten aus regelmäßigen Messfahrten im Rahmen eines der Promotionsvorhaben, die über einen Zeitraum von einem Jahr zwischen 2017 und 2018 absolviert wurden. Am 5. Dezember 2018 folgte ein weiteres großes Experiment, das in 1.7 TB Daten resultierte; das nächste größere gemeinsame Experiment ist bereits für das erste Halbjahr 2019 geplant.

Das große Volumen der eingemessenen Daten und das damit verbundene rasche Wachstum der gemeinsamen Datenbasis machte eine Erweiterung der Kapazität des GRK-Servers notwendig (von 16 TB auf 56 TB), die im September 2018 erfolgreich durchgeführt wurde.

Für die "Nacht, die Wissen schafft" wurde ein Ausschnitt der Datenbasis für die interessierte Öffentlichkeit in Form einer "virtuellen Messfahrt" aufbereitet, um die gemeinsamen Ziele und die Methodologie der gemeinsamen Experimente des GRK zu veranschaulichen.



I.C.SENS KLAUSURTAGUNG 2018 IM JOHANNITER KLOSTERHAUS WENNIGSEN

Die aktuellen Forschungsergebnisse aller neun Projekte des Graduiertenkollegs wurden 2018 in einem gemeinsamen Artikel mit dem Titel "Integrity and Collaboration in Dynamic Sensor Networks" in einem Special Issue des Journals *Sensors* veröffentlicht (*Sensors* 2018, 18(7), 2400; <https://doi.org/10.3390/s18072400>).

Wie auch in den vorherigen Jahren bereicherten international renommierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler das Qualifikationsprogramm des GRK mit interessanten Vorträgen und Diskussionen, u.a.:

- Prof. Luc Jaulin (Lab-STICC, ENSTA-Bretagne, Frankreich): Intervals analysis for guaranteed localization
- Dr.-Ing. Ulf Bestmann (TU Braunschweig, Institut für Flugführung): Practical Considerations on Integrated Multi Sensor Navigation
- Prof. Chen Wu (Hong Kong Polytechnic University): Urban Positioning Infrastructure for smart city development
- Prof. Rafael Toledo-Moreo (Universidad Politécnica de Cartagena, Spain): Is integrity for road positioning simply a siren song?

Besonders erwähnenswert ist der im Frühjahr 2018 positiv begutachtete Antrag unseres GRK für das "Graduate School Scholarship Programme" des DAAD. Ab 2019 werden im Rahmen dieses Programms zwei weitere Promovenden unser Graduiertenkolleg verstärken.



# FORSCHUNGSARBEITEN

## GEODÄTISCHES INSTITUT (GIH)

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

Regiobranding ist ein durch das BMBF gefördertes Verbundprojekt mit acht Einrichtungen aus Praxis und Wissenschaft. Im Zusammenspiel aller Partner trägt das Projekt dazu bei, 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.

2018 stand die Evaluation von Modellprojekten der Praxispartner durch die Wissenschaft im Fokus. Das GIH evaluierte das Projekt "Kulturlandschaftswandelkarte (KWK)", die räumlich-zeitliche Muster der Landschaftsgenese in den Steinburger Elbmarschen visualisiert. Zu diesem Zweck arbeitet sie mit historischen Zeitscheiben (1878, 1925 und 2015) und basiert auf den für diese Zeitschnitte verfügbaren Kartenwerken. Die KWK möchte nicht nur Fachbezügen dienen, sondern ist explizit für die Verwendung in Raumplanung und Bürgerbeteiligung konzipiert. Im Rahmen ihrer Evaluation wurde deshalb überprüft, ob sie den Anforderungen in diesen Anwendungsfeldern gerecht wird. Dabei wurde auf den Aspekt der Kartierung, insbesondere der Erfassung, der Generalisierung und Darstellung, fokussiert.

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

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

Das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderte Projekt (Nr. 260668532) begann im März 2015 und wurde Ende März 2018 abgeschlossen. Es wurde in Kooperation mit der Professur für Landmanagement des Geodätischen Institutes der technischen Universität Dresden bearbeitet. Im Projekt lag der Arbeitsschwerpunkt vom GIH 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 Kauffällen in diesen Lagen liegt in der geringen Redundanz und der Inhomogenität der Daten. Dies führt dazu, dass die etablierten Verfahren in der Wertermittlung nicht zuverlässig funktionieren. Das Ziel des Projekts war es deswegen, einen robusten bayesschen Ansatz zu entwickeln, der einerseits den Einfluss von Ausreißer behafteten Kauffällen auf das Schätzergebnis reduziert und andererseits die Integration von zusätzlichem Vorwissen zur Stützung der vorhandenen Kauffalldaten in der Auswertung ermöglicht.

Im letzten Jahr des Projekts lag der Fokus auf der Validierung des entwickelten Ansatzes aus den Vorjahren. Hierfür wurden im Projekt das erste Mal Daten (Vorwissen und Kauffälle) von einer realen kaufpreisarmen Lage erfasst. Als geeignetes Untersuchungsgebiet wurde der Teilmarkt der Eigentumswohnungen aus dem Landkreis Nienburg/Weser identifiziert. Bei der Erfassung des Vorwissens in der kaufpreisarmen Lage sind zusätzliche Herausforderungen entstanden, die in den zuvor untersuchten Teilmärkten mit ausreichender Kauffallanzahl nicht auftraten. Beispielsweise hat sich herausgestellt, dass die vorhandenen Angebotsdaten in diesem Teilmarkt zur Ableitung von Vorwissen ungeeignet waren. Für die Auswertung des Teilmarkts mit dem robusten bayesschen Modell standen somit nur die Ergebnisse einer Expertenbefragung und die Kauffälle zur Verfügung. Die erhaltenen Ergebnisse aus der Auswertung wurden anschließend durch verschiedene daten- und expertengetriebene Validierungen überprüft. Hierdurch konnte nachgewiesen werden, dass der entwickelte Ansatz in kaufpreisarmen Lagen bei gewöhnlichen Objekten gute Ergebnisse erzielt.

### 3D HYDROMAPPER (FREDERIC HAKE, HAMZA ALKHATIB, INGO NEUMANN)

Im Rahmen des Verbundprojektes wird ein Messsystem zur Erfassung von Hafenanlagen entwickelt. Ziel ist es, die Bausubstanz über und unter Wasser möglichst automatisiert, qualitätsgesichert und reproduzierbar mit einem hybriden Multi-Sensor-System zu erfassen. Die Bauwerksschäden sollen mittels Mustererkennungsmethoden automatisch erkannt und klassifiziert werden.

Die Partner des Projekts sind Dr. Hesse und Partner Ingenieure (Gesamtkoordinator), WKC Hamburg GmbH, Leibniz Universität Hannover – Geodätisches Institut, Fraunhofer Inst. für Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP, Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG und Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Uelzen.

Finanziert wird das Projekt mit einem Volumen von 2,5 Mio Euro und einer Laufzeit von drei Jahren über das Förderprogramm für Innovative Hafentechnologien (IHATEC), unterstützt durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI).



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

GESAMTVORHABEN DES VERBUNDPROJEKTES:



BAYESSCHE ADAPTIVE ROBUSTE AUSGLEICHUNG MULTIVARIATER GEODÄTISCHER MESSPROZESSE MIT DATENLÜCKEN UND NICHTSTATIONÄREM FARBIGEM RAUSCHEN (DFG, BORIS KARGOLL, HAMZA ALKHATIB, JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ, ALEXANDER DORNDORF UND MOHAMMAD OMIDALIZARANDI)

Im Rahmen dieses von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekts (Nr. 386369985) wurde im Jahr 2018 u. a. ein Themenbereich erforscht, dessen Inhalte und Ergebnisse ausführlicher auf dem IX. Hotine-Marussi-Symposium in Rom vorgestellt wurden. Das dem Projekt zugrundeliegende allgemeine Ziel besteht in der Approximation von geodätischen Zeitreihen durch vorgegebene parametrische Modellfunktionen unter Berücksichtigung von autokorreliertem Messrauschen und Ausreißern unbekannter Charakteristik. Hierzu soll die zu entwickelnde Schätzmethode aus umfassenden Kollektionen von autoregressiven (AR) Prozessen und Ausreißerverteilungen basierend auf Student-Verteilungen jeweils ein für die gegebenen Messdaten optimales Modell finden. Diese daten-adaptive Auswahl erfolgt Hand in Hand mit der Anpassung des gesuchten funktionalen Modells, d. h. alle Modellkomponenten werden in einem zusammenhängenden Ausgleichungsmodell dargestellt und gemeinsam geschätzt.

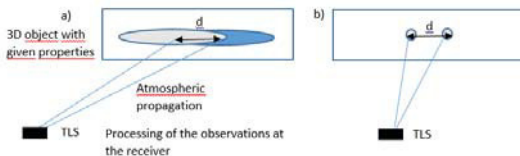
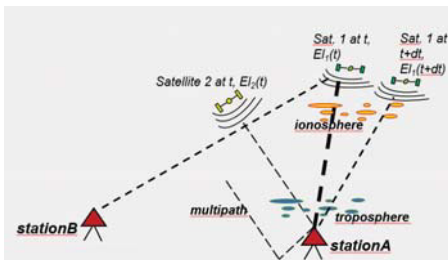
Die Annahme eines zeitlich konstanten Autokorrelationsmusters kann in der Praxis unangemessen sein, wenn zeitlich variable Effekte aus der Umgebung auf den Sensor oder das zu messende Phänomen einwirken. Wenn solche Effekte nicht durch ein funktionales Modell beschrieben werden können, kann alternativ eine Beschreibung auf Ebene des Autokorrelationsmodells z. B. mittels zeitveränderlichem AR-Prozess angestrebt werden. Im Rahmen dieses Beitrags wurde das mittels eines Beschleunigungssensors gemessene Phänomen des Einschwingens eines zur Oszillation angeregten Schwingtischs betrachtet und rechnerisch ein AR-Prozess mit verschiedenen Zeitvariabilitätsmodellen gekoppelt. Hierbei wird bei der Ausgleichung jeder einzelne AR-Koeffizient auf ein über dem Messzeitfenster definiertes Polynom gezwungen (z. B. lineare Drift, quadratisches und kubisches Polynom). Ist der Auto-korrelationsprozess zeitlich konstant, dann verschwinden alle nicht dem Mittelwert des Prozesses zugeordneten Polynomkoeffizienten. Somit stellt die gewichtete Quadratsumme genau jener Koeffizienten eine plausible Testgröße dar. Aufgrund der Komplexität des Ausgleichungsmodells basierend auf der Student-Verteilung besitzt diese Testgröße keine Standardverteilung, sodass kritische Werte zur Ableitung der Testentscheidung nicht direkt zur Verfügung stehen. Um dieses Problem zu lösen, wurde der Test mittels Bootstrapping basierend auf Monte Carlo Simulation durchgeführt. Hierbei wird eine größere Anzahl von Stichproben für die Beobachtungen des Ausgleichungsmodells unter Anpassung eines zeitlich konstanten AR-Prozesses erzeugt und unter Ansetzung eines zeitlich variablen AR-Prozesses ausgeglichen. Durch Vergleich der resultierenden Werte für die Testgröße mit dem aus den Realdaten erhaltenen Wert kann die Testentscheidung abgeleitet werden. Für diesen Test konnte unter Erzeugung von 999 Stichproben die Gütefunktion präzise bestimmt werden. Für die betrachtete Einschwingphase konnte die vermutete Zeitvariabilität des AR-Prozesses zuverlässig nachgewiesen werden.

## ANALYSE OF THE CORRELATION STRUCTURE OF TLS POINT CLOUDS (GAËL KERMARREC, HAMZA ALKHATIB)

An improved stochastic model for TLS observations is of main importance, particularly when the observations are used in least-squares adjustment. Indeed, the best unbiased estimates of unknown parameters in linear models have the smallest expected meansquared errors as long as the residuals are weighted with their true variance covariance matrix.

During 2018, we have started investigating the stochastic model of TLS point clouds with a focus on the correlation structure and its impact of surface and curve modelization with B-splines. Since TLS raw measurements are made of range and angles, both mathematical and physical correlations have to be accounted for. Mathematical correlations come from the transformation from polar to Cartesian coordinates in the determination of control points for B-splines approximation with least-squares. Physical correlations can be spatial or temporal, i.e. depends on the time when the measurements were taken and on the object on which the laser was reflected. They need to be modelled more accurately to get trustworthy test statistics in case of deformation analysis with e.g. the congruency test. Because GNSS phase observations shares the same concept as TLS range measurements, we made a parallel between the two stochastic models and made first proposal how a correlation model for TLS range measurements would look like. Additionally, we proposed a simplification of the intensity model for a use in regression B-splines approximation.

First promising results were obtained by using TLS observations from the historic masonry arch bridge over the river Aller near Verden in Germany, particularly to assess the impact of mathematical correlations on test statistics.



### CORRELATION STRUCTURE FOR TLS AND GNSS OBSERVATIONS: A PARALLEL

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

FUNDED BY BMWI (FEDERAL MINISTRY FOR ECONOMIC AFFAIRS AND ENERGY) – ZIM KOOPERATIONSPROJEKT (CENTRAL INNOVATION PROGRAMME FOR SMEs)

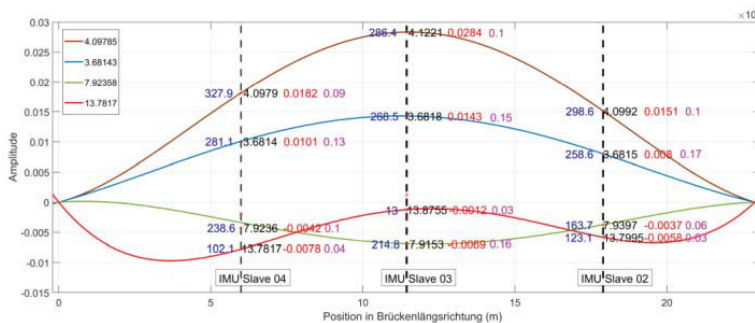
Today, reliable, accurate and cost-effective vibration analysis of aging infrastructures such as bridges has received considerable attention. In this project, the Geodetic Institute Hannover (GIH), Leibniz University Hannover, is collaborating with ALLSAT GmbH, Hannover, to develop a hardware and software low-cost multi-sensor-system (MSS) technology to reach aforementioned goal. The MSS consists of low-cost micro-electro-mechanical systems (MEMS) accelerometers of type BNO055 from Bosch. They are part of a geo-sensor network by mounting at different positions of a bridge structure which is pre-calculated by means of a finite element model analysis. In order to degrade the impact of systematic errors on the acceleration measurements, the deterministic calibration parameters are identified based on the common six-position static acceleration tests using a KUKA youBot in a climate chamber over certain temperature ranges. Next, the calibrated accelerometers are mounted at certain positions to perform measurements at certain time intervals. The time synchronization between multiple sensors is carried out based on the GPS time and by triggering the slave accelerometer sensors from a master accelerometer

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

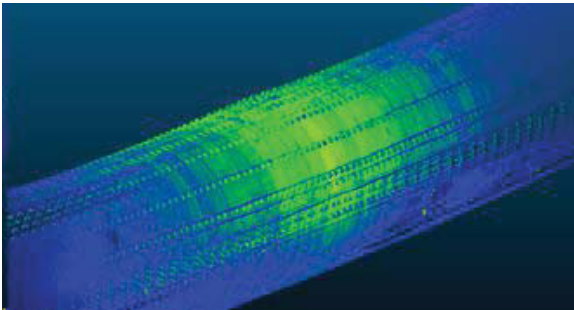


**LOW-COST ACCELEROMETER: MODE SHAPES CALCULATED FOR DIFFERENT FREQUENCIES FOR THE VERTICAL DIRECTION (BOTTOM). THE TEXTS FOR EACH MODE SHAPE REPRESENTS ESTIMATED PHASE SHIFTS (BLUE), FREQUENCIES (BLACK), AMPLITUDES (RED) AND DAMPING RATIO COEFFICIENTS (MAGENTA) AT A SPECIFIED POSITIONS.**

sensor. To inspect the changes in the global dynamic behaviour of a structure such as natural frequencies, mode shapes (i.e. eigenforms) and modal damping, a damped harmonic oscillation model is employed together with an autoregressive model of coloured measurement noise, which is solved by means of a generalized expectation maximization (GEM) algorithm to achieve a robust, reliable and accurate estimation of frequencies, amplitudes and damping ratio coefficients (i.e. at the accuracy level of millimetre/sub-millimetre for amplitudes and 0.1 Hz for frequencies) (see Figure).

ANALYSIS OF LASER SCANNER PROFILE MEASUREMENT OF TUNNELS (XIANGYANG XU, JOHANNES BUREICK, HAO YANG, INGO NEUMANN)  
FUNDED BY SHANGHAI HUACE.

Nowadays, automatic and reliable analysis of laser scanner measurement is important for tunnel structures. In this project, large-scale point cloud data is analyzed in order to monitor the health state of tunnel structures. Comparison is carried out on temporal geometry model and design model, from which the deformation assessment is achieved. In order to monitor the health state of structure, large-scale point cloud data is collected which supplies 3D information of the structure. Because quantitative deformation information is important to assess the safety of the structure, profiles are extracted from the point cloud data and compared. Comprehensive analyses are carried out on the profiles in different time periods and also including initial design model. Considering data gaps and disturbing points makes the task challenging to align profiles, feature points of the profiles are identified automatically for applying iterative closest point registration.



POINT CLOUD DATA OF A TUNNEL STRUCTURE

ADLAND - ADVANCING COLLABORATIVE RESEARCH IN RESPONSIBLE AND SMART LAND MANAGEMENT IN AND FOR AFRICA (GIZ, WINRICH VOR, MARKUS SCHAFFERT)

Das durch die Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH geförderte ADLAND Projekt trägt zu gegenseitigem Wissensaufbau und Verstärkung im Bereich "Land Management" bei. Die ADLAND-Partner bilden ein internationales Konsortium, an dem neben dem GIH die Technische Universität München (Projektleitung), die Bundeswehruniversität München, University of Twente (Fakultät ITC, Niederlande), Royal Institute of Technology (KTH, Schweden) und Swinburne University of Technology (Australien) auf der einen Seite beteiligt sind. Auf der anderen Seite bilden die Kwame Nkrumah University of Science and Technology (KNUST), Kumasi (Ghana), Namibia University of Science and Technology (NUST), Windhoek (Namibia), Ardhi University (ARU), Tanzania und das Institut d'Eseignement Supérieur de Ruhengeri (NES, Ruanda) die afrikanischen Partnerinstitutionen. Durch wechselseitigen Erfahrungsaustausch auf Augenhöhe, bspw. mit Blick auf die Bereiche "universitäre Lehrinhalte im Land Management", "Eigentumsicherung / Kataster" oder "Flurbereinigung" wurde eine Plattform bzw. ein Expertennetzwerk zur Unterstützung der weiteren erfolgreichen Entwicklung in den genannten Themenfeldern für die beteiligten Länder geschaffen.

EXAKTE UND SCHNELLE GEOMETRIEREFASSUNG SOWIE DATENAUSWERTUNG VON SCHIFFSOBERFLÄCHEN FÜR EFFIZIENTE BESCHICHTUNGSPROZESSE  
 TEILVORHABEN AM GIH: ENTWICKLUNG VON ALGORITHMEN UND QUALITÄTSPROZESSEN FÜR EIN NEUARTIGES KINEMATISCHES TERRESTRISCHES LASERSCANNINGSYSTEMS (JENS HARTMANN, INGO NEUMANN)

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

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

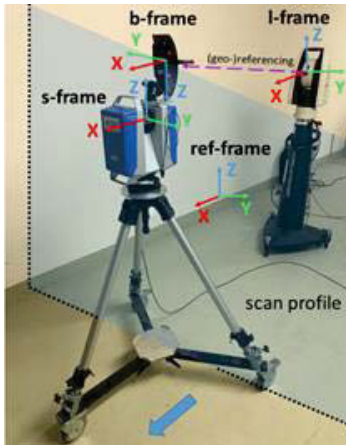
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Das Ziel des Teilvorhabens am GIH ist eine hochgenaue ( $\sigma_{3D} = 1mm$ ) 3D-Objekterfassung durch kinematisches terrestrisches Laserscanning (k-TLS) sowie eine qualitative Bewertung der erfassten Daten. Dazu sind neben einem geeigneten Multi-Sensor-System (MSS) entsprechende Auswertelgorithmen zu entwickeln.

Die 3D-Objekterfassung erfolgt durch einen Laserscanner, welcher 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.

Im Rahmen der aktuell am GIH durchgeführten Arbeiten wurde eine punktgenaue (Geo)referenzierung der bewegten Plattform realisiert. Hierzu erfolgte die Implementierung eines Filtermodells, mit welchem die Geschwindigkeiten und die Beschleunigungen bestimmt werden.

Mit diesen Parametern erfolgt im Anschluss eine entsprechende Verschiebung der erfassten Punkte. Des Weiteren wurde eine Einfärbung der 3D-Objektdaten realisiert. Hierzu wurde eine Kalibrierung zwischen einer Digitalkamera und dem Laserscanner durchgeführt. Anschließend erfolgte eine Zuordnung der entsprechenden Farbwerte zu den 3D-Objektdaten. Die zusätzlich erfassten Farbwerte stützen eine Ausreißerdetektion, welche im Vorfeld einer anschließenden Flächenmodellierung durchgeführt wird.



DAS K-TLS BASIERTE MSS IM MESSKELLER DES GIH

SOZIALE INNOVATION ALS IMPULS FÜR EINE ZUKUNFTSFÄHIGE DASEINS-VORSORGE AM BEISPIEL LÄNDLICHER RÄUME IN NIEDERSACHSEN (JÖRN BANNERT, WINRICH VOß)



Das Forschungsvorhaben zielt auf die Entwicklung, Stabilisierung und Anpassung der Daseinsvorsorge in ausgewählten ländlichen Räumen unter Berücksichtigung der spezifischen Herausforderungen des demografischen Wandels. Der Fokus auf Soziale Innovation, also die „Neukonfiguration sozialer Praktiken“ (Howaldt & Schwarz 2010), weitet dabei durch die Koopertion mit Partnern aus der Architektursoziologie (Prof.'in Barbara Zibell, Projektleitung) und dem öffentlichen Recht (Prof.'in Frauke Brosius-Gersdorf) den Blick über das klassische Flächen- und Immobilienmanagement hinaus, birgt neue Erkenntnisse und eröffnet Perspektiven zwischen Improvisation und Neukomposition von Infrastrukturen. Aufbauend auf den Ergebnissen der Machbarkeitsstudie „Potenziale ganzheitlicher Modelle und Konzepte wohnortnaher Versorgung“ (2014) werden die Komponenten eines „Guten Lebens“

(in Anlehnung an Martha Nussbaum 2012) im Hinblick auf eine zukunftsfähige Daseinsvorsorge und die Voraussetzungen für entsprechende Soziale Innovationen in ländlichen Räumen erforscht. Übergeordnetes Ziel ist die Entwicklung neuer InfrastrukturNetzModelle und - Konzepte für die Zukunftsfähigkeit ländlicher Räume.

Um darüber hinaus auch Transdisziplinarität herzustellen, wurden Kooperationen mit fünf Kommunen bzw. drei Netzwerken im südlichen Niedersachsen (Flecken Coppenbrügge, Flecken Salzhemmendorf, Samtgemeinde Elm-Asse, Gemeinde Bad Grund und Stadt Osterode am Harz) eingegangen. Kooperation heißt in diesem Forschungsprojekt nicht nur Fallbeispiel zu sein, sondern auch Akteurinnen und Akteure vor Ort einzubeziehen und konstruktives und kooperatives Engagement für neue Lösungen einzubringen.

## INFORMATION-BASED GEOREFERENCING WITH KINEMATIC MULTI-SENSOR SYSTEMS (DFG, SÖREN VOGEL)

Georeferencing is an indispensable necessity regarding operating with kinematic multi-sensor systems (MSS) in various indoor and outdoor areas. Information from object space combined with various types of prior information (e.g. geometrical constraints) are beneficial especially in challenging environments where common solutions for pose estimation (e.g. Global Navigation Satellite System or external tracking by a total station) are inapplicable, unreliable or inaccurate.

Consequently, an iterated extended Kalman filter is used and a general georeferencing approach by means of recursive state estimation is introduced. This approach is open to several types of observation inputs and can deal with (non)linear system and measurement models. The capability of using both explicit and implicit formulations of the relation between states and observations, and the consideration of (non)linear equality and inequality state constraints by means of probability density function truncation is a special feature.

Application of this georeferencing approach was done by a kinematic MSS, consisting of an accurate laser scanner for acquisition and a highly accurate laser tracker for validation. Several various geometric state constraints were applied to the measurements in the basement of the GIH. Based on known intersection angles between detected walls, ceiling and floor, the georeferencing solution could be improved. Within the scope of this investigation, different combinations of state constraints were tested und compared by means of the RMSE for position and orientation.

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





## INSTITUT FÜR ERDMESSUNG (IFE)

### VIRTUELLER GNSS-EMPFÄNGER FÜR EINE KONTINUIERLICHE NAVIGATION IN DER BINNENSCHIFFFAHRT (INSTITUTSMITTEL, TOBIAS KERSTEN, LE REN)

In diesem Projekt wird ein alternatives Konzept studiert, um GNSS-basierte Navigation auf Wasserwegen mit einer robusten und höheren Kontinuität durchführen zu können. Das Konzept konnte bereits erfolgreich im Rahmen des bürgernahen Flugzeugs studiert und für sicherheitsrelevante Navigationsalgorithmen implementiert werden. Das Konzept basiert auf einem modularen mathematischen Ansatz, indem sowohl reine Codephasen- als auch kombinierte Code- und Trägerphasenbeobachtungen von mehreren Standard Antennen- Empfänger-Kombinationen auf einer Plattform effizient zu einer Lösung kombiniert werden können. Damit ist der Ansatz des virtuellen Empfängers sehr kosteneffizient. Den Vorteil, den ein Binnenschiff als Forschungsträger im Vergleich zum Flugzeug liefert, sind zum einen die reduzierten Dynamiken, die während der Bewegungsphase auftreten, und zum anderen die Möglichkeit, GNSS-Antennen optimal auf dem Schiff entsprechend der Notwendigkeit des Navigationseinsatzes zu verteilen.

Im Anschluss an die im Jahre 2016 erhobenen Daten einer Messfahrt auf der MS Wissenschaft (MS Jenny), die im Auftrage des Bundesministeriums für Bildung und Forschung als Ausstellungsschiff durch Deutschland fährt, konnte im Rahmen unserer Forschungen auch im Jahr 2018 eine weitere Messfahrt mit verschiedener GNSS- und Inertialsensorik ausgestattet und erhoben werden. Die analysierten Datensätze beinhalten die Passage von ca. 30 Brücken sowie ähnlicher Infrastrukturen, die zu vollständigen GNSS-Signalabbrüchen oder Diffraktionen führen. Der Beitrag beleuchtet zum einen die Anwendung und Evaluierung des Konzeptes des virtuellen Empfängers zur Steigerung der Kontinuität, Integrität und Präzision der Navigationslösung des Binnenschiffes. Zum anderen werden Fragen hinsichtlich der entstehenden Herausforderungen und Chancen beleuchtet, wenn Trägerphasenbeobachtungen für die autonome Navigation verwendet werden sollten. Diese sind besonders durch die Diffraktionen und Signalunterbrechungen bei Brückendurchfahrten beeinflusst und stehen daher im besonderen Fokus unserer Untersuchungen.



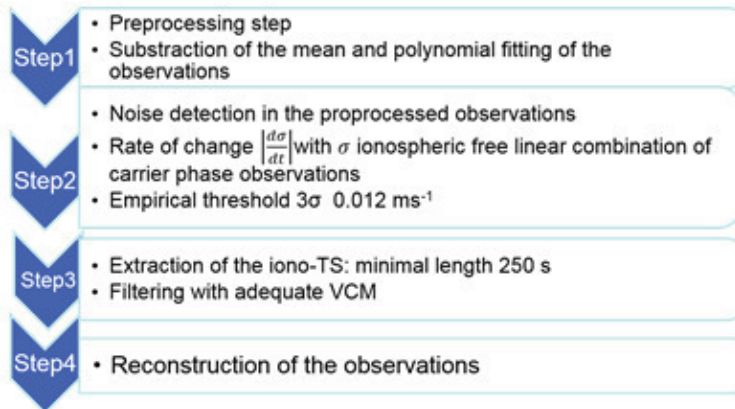
ZWEI GPS ANTENNEN AUF DER MS WISSENSCHAFT JENNY

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

The Swarm mission launched on November 22, 2013 consists of three identical satellites in near-polar orbits, Swarm A and C flying almost side-by-side at an initial altitude of 460 km, Swarm B flying in a higher orbit of about 530 km. Each satellite is equipped with a high precision 8-channels dual-frequency GPS receiver for precise orbit determination. This also offers excellent opportunities to study the ionosphere and to provide temporal gravity field information derived from the kinematic orbits of the satellites for the gap between the Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) and its follow-on mission (GRACE-FO).

However, observations from on-board GPS receiver are strongly disturbed by ionospheric scintillations, which degrades the kinematic orbits at the geomagnetic equator and at polar areas and thus the gravity field. Due to the different property of ionospheric scintillations, the GPS carrier phase observations suffer also from different types of disturbances.

In this project, in order to improve the quality of the kinematic orbits, we propose a new method based on Matérn covariance family to filter the high-frequency noise and repair the systematic errors in the phase observations, instead of eliminating or down-weighting the disturbed observations. The kinematic orbits and derived gravity field can be significantly improved. The systematic errors along the geomagnetic equator bands in the gravity field are also successfully eliminated.



SUMMARY OF THE METHODOLOGY USED TO DETECT, FILTER AND RECONSTRUCT CONTAMINATED TIME SERIES OF OBSERVATIONS

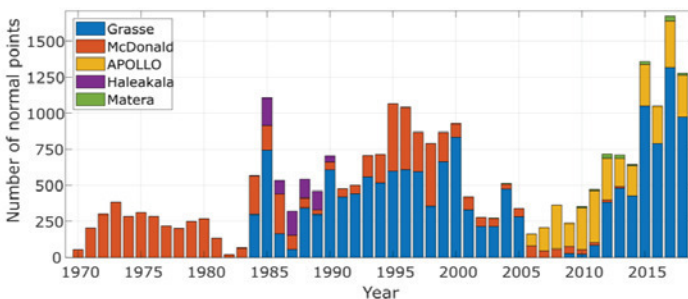
## BESTIMMUNG VON PHASENZENTRUMSKORREKTUREN FÜR MULTI-GNSS-TRÄGERPHASENSIGNALE (INSTITUTSMITTEL, JOHANNES KRÖGER, YANNICK BREVA, TOBIAS KERSTEN)

Für hochpräzise GNSS-Anwendungen ist es heutzutage erforderlich Phasenzentrumskorrekturen (PCC), welche sich aus dem Phasenzentrum (PCO) und den Phasenzentrumsvariationen (PCV) zusammensetzen, anzubringen. Der internationale GNSS Service (IGS) veröffentlicht PCC für viele unterschiedliche GNSS-Antennen und stellt diese im Antenna Exchange Format (ANTEX) für den Nutzer zur Verfügung. Allerdings beinhaltet das ANTEX-File lediglich L1 und L2-Frequenzen für GPS und GLONASS, wohingegen Kalibrierwerte für neue Signale wie Galileo und GPS L5 fehlen.

Das Institut für Erdmessung ist eine vom IGS anerkannte Institution für die absolute Antennenkalibrierung im Feld. Für die Kalibrierung wird ein vom IfE und Geo++ entwickelter Roboter genutzt, mit dessen Hilfe PCC durch das hannoversche Verfahren bestimmt werden können. Dieses Konzept wird in einem experimentellen Ansatz weiterentwickelt, sodass Phasenzentrumskorrekturen für sowohl alte (GPS L1/L2, GLONASS) als auch für neue GNSS-Signale (GPS L5, Galileo L1/L5) mittels sphärisch harmonischen Funktionen im post-processing geschätzt werden können.

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

Die Arbeiten zu LLR wurden im Rahmen der DFG-Forschergruppe Referenzsysteme (FOR1503) im Jahr 2018 abgeschlossen. Die LLR Aktivitäten werden im Rahmen des Exzellenzclusters QuantumFrontiers ab 2019 weitergeführt. Die Anzahl der gemessenen Normalpunkte (NP) hat sich auch 2018 wieder deutlich erhöht. Der Hauptanteil von knapp 1000 NP wird weiterhin von der französischen LLR Station in Grasse geliefert. Die Station APOLLO in den USA hat 290 NP gemessen und Matera in Italien 11 NP. An der geodätischen Fundamentalstation Wettzell konnte Anfang 2018 erfolgreich der Mond angemessen und die ersten Normalpunkte seit mehr als 20 Jahren gewonnen werden. Insgesamt stehen im aktuellen Datensatz von 1970 bis 2018 fast 26000 NP für die Auswertung zur Verfügung. Neue LLR Bodenstationen in China, Russland und Südafrika sowie eine experimentelle LLR Station in den USA zur Beobachtung von differentiellen LLR Messungen werden in den nächsten Jahren eine weitere Steigerung der jährlichen Datenrate ermöglichen.



JÄHRLICHE VERTEILUNG DER LLR NORMALPUNKTE NACH BEOBACHTUNGSSTATIONEN

## ENTWICKLUNG UND TEST EINER FÜR QUANTENSENSOREN ADÄQUATEN BERECHNUNGSSTRATEGIE FÜR DIE INERTIALNAVIGATION (DLR, BENJAMIN TENNSTEDT)

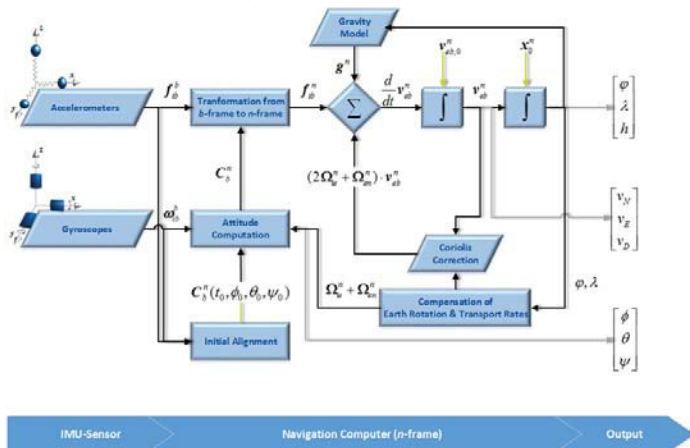
Die Inertialnavigation erlaubt die Bestimmung einer Trajektorie durch Integration von Beschleunigungen und Drehraten gemäß Newton'scher Mechanik. Es handelt sich dabei um ein autonomes Navigationsverfahren und eröffnet vielfältige Anwendungsbereiche, die beispielsweise kooperativen Satellitennavigationsverfahren aufgrund der Abhängigkeit der Sichtverbindung zu den Satelliten verschlossen sind (Häuserschluchten, Tunnel, usw.). Weiterhin widersteht sie der Manipulation von außen durch Jamming oder Spoofing.

Kritisch ist allerdings die Verstärkung des Einflusses von Sensorfehlern und Messrauschen der gemessenen Größen auf die Lösung der Navigationsgleichung (Position, Geschwindigkeit, Lage), die sich durch Integration mit der Zeit aufsummieren.

Durch neue Messprinzipien haben Quantensensoren signifikante Verbesserungen in Stabilität und Genauigkeit erzielt. Anstelle mechanischer Federsysteme in Beschleunigungsmessern oder durch einen Faserkreisel oder Ringresonator umschlossene Flächen in Lasergyroskopen sind in Quantensensoren die Skalenfaktoren an atomare Übergänge gebunden und auf Frequenzmessungen zurückzuführen.

Die alternativen Messverfahren und hohen Sensitivitäten der Quantensensoren erfordern eine adäquate Auswertestrategie, die sich von der klassischen Herangehensweise der Inertialnavigation unterscheidet.

Ziel der Studie ist die Entwicklung und der Test einer entsprechenden Berechnungsstrategie, die gezielt die Anwendbarkeit der einzelnen Berechnungsschritte bei der Quanteninertialnavigation überprüft, und geeignete Alternativen, beispielsweise bei der Integrationsdynamik oder geschätzten Systemparametern, vorschlägt.



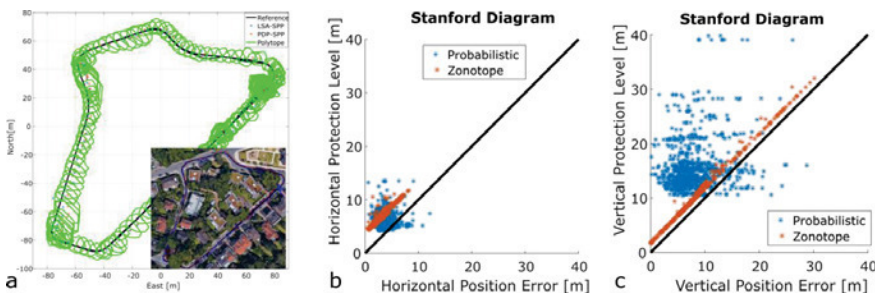
## ALTERNATIVE INTEGRITY MEASURES BASED ON INTERVAL MATHEMATICS (DFG, HANI DBOUK)

This project deals with the development of alternative integrity measures based on interval mathematic, set theory and imprecise random variables. For the typical sensors used in our central experimentation facility (GNSS receiver, IMU, laserscanner and stereo camera), remaining systematics have to be bound by error bands and subsequently by intervals. A sensitivity analysis of the correction models is used to determine the interval bounds in physical meaningful way.

In a next step, these error contributions must be transferred to the estimated parameters and navigation states in order to derive guaranteed bounds. The theoretical studies have been developed and validated by dedicated experiments. In addition to the interval extension of the classical estimators and the determination of rotation invariant uncertainty regions by bounding box and zonotopes, the focus is on set inversion and Primal-Dual Polytope methods. Furthermore, the advantages of this approach, compared to the classical pure stochastic integrity description, is highlighted. Rules of thumb and best practice procedures have been proposed for multi-sensor systems used in the central experimentation facility.

Figure a shows polytope solution set in GNSS denied area where all the polytope solutions contain the true position. Figures b and c depict the integrity stanford diagram in terms of horizontal and vertical Protection Level (PL), respectively. The PL computed from zonotopes lies in the upper part of the diagram, which means that the misleading and hazardously misleading information is excluded and the integrity is guaranteed, while the probabilistic approach does not guarantee the integrity all the time. Moreover, the zonotope PL are smaller than the probabilistic PL which provide higher availability.

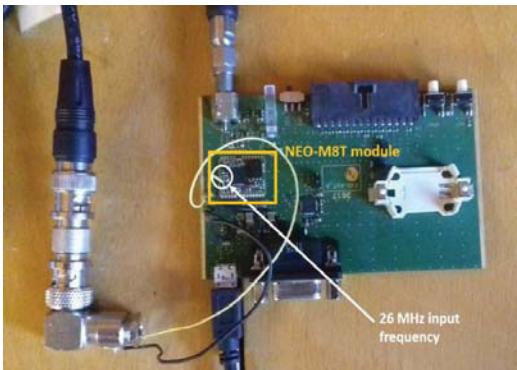
This work was supported by the DFG as part of the Research Training Group i.c.sens (RTG 2159)



**A: POLYTOPE BOUNDING ZONE FOR GPS TEST DRIVE IN URBAN AREA, B: HORIZONTAL PROTECTION LEVEL OF PROBABILISTIC (BLUE) AND ZONOTOPE, C: VERTICAL PROTECTION LEVEL OF PROBABILISTIC (BLUE) AND ZONOTOPE (RED)**

## VERBESSERTE POSITIONIERUNG UND NAVIGATION DURCH UHRMODELLIERUNG (BMW/DLR, THOMAS KRAWINKEL, MOHAMED BOCHKATI)

Im ersten Teil dieses Projekts wurde aufbauend auf den Simulationsstudien des vorherigen Jahres zur Empfängeruhrmodellierung bei der Verwendung von Trägerphasenbeobachtungen ein kinematisches Fahrzeugexperiment mit einem transportablen Wasserstoff-Maser (PHM) durchgeführt. Dieser Oszillator (Vremya VCH-1006) wurde uns dankenswerterweise von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt zur Verfügung gestellt. Die Messkonfiguration beinhaltete neben dem PHM zwei GNSS-Antennen samt Empfängern sowie eine inertielle Messeinheit (IMU) zur Berechnung einer Referenztrajektorie mit übergeordneter Genauigkeit. Hierbei wurden außerdem die GNSS-Daten einer lokalen Referenzstation genutzt. Die Lösung mit Uhrmodellierung wurde mittels Precise Point Positioning (PPP) in einem Kalman-Filter umgesetzt. Erste Ergebnisse zeigen, dass die Verwendung des PHM im gewählten Auswertansatz zu ähnlichen Verbesserungen hinsichtlich Positions-genauigkeit und -zuverlässigkeit führt, wie bereits in den letzten Jahren in der code-basierten GNSS-Navigation mit einer Chip Scale Atomic Clock (CSAC) von uns gezeigt wurde. In Zukunft soll die PPP-Auswertung noch um eine Geschwindigkeitsschätzung erweitert werden.



MODIFIZIERTES U-BLOX NEO M8T GNSS-EMPFÄNGERMODUL

Der zweite Projektteil beschäftigte sich mit der hardware-technischen Umsetzung einer CSAC bzw. deren Signals in einem Einfrequenz-Empfänger. Hierzu wurde ein u-blox NEO M8T dahingehend modifiziert, dass das vom empfangereigenen Quarzoszillator (TCXO) generierte Frequenzsignal durch das einer externen CSAC ersetzt wurde. Da das CSAC-Signal jedoch eine andere Frequenz als der TCXO aufweist, muss dieses zuvor noch mittels eines Signalgenerators/Mischers von 10 MHz auf 26 MHz umgesetzt werden. In einem

ersten statischen Experiment wurde anschließend der modifizierte Empfänger erfolgreich getestet, d.h. das externe CSAC-Signal wird vom Empfänger akzeptiert und weiterverarbeitet. Dies führt dazu, dass auch hier eine verbesserte Positionslösung bei Anwendung der Empfängeruhrmodellierung erzielt werden kann. Durch den Einsatz eines Frequenzsynthetisierers soll in zukünftigen Arbeiten eine deutlich kompaktere Empfangseinheit (Empfänger+CSAC) realisiert werden.

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

Collaborative Positioning (CP) is a networked positioning technique in which a group of multi-sensor systems (nodes) enhance the accuracy and precision of the navigation solution by performing measurements or by sharing information (links) between each other. The wide spectrum of available sensors brings the necessity to analyze the sensibility of the system to different configurations in order to find optimal solutions.

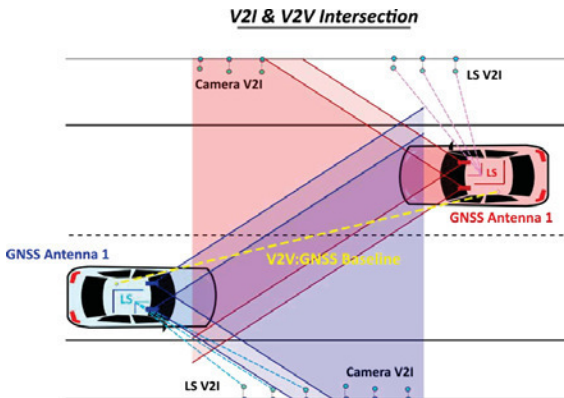
This project introduces the utilization of a simulation tool that allows the evaluation and analysis of complex realistic collaborative scenarios in order to pre-evaluate navigation scenarios and to assist the finding of optimal sensor configurations and observations. Here, measurements carried out with GNSS receivers, IMUs, laser scanner and stereo cameras are fused using different state estimation algorithms (e.g. Extended and Linearized Kalman Filter (EKF or LKF), batch algorithm based on Gauß-Markov-Model (GMM), etc.). In addition, the influence of the environment is analyzed by introducing on the filter 3D city model with LoD2 or preprocessed Laser Scanner point clouds.

Also, data collected from the i.c.sens measurement campaign (*Mapathon*) were introduced in order to create realistic scenarios (i.e. pre-aligned laser scanner point cloud, GNSS+IMU coupled trajectories, etc.).

Finally, the correlations and dependencies of the considered measurements as well as the impact of the sensor configuration is investigated by using intensive Monte Carlo simulations.

As a result, the tendencies shown by the simulations carried out help to understand the behavior of dynamic networks, as well as to analyze the importance of every sensor in relation to the environment characteristics.

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

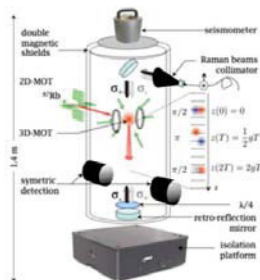
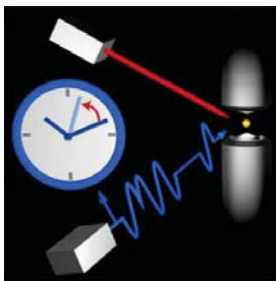


COLLABORATIVE NAVIGATION MEASUREMENT GEOMETRY DIAGRAM



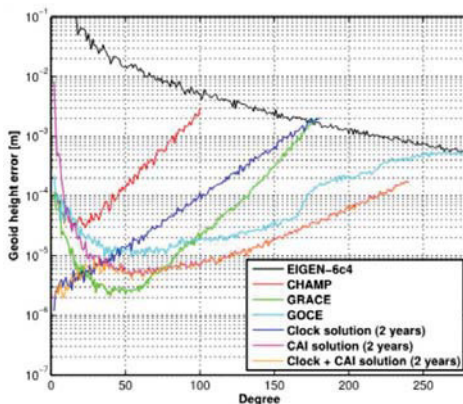
## USING ATOM-BASED CLOCKS AND GRADIOMETER FOR GRAVITY FIELD RECOVERY (DFG, GEO-Q, ESA, HU WU, JÜRGEN MÜLLER)

New technologies based on quantum optics emerged and quickly developed in the past years, which will enable novel observation concepts and deliver gravimetric observations with an unprecedented accuracy in the future. For the first time, atomic clocks and relevant frequency links provide the particular opportunity to directly observe gravity potential differences by measuring the relativistic redshift effect ("relativistic geodesy"). Those measurements will be sensitive to the large structures of the gravity field. In addition, for the fine structures, a quantum gradiometer, e.g., the Cold Atom Interferometry (CAI) gradiometer, is expected to deliver gravity gradients with an accuracy of about one order of magnitude higher than that of GOCE.



USING ATOM-BASED CLOCKS AND GRADIOMETER FOR GRAVITY FIELD RECOVERY

To figure out how these future gravimetric sensors benefit the determination of the Earth's gravity field, we ran closed-loop simulations to map the specific instrumental and conceptual errors to the gravity field coefficients. The results showed that the clocks data with a relative frequency accuracy of  $1.0 \times 10^{-18}$  has the potential to significantly improve the gravity field coefficients below degree/order around 20, while CAI gradiometry in the 3-axes mode is about 5 times more accurate than GOCE in the medium- and high-frequency gravity part.



DEGREE MEDIANS OF GRAVITY FIELD COEFFICIENT DIFFERENCES W.R.T. EIGEN-6c4, IN TERMS OF GEOID HEIGHT. WE COMPARED OUR SOLUTIONS WITH THE SATELLITE-ONLY GRAVITY FIELD MODELS FROM CHAMP, GRACE AND GOCE.

## CHRONOMETRISCHES NIVELLEMENT (DFG, GEO-Q, HEINER DENKER, LUDGER TIMMEN)

Der Effekt der relativistischen Rotverschiebung bewirkt, dass Uhren einen leicht unterschiedlichen Gang in Bezug auf ein übergeordnetes gemeinsames Koordinatensystem aufweisen, wenn sie sich relativ zueinander bewegen oder unterschiedlichen Gravitationspotentialen ausgesetzt sind. Dem entsprechend können einerseits geodätische Messungen zur Ableitung von Referenzwerten für Uhrvergleiche dienen und andererseits können aus Uhrvergleichen auch entsprechende Potential- oder Höhenunterschiede abgeleitet werden. Letzteres wird als chronometrisches Nivellement bezeichnet und setzt voraus, dass die Uhren am gleichen Ort und zur gleichen Zeit ein übereinstimmendes Ergebnis liefern. Eine relative Frequenzänderung von  $10^{-18}$  entspricht dabei einem Potentialunterschied von  $0.1 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$  oder 1 cm Höhenunterschied. Die seit einigen Jahren entwickelten hochgenauen optischen Uhren erreichen eine relative Frequenzgenauigkeit von etwa  $10^{-18}$  unter Laborbedingungen, während transportable optischen Uhren noch um mehr als eine Größenordnung darunterliegen. Das IfE unterstützt entsprechende Uhrvergleiche im Rahmen von geo-Q und weiteren Projekten mit der Bereitstellung von Schwerepotentialwerten und möchte zukünftig Uhrmessungen zur Verbesserung von Höhenreferenzsystemen sowie zur Beobachtung von geodynamischen Phänomenen nutzen.

Im Berichtszeitraum wurden weitere geodätische Messungen am Max-Planck-Institut für Quantenoptik (MPQ) in Garching durchgeführt, um Schwerepotentialwerte für die dort im Herbst 2018 stationierte transportable Strontium-Uhr der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) zu bestimmen. Die abgeleiteten Potentialwerte dienen als Referenz für einen Uhrvergleich zwischen dem MPQ und der PTB in Braunschweig. Die Uhrmessungen zeigten eine Genauigkeit und Übereinstimmung mit den geodätischen Resultaten im Bereich von wenigen Dezimetern. Erste Ergebnisse mit der transportablen optischen Uhr der PTB wurden außerdem in der Zeitschrift Nature-Physics publiziert (vgl. Veröffentlichungen), was eine Reihe von nationalen und internationalen Presseberichten nach sich zog. Weitere Fortschritte werden in näherer Zukunft durch ein verbessertes Design der optischen Uhren erwartet.

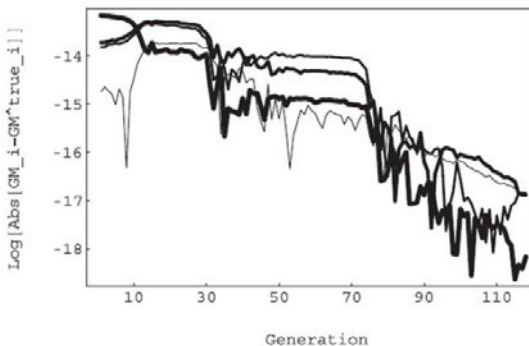


**DIE NEBENSTEHENDE ABBILDUNG ZEIGT DEN CONTAINER MIT DER TRANSPORTABLEN OPTISCHEN UHR DER PTB IN GARCHING, DER VOM IfE EINGEMESSEN WURDE.**

## BARYZENTRISCHE EPHEMERIDE (DFG-FOR1503, ENRICO MAI)

Die Arbeiten zur Baryzentrischen Ephemeride wurden im Rahmen der DFG-Forschergruppe Referenzsysteme (FOR1503, Projekt PN1) im Jahr 2018 abgeschlossen. Es wurde zunächst eine umfassende Sammlung planetarer Beobachtungen angelegt. Die relevanten gravitationellen Wechselwirkungen zwischen den Hauptkörpern des Sonnensystems wurden modelliert und verfeinerte Figur-Figur-Wechselwirkungen zwischen Erde und Mond eingeführt. Zudem wurden die gravitationellen Wechselwirkungen der Hauptkörper mit signifikanten kleineren Massen (Hauptgürtelasteroiden und Trans-Neptun-Objekte) in das Kraftmodell aufgenommen. Dies geschah einerseits mittels individueller Bewegungsgleichungen für wenige hundert dieser kleineren Körper und andererseits durch Einführung von zwei starren Masseringmodellen zur Berücksichtigung der in ihrer Summe signifikanten Auswirkung tausender weiterer Kleinkörper. Es wurde gezeigt, dass deren Vernachlässigung auf die Erde-Mond-Distanz eine Auswirkung im mm-Bereich hätte, was also im Bereich der angestrebten LLR-Messgenauigkeit bzw. Analyse läge, die ja ebenfalls ein Forschungsschwerpunkt am IFE ist. Es wurde ein innovativer Optimierungsalgorithmus eingeführt - konkret eine stochastische Suche via Evolutionsstrategie (ES) mit Kovarianz-Matrix-Adaption. Dieser Ansatz ist prädestiniert für die Ausnutzung von Parallelrechner. Teile des Softwarepaketes wurden deshalb umprogrammiert unter Verwendung des frei verfügbaren OpenMP. Der Algorithmus wurde verwendet, um die Massering-Modelle zu optimieren. Er wurde darüber hinaus am Beispiel von vier Asteroiden getestet, indem versucht wurde, deren gravitationelle Parameter GM (also individuelle Asteroidenmassen) im Rahmen einer Simulation wiederzufinden (siehe Tabelle und Plot). Zum besseren Austausch bzw. Zugriff auf die Resultate des Projektes wurde ein de-facto Format bzw. Interface in Form von SPICE Kernels implementiert.

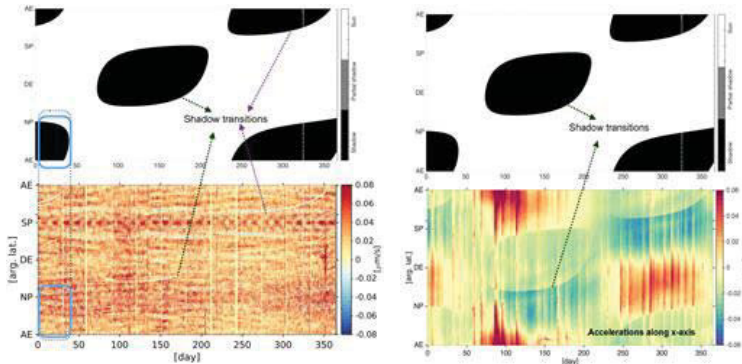
	$GM^{(0)}$	$GM^{(117)}$	$GM^{DE430}$
1 Ceres	0.07002382E-12	0.14004698E-12	0.14004765E-12
2 Pallas	0.15522240E-13	0.31030222E-13	0.31044481E-13
3 Juno	0.18087691E-14	0.36307177E-14	0.36175383E-14
4 Vesta	0.19273750E-13	0.38534210E-13	0.38547501E-13



ES-OPTIMIERUNG DER MASSES FÜR VIER DER ASTEROIDEN IM HAUPT-ASTEROIDENGÜRTEL ZWISCHEN DEN BAHNEN DES MARS UND DES JUPITERS. GM-WERTE IN  $AU^3/D^2$  IM VERGLEICH NACH NUR 117 GENERATIONEN ZU SOLLWERTEN AUS DER JPLEPHEMERIDE DE430. DER PLOT ILLUSTRIERT DEN GESAMTEN VERLAUF DER OPTIMIERUNG; DIE LINIEN-DICKE INDIZIERT DIE 4 KÖRPER VON CERES (DICK) BIS JUNO (DÜNN) NACH DEREN MASSE.

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

The accuracy of global gravity field solutions, estimated from GRACE inter-satellite ranging measurements, has increased considerably during the last decade. But there still is an order of one magnitude between the error level of current solutions and the expected GRACE baseline accuracy. For further improvement of gravity field models, efforts are made to disentangle and identify the error sources. This applies to GRACE gravity field reprocessing, and will be even more relevant to extract improved results from the higher sensor precision of GRACE-FO.



**SATELLITE SHADOW TRANSITIONS. LEFT BOTTOM: CHANGES IN THE MAGNITUDE OF LINEAR ACCELERATIONS ALONG THE ACCELEROMETER X-AXIS. RIGHT BOTTOM: RANGE-RATE RESIDUALS WITH EFFECTS RELATED TO THE SHADOW TRANSITIONS.**

Several effects are known to contribute to the residuals: systematic sensor errors, geophysical aliasing, and modeling errors. Residual analysis provides an insight to understand the individual contribution to the error budget. Starting with systematic sensor errors related to pointing and ranging, we focused on the contribution of errors due to the transitions of the satellites into shadow and sun-lit regions. Such shadow transitions affect the range-rate residuals via the accelerometer observations. Note that the accelerometer observations are used to remove the effects of non-gravitational forces from the range-rate observations when computing the gravity field parameters. The signatures of such features are also present in the range-rate residuals which indicates the need to model them.

In the second part of the project, we focused on modeling the shadow transitions of the satellites as a part of noise modeling in the parameter estimation procedure. This approach of noise modeling has shown slight improvement in the gravity field solutions. It has been implemented assuming the non-stationary noise behavior. So far, noise stationarity was the main assumption in temporal gravity field recovery and a stationary covariance was used in the whitening step before performing the LS adjustment. We have shown this assumption is violated as the noise has time-variable behavior and should be modeled. The modeling can be done in the wavelet domain, as this transform reduces higher order dependencies for a large class of stochastic processes. Applying those modeling alternatives will lead to improved global time-variable and mean gravity field coefficients to be used in other projects.

## GRAVIMETRISCHE ÜBERWACHUNG DER ZUGSPITZE (IFE, GFZ POTSDAM, LUDGER TIMMEN)

Die wissenschaftliche Zielsetzung ist die Analyse von Massenvariationen im Zugspitzmassiv und die Überwachung von geotektonisch bedingten Höhenänderungen. Die gravimetrische Überwachung zur Hydrologie (Veränderte Niederschläge, Abschmelzen der Permafrostlinse in der Zugspitze und des Schneefernergletschers) ist relevant im Zusammenhang mit dem Klimawandel. 2004 wurde seitens des IFE und mit Unterstützung der TU München zum ersten Mal auf der Zugspitze absolutgravimetrisch gemessen.

Mittlerweile sind drei Absolutpunkte eingerichtet (Schneefernerhaus, Telekomgebäude, Geodynamik-Observatorium des GFZ). Die Absolutmessungen dienen u.a. auch zur Driftbestimmung und Kalibrierung des kontinuierlich beobachtenden Supraleitgravimeters (seit Herbst 2018). Die Messungen enthalten das integrale Signal aller Massenvariationen in der Umgebung und liefern damit die Massenbilanzen als Randwerte für zahlreiche Studien des Forschungskonsortiums der Umweltforschungsstation Schneefernerhaus. Das gilt insbesondere für die Trennung von lokalen und großräumigen Wasserspeichervariationen, die zur angestrebten Validierung und Kalibrierung der NASA-GFZ Satellitenmission GRACE Follow-On (Gravity Recovery and Climate Experiment Follow-On) notwendig ist. Im September 2019 soll die nächste absolut- und relativgravimetrische Messkampagne auf der Zugspitze stattfinden.



**DIREKT AN DER GRENZE ZU ÖSTEREICH IST DAS NEUE OBSERVATORIUM DES GFZ POTSDAM EINGERICHTET WORDEN. LINKS SIEHT MAN IM VORDERGRUND DAS ABSOLUTGRAVIMETER DES IFE/LUH UND IM HINTERGRUND DAS HELIUM GEKÜHLTE SUPRALEITGRAVIMETER (FOTOS L. TIMMEN)**

## GRAVIMETRISCHE MESSUNG UND MODELLIERUNG IM HITec (MWK - HITec, MANUEL SCHILLING)

Die Arbeiten im Rahmen der gravimetrischen Messung zur Einrichtung des Very Large Baseline Atom Interferometer (VLBAI) am Hannover Institut für Technologie (HITec) wurden nach der Übergabe des HITec an die Nutzer und die Eröffnung im Juli 2018 ausgedehnt. In dem gemeinsam mit dem GIH betriebenen kombiniertem Laserscanning- und Gravimetrie-Labor wurden erste absolutgravimetrische Messungen und die notwendigen unterstützenden Messungen mit dem Relativgravimeter durchgeführt. Mit dem Ziel der späteren Vergleichbarkeit und Kombination von Messungen des VLBAI und Messungen im Gravimetrie-Labor wurde die unterschiedliche Wirkung zeitlich variabler Schwereeffekte untersucht. Basierend auf früheren Arbeiten zur Wirkung von Änderungen des Grundwasserstandes auf Schweremessungen am bestehenden Schweregrundnetzpunkt und den Grundwasserständen der vergangenen 15 Jahre wurde der Effekt entlang des VLBAI und bei Messungen auf den Pfeilern im Gravimetrie-Labor modelliert. Aufgrund ihrer Lage über dem Grundwasserhorizont wird für diese Pfeiler eine genäherte lineare Abhängigkeit zwischen Änderungen in Grundwasser und Schwere erwartet. Entlang der Fallkammer des VLBAI nimmt der Einfluss der Grundwasseränderungen mit der Höhe zu. Anhand des im Vorjahr am VLBAI angelegten Referenznetzes für Relativgravimeter kann dieser Unterschied in der Änderung der Schwere entlang des VLBAI zwischen dem jährlich Höchst- und Tiefststand des Grundwassers erfasst werden. Diese relativgravimetrischen Messungen werden in Zukunft zur Anpassung des Modelles herangezogen.

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

### Absolutgravimetrische Messungen mit FG5X-220 im Jahr 2018

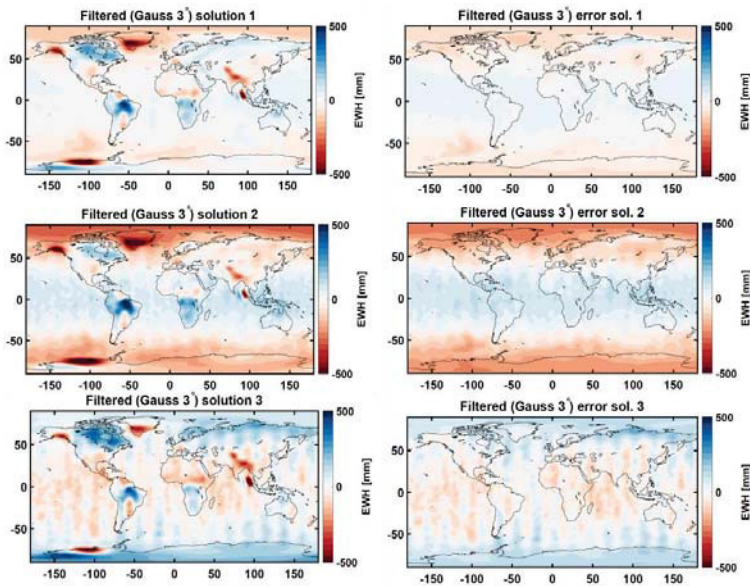
Station	Datum	Bemerkung
Geodätisches Observatorium Wettzell	23.-26.04.2018	EURAMET.M.G-K3 Gravimetervergleich
Hannover, IFE Grav. Labor	02.-03.05.2018	DSGN94 4/4, Gravimeter Überprüfungen
PTB Braunschweig „Alte Gleiswaage“	19.-22.06.2018	Norddeutsche Referenzstation (seit 2008, Geodynamik)
Hannover, HITec	05.-07.07.2018	Erste Messung Gravimetrie Labor Pfeiler FU01
Hamburg-Flottbeck (DESY)	10.-12.07.2018	Messung im Projekt SIMULTAN: Erdfallgebiet, 2. Wiederholungsmessung
Bad Frankenhausen (Rathaus)	08.-09.08.2018	Messung im Projekt SIMULTAN: Erdfallgebiet, 2. Wiederholungsmessung
Zugspitze, Geodynamik-Observ., GFZ Potsdam	15.-20.10.2018	Eichung Supraleitgravimeter GFZ, (Geodynamik, Alpenwachstum)



SYSTEMSTUDIE EINER OPTISCHEN GRADIOMETRIEMISSION (DFG, GEO-Q, KARIM DOUCH, ANNIKE KNABE, JÜRGEN MÜLLER)

Der zeitvariable Anteil des Erdschwerefeldes ist von großem Interesse für die Erforschung des Systems Erde. Bislang tastete die Satellitenmission GRACE, und nun nachfolgend GRACE-FO, die Variationen des Schwerefeldes erfolgreich ab. Die Mission GOCE erzielte eine hohe räumliche Auflösung für den statischen Anteil des Schwerefeldes. Hier wurde das Prinzip der Gradiometrie eingesetzt. In diesem Projekt soll nun das Potential zur Erfassung des zeitvariablen Schwerefeldes mittels Gradiometrie untersucht werden. Dazu wird das Design eines optischen Gradiometers analysiert.

Diesbezüglich werden Anforderungen an entscheidende Komponenten für die Bestimmung des Schwerefeldes definiert. Es werden beispielsweise Fehler, verursacht durch das Rauschen des Gradiometers, der Ausrichtung sowie der Position des Satelliten, berücksichtigt. Des Weiteren wird der Fokus auf die interne Kalibrierung des Gradiometers gelegt. Die Anforderungen werden durch Simulationen getestet. In der Abbildung sind die Ergebnisse des zeitvariablen Schwerefeldes für drei verschiedene Rauschniveaus dargestellt. In den Simulationen sind realistische Satellitendynamiken für verschiedene Bahnhöhen enthalten.



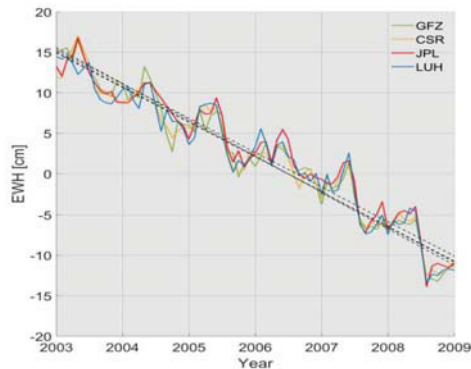
LINKE SPALTE: ZEITVARIABLES SCHWEREFELD FÜR DREI VERSCHIEDENE RAUSCHNIVEAU.  
RECHTE SPALTE: DEREN DIFFERENZEN ZUM FEHLERFREIEN MODEL.DIE ERGEBNISSE  
SIND ALS ÄQUIVALENTE WASSERHÖHE AUSGEDRÜCKT.

Für den Fall mit dem geringsten Rauschen ist die Anforderung an die Satellitenausrichtung höher als der heutige Stand der Technik. Bezüglich der Kalibrierung wird die Anforderung nur in Flugrichtung des Satelliten erreicht.



LUH-GRACE2008: NEUE ZEITREIHE MONATLICHER GRACE-LÖSUNGEN (DFG, GEO-Q, MAJID NAEIMI, IGOR KOCH, JAKOB FLURY, AKBAR SHABANLOUI, ARMAN KHAMLI)

Das Institut für Erdmessung hat einen ersten Datensatz von monatlichen Schwerefeldlösungen (2003-2009) aus GRACE-Sensordaten veröffentlicht. Diese monatlichen Schwerefeldlösungen wurden mit dem am Institut für Erdmessung entwickelten Softwarepaket "GRACE-SIGMA" berechnet. GRACE-SIGMA ist ein kompaktes MATLAB-Programm, das die normalisierten Schwerefeldkoeffizienten nach dem klassischen Variationsgleichungs-Ansatz bestimmt. Das verwendete Zweischrittverfahren erlaubt ein schnelles Berechnen der monatlichen Lösungen. In einem ersten Schritt werden 3-Stunden-Bögen numerisch integriert und an reduziert-dynamische Bahnen angepasst. Hierbei werden Verbesserungen zum Satellitenanfangszustand sowie zu Akzelerometer-Bias-Parametern bestimmt. Nach Konvergenz der Bahnbögen wird in einem zweiten Schritt die volle Ausgleichung mit den unbekanntenen Schwerefeldkoeffizienten und zusätzlichen geometrisch-empirischen Parametern durchgeführt, wobei KBRR-Daten als primäre Beobachtungen verwendet werden. Die berechneten Lösungen weisen eine mit den offiziellen Analysezentren (CSR, GFZ, JPL) vergleichbare Qualität auf. Die monatlichen Schwerefeldlösungen können auf der Instituts-Webseite und der Webseite des ICGEM heruntergeladen werden.

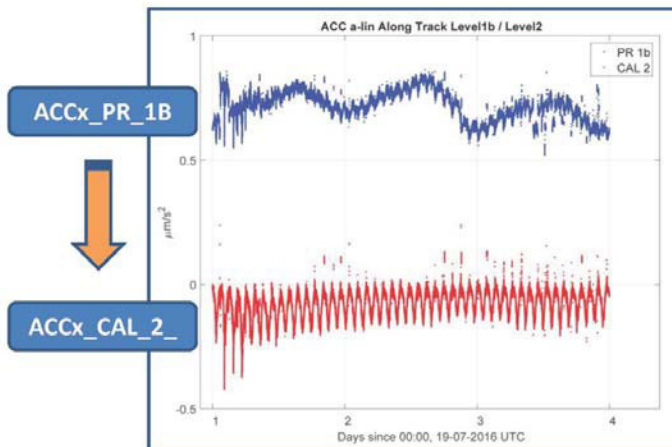


**EW-HWERTE (EQUIVALENT WATER HEIGHTS) IN GRÖNLAND FÜR DIE JAHRE 2003-2009. ES WURDEN DIE RL05 DATENSÄTZE VON GFZ, CSR UND JPL VERWENDET. C20 ERSETZT DURCH SLR-WERTE UND GAUSSFILTER (350 KM) ANGEWANDT. DIE EWH-ZEITREIHE AUS DEN IFE-SCHWEREFELDLÖSUNGEN (LUH) STIMMT GUT MIT DEN LÖSUNGEN DER OFFIZIELLEN ANALYSEZENTREN ÜBEREIN.**

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

Swarm is the first ESA constellation mission of three satellites for Earth observation, each equipped with a set of identical instruments: Absolute Scalar Magnetometer, Vector Field Magnetometer, Star Tracker, Electric Field Instrument, GPS Receiver, Laser Retro-Reflector and Accelerometer. The Level 1B accelerometer data (ACCxPR\_1B) are not distributed to the regular users as they are heavily perturbed by variety of disturbances. The main problems are highly intensive steps, spikes and pulses, and strong dependency on temperature variations.

To enhance the scientific return of the Swarm satellite mission, an international consortium Swarm DISC is established with a project office at DTU Space – Denmark’s National Space Institute. As one of expert DISC partners, IfE develops own software tools and maintains operational data processing, so that the Level 2 accelerometer data are available for all Swarm data users. The data set consists of three products generated on daily basis: calibrated and corrected accelerometer data (ACCCAL\_2); disturbance files with information on type, epoch, duration and size of disturbances (ACCCDISi\_2), validation reports with details on calibration procedure and data quality (ACCCVAL\_2). A targeted production rate is three months of data per one month of time. During 2018, IfE released the validated data for the period from 28 April 2016 to 30 April 2017 ([ftp://swarm-diss.eo.esa.int/Level2daily/Latest\\_baselines/ACC/CAL/](ftp://swarm-diss.eo.esa.int/Level2daily/Latest_baselines/ACC/CAL/)).

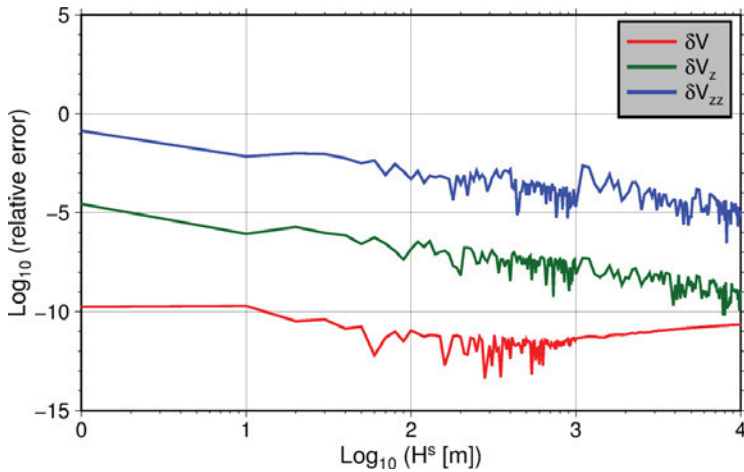


THE LEVEL 1B ACCELEROMETER DATA ARE CONVERTED TO LEVEL 2 DATA, SO THAT THE PHYSICALLY CONDITIONED ORBITAL VARIATIONS ARE CLEARLY OBSERVABLE.

### REGIONAL GRAVITY FIELD MODELLING (DFG, GEO-Q, MIAO LIN)

A new method was developed for the accurate computation of the gravitational potential (GP), gravitational vector (GV), and gravitational gradient tensor (GGT) of a tesseroid, considering a radial density function in the form of a polynomial up to cubic order. The method employs Gauss-Legendre quadrature with a two-dimensional adaptive subdivision technique to solve the corresponding integrals. The computational accuracy of the method was validated based on spherical shells, for which analytical solutions exist.

The results showed that the method is capable of computing precisely the gravitational effects of tesseroids with horizontal dimensions down to 3 arc-second, vertical dimensions up to 10 km, and a polynomial density model up to cubic order. Thus, the method is attractive for many geodetic and geophysical applications on regional and global scales, including the computation of atmospheric effects for terrestrial and satellite usage.



RELATIVE ERRORS AS A FUNCTION OF THE THICKNESS (FROM 1 M TO 10 KM) OF THE SPHERICAL SHELL IN LOG-LOG SCALE. THE SPHERICAL SHELL HAS A RADIAL DENSITY FUNCTION IN THE FORM OF A POLYNOMIAL TO CUBIC ORDER

## INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK (IKG)

### FORSCHUNGSINITIATIVE „MOBILER MENSCH“: VERLÄSSLICHKEIT – VERLÄSSLICHE KARTEN (MWK - MASTERPLAN MOBILISE, CHRISTIAN KOETSIER)

Die Forschungsinitiative „Mobiler Mensch: Intelligente Mobilität in der Balance von Autonomie, Vernetzung und Security“ ist eine Maßnahme im Rahmen der gemeinsamen Masterplanung „MOBILISE – Mobility in Engineering and Science“ der beiden niedersächsischen Hochschulen Leibniz Universität Hannover (LUH) und der TU Braunschweig. An der Maßnahme „Mobiler Mensch“ sind insgesamt 13 Professuren aus fünf Fakultäten der LUH mit ihren spezifischen, sich ergänzenden Schwerpunkten beteiligt. Das IKG forscht hierbei zum Thema „Verlässlichkeit – Verlässliche Karten“.

Karten enthalten wichtige Informationen für die Navigation und das Routing von Fahrzeugen. Autonome Fahrzeuge benötigen hochgenaue und hochaktuelle Umgebungsinformation, um die Umgebung wie sie durch die Sensoren erfasst wird, direkt interpretieren und beurteilen zu können. Je reichhaltiger die Information ist, desto besser kann das Fahrzeug eine Situation beurteilen oder gegebenenfalls vorhersehen und entsprechend reagieren. Beispielsweise kann ein Fahrzeug in der Nähe einer Schule „erwarten“, dass Schüler unvermittelt über die Straße rennen und entsprechend vorsichtiger fahren.



DETEKTION VON VEHRKEHRSTEILNEHMERN MITTELS MACHINE LEARNING (YOLO)

Auch die Umgebung kann dazu führen, dass die Fahrsituation etwas unübersichtlich ist. Welche Situationen zu einem unsicheren Fahrverhalten führen sind dabei nicht immer klar. Im Projekt sollen daher in einem datengetriebenen Ansatz untersucht werden, wie solche Situationen erkannt werden können, und anschließend nach deren Auslöser zu suchen. Als Datengrundlage können aus Kamerabildern, Laser-Scan Punktwolken oder Fahr-

zeugsensoren Trajektorien der Verkehrsteilnehmer ermittelt werden. Unsicheren Situationen, wie Beinahe-Unfälle, können beispielsweise als Anomalien in diesen Fahrzeugtrajektorien erkannt werden. Anschließend können weitere Sensoren des Fahrzeugs untersucht werden, um auf die Auslöser der Situation zu schließen. Dies können zum einen andere Verkehrsteilnehmer (Autos, Fußgänger) sein, oder auch die Umgebung selbst (Blendung, Verschattung, Unebenheit in der Straße).

Perspektivisch sollen solche „Einflussfaktoren“ für unsicheres Fahren in den Karten festgehalten werden, um somit bei künftigen Fahrmanövern berücksichtigt werden zu können.

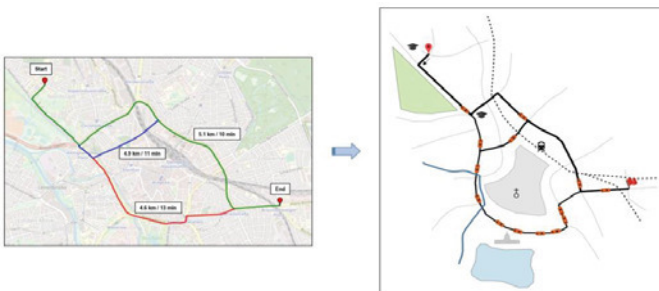
## VISUELLE KOMMUNIKATION VON ROUTENEMPFEHLUNGEN (DFG-GRADUIERTENKOLLEG SOCIALCARS, STEFAN FUEST)

Wenn wir zwischen zwei Orten navigieren, hängt die individuelle Entscheidung für eine bestimmte Route gewöhnlich von verschiedenen Faktoren ab, z.B. Zeit, Entfernung oder Komplexität, jedoch auch von der aktuellen und erwarteten Verkehrsdichte. Da die Verkehrsstärke vor allem in städtischen Umgebungen rapide zunimmt, kann das Straßennetz in manchen Fällen nicht mehr der steigenden Anzahl an Fahrzeugen gerecht werden. Als Folge müssen sich Verkehrsteilnehmer Problemen wie Stau, Luftverschmutzung oder einem erhöhten Unfallrisiko stellen. Wenn wir die Verkehrsdynamik als Ganzes verbessern wollen, ist es wichtig, dass das Verkehrsmanagement die Verkehrsteilnehmer über effiziente Alternativrouten informiert. Allerdings ist die Frage, wie die Effizienz einer Route kommuniziert werden kann, sodass der Verkehrsteilnehmer davon überzeugt wird, sich für die empfohlene Route zu entscheiden - auch wenn diese auf dem ersten Blick nicht effizient erscheint?

Aktuelle Navigationssysteme schlagen verschiedene Routen vor – dargestellt auf Karten, die alle Detailinformationen zeigen. Forschungsergebnisse aus der kognitiven Psychologie zeigen, dass Menschen den geografischen Raum mental abstrahieren, wenn sie Routeninformationen kommunizieren. Dabei liegt der Fokus auf den wichtigsten Informationen, die zur Navigation erforderlich sind.

Im Rahmen des Projekts werden verschiedene Ansätze entwickelt, um effiziente Routen visuell zu empfehlen. Diese sind Teil eines Frameworks zur Automatisierung des Visualisierungsprozesses. In diesem Zusammenhang werden verschiedene Methoden der kartographischen Generalisierung angewendet, z.B. Objektauswahl, Vereinfachung, Schematisierung oder die Verzerrung von Kartenobjekten; aber auch die Anwendung von Symbolisierungen und graphischen Variablen. Die Effizienz der verschiedenen visuellen Konzepte wird in Form von Nutzerstudien ausgewertet.

Die unten dargestellte Abbildung zeigt eine herkömmliche Visualisierung von Routen in einem Navigationssystem (links), sowie eine mögliche Darstellung basierend auf unserem Visualisierungsframework (rechts). Das Straßennetz wird in dieser Darstellung so verzerrt, dass die empfohlene Route (links in grün dargestellt), welche aufgrund der geringeren Reisezeit potentiell als kürzer wahrgenommen wird, visuell als die Effizienteste erscheint.

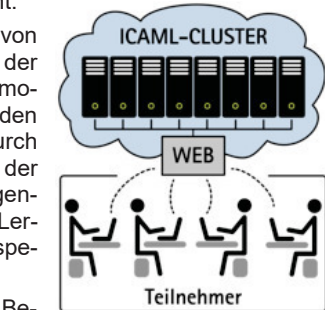


HERKÖMLICHE VISUALISIERUNG VON ROUTEN (LINKS) IM VERGLEICH ZUR DARSTELLUNG BASIEREND AUF DEM VISUALISIERUNGSFRAMEWORK (RECHTS).

Das [ICAML](#) (Interdisziplinäres Zentrum für Angewandtes Maschinelles Lernen) hat das Ziel, maschinelles Lernen interdisziplinär zugänglich zu machen. Um dieses Ziel zu erreichen, wird eine Plattform entwickelt, die im Wesentlichen auf drei Komponenten beruht.

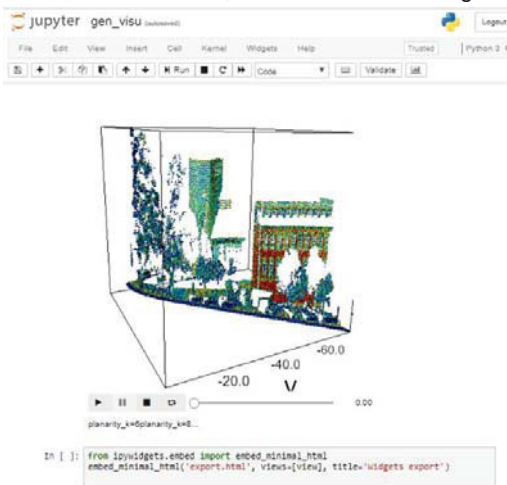
Die erste Komponente ist das Angebot von Kursen und Veranstaltungen. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf der Entwicklung von Lehrmodulen, die über das Internet abgerufen werden können. Ergänzt werden diese Module durch Vorträge und Vorlesungen. Das Spektrum der Inhalte erstreckt sich hierbei von Grundlagentutorials über Methoden des maschinellen Lernens bis hin zum praktischen Umgang mit spezifischen Datentypen.

Die zweite Komponente besteht aus der Bereitstellung von Informationen und Wissen. Hierzu wird einerseits das bestehende Wissen der beteiligten Personen und Institute zusammengetragen und für den Einsatz auf der Plattform aufbereitet, andererseits werden externe Quellen gesammelt, kommentiert und bezüglich der Inhalte bewertet. Diese Wissenspakete unterstützen maßgeblich die angebotenen Kurse, dienen aber gleichzeitig auch als Einstiegspunkt für potentielle Interessenten und fördern ein Selbststudium. Die Sammlung an Wissensseinheiten ist hierbei nicht statisch, sondern wird mit den gesammelten Erfahrungen und Ergebnissen aktualisiert und fortlaufend erweitert.



WEB ZUGRIFF AUF CLUSTER

Die dritte Komponente liegt in der Bereitstellung, Verwaltung und Wartung eines Rechenclusters. Durch diesen haben die Teilnehmer Zugang zu Rechenleistung, die für maschinelles Lernen benötigt wird und somit auch die Möglichkeit praktische Erfahrung zu sammeln. Konkret werden einerseits Projekt- und Abschlussarbeiten im Bereich des maschinellen Lernens ermöglicht, gleichzeitig spielt das Cluster eine zentrale Rolle bei der Durchführung der praktischen Übungen, die kursbegleitend angeboten werden.



JUPYTER NOTEBOOK - WEB IDE

## SEMANTIC SEGMENTATION OF POINT CLOUDS USING SEMI SUPERVISED TRANSFER LEARNING (DFG-GRADUIERTENKOLLEG I.C.SENS, TORBEN PETERS, CLAUS BRENNER)

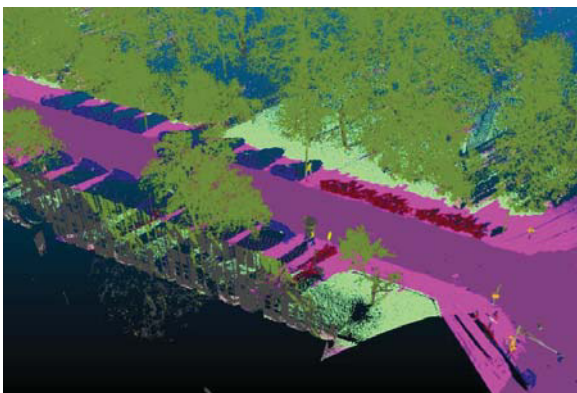
Many state of the art solutions in the field of artificial intelligence are based on Deep Learning. In autonomous driving, Deep Learning is used e.g. for motion planning, object classification or even end-to-end learning. In classical supervised learning a convolutional neural network (CNN) is trained with much data of a specific domain for the given task. However if one domain intersects with another domain the knowledge can be transferred to another task. This procedure is therefore called transfer learning or relational knowledge transfer. In contrast to supervised learning there is no need to label data by humans. For example the knowledge of image classification can be applied to Lidar classification or vice versa. One aim of this project is to examine the capabilities of transfer learning in 3D semantic segmentation.

Semantic segmentation in 3D describes a point wise classification of point clouds. We think this task is challenging because on one side it is hard for humans to annotate the necessary data, because objects may appear ambiguous and labelling in 3D can be time consuming. On the other hand it appears that there is still no preferred way of how the data should be processed in order to use it with deep neural networks.

We tried to circumvent the human labelling process by exploiting the geometric correspondence between camera pixels and 3D points. Our goals are to create a dataset and train a neural network for 3D point cloud classification in scan strips

The figure below shows a part of Nienburger Straße. The different colours indicate different classes. In order to classify this point cloud nearly no human annotation was involved.

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



SEMANTIC SEGMENTED POINT CLOUD. EACH COLOR SHOWS A DIFFERENT OBJECT CLASS



## UNTERSUCHUNGS-, SIMULATIONS- UND EVALUATIONS-TOOL FÜR URBANE LOGISTIK (BMBF-PROJEKT USEFUL, OSKAR WAGE, UDO FEUERHAKE)

Mit einer wachsenden Stadt sind steigende Mobilitäts- und Versorgungsbedürfnisse verbunden. Entsprechend stehen Städte heute weltweit vor den Herausforderungen der Luftreinhaltung, der Lärminderung und den Klimafolgen steigender Mobilitätsbedürfnisse mit dem Ziel, lebenswerte Bedingungen für ihre EinwohnerInnen zu erhalten. Der urbanen Logistik kommt dabei eine wachsende Bedeutung zu: einerseits aufgrund des aktuellen Trends der wachsenden Städte und andererseits durch Veränderungen im Nutzerverhalten und neuen Geschäftsmodellen.

Die systemübergreifende Erfassung, Simulation und Bewertung von Lösungsansätzen für eine urbane Logistik steht im Zentrum des BMBF geförderten (Kennziffer: 03SF0547) Projekts USEFUL ([urbane-logistik.de](http://urbane-logistik.de)). Für eine – dem verkehrspolitischen Paradigma der Verkehrsvermeidung, der Verkehrsverlagerung und der verträglichen, emissionsarmen Verkehrsabwicklung folgende – Situationsanalyse ist ein systemüber-greifendes Verständnis notwendig. Dieses soll erstmals die sozio-demografischen und ökonomischen Hintergründe, das Verhalten von EinwohnerInnen, Gewerbetreibenden und Unternehmen abbilden und ihre Ver- und Entsorgungsbedürfnisse von Gütern und Dienstleistungen erfassen. So soll der Einfluss ordnungs-politischer, technischer oder organisatorischer Handlungen auf die Akzeptanz bzw. das Verhalten des Einzelnen bis zur Stadtteilebene abgeschätzt werden, um die effektivsten Maßnahmenbündel zu identifizieren. Die erlangten Kenntnisse bilden die Grundlage für eine Web-Applikation, die die Kommune in der Entscheidungsfindung unterstützen wird. Dazu sollen die Zusammenhänge im Bereich der urbanen Logistik analysiert und ihre Abhängigkeiten mittels interaktiver Webkarten auch für Fachfremde verständlich aufbereitet und visualisiert werden.



Neben dem IKG sind weitere Projektpartner aus unterschiedlichen Disziplinen eingebunden: Fachbereich Planen und Stadtentwicklung der Landeshauptstadt Hannover, Institut für Wirtschaftsinformatik der LUH, Volkswagen Nutzfahrzeuge, Hochschule Hannover mit den Fachbereichen Fahrzeugtechnik, Informatik und Wirtschaftsinformatik

und das Institut für Verkehr und Stadtbauwesen des NFF der TU Braunschweig.

Dies ist nur eine kleine Auswahl der Forschungsarbeiten des ikg. Eine Darstellung aller Arbeiten findet sich auf der Webseite ([www.ikg.uni-hannover.de](http://www.ikg.uni-hannover.de)).

## INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND GEOINFORMATION (IPI)

### AKTUALISIERUNG VON STRASSEN IN AMTLICHEN GEODATEN (LGLN, LVERMGEO, LAIV-MV, PHILOMENA HUMBURG)

Straßen in Geodaten sollten für diverse Anwendungen, wie zum Beispiel Navigation und Städtebau, regelmäßig aktualisiert werden. Durch veränderte Straßenverläufe treten allerdings immer wieder Diskrepanzen zwischen der Realität und den Geodaten auf. Die Hauptgründe dafür sind nicht Straßen, die in der Wirklichkeit nicht existieren, geometrische Ungenauigkeiten und Unvollständigkeiten der Datenbank.



NICHT EXISTIERENDE STRASSEN

GEOMETRISCHE  
UNGENAUIG-  
KEITEN

UNVOLLSTÄNDIGKEIT

Das Ziel ergibt sich daher als die automatische Erstellung eines vollständigen und korrekten Straßennetzes. Dieses Ziel lässt sich in zwei Teilziele unterteilen, und zwar zum einen die Verifikation von Straßen überall dort, wo die Geodaten mit den Straßen übereinstimmen und, zum anderen, Vorschläge für neue Straßenverläufe vorzustellen, wenn eines der oben genannten Probleme auftritt. Gründe für diese Probleme sind zum Beispiel, dass neue Straßen gebaut wurden, Straßen zurückgebaut wurden, Straßenverläufe geändert wurden, oder Fehler in den Geodaten vorliegen.

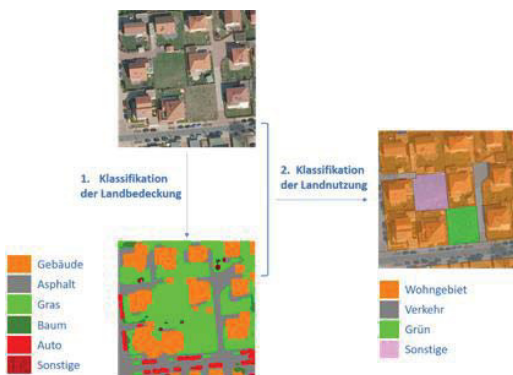
Als Methode zum Erreichen dieser Ziele, unter Verwendung von Luftbildern, wird ein sogenanntes Convolutional Neural Network (CNN) verwendet. In diesem Fall wird die sogenannte Variante Mask R-CNN, eingesetzt, da dieses neben einer Klassifikation, und einem umschließenden Rechteck für jedes Objekt, auch eine binäre Maske für das entsprechende Objekt liefert. Die Hoffnung ist, dass diese Maske dabei hilft, die Lage und die Ausdehnung der Straßenobjekte genauer zu bestimmen.

Der Aufbau des Mask R-CNN sieht dabei folgendermaßen aus: nach einem „Basis CNN“, welches als Merkmalsextraktor dient, wird ein Region Proposal Network (RPN) verwendet, welches rechteckige, achsenparallele Regionen vorschlägt, in denen sich Objekte befinden können. Auf dieses RPN folgen drei „Netzwerk-Köpfe“, von denen jeweils einer die Klassifikation, das umschließende Rechteck, und die binäre Maske ausgibt. Ein Problem hierbei, besteht darin, dass die Straßenobjekte in der Geodatenbank (ALKIS) oftmals deutlich komplexere Formen annehmen als ein Rechteck, da sie Kurven und Abzweigungen beinhalten. Um dieses Problem nach Möglichkeit zu umgehen, werden die einzelnen Straßenobjekte an Stellen starker Krümmung geteilt und der entsprechende Bildausschnitt wird so rotiert, dass das darin abgebildete Objektteil möglichst rechteckig ist.

## VERIFIKATION VON LANDBEDECKUNG UND LANDNUTZUNG IN AMTLICHEN GEODATEN (LGLN, LVERMGEO, LAIV-MV, CHUN YANG)

Geodatenbanken der Landnutzung enthalten wichtige Informationen mit hohem Nutzen für mehrere Nutzer, insbesondere in den Bereichen städtisches Management und Planung. Die Anzahl der möglichen Anwendungen solcher Daten steigt mit einem höheren Detaillierungsgrad, sowohl hinsichtlich der Größe geometrischer Einheiten als auch der Vielfalt der Landnutzungs-klassen. Aufgrund der schnellen Veränderungen der Landnutzung wegen städtischen Wachstums und Landnutzungsveränderungen veralten solche Geodatenbanken relativ schnell. Diese Beobachtung motiviert die Entwicklung einer automatischen Aktualisierung für großflächige Landnutzungsdatenbanken. Im Gegensatz zur Landnutzung, die die sozio-ökonomische Funktion eines Grundstücks aufzeigt (z.B. Wohngebiet, Ackerland), beschreibt Landbedeckung das physische Material der Erdoberfläche (z.B. Gras, Asphalt). Dabei kann ein komplexes Landnutzungsobjekt viele verschiedene Landbedeckungselemente enthalten, und eine spezifische Landbedeckung kann Teil verschiedener Landnutzungsobjekte sein.

Im Allgemeinen ist die Zuordnung von Klassen zu Bildpixeln eine Klassifikation der Landbedeckung, während die Zuordnung von Klassen zu größeren räumlichen Einheiten, typischerweise durch Polygone dargestellt, eine Klassifikation der Landnutzung bedeutet. In unserem Projekt werden hochauflösende Luftbilder als Datenquelle zur Extraktion der Information der Landbedeckung sowie Landnutzung verwendet. Zur Klassifikation werden Convolutional Neural Networks (CNN) genutzt, um hochwertige Ergebnisse zu erreichen. In der ersten Phase wird die Landbedeckung klassifiziert. Anschließend werden die Luftbilder mitsamt der so gewonnenen semantischen Information in einem weiteren CNN weiter prozessiert, um Klassen-label für Polygone zu erhalten. Der Prozess verläuft wie in der Abbildung dargestellt.



KLASSIFIKATION DER LANDBEDECKUNG UND LANDNUTZUNG

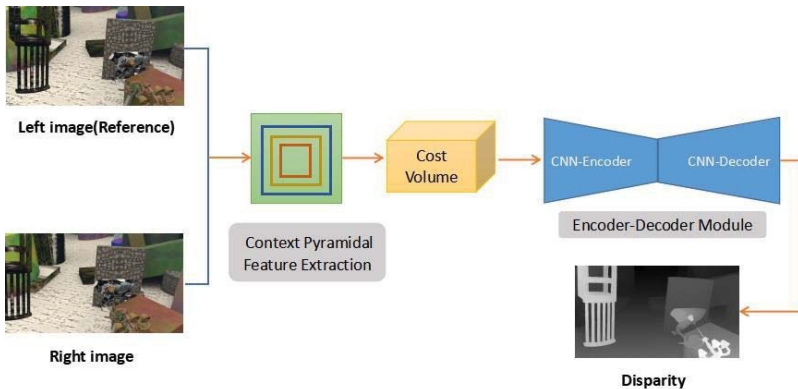
LEARNING DISPARITY FOR DENSE STEREO MATCHING (CHINESE SCHOLARSHIP COUNCIL, JUNHUA KANG)

Dense stereo matching has continuously been an active research area in photogrammetry and computer vision. It is widely used in different applications, such as robotics and autonomous driving, 3D model reconstruction, object detection and recognition. The core task of dense stereo matching is to find pixel-wise correspondences between images, and thus to calculate the parallax (called disparity in computer vision) of corresponding pixels between images.

Traditional stereo algorithms treat disparity estimation as a similarity measurement problem, which is, measuring the similarity between corresponding patches of two or more images. They measure similarity by using hand-crafted matching cost metrics, which often have difficulties in inherently problematic regions, such as texture-less areas, repetitive patterns, occlusions and areas with large disparity changes.

In this project, our goal is to develop an end-to-end deep learning model for directly predicting dense disparity maps without post-processing. We employ deep convolutional networks to formulate dense stereo matching as a pixel-wise learning task. We first develop a context pyramidal feature extraction module to extract multi-scale features. Then, we explicitly encode the correlation information in our model to construct a cost volume, which enables our network to capture correspondences between the stereo pairs. Finally, we employ a deep encoder-decoder module to learn a regularization function and refine our disparity estimation. The pipeline of our research is illustrated in the following figure.

First results have demonstrated the quality of our approach, which is on par with other state-of-the-art approaches in most areas and is superior in terms of capturing fine detail.



PIPELINE OF OUR METHOD

## ROBUST SFM OF UNORDERED IMAGE SEQUENCES (CHINESE SCHOLARSHIP COUNCIL, XIN WANG)

In close-range photogrammetry, untrained users typically do not capture images in a pre-planned pattern, and even experts often need significantly more time for data acquisition when strict recording protocols must be followed. For some years, following the development of sensors, images can be accessed in a much easier way, e.g. crowd-sourced data from the Internet. Different from images taken sequentially (e.g. by unmanned aerial vehicles or UAV), crowd-sourced images are unordered images, i.e. the overlap relationships first need to be established. Fig. 1 depicts the image overlap graph of UAV images (left) and Internet images (right), respectively, where the horizontal and vertical axes are the image ID and a white spot means that the corresponding image pairs overlap.

We first determine the overlap graph and in this way significantly improve the speed of subsequent image matching, since only overlapping image pairs need to be processed further. Then, we solve for image orientation, referred to as SFM (Structure from Motion) in computer vision. Typical solutions are based on either incremental or global methods. In the incremental method images are added one by one and bundle adjustment needs to be repeatedly performed to take care of block deformations, which reduces the time efficiency.

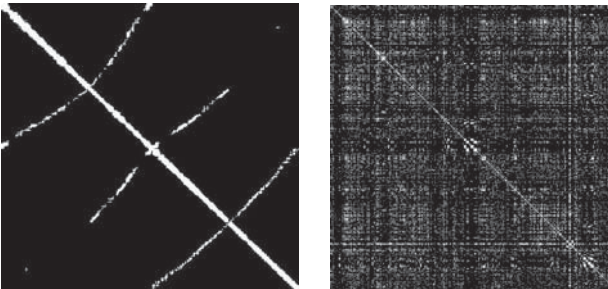


IMAGE OVERLAP GRAPH: LEFT UAV IMAGES, RIGHT: INTERNET IMAGES

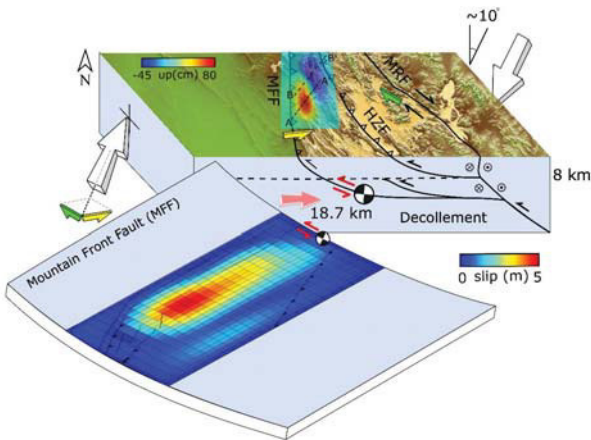
We want to improve on these deficiencies and mainly work on the two most time consuming problems: image matching and determination of orientation parameters. We have developed two methods to solve these two problems. For image matching we developed an efficient 2D method to detect mutual overlap of a large set of unordered images. Features extracted from all images separately are split by several random k-d trees to efficiently obtain the nearest neighbours. Then, several strategies are applied to refine the results.

For the computation of the orientation parameters we use global pose estimation instead of an incremental approach. We first detect outliers in a triplet verification step and then separately derive rotation and translation parameters. Finally, only one bundle adjustment is used to refine the results.

STUDY OF EARTHQUAKES BASED ON RADAR AND OPTICAL REMOTE SENSING  
(INSTITUTSPROJEKT, SANAZ VAJEDIAN)

We integrated observations from radar and optical remote sensing, seismology, and field mapping to investigate source parameters, co-seismically triggered slope failures, and secondary faulting related to the Mw 7.3, Sarpol-e Zahab earthquake on Nov. 25, 2018 in Iran.

Firstly, co-seismic surface deformations were constrained by interferometric synthetic aperture radar (InSAR) analysis from InSAR measurements constructed from Sentinel-1 TOPS and ALOS-2 ScanSAR images. Secondly, we used the combination of offset tracking and burst overlap interferometry to resolve the displacement map in both across- and along-track directions. Thirdly, source parameters and slip models of the earthquake were then obtained through Bayesian inversion of interferometric results using elastic dislocation modeling, considering the seismic parameters as a priori information. Fourthly, the obtained inversion model was interpreted in light of a seismological velocity model, clarifying crustal structure to answer the open structural questions raised above, in the northern portion of the Zagros collision zone. Finally, we present the result of our field survey and provide detailed information for the characteristics of the earthquake-induced geological effects, such as landslides and secondary faulting. The following figure shows the geodynamic model illustrating how convergence is accommodated in the area. The model is also supported by the slip distribution plane calculated in our study.

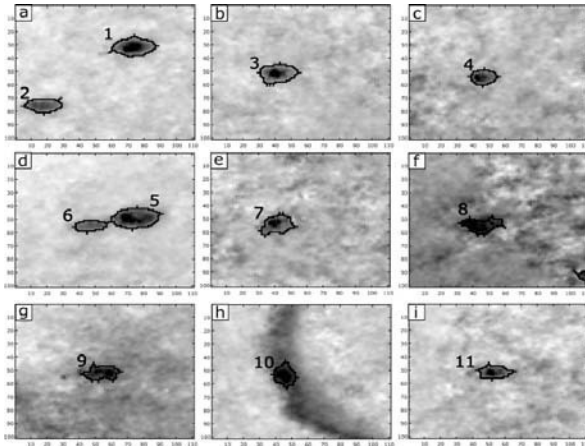


**BLOCK DIAGRAM SHOWS HOW OBLIQUE CONVERGENCE IS ACCOMMODATED IN THE AREA THAT IS ILLUSTRATING A GOOD RELATION BETWEEN GEODYNAMIC AND GEODETIC MODEL RESULTED FROM INSAR OBSERVATIONS.**

**SINKHOLE DELINEATION FROM TIME-SERIES OF TERRASAR-X/TANDEM-X DATA  
(INSTITUTSPROJEKT, SANAZ VAJEDIAN)**

We exploit multi-temporal TerraSAR-X/TanDEM-X satellite data for high quality DEM reconstruction in order to delineate small geomorphologic features of sinkholes in Hamadan, west Iran. The area suffers from the occurrence of several cover collapse sinkholes.

First, bistatic interferometric processing is applied on TSX/TDX data to produce high-resolution DEM. Second, we apply wavelet analysis on both TSX/TDX-derived topographic maps and an SRTM DEM to correct interferometric phase bias and consequently reduce the misalignment error in multi-temporal DEMs resulting from TSX/TDX data. The multi-temporal DEMs are then successfully stacked using Canonical Correlation Analysis (CCA) to reconstruct a higher quality DEM. Finally, feature extraction using the watershed algorithm is applied to precisely delineate geomorphometric characteristics of the sinkholes. The figure shows sample sinkholes automatically extracted based on the presented method in this study.



**EXTRACTED SINKHOLE FEATURES RESULTED FROM WATERSHED ALGORITHM FOR A NUMBER OF SINKHOLES IN THE AREA.**



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

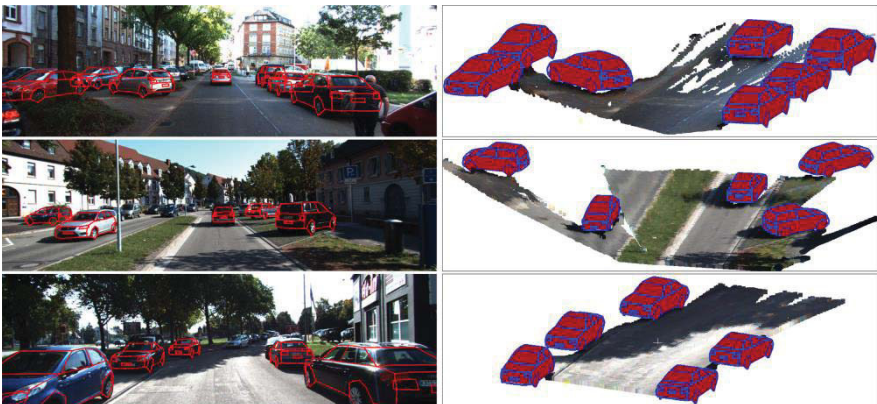
Dieses Projekt beschäftigt sich im Rahmen des Graduiertenkollegs (GRK) i.c.sens mit der gegenseitigen kamerabasierten Positionierung von Fahrzeugen als Knoten eines dynamischen Sensornetzes. Auf der Grundlage von Stereobildern, welche von an Fahrzeugen angebrachten Stereokameras im Straßenverkehr aufgenommen werden, sollen Fahrzeuge detektiert und deren Position und Orientierung bestimmt werden. Die Feinlokalisierung der detektierten Fahrzeuge soll hierzu durch die Einpassung eines deformierbaren 3D-Modells erfolgen. Hieraus können geeignete Merkmale („Dynamische Passpunkte“) für die relative Positionierung der Kameras in Bezug auf die anderen Sensornetzknotten abgeleitet werden.

Die Verwendung von Stereoaufnahmen ermöglicht die Ableitung von 3D-Information, welche zusätzlich zur Bildinformation genutzt werden kann.

Die initiale Detektion der Fahrzeuge erfolgt mithilfe eines neuronalen Netzes, welches eine Segmentmaske für jedes Fahrzeug im Bild liefert. Ferner wird in einem vorverarbeitenden Schritt die Straßenebene detektiert, was die Einbettung plausibler Annahmen über die möglichen Positionen von Fahrzeugen zulässt und als Zusatzinformation in die präzise Bestimmung der Fahrzeug-Posen einfließt.

Sogenannte „Active Shape Models“, welche aus bekannten CAD Fahrzeugmodellen erlernt und in die detektierten Objekte eingepasst werden können, dienen derzeit als Grundlage für die Feinlokalisierung der Fahrzeuge. Für die Einpassung wird eine Methodik entwickelt, welche die äußere Hülle sowie die Silhouette und markante Strukturen des Modells mit beobachteten 3D Punkten, Kanten und weiteren Merkmalen, welche aus den Stereobildern extrahiert werden, in Einklang bringt. Die Zielparame-ter für Position und Orientierung der Fahrzeuge lassen sich direkt aus den eingepassten Fahrzeugmodellen ableiten.

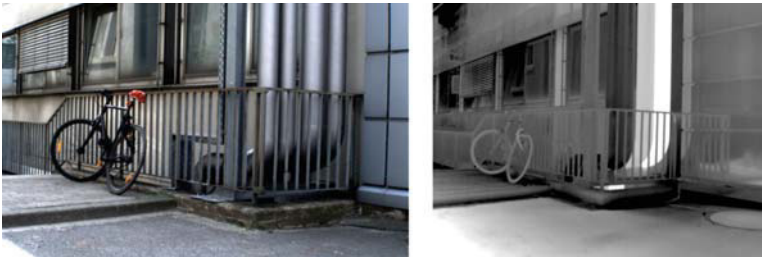
This work was supported by the DFG as part of the Research Training Group i.c.sens (RTG 2159)



**ERGEBNISSE. LINKS: DETEKTIERTE FAHRZEUGE UND EINGEPASSTE FAHRZEUGMODELLE. ZUGEHÖRIG DAU RECHTS: EXTRAHIERTE STRAßENEBENE UND REKONSTRUIERTE 3D FAHRZEUGMODELLE.**

## ZUVERLÄSSIGE DICHTER BILDZUORDNUNG MITTELS FUSION VON GEOMETRISCHEM WISSEN UND DEEP LEARNING (FORSCHUNGSINITIATIVE „MOBILER MENSCH“, MAX MEHLTRETTER)

Die Rekonstruktion von Tiefeninformation aus einem Bildpaar ist eine klassische Aufgabe in der Photogrammetrie und der Minimalfall des bekannten „Structure-from-Motion“ Problems. Ein Sonderfall dieser Aufgabe ist die dichte Bildzuordnung. Hierbei wird die Tiefe nicht nur für signifikante Merkmalspunkte, sondern für jeden oder einen Großteil der Pixel innerhalb eines Stereobildpaares bestimmt. Im Allgemeinen wird dies durch die Identifikation von korrespondierenden Bildpunkten realisiert. Die Komplexität dieser Aufgabe hängt direkt vom Ausmaß der Unterschiede zwischen den Bildern ab. Die Gründe für solch unterschiedliche Darstellungen sind vielfältig und umfassen z.B. variierende Beleuchtung, die Kombination verschiedener Sensortypen (vgl. Abb.) oder die Verarbeitung von Bildern, die Umgebungen mit sehr unterschiedlichen geometrischen Eigenschaften zeigen.



**BEISPIEL FÜR BILDVARIATIONEN: DAS LINKE BILD DES STEREOPAARS WURDE VON EINER RGB-KAMERA AUFGENOMMEN, DAS RECHTE VON EINER WÄRMEBILDKAMERA.**

Bei der Konzeption von Methodik zur Lösung dieser Aufgabe, führt dies häufig zur Einführung von strikten Annahmen hinsichtlich der Variation innerhalb der zu verarbeitenden Daten. Entsprechend schwierig gestaltet sich die Anwendung solcher Verfahren auf realen Daten, bei denen das Ausmaß an Variation im Voraus unbekannt ist und Schwankungen unterliegt. Im Ergebnis führt dies dazu, dass die zuverlässige Anwendbarkeit der Verfahren im Allgemeinen, zu Gunsten der Genauigkeit in einem konkreten Anwendungsfall, geopfert wird.

Im Rahmen dieses Projekts wird daher eine Methodik entwickelt, die diese Spannung entschärft, indem sie die strikten Annahmen über Variationen zwischen den Bildern reduziert. Folglich wird das Anwendungsgebiet erweitert, ohne dabei negative Auswirkungen auf Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu haben. Entgegen dem aktuellen Trend, wird dazu weder die gesamte Pipeline End-to-End gelernt, noch wird jede einzelne Komponente auf ein neuronales Netz abgebildet. Vielmehr wird eine Symbiose zwischen gelernten und geometrie-basierten Elementen angestrebt. Das ist schlüssig, da die Prinzipien der Geometrie bekannt sind und nicht von Grund auf neu gelernt werden müssen. Darüber hinaus ergeben sich zwei große Vorteile: Zum einen kann die Menge an notwendigen Trainingsdaten signifikant reduziert werden. Zum anderen lässt sich damit die hohe Genauigkeit von gelernten Ansätzen mit der Allgemeingültigkeit von geometrischen Prinzipien kombinieren.

**SILKNOW. SILK HERITAGE IN THE KNOWLEDGE SOCIETY: FROM PUNCHED CARDS TO BIG DATA, DEEP LEARNING AND VISUAL/TANGIBLE SIMULATIONS (EU HORIZON 2020, MAREIKE DOROZYNSKI, DENNIS WITTICH, FRANZ ROTTENSTEINER)**

Im Rahmen des EU-Projekts SILKNOW (<http://silknow.eu/>) soll ein besseres Verständnis des europäischen kulturellen Erbes in Bezug auf Seidenstoffe erlangt werden. Informationen wie zum Beispiel der Hersteller, die Entstehungszeit oder der Entstehungsort sind für die wissenschaftliche Einordnung von Kunstwerken von Interesse, jedoch liegen sie oftmals nicht in einem standardisierten Format und nur lückenhaft vor. Dieses Problem soll im Rahmen des Projekts für Seidenstoffe durch die Klassifikation von Bildern mittels Convolutional Neural Networks (CNN) gelöst werden.

Bislang wurde exemplarisch die Herstellungsepoche eines Seidenstoffes betrachtet. Auf Basis von Bildern von Seidenstoffen, zu denen die zeitliche Information vorhanden ist, wurde eine vortrainierte Netzwerkarchitektur für die neue Problemstellung adaptiert. Herausforderungen dabei waren zum einen die starken Variationen der zeitlichen Angaben – die genaueste Angabe benennt den Herstellungstag des Textils, wohingegen als ungenaueste Einordnung nur das Jahrhundert der Herstellung bekannt ist – sowie Überlappungen der gegebenen Zeiträume. Als Klasseneinteilung wurden drei disjunkte Abschnitte von 50 Jahren gewählt, sodass mindestens 200 Samples jeder Klasse eindeutig zugewiesen werden können. Um im Training des Klassifikators auch die nicht eindeutig einzuordnenden Beispiele nutzen zu können, wurde die zu optimierende Zielfunktion erweitert. Im Rahmen einer 10-fachen Kreuzvalidierung wurde das Training und die Evaluation sowohl ohne als auch mit der erweiterten Zielfunktion durchgeführt. Die Gesamtgenauigkeit von 70,6 % und der über alle Klassen gemittelte F1-Score von 56,7 % konnten durch die Verwendung der erweiterten Verlustfunktion jeweils um etwa 3 % gesteigert werden.



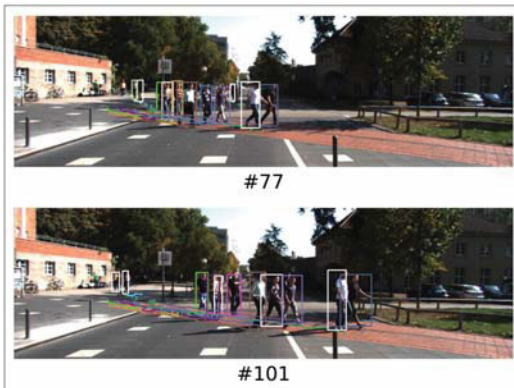
**BEISPIELE FÜR BILDER VON SEIDENSTOFFEN, WELCHE IM RAHMEN DER PRÄDIKTION DER HERSTELLUNGSEPOCHE VERWENDET WURDEN ([HTTP://GARIN1820.COM/CONTACTO/](http://GARIN1820.COM/CONTACTO/)).**

## COLLABRATIVE 3D PEDESTRIAN TRACKING (DFG, UYEN NGUYEN)

This project deals with image-based pedestrians tracking. Our developed method can detect and estimate the trajectories of pedestrians appearing in images continuously and automatically. Taking stereo images as input, we do not only track pedestrians in images but can also compute their positions in 3D object space. Moreover, we also extend the multiple-person tracking problem from single viewpoint to multiple perspectives so that information lacking from a certain viewpoint can be substituted by the others. A scenario is set up in which multiple moving cars collaboratively carry out the tracking task.

Our tracking system is based on the tracking-by-detection method and comes in three phases: (1) an object detector is run in each image independently; (2) corresponding detections in different epochs are associated w.r.t each other; (3) a filter step is employed to smooth the trajectories based on their previous states. Given a stereo image pair, we model the scene including three areas: obstacles which mostly corresponding to facades, ground plane, and an area of interest where people can possibly appear. To detect people in images, we use the mask R-CNN method. Detected objects, which do not lie in the area of interest, are considered as false positives. We estimate the 3D position of a pedestrian by projecting its point cloud onto the ground plane. After the detection step, we concatenate detected objects in consecutive frames to form trajectories. Two cues related to geometry and appearance are considered for our association step: pedestrians should have smooth trajectories and their appearances should be similar in two adjacent epochs. While the geometry feature describes the 3D spatial distance of an object and its potential target, the appearance similarity accounts for the resemblance between two objects in image space in terms of texture, colour, shape, etc.. Finally, the state of the trajectory at a specific epoch can be predicted from its previous states using an extended Kalman filter.

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



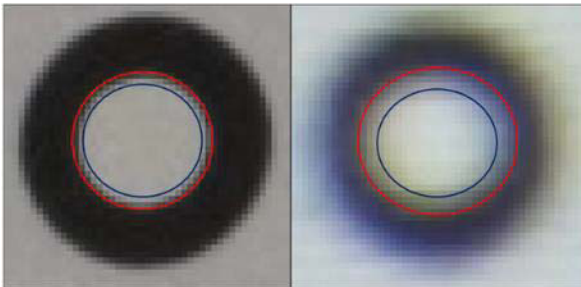
**AN EXEMPLARY TRACKING RESULTS OF OUR TRACKER. THE GENERATED PEDESTRIAN TRAJECTORIES ARE BACK-PROJECTED TO IMAGE SPACE AT TWO DIFFERENT EPOCHS.**

PROJEKTION VON REFERENZMARKEN ZUR ERFASSUNG VON GROßVOLUMIGEN MESSOBJEKTEN MITTELS STREIFENLICHTPROJEKTION (VOLKSWAGEN NUTZFAHRZEUGE HANNOVER, MURAT ÜRÜN)

In der industriellen Messtechnik haben sich optische Messsysteme in den letzten Jahren etabliert. Diese Messsysteme erfassen die Oberfläche eines Messobjektes mittels Streifenlichtprojektion und erzeugen einen digitalen Zwilling, welcher mit einem CAD- Datenmodell verglichen und somit geprüft wird. Das Volumen der erfassbaren Oberfläche mittels der Streifenlichtprojektion ist begrenzt, weshalb für große Volumina bis zu 100 Teilbereichsscans benötigt werden, um ein Messobjekt wie die Karosse des Volkswagen Transporters umfassend zu rekonstruieren. Für die Transformation der einzelnen Scans in ein gemeinsames Koordinatensystem werden Referenzmarken verwendet.

Ziel dieses Projektes ist die Signalisierung von Referenzmarken durch einen Projektor, direkt auf der Oberfläche eines Messobjektes. Der aufwändige Prozess der Bestückung von Karossen soll eingespart werden. Im aktuellen Serienmessbetrieb benötigt die Messung einer Karosse, inklusive Auf- und Abrüstung, Messung und Auswertung circa 3 Stunden, wobei 45 Minuten allein für die Signalisierung mit Referenzmarken angesetzt werden müssen. Projizierte Referenzmarken bieten hier ein enormes Einsparungspotential.

Zur Messung von Karossen kommen auf Roboter befestigte ATOS Triple Scan Sensoren der Firma GOM zum Einsatz. Für den Einsatz von projizierten Referenzmarken ist zu prüfen welche Eigenschaften der Projektor bieten muss, damit diese Messsysteme Projektionen als Referenzmarken erkennen.



GEKLEBTE REFERENZMARKE (BILD LINKS) IM VERGLEICH ZU EINER PROJIZIERTEN REFERENZMARKE (BILD RECHTS)

Des Weiteren ist es zwingend erforderlich, dass die projizierten Referenzmarken über die gesamte Messdauer ihre örtliche Lage exakt beibehalten. Sollten sich die Referenzmarken lokal verändern, scheidet die Transformation der einzelnen Scans. Neben der DIN ISO 1101 für die allgemeine Form- und Lagetoleranz von Bauteilen, existieren auch Toleranzen für Messsysteme. Diese sind in der DIN ISO Norm 10360 festgehalten. In Anlehnung an die Richtlinie VDI/VDE 2617 wird der Einsatz von projizierten Referenzmarken auf Ihre Messsystemeignung untersucht. Das Ergebnis dieser Untersuchung wird aufzeigen, ob die Streifenlichtprojektion mit projizierten Referenzmarken die Toleranzklasse erfüllt und die erforderliche Genauigkeit erreicht.



**PERSONENWIEDERERKENNUNG IN SICHERHEITSKAMERANETZEN (KOOPERATION COMPUTER VISION RESEARCH LAB, ROBERT BOSCH GMBH, HILDESHEIM, GREGOR BLOTT)**

Anwendungen für die bildbasierte Personenwiedererkennung in Kamernetzen sind die Personenverfolgung über mehrere Kameras hinweg, z.B. um Trajektorien kameraübergreifend zu analysieren, aber auch das Wiederauffinden von Individuen, z.B. um den aktuellen Aufenthaltsort eines vermissten Kindes in einem Messehallenkomplex o. Ä. zu bestimmen.

Gesichtswiedererkennung oder die Wiedererkennung über die Gangart sind mediengeprägte Strategien. Voraussetzungen sind hierbei kooperative Personen und besondere Kamerapositionen. Eine weniger restriktive Strategie ist die erscheinungsbasierte Wiedererkennung, die Farb- und Texturmerkmale Bildern nutzt, um Personen diskriminativ zu beschreiben.

Bei rotationsasymmetrischer Erscheinung ist die Wiedererkennung heute noch nicht zufriedenstellend und robust gelöst, denn ein und dieselbe Person kann in einer Rückansicht, z. B. bedingt durch einen andersfarbigen Rucksack, eine unterschiedliche Erscheinung aufweisen als in der Vorderansicht. Zusätzlich können andere Personen einer unbekanntem Person ähnlicher sein, als sie sich selbst in einer anderen Ansicht, z. B. falls eine offene Jacke getragen wird.

Forschungsaufgabe ist die Verbesserung der Intra- und Interpersonenvariationen durch mehr Ansichten pro Individuum mit dem Ziel, die Wiedererkennung zu verbessern. Da traditionelle Kameras Personen nur bei vordefinierten Trajektorien systematisch aus mehreren Ansichten analysieren können, werden Fischaugenlinsen und Kameras in Nadir eingesetzt. Durch Detektion und Verfolgung von Personen im jeweiligen Kamerablickfeld stehen unterschiedliche Ansichten zur kameraübergreifenden Wiedererkennung zur Verfügung.

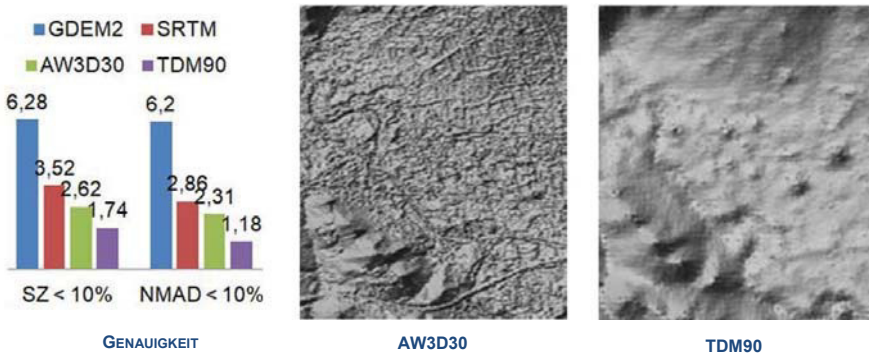
Wir haben unsere Ideen auf Basis von geometrischer Sensormodellierung, Deep Learning und verschiedenen Fusionsstrategien experimentell überprüft. Die Ergebnisse bestätigen den Vorteil des neuen Ansatzes gegenüber bekannten Verfahren.



**LINKS: MEHRFACHBELICHTUNG MIT KLASSISCHER KAMERALINSE. DIE PERSON KANN NUR AUS DER VORDERANSICHT ANALYSIERT WERDEN. RECHTS: MEHRFACHBELICHTUNG MIT EINER FISCHAUGENLINSE (NADIR). UNTERSCHIEDLICHE ANSICHTEN STEHEN FÜR DIE WIEDERERKENNUNG IN EINER WEITEREN KAMERA ZUR VERFÜGUNG.**

## VERGLEICH NAHEZU WELTWEITER, FREIER HÖHENMODELLE (INSTITUTSPROJEKT, KARSTEN JACOBSEN)

Die Anzahl frei verfügbarer, nahezu weltweiter digitaler Höhenmodelle (DHM) hat zugenommen. Die älteren Höhenmodelle, für die verschiedene Datensätze zusammengefügt wurden, sind nicht mehr von Bedeutung, das ASTER GDEM2, basierend auf allen verfügbaren ASTER Stereomodellen, zeigt z.B. eine deutlich schlechtere Genauigkeit, als die der folgenden DHM. SRTM, basierend auf der Shuttle Radar Topography Mission aus dem Jahre 2002, ist jetzt weltweit mit einer Bogensekunde Punktabstand (~30m am Äquator) verfügbar, wie auch GDEM2 und ALOS World 3D mit 30m Punktabstand (AW3D30), basierend auf allen vorhandenen ALOS PRISM Stereomodellen. Das weltweit genaueste und homogenste DHM stammt von der TanDEM-X Mission. Von dieser kommerziellen Version mit 10m Punktabstand ist seit Herbst 2018 auch die freie Version TDM90 mit einem Punktabstand von 3 Bogensekunden verfügbar.



Ein Vergleich von GDEM2, SRTM, AW3D30 und TDM90 in 5 weltweit verstreuten Testgebieten mit genauen Referenzhöhenmodellen führte zu den in der Graphik links dargestellten Standardabweichungen der Höhe (SZ) und den "normalized median absolute deviation" (NMAD). NMAD zeigt etwas kleinere Beträge als SZ, da bei der Untersuchung von DHM Ausreißer nicht ganz vermieden werden können, die sich bei dem normalisierten Medianwert NMAD nicht so stark auswirken, wie bei der Standardabweichung. In allen 5 Testgebieten stimmt die Relation der Genauigkeitsmaße der DHM überein. Danach sind die Höhen in TDM90 deutlich besser als die von AW3D30, gefolgt von SRTM und zuletzt GDEM2. Dieses beinhaltet allerdings nicht den Interpolationseinfluss, der bei TDM90 wegen des dreifachen Punktabstandes gegenüber den anderen Varianten größer ist. Der morphologische Informationsverlust durch den größeren Punktabstand von TDM90 ist in der obigen geschummerten Darstellung des DHM eines Teils von La Paz klar erkennbar.

Um die bessere morphologische Information von AW3D30 mit der höheren Genauigkeit von TDM90 zu verknüpfen, wird zurzeit an einer Kombination beider DHM gearbeitet.



## HABILITATIONEN UND DISSERTATIONEN

### HABILITATION

**Dr.-Ing. Hai Huang:** Bayesian Models for Pattern Recognition in Spatial Data, 02.02.2018.

Referenten: Prof. Dr. habil. Monika Sester, Prof. Dr. habil. Christian Heipke, Prof. Dr.-Ing. Bodo Rosenhahn, Leibniz Universität Hannover, Prof. Dr.-Ing. Konrad Schindler, ETH Zürich.

Die fortschreitende Entwicklung der Vermessungstechnologien führt zu einer großen sowie schnell wachsenden Menge an räumlichen Daten. Diese Daten stammen aus verschiedenen Messtechniken sowie Plattformen und können daher ganz unterschiedlichen Dichten, Qualitäten und Fehlercharakteristiken zusammenstellen. Effektive Werkzeuge sind erforderlich, um sie zu verstehen und zu interpretieren. Zu den Herausforderungen gehören effiziente Verarbeitung, Robustheit gegen Datenfehler und Ungewissheit, Rationalität der Modellierung und das Potenzial von Automatisierung und Lernen. Diese Arbeit stellt eine Erforschung der Verwendung von statistischen Modellen und verwandten Techniken in der räumlichen Datenanalyse vor. Die Grundlagen der im Rahmen dieser Arbeit eingesetzten Methodik sind die Bayes'sche Statistik und die Markow-Modelle. Ausgewählte Ansätze des Autors, darunter 3D-Gebäuderekonstruktion, semantische Gebäudeklassifikation, Mustererkennung in Trajektorien und Segmentierung von RGBD-Daten, zeigen ihr Potenzial in der räumlichen Datenmodellierung und -interpretation.

### DISSERTATIONEN

#### GEODÄTISCHES INSTITUT (GIH)

**M.Sc. Yin Zhang:** Expected Utilities for Decision Making and Steering of Measurement Processes, 20.07.2018

Referent: Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. Steffen Schön, Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schwieger, Universität Stuttgart

Ein Hauptziel von Überwachungsmessungen ist die Minimierung des Risikos von unerwartetem Versagen von künstlichen Objekten und geologischen Gefahren. Heutzutage basiert die klassische Methodik in vielen technischen Disziplinen und mathematisch fundierten Entscheidungen jedoch meist auf Wahrscheinlichkeiten und Signifikanz-niveaus, die mehr oder weniger keinen Bezug zu praktischen Anwendungen haben. In dieser Arbeit wird ein neues Konzept, das auf der Nutzentheorie basiert, in die aktuelle Methodik eingeführt. Die neu entwickelte Methodik soll realitätsnahe, wirtschaftliche und sicherheits-relevante Entscheidungen treffen. Daher ermöglicht es die Berücksichtigung von Risiken/Konsequenzen in Entscheidungsprozessen, um die relevanten Anforderungen zu erfüllen.

Das Konzept des Nutzenwerts ist ein Maß für Präferenzen über bestimmte Güter. Die Güter können alle möglichen Dinge sein, wie Produkte oder Dienstleistungen, die menschliche Bedürfnisse befriedigen. Die neue Methodik erweitert die Idee und beurteilt jede mögliche Entscheidung mit einem Nutzenwert, und die endgültige Entscheidung beruht auf der Summe aller möglichen Ergebnisse. In diesem Fall ist die endgültige Entscheidung

nicht von allen möglichen Ergebnissen die vorherrschende, sondern eine Gesamtbetrachtung aller Möglichkeiten. Verglichen mit dem klassischen Ansatz können Risiken/Konsequenzen direkt auf der Grundlage von Nutzenwerten beurteilt werden, sodass die neue Methodik realitätsnaher und konkreter ist. Darüber hinaus wurde die neu entwickelte Methodik auf u Alternativen, die mit mehr als zwei möglichen Ergebnissen besser zur Realität passen, erweitert. Die Einflussfaktoren in diesem Entscheidungsprozess werden im Rahmen der Präsentation und Diskussion der Ergebnisse in jedem Entwicklungsschritt analysiert und diskutiert.

Basierend auf der neu entwickelten Methodik wird ein Steuerungsprozess für die Messung entworfen, indem die Vorteile der Entscheidungsfindung unter Berücksichtigung der erwarteten Nutzenwerte integriert werden. Schließlich führt es das gesamte Überwachungsprojekt zu den minimalen Risiken/Konsequenzen. Dies ist insbesondere dann von ausschlaggebender Bedeutung, wenn das Überwachungsprojekt insbesondere Zeitbegrenzungen, knappes Budget usw. aufweist. Es werden Formeln zur Bestimmung der Signifikanzniveaus mit den gegebenen Nutzenwerten entwickelt. Somit ist das Signifikanzniveau keine intuitive Wahl mehr, sondern ein mathematisch abgeleiteter Wert. Schließlich werden die definierten Signifikanzniveaus zur Steuerung und Optimierung des Messprozesses verwendet. Auf diese Weise kann das Gesamtrisiko eines Messprojekts aufgrund möglicher auftretender Folgen einer Fehlentscheidung minimiert werden.

Aus allen abgeleiteten Ergebnissen ist ersichtlich, dass es möglich ist, eine rationellere Entscheidung unter Berücksichtigung der erwarteten Nutzenwerte zu treffen. Des Weiteren ist die Methodik in der Lage Messprozesse zu steuern, indem sie das Risiko bei jeder Überwachungsepoche reduziert und schließlich für das gesamte Überwachungsprojekt zu dem maximalen Vorteil führt. Die Signifikanzniveaus können dabei mit Hilfe von Nutzenwerten abgeleitet werden, wodurch die bisherige intuitive Wahl vermieden wird. Die entwickelte Methodik wird auf drei verschiedene Anwendungen und auf die Steuerung vi eines Überwachungsprozesses von einer Hangrutschung übertragen. Die Modellierung der Messunsicherheit und die Verbesserung der Zuverlässigkeit der Nutzenwerte sollten in zukünftigen Forschungsarbeiten weiter untersucht und verbessert werden.

**M.Tech. Sujata Goswami:** Understanding the sensor noise in the GRACE range-rate observations by analyzing their residuals, 12.07.2018.

Referent: Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Müller, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. Torsten Mayer-Gürr (TU Graz), Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke

Die Satellitenmission "Gravity Recovery and Climate Experiment" (GRACE) wurde erfolgreich zur Bestimmung des zeitlich variablen Erdschwerefeldes mittels Satelliten-Abstandsmessung verwendet. Die Mission wurde im Oktober 2017 beendet, nachdem die Satelliten mehr als 15 Jahre im Orbit waren. Dennoch konnte die vorgesehene Genauigkeit aufgrund verschiedener Fehlerquellen bisher nicht erreicht werden. Eine der wichtigsten Fehlerquellen sind fehlerhafte Modelle der Messdaten verschiedener Sensoren. Diese Fehler sind sichtbar in den post-fit Residuen der Abstandsänderungsraten ("range-rates"). Unser Ziel ist es, die Fehler in diesen range-rate Messungen zu verstehen und die entsprechenden Residuen zu analysieren, um Fehler in den Sensor-Modellen zu identifizieren. Insbesondere präsentieren wir eine Analyse der Fehler im Zusammenhang mit der Ausrichtung der Satelliten, der Abstands- sowie der Akzelerometermessungen, sowohl in den Messdaten als auch in den entsprechenden Residuen. Durch die Analyse der range-rate Residuen kann Information über systematische Effekte der Sensoren, welche die Messungen beeinflussen, gewonnen werden. In dieser Arbeit wird gezeigt, dass die range-rate Residuen dominiert werden von hochfrequentem (>20 mHz) Systemrauschen. Insbesondere wird das Rauschen in hohen Frequenzen durch Phasenrauschen des K-Band Instruments (auf beiden Satelliten) verursacht. Diese Art von Fehler macht bis zu 30% des Gesamtfehlers aus. Ferner wurde festgestellt, dass der größte Teil des Fehlers in den range-rate Residuen, der von der Ausrichtung der Satelliten abhängt, durch die Korrekturterme des Phasenzentrums ("antenna offset corrections") verursacht wird. Dieser Fehler kann bis zu 25% des Gesamtfehlers ausmachen. Die Analyse der Residuen im Niederfrequenz-Bereich (etwa 1 bis 30 CPR) zeigt drei dominierende Fehler, verursacht durch Temperaturschwankungen, Satellitenmanöver und Licht-Schatten-Durchgänge via Akzelerometer-messungen. Die Residuen enthalten außerdem Fehler in den geophysikalischen Hintergrundmodellen sowie von der Ausrichtung der Satelliten abhängige Fehler. Da die Residuen von systematischen Fehlern der Sensoren dominiert werden, gibt es Verbesserungsmöglichkeiten durch bessere Modellierung des Instrumentrauschens und durch erweiterte Ansätze zur Rekalibrierung der Instrumente. Eine ähnliche Strategie wird auch hilfreich sein für die Analyse der Laser Ranging und K-Band Ranging Residuen der Grace-Follow-On Mission, die im Mai 2018 gestartet wurde.

**M.Sc. Thomas Krawinkel:** Improved GNSS Navigation with Chip-Scale Atomic Clocks, 22.08.2018.

Referent: Prof. Dr.-Ing. Steffen Schön, Korreferenten: Prof. Dr. phil. nat. Urs Hugentobler (TU München), Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann

Die Bestimmung von Position und Zeit sowie die Navigation mittels eines Globalen Navigationssatellitensystems (GNSS) basiert stets auf Einweglaufzeitmessungen zwischen Satelliten und Empfänger. Die Synchronisierung derer Zeitskalen gelingt jeweils durch Einführen sog. Uhrfehler gegenüber der übergeordneten GNSS-Zeit. Korrekturwerte für den Satellitenuhrfehler werden beispielsweise vom Systembetreiber per Navigationsnachricht bereitgestellt. Die Korrektur des Empfängeruhrfehlers hingegen obliegt dem Nutzer. Aufgrund der geringen Genauigkeit und Langzeitstabilität der in GNSS-Empfängern verbauten Quarzoszillatoren, muss der Uhrfehler zusammen mit den Koordinaten zu jeder Messepoche geschätzt werden. Dies führt dazu, dass zur dreidimensionalen Positionsbestimmung stets mindestens vier Satelliten benötigt werden. Außerdem ergeben sich hohe mathematische Korrelationen zwischen Höhenkoordinate und Empfängeruhrfehler sowie anderen elevationsabhängigen Fehlerquellen. Daraus resultiert unter anderem, dass die Genauigkeit der Höhenkoordinate etwa zwei- bis dreimal schlechter als die der Lagekoordinaten ist.

Wird der empfängerinterne Oszillator durch einen stabileren ersetzt, kann dessen Verhalten dank der deutlich höheren Frequenzstabilität modelliert werden. Eine epochenweise Schätzung ist nicht mehr notwendig. Die physikalisch sinnvolle Prädiktion des Uhrverhaltens ist über Zeitintervalle möglich, in denen das integrierte Rauschen des Oszillators kleiner als das der verwendeten GNSS-Beobachtungen ist. Dies wird als Empfängeruhrmodellierung bezeichnet. Die Entwicklung von sog. Chip Scale Atomic Clocks (CSACs) ermöglicht den Einsatz hochstabiler Oszillatoren in kinematischen GNSS-Anwendungen. Das Einspeisen des Frequenzsignals einer CSAC in einen GNSS-Empfänger erlaubt folglich die physikalisch sinnvolle Empfängeruhrmodellierung in der auf Code-Beobachtungen basierenden GNSS-Navigation.

In dieser Arbeit werden daher die Anforderungen hinsichtlich der Frequenzstabilität eines Oszillators für dessen Einsatz in der Empfängeruhrmodellierung anhand zweier CSACs untersucht. Die Ergebnisse der Charakterisierung der individuellen Frequenzstabilität dieser Oszillatoren werden diskutiert sowie Modellparameter für die Uhrmodellierung in einem Kalman-Filter abgeleitet. Darüber hinaus wird ein neuer Modellierungsansatz in einer echtzeitfähigen sequentiellen Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate vorgeschlagen. Die gewählte Parametrisierung des Empfängeruhrfehlers basiert hierbei auf einem stückweise linearen Polynom. Die Evaluierung und Validierung dieses Ansatzes werden anhand eines kinematischen Fahrzeugexperiments durchgeführt, in dessen Datenauswertung Code- und Doppler-Beobachtungen von GPS und GLONASS verwendet werden.

Der Einfluss der Empfängeruhrmodellierung wird an den Qualitätsparametern Präzision, Zuverlässigkeit, Integrität, Kontinuität und Verfügbarkeit bemessen. Hierbei können Verbesserungen der Präzision der vertikalen Empfängerkoordinaten und -geschwindigkeiten von ca. 80% bzw. 30% erzielt werden. Innere und äußere Zuverlässigkeit sowie die Integrität werden signifikant verbessert, was wiederum zu einer erhöhten Robustheit des gesamten Ausgleichungsmodells führt.

Abschließend kann gezeigt werden, dass die Verwendung einer CSAC in Verbindung mit Uhrmodellierung die Positionsbestimmung mit nur drei Satelliten erlaubt, was insbesondere in Gebieten mit hoher Signalabschattung, wie z. B. in Häuserschluchten, von großem Nutzen ist. Die Echtzeitfähigkeit des Ansatzes zur Empfängeruhrmodellierung wird anhand der Implementierung des Algorithmus in einen Software-Empfänger und dessen Einsatz in einem Fußgängerexperiment erfolgreich nachgewiesen. Des Weiteren wird gezeigt, dass eine CSAC die Detektion von Spoofing erheblich verbessern kann.

Diese Dissertation ist erschienen in "Wissenschaftliche Arbeiten der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover", Nr. 343 (identisch mit: Deutsche Geodätische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Reihe C, Nr. 823, München, 2018).

#### MITBERICHTE

M.Sc. **Geo Boffi**, ETH Zürich: Uncertainty Prediction and Accuracy Assessment for Highly Accurate GNSS-based Trajectory And Velocity Determination, 4. Juli 2018, Korreferent: Prof. Steffen Schön.

M.Sc. **Dennis Philipp**, Universität Bremen (20.12.2018): Theoretical Aspects of Relativistic Geodesy, Korreferent: Prof. Jürgen Müller

**Dipl.-Phys. Fabian Bock:** Dynamic Parking Maps from Vehicular Crowdsensing, 13.04.2018.

Referentin: Prof. Dr.-Ing. habil. Monika Sester, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke, Prof. Dr.-Ing. Bernhard Friedrich, TU Braunschweig

In vielen Städten ist die Suche nach einem freien Parkplatz ein großes Problem. Autofahrer suchen auf einer mehr oder weniger zufälligen Route nach Parkplätzen am Straßenrand und verschwenden dabei Zeit und Sprit. Parkplatzinformationen haben daher ein großes Potential diese Suche zu erleichtern, etwa durch eine Routenführung zu den Straßenabschnitten mit der höchsten Wahrscheinlichkeit, einen Parkplatz zu finden. Das Ziel dieser Arbeit ist die automatische Erstellung dynamischer Parkplatzkarten, die sowohl die Flächen, auf denen man parken darf, als auch eine Schätzung der aktuellen Parkplatzverfügbarkeit beinhalten. Dabei wird das Sammeln der benötigten Daten mittels Messungen einer Vielzahl an Fahrzeugen (Crowdsensing) untersucht, die die aktuelle Parkplatzverfügbarkeit auf ihren regulären Fahrten über eingebaute Sensoren erfassen. Dieses Ziel wird dabei ganzheitlich verfolgt, von der Detektion parkender Fahrzeuge in Parkbuchten, über die Aggregation von Informationen zur Parkplatzverfügbarkeit, hin zu einer Qualitätsbewertung der dynamischen Parkplatzkarten. Der Kern der Arbeit teilt sich hinsichtlich der verwendeten Daten in zwei Hauptteile: 1) selbsterfasste Daten des Straßenumfeldes mit Hilfe eines LiDAR Mobile Mapping Fahrzeuges und 2) Langzeitdaten von statischen Parkplatzsensoren und Taxitrajektorien in San Francisco (USA). Zuerst wird ein Vorgehen zur Erkennung von parkenden Autos aus den 3D-Punktwolken des LiDAR Mobile Mapping Fahrzeugs beschrieben. Eine Haupt-herausforderung ist dabei die Unterscheidung zwischen fahrenden und parkenden Fahrzeugen. Die Ergebnisse zeigen, dass mit diesem Vorgehen sehr genaue Ergebnisse mit einer Sensitivität von 93,7 % bei einer Genauigkeit von 97,4 % erreicht werden. Basierend auf den Erkennungen von geparkten Fahrzeugen zu unterschiedlichen Zeitpunkten wird ein Lernansatz vorgestellt, um automatisch eine Park-raumkarte zu erzeugen, die die erlaubten Parkbereiche enthält. Zwei Klassifikationsverfahren, die verschiedene raumzeitliche Merkmale nutzen, werden mit einem Ansatz aus der Literatur verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass der Random Forest Klassifikator die besten Ergebnisse erzielt. Interessanterweise erzielt eine clustering-basierte Klassifikation eine ähnliche Qualität ohne die Nutzung aufwendiger Trainingsdaten.

Da Crowdsensing eine Vielzahl an Fahrzeugen benötigt und somit die Messungen eines einzelnen Fahrzeugs nicht ausreichen, um ein Crowdsensing der Parkplatzverfügbarkeit umfassend zu untersuchen, werden Messdaten von mehr als 5.000 statischen Parksensoren in San Francisco verwendet. Crowdsensing wird durch eine Ausdünnung der Sensorbeobachtungen simuliert, zunächst basierend auf einem Modell mit konstanter Beobachtungsrate und anschließend basierend auf Trajektorien von Taxis als potentielle Messfahrzeuge. Darüber hinaus werden die Parkplatzdaten in einer detaillierten raumzeitlichen Auswertung analysiert. Die Hauptergebnisse dieser Auswertung zeigen, dass die Parkplatzbelegung eine starke tägliche Periodizität aufweist und dass die zeitliche Korrelation deutlich relevanter

ist als die räumlichen Ähnlichkeiten. Beim Crowdsensing wird die Parkverfügbarkeit nicht in regelmäßigen Abständen beobachtet und muss daher für die unbeobachteten Zeitpunkte geschätzt werden. Drei Methoden zur Schätzung der Parkplatzverfügbarkeit werden untersucht. Die räumliche Interpolation erzielt nur mäßige Ergebnisse. Aber bereits ein einfaches Fortführen des letzten Beobachtungswertes auf demselben Straßensegment (Persistenzmethode) erzielt bemerkenswerte Ergebnisse, die von einer binären Klassifikation nicht übertroffen werden. Die binäre Klassifizierung hat jedoch die Vorteile, dass 1) eine bessere Gewichtung zwischen Genauigkeit und Sensitivität möglich ist, 2) eine genaue Wahrscheinlichkeitsschätzung bereitgestellt wird und 3) auch eine Prädiktion der Parkplatzverfügbarkeit möglich ist. In einem Vergleich zwischen Crowdsensing mittels Taxis und kontinuierlichen Messungen durch statische Sensoren wird nur ein geringer Qualitätsabfall für Crowdsensing beobachtet.

Abschließend werden die verschiedenen Informationen der dynamischen Parkplatzkarte in einem beispielhaften Suchszenario ausgewertet. Bereits die Verwendung der Parkraumkarte mit der Parkplatzkapazität führt zu einer starken Reduktion der Suche. Weitere Verbesserungen werden bei Nutzung der Informationen zur Parkplatzverfügbarkeit beobachtet, insbesondere wenn die Parkkapazität in den Straßenabschnitten ähnlich ist und daher die Parkraumkarte weniger Unterstützung bietet. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass das Parkplatz-Crowdsensing mit Messfahrzeugen ein hohes Potenzial für die Bereitstellung dynamischer Parkplatzkarten bietet, ohne dass statische Sensoren in den Straßen benötigt werden. Darüber hinaus helfen dynamische Parkplatzkarten den Autofahrern erheblich bei der Parkplatzsuche.

**M.Sc. Paul Czioska:** Meeting point locations for shared rides, 12.01.2018.

Referentin: Prof. Dr.-Ing. habil. Monika Sester, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. Steffen Schön, Prof. Dr.-Ing. Dirk Mattfeld, TU Braunschweig

Mitfahrgelegenheiten bieten sowohl für die Teilnehmer, als auch für das Gemeinwohl entscheidende Vorteile: Fahrtkosten können auf alle beteiligten Personen verteilt werden, und durch eine höhere Auslastung der Fahrzeuge wird dessen Anzahl reduziert. Die Förderung von Mitfahrgelegenheiten ist daher ein erstrebenswertes Ziel für Reisende und Verkehrszentralen. Damit Fahrgemeinschaften zustande kommen, müssen sich Fahrer und Mitfahrer auf einen Treffpunkt (und ggf. Ausstiegspunkt) verständigen. Häufig ist dabei zu beobachten, dass die Mitfahrer der Einfachheit halber zu Hause oder an bekannten Punkten, beispielsweise an Bahnhöfen, abgeholt werden. Das bedeutet allerdings oft Umwege für die Fahrer, die durch Wohngebiete oder Einbahnstraßen fahren müssen. Ein gut gewählter Treffpunkt hingegen kann sowohl die Fahrzeit der Fahrer verringern, als auch einen sicheren und praktischen Ort zum Einsteigen bieten. Allerdings erfordert es von den Mitfahrern, zum Treffpunkt zu laufen oder den öffentlichen Nahverkehr zu nutzen.

Die Bestimmung und Auswirkungen von Treffpunkten für Mitfahrgelegenheiten und bedarfsgerechte Verkehrssysteme wurde in der wissenschaftlichen Literatur bisher nur wenig behandelt. Das Hauptaugenmerk dieser Arbeit liegt darauf, diese Lücke zu schließen. Die Stadt Braunschweig fungiert



dabei als räumliche Vorlage für verschiedene Simulationen. Zwei Nutzerumfragen bilden die Basis für Untersuchungen über die Eignung verschiedener Treffpunkte. Dabei fließen die Ergebnisse der Umfrage in eine Simulation von Mitfahrgelegenheiten ein, die neben rein zeitlichen Aspekten auch die persönlichen Präferenzen berücksichtigt. Zudem werden Unterschiede im Vergleich zu einer Abholung an der Haustür aufgezeigt.

Für Langstrecken-Fahrten, bei denen der Fahrer einen Mitfahrer aus einer Stadt entlang der geplanten Route abholen soll, liegt es nahe, einen Treffpunkt in der Nähe von Autobahnausfahrten zu wählen, der ebenfalls gut mit dem öffentlichen Nahverkehr erreichbar ist. Im Vergleich zu bekannten Punkten in der Stadt (z. B. dem Bahnhof) kann so Fahrzeit und -strecke vom Fahrer eingespart werden, da nicht erst die Stadt durchquert werden muss. In dieser Arbeit wird ein Algorithmus vorgestellt, um solche Punkte den Nutzern in Echtzeit vorschlagen zu können. Zudem wird eine mehrstufige Methode präsentiert, um Treffpunkte für bedarfsgerechte Verkehrssysteme auszuwählen. Dazu werden die Benutzer zunächst gruppiert, und in einem zweiten Schritt werden den Gruppen Treffpunkte zugewiesen. Die Auswirkungen dieser Methode werden mit einer Simulation untersucht, die auch die Fahrzeugrouten berücksichtigt.

**M.Sc. Udo Feuerhake:** Erfassung von Trajektorien und Erkennung von Bewegungsmustern, 01.03.2018.

Referentin: Prof. Dr.-Ing. habil. Monika Sester, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke, Prof. Dr. Robert Weibel, Universität Zürich

Mit der stetig steigenden Leistungsfähigkeit von Sensoren und Datenverarbeitung ist es heutzutage möglich, Bewegungen von Objekten sehr detailgetreu zu erfassen und zu analysieren. Die Bewegungen werden in Form von Trajektorien erfasst und verarbeitet. Im Zusammenhang mit der Analyse der Objektbewegungen spielen Bewegungsmuster eine wichtige Rolle, da sie typisches Bewegungsverhalten aufzeigen. Diese wertvollen Informationen können in verschiedenen Anwendungsbereichen, bspw. im Verkehrskontext zur Stauerkennung, bei der Beobachtung von Tieren zur Verhaltensanalyse und im Sport zur Identifikation von unterschiedlichen Strategien, genutzt werden.

Zur Erfassung der Trajektorien werden sowohl GNSS-basierte als auch Kamera-basierte Ansätze genutzt, die jeweils Vor- und Nachteile aufweisen. In der Arbeit wird ein neuer Ansatz vorgeschlagen, der die hohe Verlässlichkeit eines GNSS-Trackings mit der hohen Genauigkeit eines Kamera-Trackings kombiniert. Damit wird ermöglicht, auch mit Low-cost-Sensoren qualitativ hochwertige Bewegungsdaten zu erfassen, die die Anforderungen vieler Anwendungsszenarien erfüllen. Zur Fusion der beiden Datenquellen unter Berücksichtigung ihrer Unsicherheiten wird ein Ansatz entwickelt, der dieses Problem als Hidden Markov Modell in zwei alternativen Varianten modelliert. In beiden Fällen werden abschließend mit Hilfe des Viterbi-Algorithmus die wahrscheinlichsten Sequenzen von Zuständen ermittelt, die zur Generierung der Objekt-Trajektorien verwendet werden.

Zur Erkennung von wiederkehrenden a-priori unbekanntem Bewegungsmustern wird ein neues Verfahren präsentiert, das sich an dem üblichen Vorgehen des Knowledge Discovery from Data(bases)-Prozess orientiert.

Bei der Identifikation der Muster werden zwei alternative Varianten beschrieben. Mit Hilfe eines Clustering-basierten Ansatzes werden ähnliche Trajektoriensegmente, die den einzelnen Instanzen eines Musters entsprechen, bestimmt. Diese Methode setzt eine vorangehende Segmentierung voraus. Je nach Anwendungsszenario und verfügbarem Kontextwissen kann diese auf Basis identifizierter interessanter Plätze oder anhand einer durch Verfahren des Maschinellen Lernens unterstützte semantische Segmentierung erfolgen. Der alternative sequenzbasierte Ansatz ermittelt wiederkehrende Teilsequenzen in den Bewegungssequenzen der Objekte. Diese Sequenzen werden, unter Berücksichtigung der gewünschten Transformationsinvarianzen der Muster, aus den Trajektorien generiert. Durch die Anwendung von Sequenzanalyseverfahren können auf diese Weise Einzel- und auch Gruppenbewegungsmuster erkannt werden.

In verschiedenen Experimenten werden die beiden vorgestellten Verfahren evaluiert. Das Objekt-Tracking wird dazu auf reale Bildsequenzen angewendet. Die daraus hervorgehenden Ergebnisse werden anhand von Referenzdaten verifiziert. In der sich anschließenden Diskussion wird deutlich, dass das vorgestellte Verfahren Objekte auch dann korrekt verfolgt, wenn diese zeitweise durch Verdeckungen nicht detektiert wurden. Die Verifikation der Ergebnisse des Mustererkennungsansatzes zeigt, dass bei jeder gewählten Invarianz sämtliche Referenzmuster erkannt werden. In weiteren Experimenten wird der Ansatz auf reale Datensätze aus unterschiedlichen Kontexten angewendet. Dabei werden die unterschiedlichen Analysemöglichkeiten auch im Hinblick auf die spätere Verwendung der Muster zur Charakterisierung der beobachteten Objekte und zur Prädiktion von zukünftigen Bewegungen aufgezeigt.

**M.Sc. Oliver Röth:** Extraktion von hochgenauer Fahrspurgeometrie und -topologie auf der Basis von Fahrzeugtrajektorien und Umgebungsinformationen, 11.07.2018.

Referent: Prof. Dr.-Ing. Claus Brenner, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke, Prof. Dr. Christoph Stiller, KIT

Im Kontext aktueller und zukünftiger Systeme, wie beispielsweise autonom fahrende Fahrzeuge oder komplexe Fahrerassistenzsysteme, gewinnen hochgenaue digitale Straßenkarten immer mehr an Bedeutung. Während herkömmliche Navigationskarten mittlerweile bei diversen Anbietern flächendeckend zugänglich sind, ist die automatisierte Generierung hochgenauer Karten derzeit Gegenstand der Forschung. Dabei umfasst derartige Kartenmaterial Informationen bezüglich der Geometrie und Topologie von Straßen auf Fahrspurebene im Zentimeterbereich. Aktuell werden zur Erzeugung die Informationen verschiedenster hochgenauer Sensoren, wie beispielsweise Laserscanner, in aufwändiger teilautomatisierter Arbeit fusioniert. Um derartige Karten wirtschaftlich nutzen zu können, muss der Aufwand der Generierung reduziert werden. Daher liegt ein Schwerpunkt der Forschung auf der automatischen Generierung derartiger Karten aus verschiedenen Sensordaten.

In dieser Arbeit wird ein neues Verfahren entwickelt, welches in der Lage ist eine Straße bzw. Kreuzung auf Fahrspurebene mit geeigneten Modellen zu beschreiben. Diese Modelle werden anschließend unter Verwendung eines Reversible Jump Markov Chain Monte Carlo Verfahrens hinsichtlich einer

Menge von Eingabedaten optimiert. Ein Vorteil dieser Herangehensweise ist, dass das Verfahren einerseits die Daten adaptieren und andererseits beliebiges Vorwissen über die normale Gestalt der Modelle berücksichtigen kann. Anhand festgelegter möglicher Operationen werden Änderungen an den Zuständen der Modelle vorgeschlagen und eine Akzeptanzwahrscheinlichkeit bestimmt, anhand welcher entschieden wird, ob die Änderungen angenommen oder verworfen werden. Die Entwicklung der Modelle, die Festlegung der Operationen, die Berechnungsvorschriften der Akzeptanzwahrscheinlichkeiten und die Evaluierung des Verfahrens sind Teile dieser Arbeit. Basierend auf den Trajektorien einer Fahrzeugflotte, welche im Rahmen dieser Arbeit in verschiedenen Datensätzen mit unterschiedlichen Positionierungsfehlern aufgezeichnet wurden, wird der neue Ansatz zur Anwendung gebracht. Anschließend werden die Ergebnisse mit geeigneten Bewertungsmethoden gegen vergleichbare Verfahren aus der Literatur, sowie gegen eine hochgenaue Referenzkarte verglichen, um den Mehrwert der vollautomatisierten Generierung zu verdeutlichen.

Die dabei gewonnene Erkenntnis ist, dass das neue Verfahren, basierend auf allen verschiedenen Eingabedatensätzen, Ergebnisse mit geringer Abweichung zur Referenz hinsichtlich der geometrischen Präzision und topologischen Vollständigkeit erzeugen kann. Zusätzlich hinzugenommen wurde außerdem noch eine Erweiterung der Datensätze um Trajektorien, welche von anderen Verkehrsteilnehmern stammen, die mit Hilfe einer Kamera beobachtet wurden. Dadurch konnte einerseits die Qualität weiter gesteigert und andererseits die benötigte Anzahl an Durchfahrten für eine gute Rekonstruktion gesenkt werden.

**M.Sc. Alexander Schlichting:** Fahrzeuglokalisierung durch Automotive Laserscanner unter Verwendung statischer Merkmale, 2.10.18.

Referent: Prof. Dr.-Ing. Claus Brenner, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. Steffen Schön, Prof. Dr. Uwe Stilla, Technische Universität München

Ein elementarer Aspekt des autonomen Fahrens ist die Eigenlokalisierung des Fahrzeuges. In der Regel werden hierzu die Messungen verschiedener Sensoren in einem Filteransatz kombiniert. Um eine hohe Genauigkeit und Integrität zu ermöglichen, können auch redundante Positionslösungen in den Filter einfließen. In der vorliegenden Arbeit wird die Position aus den Messungen von Automotive-Laserscannern bestimmt. Diese haben im Vergleich zu Kameradaten den Vorteil, dass sie weitestgehend beleuchtungsunabhängig arbeiten und direkt 3D-Informationen liefern. Zur Lokalisierung werden drei verschiedene Methoden entwickelt: die Verwendung stangenförmiger Objekte und Ebenen, eine Scanbildkorrelation sowie eine Sequenzanalyse zur globalen Positionsbestimmung. Zur Bewertung der Methoden wird die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der erzielten Lokalisierungsergebnisse untersucht. Hierbei kommen weiterhin unterschiedliche Automotive-Laserscanner in unterschiedlichen Anbringungen am Fahrzeug zum Einsatz, welche ebenfalls miteinander verglichen werden. Zunächst werden stangenförmige Objekte und Ebenen aus den Messungen von Automotive-Laserscannern segmentiert und entsprechenden Referenz-Landmarken zugeordnet. Diese Referenzen stammen aus den Daten eines Mobile-Mapping-Systems mit übergeordneter Genauigkeit. Durch die Verwendung von Stangen und Ebenen kann die Position in 97 % der Fälle bestimmt

werden, wenn die entlang der zuletzt zurückgelegten 50 m segmentierten Landmarken betrachtet werden. Die erzielbare Genauigkeit beträgt hierbei 0.08 m. Durch Landmarken-Muster kann weiterhin eine globale Position bestimmt sowie die Anzahl an False-Positive-Detektionen reduziert werden. Allerdings sinkt hierbei die Vollständigkeit auf lediglich 7 %.

Mit der Sequenzanalyse wird ein Verfahren vorgestellt, mit welchem unabhängig von GNSS-Messungen eine globale Position bestimmt werden kann. Hierzu werden jedem Laserscan eines am Fahrzeug vertikal montierten Laserscanners entlang einer Referenztrajektorie ein durch ein Clustering-Verfahren bestimmtes Label und eine Position zugeordnet. Im Lokalisierungsschritt können einer Abfolge von Laserscans ebenfalls mit demselben Verfahren Labels zugeordnet werden. Die Position ergibt sich anschließend durch den Abgleich der aktuellen Sequenz mit der Referenzsequenz. Es zeigt sich, dass bereits nach 120 m eine eindeutige Positionslösung mit einer Genauigkeit von unter 2 m korrekt bestimmt werden kann. Die Scanbildkorrelation vergleicht die Messungen verschiedener Automotive-Laserscanner anhand der Distanz- und Intensitätswerte mit Referenz-Scanbildern. Die Referenzbilder werden aus mehreren Datensätzen eines Mobile-Mapping-Systems erstellt. Ein wichtiger Aspekt hierbei ist die Detektion dynamischer Objekte. Für die Referenzbilder geschieht dies durch eine Änderungsdetektion sowie durch eine Objekt-Klassifizierung. Für die Automotive-Daten werden hierfür Methoden des maschinellen Lernens angewandt. Werden lediglich statische Objekte verwendet, kann die Vollständigkeit des Verfahrens von 88 % auf 93 % erhöht werden, bei einer Genauigkeit von 0.05 m. Ein Vergleich der erzielten Ergebnisse mit dem aktuellen Stand der Forschung zeigt, dass insbesondere die erzielten Genauigkeiten hoch sind. Die Zuverlässigkeit der Sequenzanalyse ist zudem höher als aktuelle Ansätze zur Bestimmung einer absoluten Position ohne die Verwendung von GNSS-Messungen.

## Mitberichte

**M.Sc. Bruno Neumann Saavedra**, Technische Universität Braunschweig: Service Network Design of Bike Sharing Systems with Resource-Management Consideration, Januar 2018, Korreferentin: Prof. Dr.-Ing. habil. Monika Sester.

**M.Sc. Sarah Tauscher**, Technische Universität Braunschweig: Oktober 2018, Korreferentin: Prof. Dr.-Ing. habil. Monika Sester.

**M.Sc. Rico Richter**, Hasso Plattner Institut, Potsdam: Concepts and Techniques for Processing and Rendering of Massive 3D Point Clouds, Dezember 2018, Korreferentin: Prof. Dr.-Ing. habil. Monika Sester.

**Dipl.-Ing. Thorsten Hoberg:** Conditional Random Fields zur Klassifikation multitemporaler Fernerkundungsdaten unterschiedlicher Auflösung, 14.09.2018.

Referent: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke, Koreferenten: Prof. Dr.-Ing. Stefan Hinz, Karlsruher Institut für Technologie, Prof. Dr.-Ing. habil. Monika Sester, Prof. Dr. techn. Franz Rottensteiner.

Die Anzahl optischer Fernerkundungssensoren ist in den vergangenen Jahren kontinuierlich gestiegen. Insbesondere sind zunehmend Daten von hochauflösenden Satelliten und Satellitenkonstellationen mit einer geometrischen Auflösung von unter 5 Metern verfügbar. Mit der höheren Verfügbarkeit von Daten einer Region zu unterschiedlichen Zeitpunkten kann die Klassifikationsgenauigkeit von Landbedeckungs- bzw. Landnutzungsklassen sowie anderen erkennbaren Objekten der Erdoberfläche gesteigert werden. Darüber hinaus ist es möglich, Veränderungen schneller und sicherer zu erkennen. Allerdings sind die Anschaffungskosten für Daten hoher geometrischer Auflösung meist hoch und die zeitlichen Abstände, in denen ein ausgedehntes Gebiet vollständig erfasst wird, unter Umständen recht groß. Hingegen stehen Daten von Sensoren mit einer Bodenauflösung zwischen 5 m und 30 m oft zeitlich hochfrequent und für große Gebiete kostengünstig zur Verfügung.

In dieser Arbeit wird eine Methode zur automatischen Interpretation multitemporaler optischer Fernerkundungsdaten unterschiedlicher Auflösung vorgestellt. Die gemeinsame Auswertung dieser Daten hat mehrere Vorteile: eine hohe zeitliche Dichte verfügbarer Daten, überschaubare Kosten und die Möglichkeit, Merkmale und Objekte in unterschiedlichen Auflösungsstufen zu erfassen. Der neuartige Ansatz ermöglicht eine Steigerung der Klassifikationsgenauigkeit der Daten sämtlicher Zeitpunkte unabhängig von ihrer geometrischen Auflösung sowie die Erkennung von Veränderungen in einem Auswerteschritt. Dabei wird nicht nur erkannt, ob sich etwas verändert hat, sondern auch, wie sich etwas verändert hat. Für Daten unterschiedlicher Auflösungsstufen können unterschiedliche Klassenstrukturen definiert werden.

Die Methode basiert auf Conditional Random Fields (CRFs), einem probabilistischen Verfahren zur Mustererkennung. CRFs gehören zur Gruppe der Zufallsfelder (Random Fields). Diese zeichnen sich durch die Möglichkeit der Integration von Kontext für die Klassifikation einzelner Primitive aus. Im Unterschied zu zahlreichen anderen Arbeiten mit CRFs werden nicht ausschließlich räumliche Nachbarschaften modelliert. Zusätzlich werden unterschiedlich aufgelöste Bilder unterschiedlicher Zeitpunkte mit Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen einzelnen Klassen verknüpft. Der CRF-Standardansatz wird hierzu um einen zusätzlichen Interaktionsterm erweitert, der zeitliche Abhängigkeiten modelliert.

Der Ansatz wurde in mehreren Experimenten für zwei großräumige Testgebiete evaluiert. Für beide Gebiete lagen mehrere Bilder unterschiedlicher Auflösung (Ikonos, RapidEye und Landsat) vor. Die alleinige Berücksichtigung räumlichen Kontexts führte für monotemporale Auswertungen im Vergleich zu einer Maximum-Likelihood-Klassifikation zu einer Verbesserung

der Gesamtgenauigkeit von zumeist 5%-10%. Es wurden drei unterschiedliche Modelle für die räumlichen Interaktionen untersucht. Die Integration des zeitlichen Kontexts erhöhte die Klassifikationsgenauigkeit bei hochaufgelösten Bilddaten identischer Auflösung um weitere 1%-5%. In Kombination mit niedriger aufgelösten Daten wurde für die niedriger aufgelösten Daten eine Steigerung von teilweise über 10% erzielt. Testgebietsübergreifend wurde bei Experimenten zur Detektion von Veränderungen die Majorität der Pixel in 20 der 22 durch Simulation veränderten Flächen korrekt klassifiziert. Die Dissertation ist in der Schriftenreihe „Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover“ (ISSN 0174-1454) als Heft Nr. 349 erschienen. Gleichzeitig ist die Arbeit in der Reihe C der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (ISSN 0065-5325) online veröffentlicht ([www.dgk.badw.de](http://www.dgk.badw.de)).

**Dipl.-Ing. Julia Neelmeijer:** Observing Inter- and Intra-Annual Glacier Changes and Lake Loading Effects from Synthetic Aperture Radar Remote Sensing, 08.10.2018.

Referent: Prof. Dr. Mahdi Motagh. Koreferenten: Prof. Dr. Matthias Braun, Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Müller, Leibniz Universität Hannover.

Die neue Generation von weltraumgestützten Synthetic Aperture Radar (SAR) Missionen, wie die TerraSAR-X/TanDEM-X oder die Sentinel-1 Mission, erfassen Daten mit bisher unerreichter räumlicher und zeitlicher Auflösung. Die kurzen Wiederkehrzeiten der SAR-Satelliten und die Unabhängigkeit von Sonnenstand und Wetterverhältnissen ermöglichen eine regelmäßige Überwachung von Änderungen in der Topographie und anderen Deformationen. Dies ist besonders vorteilhaft für Anwendungen in Hochgebirgsregionen, in denen optische raumgestützte Sensoren aufgrund von Wolkenbedeckung nur unregelmäßig Daten liefern und in-situ Messungen nur in begrenztem Umfang erhoben werden können.

Diese Arbeit konzentriert sich auf die Beobachtung von zwischen- und innerjährlichen Gletscherveränderungen und durch Wasserlast in Seen bedingte Verformungen der Erdkruste in Hochgebirgsregionen. Ein wesentliches Element der Arbeit ist die Nutzung von verschiedenen SAR-Prozessierungsmethoden, um die saisonalen Verschiebungen und Topographieänderungen zu extrahieren, die von einigen zehntel Millimetern über mehrere Monate bis zu einigen Metern innerhalb weniger Tage verlässlich detektiert werden können. Besonderes Augenmerk wird auf die Reduzierung von Signalstörungen gelegt, die insbesondere im Zusammenhang mit der Hochgebirgslage stehen. Hauptfehlerquellen sind dabei vor allem atmosphärische Effekte und das Eindringen des Radarsignals in den Untergrund. Die Untersuchungen werden am Beispiel von drei exemplarischen Fallstudien in Kirgisistan, Zentralasien, durchgeführt.

In der ersten Studie werden die saisonalen Variationen der Gletscheroberflächengeschwindigkeiten am Beispiel des Inylchek Gletschers analysiert. Eine detaillierte Untersuchung des Fließverhaltens im Kurvenbereich des Gletschers wird durch die Anwendung der Merkmalsnachfolgestechnik



auf TerraSAR-X Daten aus den Jahren 2009 und 2010 realisiert. Die Ergebnisse zeigen, dass die 3 m Auflösung der StripMap-Daten eine Unterscheidung zwischen verschiedenen Oberflächengeschwindigkeiten benachbarter Längseisströme ermöglicht. Die Aufnahme von SAR-Daten mit einer zeitlichen Auflösung von elf Tagen erlaubt zudem die Quantifizierung der Oberflächenbewegungszunahme während der Schmelzperiode. Außerdem wird eine Verdopplung der Geschwindigkeit des unteren, eher stagnierenden Ablationsgebietes des südlichen Inylchek Gletschers im Sommer nachgewiesen, welche auf den Ausbruch des Merzbacher Gletschersees zurückgeführt wird.

Die zweite Analyse befasst sich mit Gletscherhöhenänderungen am Inylchek Gletscher. Für Februar 2012, März 2013 und November 2013 werden aus bistatischen TanDEM-X Daten drei 10 m räumlich aufgelöste digitale Höhenmodelle (DHMs) generiert und miteinander sowie mit dem C-Band Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) DHM aus dem Jahr 2000 verglichen. Es kann gezeigt werden, dass der innerjährliche Vergleich zwischen den hochauflösenden TanDEM-X DHMs sogar saisonale Veränderungen abbildet, obwohl die Unsicherheiten aufgrund der nur approximierten Radar-Eindringtiefen hoch sind. Mittels einer neuen Methode wird demonstriert, wie die Gletscherhöhenveränderungen für Leerstellen in den Daten auf der Basis von Klasseneinteilung der Höhen und Hangsteilheit abgeschätzt werden können. Die für die dekadischen Veränderungen berechneten Massenbilanzen stimmen gut mit den Ergebnissen bereits veröffentlichter Langzeitstudien überein.

Die dritte Untersuchung bezieht sich auf wasserstandsbedingte Deformationen am Toktogul Stausee. Signifikante Veränderungen des Wasserspiegels führen zu Belastungsänderungen der Erdkruste, die bei Wasserspiegelanstieg zu Senkungen und bei Wasserspiegelabsenkungen zu Hebungen führen. Die Deformationsanalyse wird durch Anwendung der Small Baseline Subset (SBAS) Methode mit in den Jahren 2004 - 2009 aufgenommenen Envisat und 2014-2016 aufgenommenen Sentinel-1 Daten durchgeführt. Während Daten beider Sensoren den langfristigen Verlauf der Deformation innerhalb der analysierten Zeiträume abbilden können, zeigen nur Sentinel-1 basierte Messungen, dass die beobachteten Verformungen eng mit saisonalen Wasserstandsänderungen korrelieren. Die Ergebnisse werden durch eine sehr gute Übereinstimmung mit geschätzten Verformungsraten auf Basis elastischer Vorwärtsmodellierung verifiziert, die mit einem numerischen Erdmodell berechnet wurden. Der Phasenanteil der SAR Daten wird stark durch atmosphärische Effekte beeinflusst, die hauptsächlich mit der saisonal variierenden Schichtung der Atmosphäre und dem täglichen Verdunstungszyklus an der offenen Wasseroberfläche zusammenhängen. Um die beste Methode zur Verringerung der atmosphärischen Effekte zu ermitteln, werden numerische wettermodellbasierte Ansätze mit rein phasenabhängigen Ansätzen verglichen. Es wird gezeigt, dass phasenbasierte Methoden den wetterbasierten Ansätzen in Hochgebirgsregionen derzeit noch überlegen sind, wobei die auf dem Potenz-gesetz basierende Methode im speziellen Fall am besten geeignet ist.

Die Dissertation ist in der Schriftenreihe „Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hanno-

ver“ (ISSN 0174-1454) als Heft Nr. 348 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. 829 online veröffentlicht ([www.dgk.badw.de](http://www.dgk.badw.de)).

#### MITBERICHTE

**M. Sc. Darya Golovko**, Technische Universität Berlin: Spatio-temporal analysis of landslide hazard in Southern Kyrgyzstan using GIS and remote sensing data, Mai 2018, Korreferent: Prof. Dr. Mahdi Motagh

**M.Sc. Wang Di**, Technische Universität Wien: Quantification of single-tree structure in mountain forests using terrestrial laser scanning, Juli 2018, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke.

**M. Sc. Yasir Al-Husseinawi**, University of Newcastle, UK: Spaceborne InSAR for Dam Stability, Dezember 2018, Korreferent: Prof. Dr. Mahdi Motagh

**Dipl.Ing. Philipp Glira**, Technische Universität Wien: Hybride Orientierung von Laserscanning-Punktwolken und Luftbildern, Dezember 2018, Korreferent: Prof. Dr. techn. Franz Rottensteiner

**Dipl.-Inf. Sebastian Wuttke**, Technische Universität München: Aktives Lernen mit Segmentierung und Clusterbildung zur bildbasierten Klassifikation der Landbedeckung, Dezember 2018, Korreferent: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke.

## DOKTORANDENSEMINAR

Freitag, 02.02.2018

**Dipl.-Ing. Julia Schachtschneider**, Institut für Kartographie und Geoinformatik, Thema: Collaborative Acquisition of Predictive Maps

Freitag, 09.02.2018

**M.Sc. Christian Kruse**, Institut für Photogrammetrie und GeoInformation, Thema: Automatic Detection of Bomb Craters in Aerial Wartime Images Using Marked Point Processes

Freitag, 16.02.2018

**Dipl.-Ing. Dirk Denning**, Geodätisches Institut, Thema: Ein kinematisches Profilvermessungssystem

Freitag, 01.06.2018

**M.Sc. Nicolas Garcia Fernandez**, Institut für Erdmessung, Thema: Evaluating a Linearized Kalman Filter Simulation Tool for Collaborative Navigation Systems

Freitag, 08.06.2018

**M.Sc. Florian Politz**, Institut für Kartographie und Geoinformatik, Thema: Klassifikation von 3D-Punktwolken

Freitag, 22.06.2018

**M.Sc. Xin Zhao**, Geodätisches Institut, Thema: Statistical Evaluation of Stochastic and Functional Models for Deformation Monitoring

Freitag, 29.06.2018

**M.Sc. Uyen Nguyen**, Institut für Photogrammetrie und GeoInformation, Thema: Pedestrian Tracking with Stereo Images

Freitag, 19.10.2018

**M.Sc. Dominik Miller**, Institut für Erdmessung, Thema: Seismic Isolation at the ALPS Experiment at DESY

Freitag, 30.11.2018

**M.Sc. Gregor Blott**, Institut für Photogrammetrie und GeoInformation, Thema: Appearance-based Multi-view Person Re-identification

Freitag, 07.12.2018

**M.Sc. Johannes Bureick**, Geodätisches Institut, Thema: Robust Spatial Approximation of 3D Point Clouds by Means of B-spline Approaches

Freitag, 14.12.2018

**M.Sc. Hao Cheng**, Institut für Kartographie und Geoinformatik, Thema: Deep Learning of User Behavior of Mixed Traffic in Shared Spaces

## ORGANISATION VON WORKSHOPS UND SYMPOSIEN

### INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

#### HERBSTTAGUNG DES ARBEITSKREISES GEODÄSIE UND GEOPHYSIK, 06.–09.11.2018, SCHNEEFERNERHAUS, ZUGSPITZE (ORGANISIERT VON LUDGER TIMMEN)

Der Arbeitskreis Geodäsie/Geophysik dient dem Austausch zwischen Wissenschaftlern, die sich mit Fragestellungen im Überschneidungsbereich zwischen Geodäsie und Geophysik beschäftigen. Er tagt dazu einmal jährlich und blickt schon auf eine 50-jährige Geschichte zurück. Diesmal fand sie im Umweltforschungszentrum im Schneefernerhaus auf der Zugspitze statt. 36 Teilnehmerinnen und Teilnehmer folgten den diesmal 29 Vorträgen und beteiligten sich intensiv an den zeitlich unbegrenzten Diskussionen. Der tagungsübliche Ausflug führte zum Gipfel der Zugspitze, wobei einige sogar bis zum Gipfelkreuz kletterten. Zusätzlich konnten die Lokationen für das supraleitende Gravimeter und für Absolutschweremessungen im Geodynamik-Observatorium des GFZ Potsdam besichtigt werden. Die Forschungsaktivitäten im und am Schneefernerhaus wurden im Rahmen eines Vortrags von Till Rehm erläutert. Der besondere Tagungsort fand großen Anklang bei den anwesenden AK Mitgliedern.

#### WORKSHOPS DER IAG JOINT WORKING GROUP „RELATIVISTIC GEODESY: FIRST STEPS TOWARDS A NEW GEODETIC TECHNIQUE“ (LEITUNG J. FLURY ZUSAMMEN MIT G. PETIT)

In den vergangenen Jahren wurden grundlegende Neuerungen in der Zeit- und Frequenzmetrologie erreicht. Optische Atomuhren in den führenden Metrologieinstituten wie der PTB Braunschweig sind in Genauigkeitsbereiche von  $10^{-17}$  und besser für relative Frequenzvergleiche vorgestoßen; bei der optischen Frequenzübertragung über große Distanzen mit Hilfe phasenstabilisierter Faserverbindungen werden sogar relative Frequenzgenauigkeiten von  $10^{-19}$  erreicht. Diese Fortschritte eröffnen grundlegend neue Möglichkeiten für die relativistische Geodäsie, insbesondere die Perspektive, die Bestimmung von Schwerefeldgrößen sowie die Definition und Realisierung von Höhensystemen auf die allgemeine Relativitätstheorie und auf atomare Frequenzstandards zu stützen (siehe dazu auch die Berichte zu den Arbeiten des SFB 1128 geo-Q in diesem Heft). Vor diesem Hintergrund hat die Internationale Assoziation für Geodäsie (IAG) im Jahr 2017 eine Joint Working Group „Relativistic geodesy: First steps towards a new geodetic technique“ (IAG JWG2.1) eingerichtet. Chair der Gruppe ist Prof. Flury (IfE); Co-chair ist Dr. Gerard Petit vom Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) in Sevres/Paris. Die Gruppe hat bisher zwei internationale Workshops zum Austausch unter Experten und zur Diskussion innovativer Vorschläge veranstaltet. Der 1. Workshop (über den hier noch nicht berichtet wurde) fand am 15.–16. Mai 2017 an der Leibniz Universität (Senatssaal) statt. Der 2. Workshop folgte am 10.–11. Oktober 2018 am BIPM. Die Präsentationen und Ergebnisse der Workshops sind über die Webseite des IfE abrufbar (<https://www.ife.uni-hannover.de/services.html>).

## MESSEN UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### TAG DER GEODÄSIE

Galileo – ein Vermessungssystem revolutioniert den Alltag“ – unter diesem Motto machten Universitäten, Berufsverbände und Firmen am Sonnabend, 09. Juni 2018, bundesweit auf das Berufsfeld Geodäsie aufmerksam. Auch die Geodätinnen und Geodäten der Leibniz Universität Hannover haben zusammen mit den Berufsverbänden und Firmen von 9.30 Uhr bis 15 Uhr zu einer Mitmachaktion an einem Infostand an der Lister Meile / Kreuzung Friesenstraße (gegenüber Kulturzentrum Pavillon) eingeladen.

Der Tag der Geodäsie bot die Gelegenheit, sich bei Geodätinnen und Geodäten von Berufsverbänden, Firmen und der Leibniz Universität über das Studium und die hervorragenden Karrieremöglichkeiten zu informieren. Bei der Mitmachaktion „Malen nach Zahlen“ konnten Interessierte mit Hilfe von Galileo navigieren und selbst erfahren, wie das Navigationssystem funktioniert und wo aktuelle Herausforderungen liegen.

Ausgerufen hat den „Tag der Geodäsie“ der Ausschuss Geodäsie bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (DGK). Das Gremium, das bundesweit die geodätische Forschung und die Studieninhalte koordiniert, wirbt mit diesem Tag für den Ingenieursstudiengang „Geodäsie und Geoinformatik“. Der nächste Tag der Geodäsie findet am 24. Mai 2019 statt.

### THE CHANGING EARTH - VORTRAG VON PROF. DR. JÜRGEN KUSCHE: „MEERESSPIEGELANSTIEG - LAND UNTER IN 50 JAHREN?“

Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs SFB 1128 (geo-Q) fand am 26.06.2018 der zweite Vortragsabend der Reihe „The Changing Earth“ statt. Die Vortragsreihe zielt darauf ab, die Öffentlichkeit über aktuelle Themen aus der Klimaforschung zu informieren. Im gut besuchten Lichthof der Universität gab Gastreferent Prof. Dr. Jürgen Kusche, Leiter der Arbeitsgruppe für Astronomische, Physikalische und Mathematische Geodäsie an der Universität Bonn, einen Einblick in die neuesten Forschungsergebnisse zu einem sehr aktuellen Thema, dem Anstieg des Meeresspiegels.



Im anschließenden Vortrag "Extreme Genauigkeit – mit Uhren die Höhe messen" von PD Dr. Christian Lisdat, Leiter der Arbeitsgruppe "Optische Gitteruhren" an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig und geo-Q Teilgruppenleiter, ging es um die Technologien, die es ermöglichen, Massen- und Höhenveränderungen auf der Erde mit großer Präzision zu messen.

PROF. DR. J. KUSCHE AUF DEM VORTRAGSABEND "THE CHANGING EARTH" IM LICHTHOF DER LEIBNIZ UNIVERSITÄT  
(FOTO: J. MATTHIAS)

## 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 2018 aus folgenden Mitgliedern zusammen:

- Benjamin Tennstedt (Vorsitz, IfE)
- Oskar Wage (ikg)
- Alexander Dorndorf (GIH)
- Jakob Unger (IPI)
- Tanja Grönefeld, Anke Tatzko, Ilka Westendorff (Studiendekanat)
- Lucy Icking, Leonie Bödeker, Niklas Kirchner (Fachschaft)
- 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 2018 vorgestellt:

<b>WinterUni</b>	25.01.2018
<b>Carl Brechstein Gymnasium Erkner, Besuch</b>	02.03.2018
<b>Zukunftstag für Jungen und Mädchen</b>	26.04.2018
<b>Tag der Geodäsie</b>	09.06.2018
<b>ABInsSTUDIUM</b>	15.06.2018
<b>Schillerschule, Markt der Möglichkeiten</b>	20.06.2018
<b>Girls only – die SommerUNI</b>	05.07.2018
<b>Hochschulinformationstage LUH</b>	11./12.09.2018
<b>Niedersachsen-Technikum</b>	15.10.2018
<b>Wilhelm-Raabe Schule, Besuch</b>	30.10.2018
<b>Berufsinformationstage BBS Burgdorf</b>	08.11.2018
<b>Nacht die Wissen schafft LUH</b>	10.11.2018
<b>Infovorträge Niedersächsisches Studienkolleg</b>	16.11.2018
<b>SchülerTalentAkademie Geodäsie</b>	mehrere Termine

Als Höhepunkt der PR-Aktivitäten zählt sicherlich die alle zwei Jahre stattfindende *Nacht, die Wissen schafft*, die erneut sehr erfolgreich verlief. Im Laufe des Abends wurden allein am Standort Nienburger Straße 1 etwa 800 Besucher gezählt, die sich begeistert auf unsere Exponate gestürzt



haben. Und es gab auch viel zu entdecken: Die Besucher konnten sich so über die Funktionsweise des maschinellen Lernens am Beispiel von automatischer Landkartenerstellung oder der Objekterkennung auf Luftbildern informieren, etwas über den aktuellen Forschungsstand bei der Lokalisierung und Navigation bewegter Objekte und im Bereich des autonomen Fahrens erfahren, oder sich bei den Mitmachaktionen virtuell in 3D-Punktwolken oder auf dem Mars bewegen, Bilder mit einem GNSS-Empfänger zeichnen, Landschaften mit kinetischem Sand bauen, oder einen besseren Eindruck über ihre Immobilienwerte erhalten.

Um den Abend abzurunden, wurden drei Vorträge zu den Methoden der Geodäsie gehalten, zu denen es jeweils einen Informationsstand zur Vertiefung des Wissens gab. So konnten sich die Zuhörer ein Bild davon machen, wie Satellitenmessungen des Schwerefeldes der Erde ihren Beitrag zur Erkennung der Probleme der globalen Erderwärmung leisten, wie wichtig eine genaue Uhrzeit z.B. für präzise Höhenmessungen ist, und wie man im Bereich der GNSS-Lokalisierung das Beste aus seinem Smartphone herausholen kann.



SPAß MIT SCHMELZENDEM EIS AUF DER "NACHT, DIE WISSEN SCHAFFT" (FOTO: J. UNGER)



LANDSCHAFTSGESTALTUNG MIT KINETISCHEM SAND (FOTO: O. WAGE)



WIE FUNKTIONIERT EIN GNSS-EMPFÄNGER? INTERESSANTES LERNEN AUF DEM TAG DER GEODÄSIE (FOTO: E. MENTZEL)

Speziell für die *Nacht, die Wissen schafft*, und auch viele weitere zukünftige Aktionen, wurden von der PR-Kommission der Kauf von Mitarbeiter- und Helfershirts mit dem Logo der Geodäsie und Geoinformatik für die

geodätischen Institute organisiert. Neben dem Vorteil eines homogenen Erscheinungsbildes der Vertreter in öffentlichkeitswirksamen Aktionen können diese Shirts beispielsweise auch bei der täglichen Fahrt zur Arbeit, oder beim Stadtbummel getragen werden, was eine verbesserte Reichweite und Sichtbarkeit des Studienganges erwarten lässt.

Zur Bekanntmachung der Schülertalentakademie wurde erstmalig der Newsletter von UniKIK verwendet, welcher besonders unter Lehrern für eine vergrößerte Reichweite sorgt. Es wurde ein Fotoshooting durchgeführt, um für kommende PR-Maßnahmen neue Bilder der von den Geodäten verwendeten Labore und Gerätschaften zur Verfügung zu stellen, und um die gerade bei Studenten beliebten Räumlichkeiten auf dem Messdach zu bewerben. Außerdem war die PR-Kommission in diesem Jahr erneut um eine gute Vernetzung mit dem Fördererverein und den geodätischen Verbänden und Firmen im Hinblick auf öffentliche Aktionen und Nachwuchsgewinnung bestrebt (zum Beispiel beim Tag der Geodäsie), welche auch in Zukunft weiterhin ausgebaut wird.

**SchülerTalentAkademie Geodäsie**

**2. Halbjahr im Schuljahr 2017/2018**

**Virtuelle 3D-Welten – Wie kommt Hannover in den Rechner?**

Die SchülerTalentAkademie richtet sich an interessierte, begabte und vor allem neugierige Schülerinnen und Schüler der 10. und 11. Klasse, die wissen wollen, wie 3D-Modelle entstehen und Spaß am Experimentieren haben. Dabei werden sie direkt von Wissenschaftlern aus dem Fachbereich Geodäsie und Geoinformatik betreut.

**Was wird gemacht?**

In der SchülerTalentAkademie Geodäsie geht es um die Erstellung von 3D-Modellen aus realen Daten. Solche Modelle werden für virtuelle Rundflüge, Visualisierungen von Stadmodellen (z.B. bei GoogleEarth), in Computerspielen oder in modernen Navigationssystemen genutzt. Die Teilnehmer lernen verschiedene Aspekte der 3D Modellierung und Datenerfassung kennen und können am Ende nachvollziehen, wie die Modelle entstehen. Wir legen großen Wert auf praktische Experimente, damit jeder selbst ausprobieren und eigene Erfahrungen machen kann.

**Wie melde ich mich an?**

Die Anmeldung und Auswahl geeigneter Schüler erfolgt über die Lehrer. Schüler können sich alternativ direkt mit einem kurzen Motivationsschreiben per E-Mail bewerben (bitte Schule, Klasse und einen Kontaktlehrer angeben). Um eine individuelle Betreuung zu ermöglichen, sind max. 25 Plätze zu vergeben. Ist die Zahl der Bewerber höher, entscheidet das Los. Bewerbungsschluss: 08.03.2018.

**Wann findet es statt?**

An fünf Nachmittagen ab 17:00 Uhr für ca. 2 Stunden. Termine: 12.02., 09.04., 23.04., 14.05.2018 sowie 04.06.2018.

**Der Vorteil!** Für die Teilnahme an der SchülerTalentAkademie gibt es eine offizielle Teilnahmebescheinigung und auf Wunsch eine Eintragung aufs Zeugnis.

Für Anmeldungen und Fragen: Prof. Ingo Neumann, [stag@gug.uni-hannover.de](mailto:stag@gug.uni-hannover.de)

[www.gug.uni-hannover.de/stag](https://www.gug.uni-hannover.de/stag)  
[facebook.com/geodasieslh](https://facebook.com/geodasieslh)  
 Nienburger Str. 1, 30167 Hannover

FLYER DER SCHÜLERTALENTAKADEMIE FÜR DAS SOMMERSEMESTER 2018

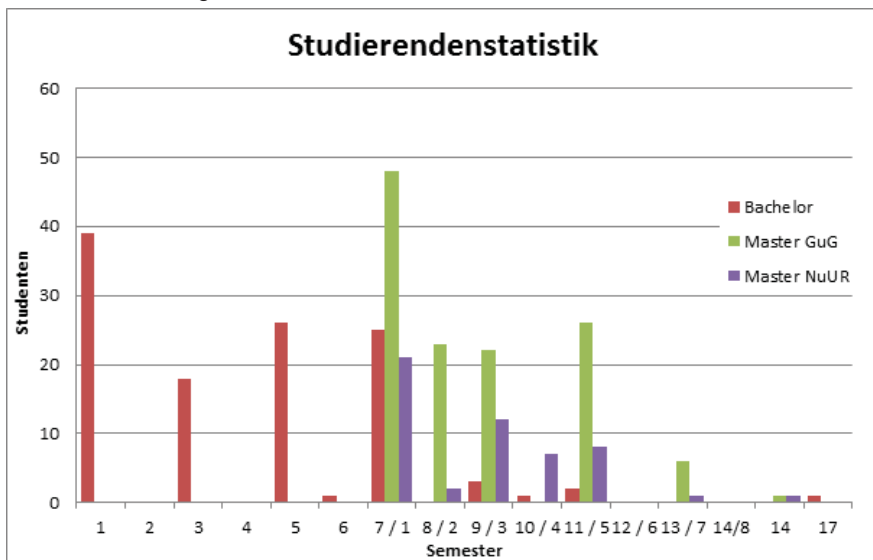
# AUS DEM LEHRBETRIEB

## BERICHT DES STUDIENDEKANATS

Frau M. A. Ilka Westendorff hat im Juni 2018 die weitere Elternzeitvertretung der Studiengangskordinatorin Frau Dipl.-Ing. Tanja Grönefeld von Frau M. Sc. Anke Tatzko übernommen. Frau Grönefeld und Frau Westendorff teilen sich die Studiengangskoordination seit November 2018.

## STUDIERENDENSTATISTIK WS 2018/19

Im Wintersemester 2018/19 sind in den Studiengängen der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik 294 Studierende eingeschrieben. Im Bachelorstudium Geodäsie und Geoinformatik sind davon 118 immatrikuliert, im Masterstudium Geodäsie und Geoinformatik 126 Studierende. Im Masterstudiengang Navigation und Umweltrobotik befinden sich 52 Studierende. Die nachfolgende Grafik veranschaulicht die Verteilung der Studierenden je Studiengang und Semester. Die Fachsemester der Studierenden in den konsekutiven Master-studiengängen werden dabei laufend gezählt.

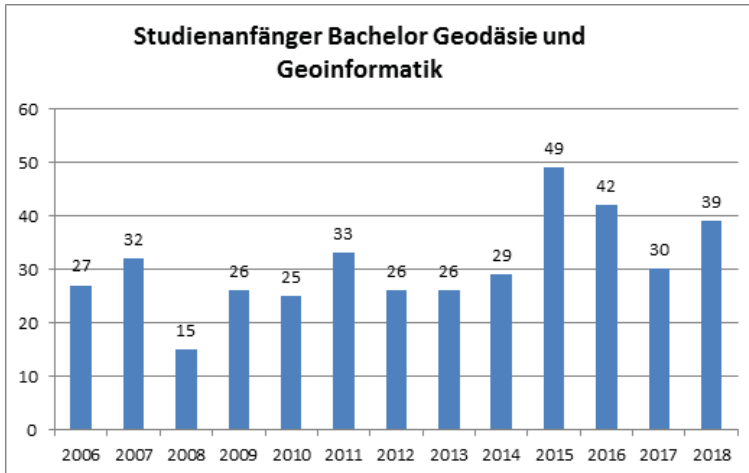


Verteilung der Studierenden je Studiengang und Semester

Mit einem Frauenanteil von etwa 34 % im Bachelorstudiengang und circa 24 % in den Masterstudiengängen ist der Anteil der Studentinnen für Ingenieurstudiengänge wie gewohnt überdurchschnittlich hoch.

Zum Wintersemester 2018/19 haben 39 Studierende das Bachelorstudium aufgenommen. Die genaue Entwicklung ist der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen. Im zweiten Studienjahr sind 18 Studierende einge-

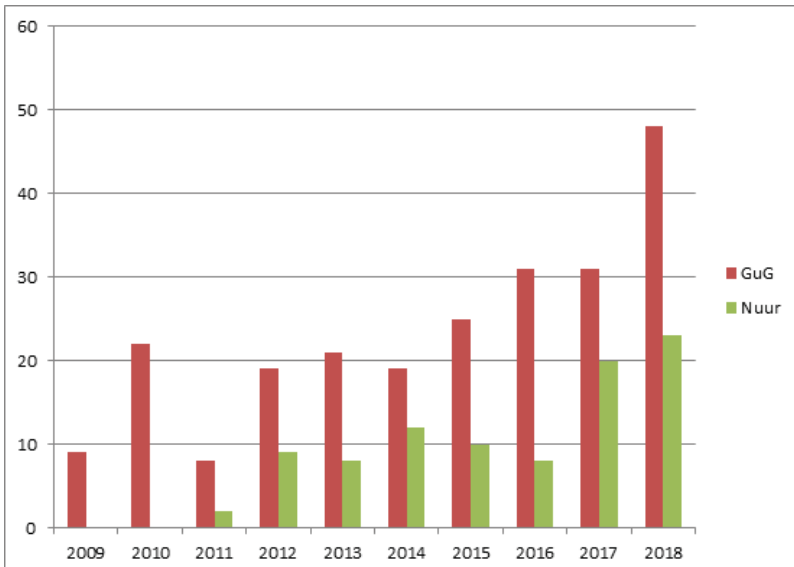
schrieben, in das dritte Studienjahr sind 26 Studierende gewechselt. In höheren Semestern befinden sich 33 Studierende.



Studienanfänger im Studiengang Bachelor Geodäsie und Geoinformatik von 2006-2018

Im gleichen Zeitraum haben im Master Geodäsie und Geoinformatik 48 Studierende das Studium aufgenommen, von denen 40 den Master in Englisch absolvieren. Diese 40 Studierenden haben ihren Bachelorabschluss an einer ausländischen Universität abgelegt. Insgesamt sind also 83 % der Studierenden aus dem ersten Master-Semester 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 2018 im Masterstudiengang Geodäsie und Geoinformatik. 31 Studierende hatten das Studium im Sommer aufgenommen.

Im Wintersemester 2018/19 fingen 21 Studierende im Master Navigation und Umweltrobotik 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 MASTER GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK UND NAVIGATION UND UMWELTROBOTIK VON 2009-2018

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, den 12.01.2018 fand die Absolventenfeier der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie statt. Zu dieser Feier waren neben den Absolventen des Jahres 2018 auch die „Silbernen“ und „Goldenen“ eingeladen, d.h. diejenigen, die vor 25 bzw. 50 Jahren ihre Diplom-, Doktor- oder Habilitationsurkunde erhielten.

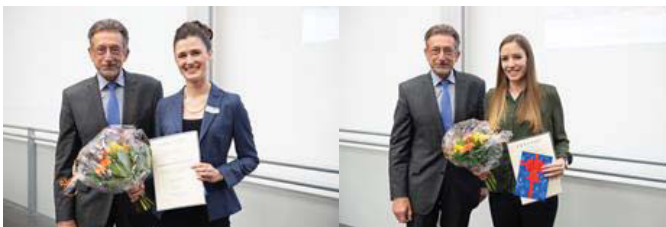
Die Absolventenfeier 2019 wurde vom Institut für Geotechnik organisiert und von Herrn Prof. Achmus moderiert. In diesem Jahr erreichten 271 Absolventen aus dem Bauingenieurwesen und 27 Absolventen aus der Geodäsie ihren Abschluss. Vor 25 Jahren machten insgesamt 163 Studierende ihren Abschluss, davon 33 Geodäten. Vor 50 Jahren waren es 157 Absolventen, davon 22 Geodäten.

Die Anzahl der Promotionen/Habilitationen in den drei geladenen Absolventenjahrgängen waren: 2018: 33/1, 1993: 34/2, 1968: 22/6. Die Absolventen erhielten die Urkunden aus den Händen des Prüfungsausschussvorsitzenden apl. Prof. Dr.-Ing. Volker Berkahn und des Prüfungsausschussvorsitzenden Prof. Dr.-Ing. Jürgen Müller 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 wurde dieses Jahr Frau M. Sc. Mareike Dorozynski für den besten Masterabschluss geehrt. Frau B. Sc. Vanessa Koppmann erhielt einen Buchpreis für den besten Bachelorabschluss.

Den Festvortrag hielt Herr Prof. Dr.-Ing. Werner Lorenz, Gesellschaft für Bautechnikgeschichte. Musikalisch wurde die Veranstaltung von der A-Capella-Band Fairytales begleitet.

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



**HERR DIPL.-ING. DIETER STÜNDL MIT DEN PREISTRÄGERINNEN**

**M. Sc. MAREIKE DOROZYNSKI (LINKS) UND B.Sc. VANESSA KOPPMANN (RECHTS)**

## ABSOLVENTEN

Im Kalenderjahr 2018 haben insgesamt 9 Studierende erfolgreich ihr Bachelorstudium beendet. Im Masterstudiengang Geodäsie und Geoinformatik gab es 11 Absolventen, im Masterstudiengang Navigation und Umweltrobotik waren es 8 Absolventen. Sie sind in der folgenden Auflistung zu finden:

## BACHELOR

<b>Bliedung</b>	Sebastian	<b>Mainz</b>	Julia
<b>Hartmann</b>	Jan Moritz	<b>Nagel</b>	Christopher
<b>Heinzmann</b>	Nico	<b>Ponick</b>	Anne
<b>Koppmann</b>	Vanessa	<b>Serhan</b>	Sabrien
<b>Kulemann</b>	Dennis		

## MASTER GuG

<b>Altemeier</b>	Franziska Anna	<b>Hynek</b>	Lukas
<b>Arendt</b>	Melanie Sandra	<b>Kröger</b>	Anna Victoria
<b>Breitkopf</b>	Uwe	<b>Kröger</b>	Johannes
<b>Dorozynski</b>	Mareike	<b>Liu</b>	Yanting
<b>Görler</b>	Simone	<b>Shelly</b>	Richu Mary
<b>Hattermann</b>	Aiko Alexander		

## MASTER NuUR

<b>Fahrland</b>	Matthias	<b>Matthes</b>	Felix
<b>Hübner</b>	Jens Kurt	<b>Schaub</b>	Tobias
<b>Jakob</b>	Matthias	<b>Schönwetter</b>	Janek
<b>Klein</b>	Birgit	<b>Trusheim</b>	Philipp

Im Jahr 2018 sind 10 Promotionen und eine Habilitation abgeschlossen worden, darunter gab es drei weibliche Promovierende.

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 Studiengangskoordination 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 (7 Studierende) und Master gibt es immer mehr Studierende, die im Ausland eine Hochschulzugangsberechtigung (Abitur oder Bachelorabschluss) erworben haben.

#### 1.Semester Master GuG



#### 2. Semester Master GuG



#### 3.Semester Master GuG:



#### 5. Semester Master GuG



#### 1.Semester Master NuUR:

1 Studierende aus Afrika, 4 aus Asien

#### 3.Semester Master NuUR:

1 Studierender, 4 aus Asien

#### 4. Semester Master NuUR

aus Asien: 5 Studierende

#### 5. Semester Master NuUR

aus Asien: 2 Studierende

### AUSLÄNDISCHE AUSTAUSCHSTUDIERENDE IN DER FACHRICHTUNG

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
Grodzka	Anita	WS 18/19, Politechnika Warszawska, Polen
Koziński	Bartłomiej	WS 18/19, Politechnika Warszawska, Polen
Narayanasamy	Paweł	WS 18/19, Anna University, Indien
	Rajalakshmi	

## MASTER- UND BACHELORARBEITEN

### GEODÄTISCHES INSTITUT

#### BACHELORARBEITEN

#### GEO-REFERENZIERUNG VON 3D-PUNKTWOLKEN – EIN VERGLEICH UNTERSCHIEDLICHER METHODEN SOWIE DEREN WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNG (SEBASTIAN BLIEDUNG, BETREUER: JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ, CHRISTOPH CRAUSE (RMK, CELLE), PROF. INGO NEUMANN)

Ein Forschungsschwerpunkt im Bereich Ingenieurgeodäsie am Geodätischen Institut Hannover (GIH) der Leibniz Universität Hannover (LUH) ist die Erfassung von Objekten mittels terrestrischem Laserscanning (TLS). Das GIH verfügt über eine umfangreiche Expertise auf dem Gebiet der Genauigkeitsuntersuchung sowie der Validierung von Messergebnissen terrestrischer Laserscanner. Die Erfassung von Messobjekten mit TLS erfolgt in der Regel von mehreren Instrumentenstandpunkten aus. Die so erzeugten 3D-Punktwolken müssen zueinander registriert und gegebenenfalls geo-referenziert werden. Zur Steigerung der Effizienz bietet sich die direkte Geo-Referenzierung an, die am GIH in Form eines Prototyps basierend auf am Laserscanner adaptierten GNSS-Antennen realisiert ist. Dieses und weitere unterschiedliche Verfahren zur Geo-Referenzierung in typischen Anwendungsszenarien der Ingenieurgeodäsie sollen im Rahmen dieser Bachelorarbeit hinsichtlich ihrer Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit untersucht werden.

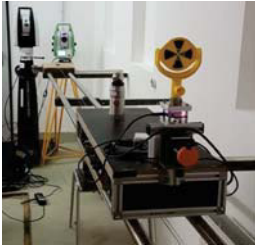


Z+F IMAGER 5016 VOR DEM UNI  
HAUPTGEBÄUDE

In der Bachelorarbeit wurde die Anwendung und Bewertung der praktischen Durchführbarkeit von Feldprüfverfahren für terrestrische Laserscanner anhand des DVW-Merkblattes durchgeführt. Es wurde in Umgebungen, wie einer urbanen Straßenschlucht, einer Industriehalle und einem park-ähnlichen Gelände 3D-Punktwolken von mehreren Standpunkten erfasst. Die anschließende Geo-Referenzierung wurde zielzeichenbasiert, ebenenbasiert und datengetrieben durchgeführt. Die Ergebnisse sind abschließend evaluiert und hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit bewertet worden.

#### BRÜCKENMONITORING MITTELS LOW-COST BESCHLEUNIGUNGSSENSOREN UND BILDGEBENDEN TACHYMETERN (NICO HEINZMANN, BETREUER: MOHAMMAD OMIDALIZARANDI, JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ, PROF. INGO NEUMANN)

Das Monitoring von Infrastrukturbauwerken, wie Brücken, ist ein hochaktuelles Themenfeld in dem zur Datenerfassung verschiedene Sensoren und Sensorsysteme zum Einsatz kommen. Der geodätische Beitrag zur Datenerfassung umfasst neben der klassischen tachymetrischen 3D-Punktbestimmung und Nivellements auch die Erfassung von 3D-Punktwolken sowie



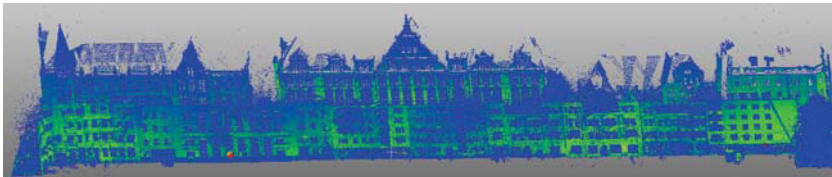
VERSUCHSAUFBAU IM LABOR

2D-Profilen mit terrestrischen Laserscannern, den Einsatz kostengünstiger inertialer Messeinheiten und Beschleunigungssensoren (vorzugsweise mikro-elektromechanische Systeme, MEMS) sowie moderner bildgebender Tachymeter (engl.: image assisted total station, IATS). Die Datenerfassung bzw. das Monitoring sind in Abhängigkeit der jeweiligen Datenerfassungsrate der genannten Sensoren auf unterschiedlichen zeitlichen Skalen möglich.

Im Rahmen der Bachelorarbeit wurde die Fusion der low-cost MEMS-Sensordaten und der tachymetrischen Punktbestimmung in einem Kalman Filter realisiert und in verschiedenen Versuchsreihen im Labor untersucht und optimiert.

#### ERFASSUNG HOCHGENAUER 3D-REFERENZDATEN ZUR VALIDIERUNG VON MOBILE MAPPING DATEN (ANDRÉ JENSEN, BETREUER: DMITRI DIENER, JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ, PROF. INGO NEUMANN)

Mit Mobile Mapping Fahrzeugen erfasste Daten (u. a. 3D-Punktwolken) werden heutzutage für immer mehr Anwendungen eingesetzt. Dies ist begünstigt durch die technische Entwicklung der erfassenden Sensoren, wie Laserscanner und Kameras, als auch durch die sehr schnelle Erfassung langgestreckter Objekte im Vergleich zu einer Aufnahme von ausgewählten diskreten Standpunkten mit dem terrestrischen Laserscanning. Ein wesentlicher Teil der Unsicherheit der Datenerfassung resultiert aus der Geo-Referenzierung des Mobile Mapping Systems. Solche Unsicherheiten weisen räumlich starke Korrelationen auf, sodass die lokalen 3D-Punktwolken außer bei Mehrfachbefahrungen zumeist keine besonderen Auffälligkeiten beziehungsweise Inkonsistenzen aufweisen. Daher sind geeignete Methoden zu identifizieren, die sich mit der Beurteilung und Validierung insbesondere



3D-PUNKTWOLKE ERFASST MIT DEM Z+F IMAGER 5016 DES STRASSENZUGES „AM KLEINEN FELDE“

der 3D-Punktwolken hinsichtlich der erzielter Unsicherheiten beschäftigen. Im Rahmen der Bachelorarbeit wurden hochgenaue 3D-Referenzdaten erfasst, sodass eine Beurteilung und Validierung von Mobile Mapping Daten ermöglicht wird. Für die Bachelorarbeit ist vorab als exemplarisches Messgebiet der Straßenzug „Am Kleinen Felde“ in der Nordstadt von Hannover ausgewählt worden. Dieser liegt im Erfassungsgebiet der regelmäßigen Befahrung des Mobile Mapping Fahrzeuges des Instituts für Kartographie und Geoinformatik (ikg) der Leibniz Universität Hannover. Dies erlaubt eine spätere Validierung von Mobile Mapping Daten des ikg auf Basis der im Rahmen dieser Bachelorarbeit zu erfassenden 3D-Daten.

## SYSTEMKALIBRIERUNG EINES TLS- UND KAMERABASIERTEN MULTI-SENSOR-SYSTEMS (PAULA LIPPMANN, BETREUER: JENS HARTMANN, PROF. INGO NEUMANN)

In der Industrievermessung erfolgt eine punktuelle Erfassung der Geometrie von 3D-Objekten durch terrestrisches Laserscanning (TLS). Bei langgestreckten Objekten wird aus Effizienzgründen in den letzten Jahren zunehmend kinematisches terrestrisches Laserscanning (k-TLS) verwendet. Hierbei wird für jeden Punkt neben der 3D-Koordinate (X, Y, Z) die Intensität des reflektierten Signals während der Bewegung erfasst.



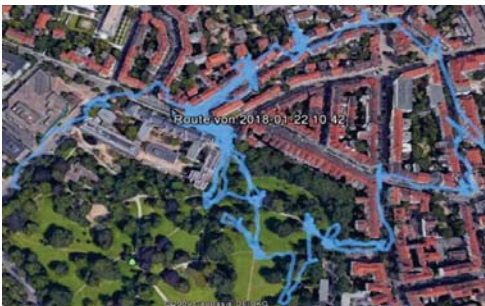
TESTFELD FÜR DIE KALIBRIERUNG ZWISCHEN KAMERA UND TLS IM LABOR DES GIH (FOTO P. LIPPMANN)

Als Ergänzung werden Farbwerte (RGB) durch eine Digitalkamera aufgenommen, welche am Laserscanner adaptiert ist. Die Kamera und der Laserscanner besitzen jeweils ihr eigenes Koordinatensystem. Da diese zu einander verschoben und verdreht sind, wird muss eine Kalibrierung durchgeführt werden. Hierbei wird zum einen die äußere Orientierung, bestehend aus drei Translationen und drei Rotationen, bestimmt. Des Weiteren werden die Parameter der inneren Orientierung, bestehend aus den Koordinaten des Bildhauptpunktes, der Kammerkonstante und den Verzeichnungparametern, im Rahmen einer Testfeldkalibrierung ermittelt.

Anschließend ist es möglich, die Farbinformationen (RGB-Werte) mit den 3D-Objektinformationen und der Intensität des TLS zu verknüpfen. Somit steht für jeden erfassten Punkt ein 7D-Datensatz, bestehend aus X-, Y-, Z-Wert und der dazugehörigen Intensität des TLS sowie den RGB-Werten der Kamera, zur Verfügung. Dadurch soll eine zuverlässige Detektion von Ausreißern, bei einer im Anschluss durchgeführten Flächenmodellierung, sichergestellt werden.

## EVALUATION UND VERBESSERUNG DES LAUFZEITMODELLS ZUR AUTOMATISIERTEN PLANUNG TACHYMETRISCHER NETZMESSUNGEN (JULIA MAINZ, BETREUER: ILKA VON GÖSSELN, PROF. INGO NEUMANN)

Am Geodätischen Institut befasst sich eine aktuelle Forschungsarbeit mit der Steigerung der Wirtschaftlichkeit von tachymetrischen Netzmessungen



GPS-TRACK DES BEOBACHTERS

durch eine optimierte Anordnung der einzelnen Tätigkeiten wie aufbauen, umbauen, ausrichten, messen und abbauen. Grundlage für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit ist die Bestimmung der Dauer der Messung. Der Ablauf der Messung wird dafür durch ein Prozessmodell abgebildet. Über eine computergestützte Simulation der tachymetrischen Messung mit dem am GIH entwickel-

ten Programm SimPle-Net (Simulation und Planung tachymetrischer Netzmessungen) ist eine Abschätzung der Messdauer möglich. Für die Berechnung der Gesamtdauer der Messung muss bekannt sein, wie viel Zeit die Personen für die einzelnen Tätigkeiten und die Wege zwischen den Messpunkten benötigen. Diese Zeitwerte werden während der Simulation einem hinterlegten Laufzeitmodell entnommen.

In einer Prozessoptimierung werden verschiedene Varianten des Prozessablaufs getestet und die beste Variante gesucht. Da die Ergebnisse der Optimierung stark vom verwendeten Laufzeitmodell abhängen, muss zur optimalen Nutzung der Netzoptimierung ein möglichst zutreffendes Laufzeitmodell hinterlegt werden, das auch von Netz zu Netz variieren kann.

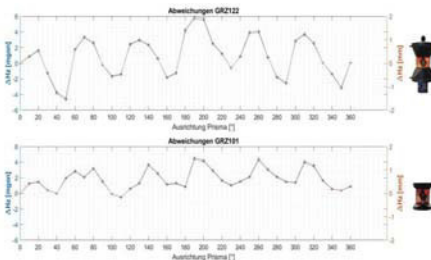
In der Bachelorarbeit wurde eine Validierung des bisher verwendeten Laufzeitmodells durchgeführt. Es wurden Netzmessungen durchgeführt, die durch manuelles Stoppen der Zeiten und mit GPS-Loggern (s. Abbildung) dokumentiert wurden. Anhand der dabei erfassten Stichprobe wurde das Laufzeitmodell überprüft und verbessert.

#### OPTIMALE VERKNÜPFUNG VON AUTOMATISIERTEN UNTERTÄGIGEN TACHYMETRISCHEN ÜBERWACHUNGNETZMESSUNGEN (CHRISTOPHER NAGEL, BETREUER: ANDREAS BECKER, (BGE MBH, PEINE), FOCKE JARECKI (BGE MBH, PEINE), JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ)

Im Zuge der fortwährenden Auffahrung untertägiger Grubenräume ist die Standsicherheit des anstehenden Gebirges mit Hilfe eines geeigneten und ausreichend dimensionierten Ausbausystems zu gewährleisten. Durch die Verwendung absoluter dreidimensionaler tachymetrischer Punktverformungsmessungen kann die Funktionsfähigkeit des Ausbaus kontinuierlich überwacht und beurteilt werden. Auch können diese sensorgestützten Informationen für iterative Optimierungen bzw. Ergänzungen des ursprünglich geplanten Ausbauregimes genutzt werden.

Unter Beachtung der Vielzahl messtechnisch zu erfassender Konturpunkte ist eine Automatisierung der o.g. tachymetrischen Punktbestimmungsmessungen in den aufzufahrenden Grubenräumen beabsichtigt. Die erfassten polaren Messelemente zwischen dem jeweiligem Stand- und Zielpunkt beschreiben die Form und Größe des zweistufigen Überwachungsnetzes. Die Lagerung und Orientierung dieses Überwachungsnetzes hinsichtlich des übergeordneten Grubennetzes wird durch eine ausreichende Anzahl langzeitstabiler Datumpunkte festgelegt und mittels Netzausgleichung nach

der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt. Unter Beachtung der Anordnung der verschiedenen Grubenräume sind zumeist mehrere Standpunkte für die 3D Verformungsüberwachung erforderlich. Geometriebedingt besitzen die einzelnen Standpunkte allerdings keine gemeinsamen Sichten zu den zwingend erforderlichen Datumpunkten, was eine durchgreifende Verknüpfung der einzelnen



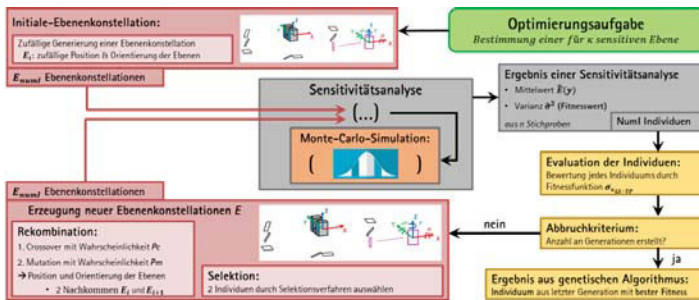
VERGLEICH ZWEIER LEICA 360° PRISMEN

Teilnetze bisweilen unmöglich macht. Auch können infolge dauerhafter Tachymeterinstallationen bislang keine gegenseitigen Sichten zwischen den geplanten Standpunkten realisiert werden. Es sind folglich geeignete Verknüpfungspunktvermarkungen zu schaffen, welche die Teilnetze im Zuge der o.g. Netzausgleichung miteinander verknüpfen.

Im Rahmen der Bachelorarbeit wurden systematische Testaufbauten zur Qualitätsbeurteilung geeigneter Verknüpfungspunktvermarkungen, wie z.B. 360° Prismen, unter Laborbedingungen untersucht. Es erfolgten Überlegungen und Analysen für die konstruktive Realisierung von Verknüpfungspunkten unter qualitativen und wirtschaftlichen Aspekten sowie weitere Testmessungen unter realitätsnahen Bedingungen des späteren untertätigen Einsatzes.

### OPTIMIERUNG DES KALIBRIERVORGANGES EINES K-TLS BASIERTEN MULTI-SENSOR-SYSTEMS DURCH GENETISCHE ALGORITHMEN (NIKLAS-MAXIMILIAN SCHILD, BETREUER: JENS HARTMANN, ILKA VON GÖSSELN)

In der Industrievermessung erfolgt eine exakte Erfassung von 3D-Objekten zunehmend durch kinematisches terrestrisches Laserscanning. Um die teilweise sehr hohen Genauigkeitsanforderungen ( $\approx 1\text{mm}$ ) zu erreichen, sind entsprechende Multi-Sensor-Systeme und Auswertelgorithmen zu entwickeln. Einen wesentlichen Bestandteil dabei bildet die Systemkalibrierung der verwendeten Sensoren, bei welcher 6 DoF (Degrees of Freedom), bestehend aus je drei Translationen und Rotationen, bestimmt werden. Hierzu erfolgt eine gemeinsame Erfassung von Referenzebenen (RE) durch einen Lasertracker und einen Laserscanner (LS). Die Genauigkeiten der 6 DoF Bestimmung werden durch die Anordnung und die Anzahl der RE beeinflusst. In einer Monte-Carlo-Simulation werden die 6 DoF und deren Standardabweichungen bestimmt. Die Anordnung und die Anzahl der RE stellen dabei Eingangsparameter dar. Dadurch können unterschiedliche Konstellationen getestet und die optimale Anordnung und Anzahl der RE bestimmt



#### EBENEKONSTELLATION, ERWEITERT MIT ABLAUSCHEMA EINES GENETISCHEN ALGORITHMUS

ermittelten Standardabweichungen der 6 DoF verwendet. Erste Ergebnisse bestätigen die theoretischen Annahmen, dass für eine hochgenaue Bestimmung der Translationen möglichst nahe und für die Rotationen möglichst weite Entfernungen zwischen LS und RE zu wählen sind.

werden. Um nicht allen Kombinationen durchtesten zu müssen, wird ein genetischer Algorithmus verwendet. Hierzu ist eine geeignete Fitnessfunktion zu definieren, es werden die aus der MCS



## MASTERARBEITEN

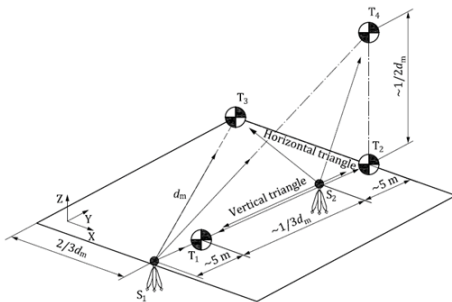
SENSITIVITÄTSANALYSE ZUR GEOMETRISCHEN UNTERSUCHUNG DES UNSICHERHEITSMODELLES VON TLS-MESSUNGEN (FRANZISKA ALTEMEIER, BETREUER: HAMZA ALKHATIB UND BIANCA GORDON (LEICA GEOSYSTEMS AG, HEERBRUGG))

Im Rahmen der Masterarbeit wurde das neue Prüfverfahren für terrestrische Laserscanner (TLS) nach ISO 17123-9 vorgestellt und hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit untersucht.

Die Bedeutung dafür resultiert daraus, dass TLS zunehmend in einer Vielzahl von geodätischen Anwendungen eingesetzt werden, in denen oft Genauigkeiten in der Größenordnung von wenigen Millimetern oder kleiner gefordert werden. Um dieses Genauigkeitsniveau sicherzustellen, muss der TLS regelmäßig überprüft werden, um den Einfluss systematischer Messfehler und -abweichungen, die sich aus dem Gerät ergeben, zu erkennen. In der ISO-Norm 17123-9 für TLS wurde dafür ein standardisiertes Feldprüfverfahren entwickelt. Wird in der Überprüfung festgestellt, dass gewisse Anforderungen nicht eingehalten werden können, ist im Nachgang eine Kalibrierung des Gerätes durch den Hersteller durchzuführen.

Um die Leistungsfähigkeit des neuen Prüfverfahrens beurteilen zu können, wurden die Vorgaben aus der ISO-Norm 17123-9 in einer Closed-Loop-Simulation umgesetzt und die

Auswirkungen von Variationen der vorgesehenen Messkonfiguration analysiert. Zugleich wurden sechs ausgewählte systematische Messabweichungen des geometrischen Fehlermodells von Muralikrishnan et al. (2015) simuliert. Zunächst wurde auf dieser theoretischen Ebene gezeigt, dass die Höhe der hochliegenden Zielmarke sowie die Lage des TLS, in der die Zielmarken gescannt werden, maßgebliche Kriterien für die Sensitivität der Messkonfiguration darstellen. Für



TESTFELD ZUR ÜBERPRÜFUNG VON TLS IM FELDE (ISO 17123-9)

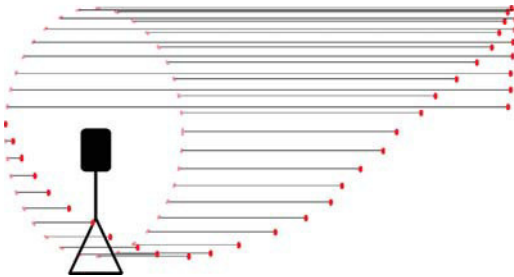
jeden der untersuchten Parameter konnten zudem sensitive Strecken innerhalb des Messaufbaus identifiziert werden. Die Validierung der Simulationsergebnisse erfolgte zudem anhand von realen Messdatensätzen, die von der Leica Geosystems AG zur Verfügung gestellt werden. Die Besonderheit liegt dabei darin, dass durch den Hersteller gezielt Parameter verfälscht werden konnten, die dann durch das Prüfverfahren aufzudecken sind.

Zusammenfassend konnte im Rahmen der Abschlussarbeit gezeigt werden, dass das neue und gerade international verabschiedete Prüfverfahren für TLS sehr leistungsfähig ist und zum festen Bestandteil bei der Prüfung von TLS werden sollte.



ENTWICKLUNG UND IMPLEMENTIERUNG EINES FILTERMODELLS ZUR PUNKTGENAUEN (GEO-)REFERENZIERUNG EINES K-TLS BASIERTEN MULTI-SENSOR-SYSTEMS (PHILIPP TRUSHEIM, BETREUER: JENS HARTMANN, PROF. INGO NEUMANN)

In der industriellen Produktion ist aus Effizienzgründen oft eine schnelle 3D-Objekterfassung gefordert. Hierfür bietet sich als Aufnahmeverfahren kinematisches terrestrisches Laserscanning (k-TLS) an. Um die zum Teil sehr hohen Genauigkeitsanforderungen von  $\sigma_{3D} = 1 \text{ mm}$  zu erreichen, sind entsprechende Multi-Sensor-Systeme (MSS) und Auswertelgorithmen zu entwickeln. Bei dem hier verwendeten k-TLS basierten MSS erfolgt die 3D-Objekterfassung durch einen terrestrischen Laserscanner, welcher im Profilmodus arbeitet. Dieser befindet sich auf einer beweglichen Plattform und



DAS PRINZIP DER PUNKTGENAUEN (GEO-)REFERENZIERUNG BEIM K-TLS

muss daher (geo-)referenziert werden. Dies geschieht durch einen Lasertracker (Leica AT960 LR) in Verbindung mit einer T-Probe. Die Synchronisierung erfolgt mit Hilfe eines Triggersignals, welches der Laserscanner am Profilstart generiert und anschließend an den Lasertracker sendet. Genau genommen erfolgt eine exakte (Geo-)referenzierung nur für den ersten Punkt des jeweils erfassten Profils. Für die (Geo-)referenzierung aller

weiteren Punkte ist die Bewegung der Plattform zwischen den einzelnen Epochen mit zu berücksichtigen. Dies erfolgt durch einen Filter. Aufgrund der nichtlinearen Bewegungsform wurde hier das Extended Kalman Filter gewählt. Mit Hilfe der bestimmten Geschwindigkeiten und Beschleunigungen für die Translationen und Rotationen wird die Verschiebung der einzelnen Profilpunkte zwischen zwei aufeinanderfolgenden Epochen berechnet. Das Prinzip der punktgenauen (Geo-)referenzierung durch Einbezug eines Bewegungsmodells ist in der beigefügten Abbildung dargestellt.

Abschließend erfolgte anhand von Testdaten eine Validierung der implementierten Algorithmen. Hierzu wurden vorab hochgenau bestimmte Referenzoberflächen mit dem k-TLS basierten MSS erfasst. Ein Vergleich der Datensätze ergab eine Verringerung der Abweichungen im Falle einer punktgenauen (Geo-)referenzierung mit Einbezug eines Bewegungsmodells.

## GENERATIONENÜBERGANGSMONITORING IN EIN- UND ZWEIFAMILIENHAUSBAUGEBIETEN (AIKO HATTERMANN, BETREUER: JÖRN BANNERT, PROF. WINRICH VOSS)

Baugebiete unterliegen einer stetigen Fluktuation durch Eigentümerwechsel, u. a. auch durch Generationenübergänge (Erbschaften). Häufen sich erbschaftsbedingte Eigentümerwechsel in einem Wohngebiet, drohen Leerstände und eine Vermarktung solcher Immobilien auf dem freien Immobilienmarkt kann schwierig werden. Daher ist es für Gemeinden und Eigentümer von Interesse, schon vorab zu wissen, wann welche Eigentümer in Baugebieten einen Generationenübergang vollziehen. Insbesondere der sachliche Teilmarkt der älteren Ein- und Zweifamilienhäuser ist verstärkt betroffen.

In dieser Masterarbeit wurde ein Modell für ein Generationenübergangsmo-  
nitoring entworfen und anschließend bei einem ausgewählten Baugebiet  
des Flecken Salzhemmendorfs (Baugebiet zwischen Alt-Benstorf und Alt-  
Oldendorf) getestet. Hierfür standen Daten aus dem Flecken Salzhemmen-  
dorf (Melderegisterdaten und Hauskoordinaten/Katasterdaten für Benstorf-  
Oldendorf im Shape-Format) zur Verfügung.

Grundlage für das Monitoring waren Auszüge aus dem Baulücken- und  
Leerstandskataster (BLK). Hieraus lassen sich aktuelle mittelfristige Leer-  
stände ableiten. In der Masterarbeit wurden zudem gezielte Gespräche mit  
Bewohnern bzw. Eigentümern von Leerstand bedrohter Immobilien durch-  
geführt, um die Erbfolge und folglich den Fortbestand der Immobilie zu klä-  
ren. Die Abbildung zeigt einen Auszug des Generationenübergangsmo-  
nitorings. Das Generationenübergangsmo-  
nitoring ermöglicht Kommunen früh-  
zeitig mit den Eigentümern von Leerstand bedrohter Immobilien in Kontakt  
zu treten, um den Fortbestand der Immobilie zu sichern.



ERGEBNIS GENERATIONENÜBERGANGSMONITORING

EVALUATION DES MODELLS DER KOSTEN- UND WIRKUNGSANALYSE VON FLURBEREINIGUNGSVERFAHREN IN NIEDERSACHSEN (MELANIE SANDRA ARENDT, BETREUER: MARKUS SCHAFFERT, PROF. WINRICH VOSS)

In Niedersachsen werden im Rahmen der Vorbereitung und Durchführung von Flurbereinigungsverfahren Kosten- und Wirkungsanalysen durchgeführt. Diese dienen u.a. der Priorisierung bei der Entscheidung über den Einsatz von Fördermitteln der Europäischen Union sowie als Nachweis für wirtschaftliches Handeln der Niedersächsischen Verwaltung für Landentwicklung. Dieses Steuerungsinstrument ist entstanden aus dem Projektkalkulator zur Prognose der Verfahrenskosten niedersächsischer Flurbereinigungsverfahren, ergänzt um betriebswirtschaftliche Ansätze zur Berechnung von Durchschneidungsschäden bei Straßenbauvorhaben und wird seit 2009 eingesetzt. Ziel der Arbeit war es, die Kosten- und Wirkungsanalyse vor dem Hintergrund aktueller Schwerpunkte und Erfahrungen ihrer Anwender zu evaluieren und Handlungsempfehlungen zur Weiterentwicklung zu erarbeiten. Eine wissenschaftliche Validierung, inwieweit die Analyse vor Anordnung von Verfahren den tatsächlichen Ergebnissen und Wirkungen entsprechen und welche Schlüsse hieraus zu ziehen sind, stand bislang aus - auch da die Zahl der abgeschlossenen Flurbereinigungsverfahren seit Einführung der entsprechenden Software dies erst allmählich möglich macht.

Die Arbeit wurde ausgezeichnet mit dem dritten Platz des ALR (Niedersächsische Akademie Ländlicher Raum e. V.) Hochschulpreis 2018 - Perspektive Ländlicher Raum Niedersachsen. Herausforderungen. Diskurse. Lösungen, unter <http://www.alr-hochschulpreis.de>

BUILDING INFORMATION MODELING – APPLICATION POTENTIALS FOR REAL ESTATE VALUATION (ADEOLU ERIBAKE, BETREUER: MARKUS SCHAFFERT, PROF. WINRICH VOSS)

Building information modeling (BIM) is a method to optimize planning, implementation and management of buildings based on software. The process of BI-modeling comes together with BIM-models. These models represent both information on buildings based on its geometry and its semantics. Standardized models, e.g. Industry Foundation Classes (IFCs), have been developed by experts from fields like civil engineering, architecture or facility management. Experts in valuation so far rarely participated. However, the process of BIM-modeling and the geometrical-semantic BI-models suggest that there are benefits even for valuation experts.

The cost value approach (CVA) assesses the value of physical structures, like buildings, corresponding outdoor areas, construction costs and operating equipment in addition to the land value. The process of the CVA is standardized by ImmoWertV and Sachwertrichtlinie and there is software at hand to partly automate the corresponding calculation steps. This puts forward the assumption that both concepts can be linked on the level of both, the process and the data. The thesis dealt with questions like, where within its process (and how) would CVA benefit if BIM data structures (like IFC) would be applied mandatory for newly constructed houses in Germany and modelled a corresponding workflow in the Revit software.

**TRACKING EINES AUTONOMEN FLURFAHRZEUGS MIT TACHYMETER UND GNSS (JAN HARTMANN, BETREUER: BENJAMIN TENNSTEDT)**

Für die Positionierung und Navigation von autonomen Fahrzeugen werden derzeit beständig neue Algorithmen und Verfahren entwickelt. Der Test solcher Algorithmen unter Verwendung von Kraftfahrzeugen im Straßenverkehr gestaltet sich bisweilen als sehr planungsintensiv und langwierig.

Um diese Tests schneller und verlässlicher durchzuführen, ist eine flexibel einsetzbare Plattform von Nöten, mit der sich unterschiedliche Versuchsszenarien unter Verwendung diverser Sensorsysteme wie Inertialmesseinheiten, GNSS-Empfängern und Laserscanner realisieren lassen. Hierfür bieten sich beispielsweise Flurförderfahrzeuge wie das KATE-System der Firma Götting an.

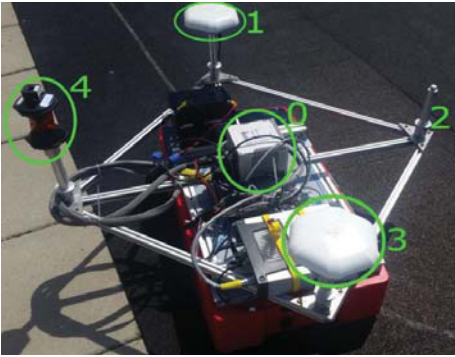
Die Fahrzeuge sind normalerweise für den Indoor-Einsatz auf glatten Böden gedacht. Um festzustellen, wie groß der Einfluss des Untergrundes im Outdoor-Bereich auf die Messdaten der Sensoren ist, können beispielsweise die vertikalen Beschleunigungen des Fahrzeugs mit einer Inertialmesseinheit erfasst und ausgewertet werden.

So wurden während der experimentellen Durchführung dieser Arbeit diverse Materialien wie Kunststoffplatten und Gummimatten, die normalerweise als Unterlagen für Waschmaschinen Verwendung finden, als Untergrund für die Bahn des Fahrzeugs getestet und ihre Dämpfungseigenschaften über eine Spektralanalyse der Beschleunigungsmessungen auf der Hochachse untersucht.

Um die Position des Fahrzeuges zu bestimmen, wurde es mit Hilfe eines Tachymeters getrackt, und die ermittelte Bahn mit der GNSS-Trajektorie, und auch einer gefilterten tightly coupled INS/GNSS Lösung verglichen.

**UNTERSUCHUNG VON GNSS/INS ALS REFERENZSENSORIK FÜR AUTONOME PLATTFORMEN (DENNIS KULEMANN, BETREUER: MOHAMED BOCHKATI)**

Inwiefern sich GNSS und Inertiale Navigationssysteme (INS) als Referenzsensorik eignen, um autonome Plattformen zuverlässig und präzise navigieren zu können, wurde in dieser Arbeit verifiziert. Die Untersuchungen wurden mit besonderem Hinblick auf vorhandene Satellitensichtbarkeiten analysiert und mit unabhängigen terrestrischen Techniken (Tachymetrie) verglichen. Testtrajektorien wurden mit einer speziellen autonomen Transporteinheit (KATE), die eine optische Spurführung besitzt, auf dem GNSS Labor des Messdachs realisiert. Hierzu wurden eine fiberoptische IMU (IMAR-FSAS), ein SPAN-Empfänger (zwei GNSS-Antennen) und ein 360°-Prisma auf einer Kalibriermessplatte auf dem autonom fahrenden KATE aufgebaut.



**KATE-SYSTEM MIT KALIBRIERPLATTE MIT DEN FOLGENDEN INSTRUMENTEN: IMAR-FSAS IMU (0), GNSS-ANTENNEN (1,3) UND 360°-PRISMA (4).**

Die Trajektorien wurden mit der Software TerraPos mit verschiedenen Kopplungen zwischen GNSS und IMU analysiert und anschließend den tachymetrischen Ergebnissen gegenübergestellt. Zusätzlich wurden fehlende Satellitensichtbarkeiten simuliert, um Abschätzungen für kritische Navigationsanwendungen zu erhalten, die beispielsweise bei der Navigation in urbanen Umgebungen durch Häuser schluchten auftreten.

#### BESTIMMUNG NEUER ITRF2014 UND ETRS89 REFERENZKOORDINATEN FÜR DAS GNSS-LABORNETZWERK DES INSTITUT FÜR ERDMESSUNG (VANESSA KOPPMANN, BETREUER: TOBIAS KERSTEN)

Im Rahmen der Abschlussarbeit wurden für die neun Pfeiler des Labornetzwerks des Instituts für Erdmessung neue Referenzkoordinaten im System ETRS89 und ITRF14 bestimmt. Die GNSS-Messungen wurden an insgesamt 12 Tagen durchgeführt und mit der wissenschaftlichen Software Bernese 5.2 durchgreifend ausgewertet. Hierbei wurden die Messdachkoordinaten zunächst über ein lokales Netz ausgewertet. Insgesamt weist die relative Lösung eine sehr hohe Richtigkeit und Präzision auf mit einem root-mean-square (RMS) von unter 0.1 mm und einer Wiederholbarkeit von 0.34 mm. Anschließende Vergleiche mit terrestrischen Messungen, die vom Geodätischen Institut Hannover (GIH) zur Verfügung gestellt wurden, zeigen an zwei Stationen kleinere Unstimmigkeiten mit Abweichungen von 2.6 mm, die vorrangig auf herausfordernde GNSS-Empfangsbedingungen zurückzuführen sind.

Der Anschluss an das SAPOS2016 (ETRS89) System wurde mittels der Station Hannover durchgeführt, die mit einer L1/L2-Lösung optimal realisiert werden konnte (RMS: 0.13 mm, Wiederholbarkeit: 1.1 mm).

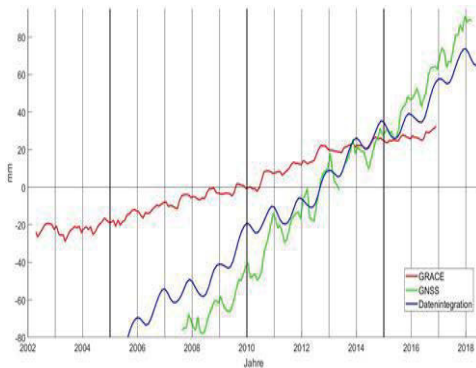
Die ITRF14 Koordinaten wurden mittels der IGS Station POTS (Potsdam) mittels L3/L5/L3-Strategie realisiert. Auf der Basislinie von 228 km wurden ein RMS von 0.17 mm und eine Wiederholbarkeit von 1.4 mm erreicht.

Die neu bestimmten Koordinaten weisen eine sehr gute innere Konsistenz auf und stellen den aktuellen Koordinatenbezug für das alte Messdach zur Verfügung. Basierend auf diesen Ergebnissen, können die weiteren GNSS-Infrastrukturen im LUH Campus angeschlossen werden. Hierunter zählen das neue HITec-Gebäude (Hannover Institute of Technology) mit dem neuen GNSS-Messdach, ein GNSS-Punkt auf dem LUH-Hauptgebäude (am Institut für Quantenoptik, IQO) sowie eine GNSS-Station in Ruthe auf dem Gelände des Geo600.

## MASTERARBEITEN

**INTEGRIERTE GRAVIMETRISCHE UND GEOMETRISCHE MASSENVARIATIONEN IN GRÖNLAND (ANNA VICTORIA KRÖGER, BETREUER: AKBAR SHABANLOUI, PROF. JAKOB FLURY)**

Das Ziel dieser Masterarbeit ist es, eine geeignete Methode zur Integration der GRACE Monatslösungen und der kartesischen GNSS Stationskoordinaten für Grönland zu entwickeln. Der Zusammenhang zwischen dem Schmelzen von Eis und Schnee und dem Anstieg der Erdoberfläche wurde schon früh erkannt. Diese Deformationsbewegungen können zum einen mit der Satellitenmission GRACE und zum anderen mit GNSS detektiert werden. Die Datengrundlage bilden dafür die Schwerefeldlösungen des Geo-



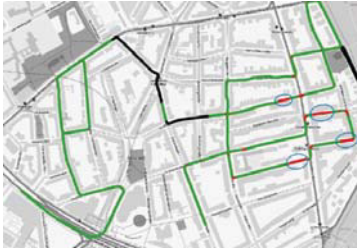
**VERTIKALE DEFORMATIONSBEWEGUNGEN BASIEREND AUF DEN GRACE SCHWEREFELDLÖSUNGEN, DEN GNSS MONATSWERTEN SOWIE DEN ERGEBNISSEN DER DATENINTEGRATION FÜR DIE STATION HEL2.**

Forschungszentrums in dem Zeitraum von April 2002 bis einschließlich November 2016 sowie die Zeitreihen von 54 Stationen. Durch die Glättung der Stokes-Koeffizienten mit einem Fanfilter, der einen Glättungs-radius von 350 km besitzt, und mit einem Destriping Filter wird ein gutes Signal-Rausch-Verhältnis sichergestellt. Zur weiteren Verbesserung der GRACE Monatslösungen wird der  $C_{20}$  Term mit SLR Beobachtungen ersetzt. Um die Beobachtungen zu integrieren, werden einheitliche Datensätze vorausgesetzt. Deswegen müssen einige Korrekturen durchgeführt werden. Zum einen

werden aus den täglichen GNSS Koordinaten Monatswerte berechnet. Zum anderen wird der Referenzrahmen der Schwerefeldlösungen ins Center of Figure transformiert. Unter der Voraussetzung der einheitlichen Berücksichtigung der atmosphärischen und ozeanischen Auflasteffekte werden aus den jeweiligen modifizierten Beobachtungen vertikale Deformationsbewegungen bestimmt. Die Gewichte der GRACE Beobachtungen werden aus den Genauigkeitsangaben der Kugelfunktionskoeffizienten und der Anzahl der eingehenden Tage in einer Monatslösung berechnet. Die GNSS Gewichte werden mit den theoretischen Standardabweichungen einer statischen Messung für die vertikale Komponente und der Datenquote bestimmt. Mit diesem Ansatz der Datenintegration werden Änderungsraten von 1,8 mm/a bis 15,5 mm/a erzielt. Der mittlere integrierte Trend beträgt 5,7 mm/a und liegt damit mittig zwischen den Werten von GRACE mit 3,0 mm/a und GNSS mit 8,1 mm/a. Die Zeitreihen der GRACE und GNSS Beobachtungen sowie das Ergebnis der Datenintegration mit den gewichteten Beobachtungen sind für die südöstliche Station HEL2 in der Abbildung sichtbar.

**GRAPHENBASIERTE SEQUENZANALYSE ZUR FAHRZEUG-LOKALISIERUNG (ANNE PONICK, BETREUER: ALEXANDER SCHLICHTING, UDO FEUERHAKE)**

In dieser Bachelorarbeit wird eine die Weiterentwicklung des in Schlichting und Feuerhake (2018) entwickelten Algorithmus zur absoluten Positionierung ohne GNSS-Signale mittels Laserscanning erarbeitet. Dabei wird während der Fahrt eine Sequenz von Scans aufgenommen, die anschließend mit einer vorher aufgenommenen Referenz verglichen wird; in dieser die beste Übereinstimmung gesucht und dadurch die Position ermittelt. Nachdem im bisherigen Algorithmus die zu bestimmende Trajektorie zuvor auch exakt als Referenztrajektorie abgefahren sein muss, wird in dieser Arbeit die Größe der Referenz dadurch reduziert, dass die Referenztrajektorie an den Kreuzungen aufgesplittet wird, damit an Kreuzungen nicht alle Abbiegemöglichkeiten extra abgefahren werden müssen.



**ERGEBNISSE DER LOKALISIERUNGSGENAUIGKEIT IM TESTGEBIET**

Als Testdatensatz wurde die Oststadt von Hannover gewählt. Die erreichte Vollständigkeit der Positionierung der kompletten Testtrajektorie liegt bei rund 93% mit einer Genauigkeit von 0,95 m. In Kreuzungsbereichen, in denen für die Positionierung ein Aufsplitten nötig war, wird eine Vollständigkeit von rund 86 % mit einer Genauigkeit von 1,64 m erreicht. Ohne die in dieser Arbeit durchgeführte Erweiterung des Algorithmus, ist die Positionierung hinter diesen Kreuzungen falsch.

**SIMULATION VON GPS-TRAJEKTORIEN ALS TRAININGSDATEN FÜR DAS MASCHINELLE LERNEN VON WEGEACHSEN (THORBEN FREITAG, BETREUER: FRANK THIEMANN, PROF. MONIKA SESTER)**

In dieser Arbeit wird ein Algorithmus zur Simulation von realitätsnahen GPS-Trajektorien, als Trainingsdaten für ein Convolutional Neural Network, für den Bewegungsmodus Kraftfahrzeug präsentiert. Dazu wird das Straßennetz aus OpenStreetMap für ein Auswahlgebiet zu einem routingfähigen Graphen aufbereitet. Den verschiedenen Straßentypen werden charakteristische Straßenbreiten und Fahrstreifenanzahlen zugewiesen, aufgrund dessen Hilfsgeometrien für Fahrspuren generiert werden. Für eine realistische Auslastung von verschiedenen Straßentypen wird eine regelbasierte Auswahl von Start- und Zielknoten der Routengenerierung zur anschließenden virtuellen Befahrung verwendet. Durch eine dynamische Kostenberechnung für die Kanten des Graphen, welche die Straßen repräsentieren, wird unter Verwendung des Dijkstra-Algorithmus eine homogenere Verteilung von Trajektorien über das Straßennetz erzielt. Der GPS-Fehler wird als normalverteilt angenommen und durch einen systematischen und einen zufäl-



ligen Anteil auf die Punkte der Trajektorien modelliert. Die Standardabweichungen werden anhand von Untersuchungen kinematischer Positionierungsgenauigkeit mit kostengünstigen GPS-Empfängern aus der Literatur gewählt. Durch die Erfassung der Befahrung von Straßensegmenten werden Referenzstraßen, unter Anwendung eines Schwellwertes für die jeweilige Befahrung, aus dem Straßennetz selektiert.



SIMULIERTE TRAJEKTORIEN

Aus den simulierten Trajektorien wird für das Training eines vorgestellten Convolutional Neural Network eine Dichtekarte erzeugt. Diese wird mit den Referenzstraßen als Ground-Truth zum Lernen des Klassifikators verwendet. Der Klassifikator wird mit verschiedenen Datensätzen trainiert und jeweils zum Vergleich auf weitere Datensätze angewendet. Die Klassifikation wird optisch und anhand von Evaluierungsmaßen der binären Klassifikation beurteilt.

## MASTERARBEITEN

### UNTERSUCHUNG VON KOOPERATION IN DER PARKPLATZSUCHE ANHAND EINER MIKROSKOPISCHEN VERKEHRSSIMULATION (JANEK SCHÖNWETTER, BETREUER: CHRISTIAN KOETSIER)

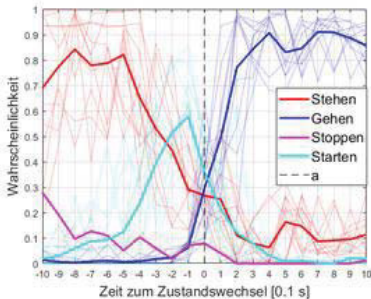
In innerstädtischen Bereichen und in dicht besiedelten Wohngebieten ist die Suche nach einem freien Parkplatz oft mit einem hohen Zeitaufwand verbunden. Die mangelnde Kenntnis über die Parkplatzverfügbarkeit führt zu langen Suchzeiten und zusätzlichem Verkehr auf den Straßen. Neue Kommunikationstechnologien ermöglichen den Austausch von aktuellen Informationen zwischen den Fahrzeugen. Durch Kommunikation von aktueller Position, der geplanten Route und dem Zielort können Fahrer bei ihrer Parkplatzsuche unterstützt werden.

In der Arbeit wird untersucht, wie sich eine Kooperation während der Parkplatzsuche auf die Such- und Gesamtzeiten auswirkt. Unter Verwendung einer mikroskopischen Verkehrssimulation wird der Einfluss einer zentralen Koordinierung der Fahrer bei der Parkplatzsuche analysiert. Ohne Kenntnis über die tatsächliche Position und Verfügbarkeit von Parkplätzen werden Fahrzeuge durch das Straßennetz geleitet, um die Möglichkeit auf einen freien Parkplatz zu erhöhen. Durch einen modellierten Mischverkehr, bestehend aus kooperierenden und nicht-kooperierenden Fahrzeugen, wird eine Koordinierung der kooperierenden Fahrer beeinflusst.

Der Austausch von Positions- und Routeninformationen mit einer zentralen Instanz kann die Suchzeit bis zu 35 % reduzieren. Dabei sind die Anzahl der verfügbaren Parkplätze, die Menge an kooperierenden Fahrern sowie das Straßennetz entscheidende Einflussfaktoren auf die Suchzeiten. Sind viele Parkplätze verfügbar, hat eine Kooperation der Fahrer nur geringe Auswirkungen. Eine Kooperation führt vor allem bei geringer Parkplatzverfügbarkeit und hoher Kooperationsbereitschaft zu einer Suchzeitverminderung. Die angewandte Routenbestimmung führt jedoch, in den meisten untersuchten Fällen, zu einer längeren Gesamtzeit für kooperierende Fahrer.

LASERSCANNER-BASIERTE PRÄDIKTION VON PASSANTENBEWEGUNGEN DURCH FILTERUNG UND KLASSIFIKATION DER KÖRPERHALTUNG (MATTHIAS FAHRLAND, BETREUER: STEFFEN BUSCH, PROF. CLAUS BRENNER)

Fußgänger stellen eine besonders verletzliche Gruppe von Verkehrsteilnehmern dar und machen in europäischen Ländern bis zu einem Viertel der Verkehrstoten aus. Diesbezüglich ist das Ziel dieser Arbeit die Entwicklung eines Algorithmus, der die Sicherheit von Fußgängern im Straßenverkehr erhöht. Dazu sollen zur Vermeidung von Kollisionen zukünftige Positionen von Fußgängern vorhergesagt werden. Datengrundlage dieser Vorhersage



bilden die Punktwolken der Passanten, die von Laserscannern, montiert auf einem Auto, aufgenommen wurden. Bearbeitet wurde das Thema bei der Ingenieursgesellschaft Auto und Verkehr (IAV).

Zur Prädiktion der Fußgängerbewegungen wird die Position, die Geschwindigkeit und die Beschleunigung über ein Interacting Multiple Model Kalman Filter (IMM) geschätzt. Dieses stellt eine Erweiterung des herkömmlichen Kalman Filters dar und nähert den Zustand eines Objektes anhand mehrerer Bewegungsmodelle an. Die um-

gesetzten Bewegungsmodelle repräsentieren dabei die verschiedenen Bewegungszustände des Objektes und sind hier das:

- Modell der konstanten Position (CP) zur Modellierung des Stehens
- Modell der konstanten Geschwindigkeit (CV) zur Modellierung des Gehens
- Modell der konstanten Beschleunigung (CA) zur Modellierung von Wechseln (Starten, Stoppen)

Durch die Gewichtung der Modelle wird abschließend der gefilterte Zustand bestimmt.

LERNEN TYPISCHER PARKPLATZBELEGUNGSMUSTER ANHAND VON KARTENDATEN (LUKAS HYNEK, BETREUER: FABIAN BOCK, PROF. CLAUS BRENNER)

Zur Vorhersage zukünftiger Informationen über verfügbare Parkplätze werden in intelligenten Transportsystemen, wie beispielsweise Navigationsgeräten, unter anderem historische Daten über den Verlauf der Parkplatzbelegung verwendet. In dieser Arbeit wird untersucht, inwieweit solche Tagesverläufe mit der Hilfe von Kartendaten, wie z. B. Points of Interest, und der Verwendung von Methoden des Maschinellen Lernens vorhergesagt werden können. Dazu werden tatsächliche Belegungsdaten aus Hannover und aus San Francisco verwendet. Die Kartendaten werden sowohl aus OpenStreetMap, als auch aus Yelp gewonnen. Weiterhin werden unterschiedliche Varianten zur Implementierung der Kartendaten in das Maschinelle Lernen getestet, als auch die Relevanz der einzelnen Merkmale untersucht. Die hier verwendeten Methoden des Maschinellen Lernens sind ein Neuronales Netz, ein Regressionsbaum und eine Support Vector Machine.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Vorhersage der Tagesverläufe, mit den untersuchten Methoden des Maschinellen Lernens und den verwendeten

Kartendaten, keine sinnvollen und gleichzeitig besseren Ergebnisse liefert, als die Erzeugung eines mittleren Tagesverlaufs über alle betrachteten Straßenabschnitte. Vermutete Ursachen hierfür sind unter anderem die möglicherweise für das Maschinelle Lernen zu kleinen Datensätze über die Parkplatzbelegung oder der eventuell nicht ausreichend große Zusammenhang zwischen den verwendeten Kartendaten und den Tagesverläufen der Parkplatzbelegung.

DEEP LEARNING FOR FLOOD RELEVANT IMAGES AND TEXTS FROM SOCIAL MEDIA (SERGIY SHEBOTNOV, BETREUER: YU FENG, PROF. CLAUDIUS BRENNER)

Floods are among Earth's most common and most destructive natural hazards. This work explores the idea of utilizing user-generated information from social media to recognize early signs of flood relevant events. The goal of this work lies in the development and implementation of a Deep Learning solution with the ability to detect the presence of flood relevant events from user-generated images and texts.

For this task, convolutional neural network and recurrent neural network models are combined into single multimodal neural network model to be used for classification. Both single models make use of transfer learning to improve performance. For images, pre-trained convolutional neural network is reused for this task. For text, pre-trained word embeddings are used to help with text classification. Additionally, hyperparameter tuning is performed on the RNN model to find optimal values of model parameters. All models are evaluated on the MediaEval 2017 and 2018 dataset and compared with other participating groups or individuals. For the most part, all proposed models show competitive or adequate results.

Overall it can be concluded, that using visual and textual information from social media to identify flood relevant events is possible with a relatively high degree of accuracy to make it useful for emergency monitoring.

ADDING LANDMARKS TO MAPS USING A GRAPH-BASED APPROACH (LARS RUMBERG, BETREUER: DANIEL WILBERS (VW), PROF. TOBIAS ORTMAIER, PROF. CLAUDIUS BRENNER)

Die zunehmende Automatisierung von Fahrfunktionen und erweiterte Komfortfunktionen sind aktueller Bestandteil der Automobilforschung. Eine der wesentlichen Voraussetzungen für viele zukünftige Funktionen, wie das automatisierte Fahren, ist die genaue Kenntnis der aktuellen Fahrzeugpose. Hierfür gibt es unterschiedliche Lokalisierungsmethoden. Wird eine Karte benutzt, welche auf Landmarken basiert, so stellt sich die Aufgabe, diese Landmarken auf Grundlage der Messungen zu aktualisieren.

In der Robotik-Literatur haben sich hierfür insbesondere sogenannte Graph-basierte SLAM Verfahren etabliert, welche — ähnlich wie die Bündelblockausgleichung — alle Landmarken und Fahrzeugpositionen simultan schätzen. Weil die Zahl der Beobachtungen im Realbetrieb jedoch unbegrenzt zunimmt, können diese Methoden nicht angewendet werden. Am anderen Ende des Spektrums stehen Filtermethoden, welche lediglich einen aktuellen Zustand schätzen. Diese unterliegen der Problematik, dass zurückliegende Beobachtungen marginalisiert werden müssen, wodurch insbesondere Linearisierungsfehler zum Tragen kommen.

Die Masterarbeit untersucht ein Verfahren, welches zwischen diesen beiden Extremen angesiedelt ist. Indem ein graph-basierter Sliding-Window Ansatz verwendet wird, können bessere Ergebnisse als mit Filtern erzielt werden, zugleich kann jedoch die Größe des Optimierungsproblems begrenzt und sogar dynamisch an die verfügbare Rechenzeit angepasst werden.

**TRAFFIC-SIGN RECOGNITION FROM STREET-LEVEL PHOTOS: A DEEP LEARNING APPROACH: (QIFA BAO (M.SC. OPTICAL TECHNOLOGY), BETREUER: PROF. BERNHARD ROTH, PROF. MONIKA SESTER, STEFANIA ZOURLIDOU)**

The scope of this thesis is the recognition of traffic-signs from street-level images. A state-of-the-art deep learning detection algorithm is used, the Single Shot Multi-box detector (SSD) and within the thesis its performance is validated experimentally by examining different training strategies, modifying the structure of the model



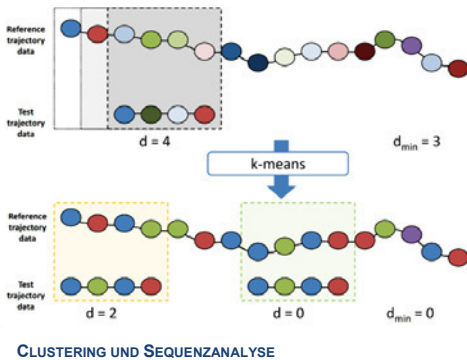
**TRAFFIC SIGN RECOGNIZED BY DEEP LEARNING METHOD**

and tuning the default bounding boxes as well as other hyperparameters. The final trained model achieves recognition of two kinds of traffic signs: the 'stop' and the 'pedestrian crossing' sign, with a mean average precision up to 85.90% mAP, testing on a subset randomly chosen from the LISA dataset. Moreover, it is discussed how such a model can be adapted

for recognizing traffic signs from crowd-source imagery platforms, such as Mapillary, where images have different properties (e.g. resolution, size and type) and often exhibit barrel distortion.

**VERWENDUNG EINES AUTOMOTIVE-LASERSCANNERS ZUR GLOBALEN POSITIONSBESTIMMUNG (FELIX MATTHES, BETREUER: ALEXANDER SCHLICHTING, PROF. CLAUS BRENNER)**

Vor dem Hintergrund der globalen Lokalisierung wird in der Arbeit eine Möglichkeit vorgestellt, eine Positionsbestimmung anhand der Umgebungsmerkmale durchzuführen. Es werden Punktwolken von Straßenabschnitten in urbanem Gebiet verwendet. Dabei werden unter Anwendung eines neuronalen Netzes Merkmale aus der Umgebung extrahiert. Mit Hilfe einer Einteilung der Merkmale in verschiedene Klassen wird ein Streckenabschnitt als Sequenz von Merkmalen dargestellt. Durch den Vergleich mit einer Referenztrajektorie, welche ebenfalls über klassifizierte Merkmale verfügt, wird die aktuelle Position anhand der größten Übereinstimmung gefunden. Im

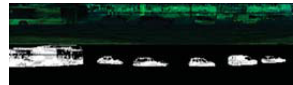


Vordergrund stehen die Größe des zu verwendenden Merkmalsvektors, die Anzahl der Klassen und die Sequenzlänge, welche für eine erfolgreiche Positionierung nötig sind.

Im Experiment ergibt sich eine Zuordnung der richtigen Position von 95 %. Um dies zu erreichen, wurde ein Merkmalsvektor von 30, eine Klassenanzahl von 100 und eine Sequenzlänge von 200 eingesetzt. Dabei wurden zwei Trajektorien verwendet, die an unterschiedlichen Tagen aufgenommen wurden.

### TRACKING VON VERKEHRSTEILNEHMERN MIT LiDAR (TIM FLASBARTH, BETREUER: STEFFEN BUSCH, PRÜFER: PROF. CLAUS BRENNER)

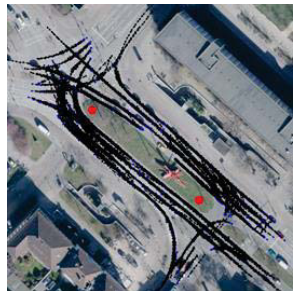
Autonome Fahrzeuge navigieren auf der Basis von spurgenaue Karten. Diese Karten zu erstellen und zu pflegen ist mit einem hohen Aufwand verbunden. Diese Arbeit ist Teil des Automatisierungsprozesses, um aus Daten des täglichen Verkehrs spurgenaue Karten zu erstellen. Im Rahmen der Arbeit wurde das Verhalten der Verkehrsteilnehmer in einem komplexen Kreuzungsszenario verfolgt. Es wurden 6 Kreuzungen in Hannover mittels statischen 3D LiDAR-Scans mit 10Hz vermessen, um Trainingsdaten für ein neuronales Netz zu erstellen. Die Scans wurden in Bilder mit Tiefen- und Intensitätsinformation transformiert und die Fahrzeuge auf den Spuren wurden automatisch durch das Entfernen der Straßenebene extrahiert (Abb. 1). Anschließend wurde ein neuronales Netz trainiert, um die Detektion von Fahrzeugen zukünftig auch in mobilen LiDAR-Scans zu ermöglichen. Aus den Segmenten der Detektion wurden Fahrzeugposen unter Verwendung eines Active Shape Models berechnet (Abb. 2) und unter der Verwendung von Partikel- und Extended Kalman Filter verfolgt. Jede detektierte Fahrzeugpose wurde mittels eines Fahrradmodells präzisiert, um anschließend die Detektionen des nächsten Zeitschritts zuzuordnen. Die Zuordnung wurde mit der Ungarischen Methode umgesetzt und verschiedene Distanzkriterien wurden untersucht. Die stabilste Verfolgung der Fahrzeuge konnte durch einen Partikelfilter und eine Zuordnung zur nächsten Prädiktion via euklidischer Distanz erreicht werden (Abb. 3).



OBEN: BILD MIT TIEFEN-(GRÜN) UND INTENSITÄTSWERTEN (BLAU).  
UNTEN: MARKIERTE FAHRZEUG-PIXEL



DETEKTIERTE ACTIVE SHAPE MODELLE



KÖNIGSWORTHER PLATZ MIT TRAJEKTORIEN

## BACHELORARBEITEN

## UNTERSUCHUNG VON VERFAHREN ZUR QUALITÄTSKONTROLLE VON 3D-DRUCKEN (LARS PETER, BETREUER: MANFRED WIGGENHAGEN)

3D-Drucker gewinnen im professionellen und neuerdings auch im Amateurbereich zunehmend an Bedeutung. Durch das Erkalten des Materials nach dem schichtweisen Aufbau der Modelle können sich Deformationen ergeben, die innerhalb der anschließenden dreidimensionalen Qualitätskontrolle gemessen werden sollen. Diese Kontrolle kann mit drei verschiedenen Verfahren durchgeführt werden. Über die photogrammetrische Mehrbildtriangulation, über die Mehrbildtriangulation mit Projektion einer zusätzlichen Textur auf die Oberfläche und mit einem kommerziellen Streifenmesssystem basierend auf zwei Kameras und einem Beamer. Für praktische Anwendungen ist es wichtig zu wissen, ob die ersten beiden genannten Verfahren hinsichtlich ihrer Genauigkeit mit dem Streifenmesssystem konkurrieren können und zur Qualitätskontrolle geeignet sind. Bei den Untersuchungen wurden die photogrammetrisch rekonstruierten Punktwolken gegen das CAD-Modell geprüft. Es wurde gezeigt dass die Verfahren ohne Streifenmesssystem für Qualitätskontrollen im Bereich von +/- 1 mm ausreichend sind. Für höhere Auflösungen und Genauigkeiten besser als +/- 0.1 mm ist z. B. auf das Streifenmesssystem GOM ATOS CORE 500 zurückzugreifen.

## UNTERSUCHUNG DER MÖGLICHKEITEN ZUR KAMERAKALIBRIERUNG IN DER „AGISOFT“-SOFTWARE (SABRIEN SERHAN, BETREUER: MANFRED WIGGENHAGEN)

Die Programme Agisoft Lens und Photoscan der Firma Agisoft ermöglichen die Kalibrierung von Kameras über eine Testfeldkalibrierung vor dem Projekt und als Simultankalibrierung aus den Aufnahmen innerhalb des Bündelausgleichungsprojektes. In dieser Arbeit sollte untersucht werden, wie aussagekräftig die in der Kalibrierung bestimmten Parameter der Inneren Orientierung sind und wie zuverlässig die Parameter innerhalb der zwei Softwarelösungen bestimmt werden. Ziel und Motivation dieser Arbeit war die Untersuchung der Möglichkeiten zur Kamerakalibrierung in der Kalibrierungssoftware und die Bewertung dieser Verfahren und der eingesetzten Objekte. Es wurde gezeigt, dass bei ausreichend gut texturierter Oberfläche und einer hohen Anzahl an Messbildern die Simultankalibrierung eine Laborkalibrierung ersetzen kann. In jedem Fall liefern Projekte mit vorkalibrierter Kamera (Gute Näherungswerte) bessere Ergebnisse als reine Kamerakalibrierungen aus dem Projekt heraus.

## MASTERARBEITEN

INVESTIGATIONS ON IMPROVING THE CLASSIFICATION OF LAND COVER BASED ON CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS (DEYU ZHANG, BETREUER: CHUN YANG, FRANZ ROTTENSTEINER/JÖRN OSTERMANN (TNT))

Classification of land cover is a standard task in remote sensing, in which each image pixel is assigned a class label indicating the physical material of the object surface (e.g. grass, asphalt). This task is challenging due to the heterogeneous appearance and high intra-class variance of objects. Recent work trying to solve this task has focused on convolutional neural network (CNN), delivering considerably better results than traditional classifiers such as Random Forests, whereas such classifiers use hand-crafted features as input. CNN provide a framework in which these features can be learned from training data. In this master thesis, a baseline CNN based on encoder-decoder structure with promising performance is given. The student need investigate how to improve its performance further. Totally speaking, there are two methods: the first one is based on hard-negative mining which identifies pixels that are hard to classify. Subsequently, these hard pixels are either retrained in the same model by emphasizing their impact in the loss function or trained by a patch-based CNN model. The second method is to incorporate prior knowledge about object boundaries into the CNN model, where the object boundary information needs to be extracted from the ground truth labels. A modification of the structure of the baseline CNN is required.

UNTERSUCHUNG EINER METHODE ZUR INTEGRIERTEN BÜNDELAUSGLEICHUNG VON UAV-AUFNAHMEN UND GENERALISIERTEN 3D-STADTMODELLEN (UWE BREITKOPF, BETREUER: JAKOB UNGER, FRANZ ROTTENSTEINER)

Es wurde eine Methode untersucht, bei der die Schätzung von Bildposen und Objektpunkten durch die Integration von Passinformation aus einem generalisierten 3D-Stadtmodell in einer Bündelausgleichung verbessert wird. Die Bilder stammen von Aufnahmen einer monokularen Kamera an einem UAV (Unmanned Aerial Vehicle), welches zwischen Gebäuden fliegt. Die Kamera ist dabei seitlich zur Flugrichtung ausgerichtet, so dass meist Gebäudefassaden oder Teile der Dächer sichtbar sind.

Die Passinformation aus dem Modell wird in Form von fiktiven Beobachtungen in eine Bündelausgleichung integriert. Die Art der Zuordnung photogrammetrisch rekonstruierter Punkte zu Gebäudeebenen, welche Generalisierungseffekten unterliegen, ist ein zentraler Teil des untersuchten Ansatzes.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Netz aus signalisierten Kontrollpunkten auf dem LUH-Campus angelegt und für die Evaluierung der Methode genutzt. Die Messung der Sollkoordinaten der Kontrollpunkte wurde von Mitarbeitern des GIH durchgeführt. Für die Untersuchungen wurde mit einem UAV eine Bildsequenz als Datensatz im Testgebiet erfasst. Für die Evaluierung wurde die Methode um die Möglichkeit erweitert, Bildkoordinaten der extern gemessenen Kontrollpunkte in die Ausgleichung einzuführen, um die ausgeglichenen Koordinaten der Passpunkte mit den Sollkoordinaten zu vergleichen.



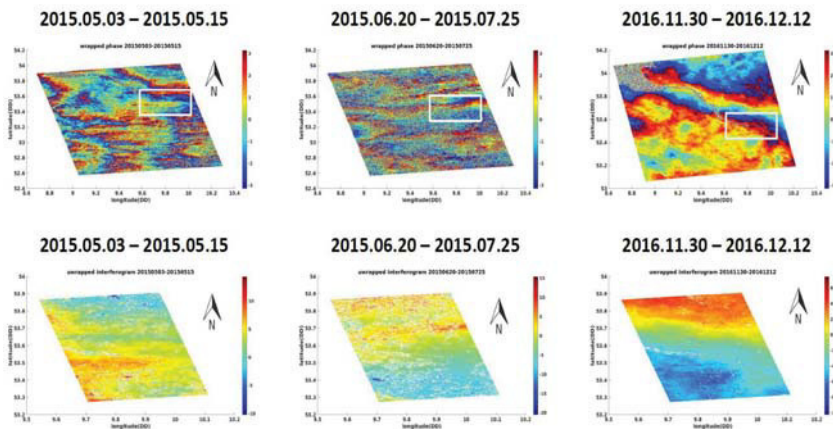


Die mit der Methode erzeugten Ergebnisse zeigen, dass die Genauigkeit der geschätzten Kontrollpunkte im Dezimeterbereich liegt. Das ist eine deutliche Verbesserung gegenüber einer Variante, die nur GNSS zur Positionierung nutzt. Hier lag die Genauigkeit an den Kontrollpunkten im Meterbereich.

**AUFSICHT DER TRAJEKTORIE DES UAV (ROT ANFANG UND GELB ENDE DER SEQUENZ), MIT DEM 3D-GEBÄUDEMODELL (GRAU) UND ZUGEORDNETEN OBJEKTPUNKTEN EINGEFÄRBT JE NACH GEBÄUDEEBENE.**

#### THE APPLICATION OF MULTI-TEMPORAL INSAR ANALYSIS FOR SUBSIDENCE MONITORING (MAHSA BASHI, BETREUER: SANAZ VAJEDIAN, PROF. MAHDI MOTAGH)

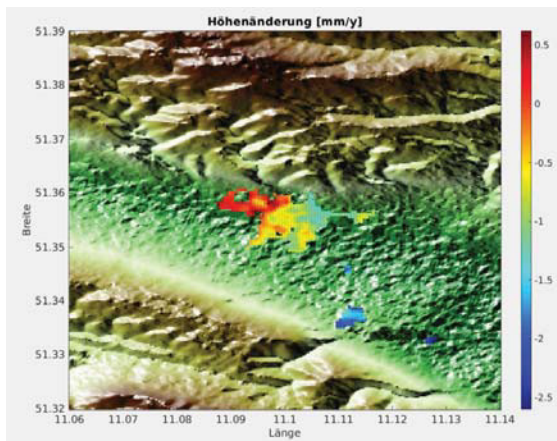
The master thesis by Mrs. Mahsa Bashi focused on using Sentinel-1 Synthetic Aperture Radar (SAR data) to evaluate ground surface deformation over Groß-Flottbek in Hamburg, Germany. Groß-Flottbek is located in west of Hamburg and is affected by subsidence and sinkhole attributed to salt dissolution at depth. All Sentinel-1 data (85 ascending images and 96 descending images) covering 2015-2108 were analyzed using Small Baseline Subset (SBAS) approach implemented in GMTSAR software. The results suggest relative subsidence rates  $< 3 \text{ mm yr}^{-1}$  in the region. Atmospheric artifacts caused by changes in water vapor at the time of SAR image acquisitions was the major source of error for deriving precise ground surface deformation map from InSAR technique in in this study.



**EXEMPLARY WRAPPED (UPPER ROW) AND UNWRAPPED (BOTTOM ROW) SENTINEL-1 INTERFEROGRAMS OVER GROß-FLOTTBEK IN HAMBURG.**

LAND SUBSIDENCE MONITORING USING TIME SERIES ANALYSIS OF INTERFEROMETRIC SYNTHETIC APERTURE RADAR (INSAR) (ROBERT SCHUMANN, BETREUER: SANAZ VAJEDIAN, PROF. MAHDI MOTAGH)

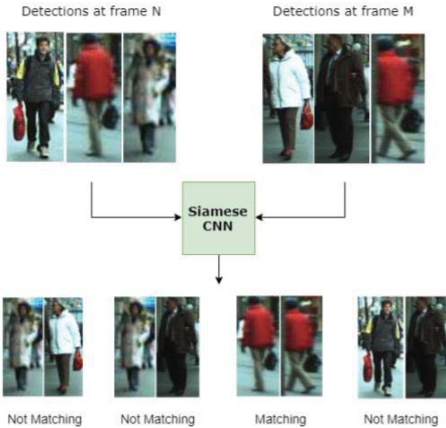
In this master thesis, Mr. Schumann evaluated the capability of Sentinel-1 to monitor sinkhole-induced subsidence in Bad Frankenhausen, Germany. He used two years of C-band SAR data from Sentinel-1 in both ascending and descending orbits and processed them using multi-temporal InSAR technique. The ascending and descending results were compared with each other and further analysed to separate vertical motion from the horizontal one. The results showed very good distribution of InSAR measurement points in the urban area of Bad Frankenhausen. No significant motion was found in the city except for a small area in the northeast, where InSAR-derived deformation map indicates subsidence with rates up to 1.4 mm/yr. The direct comparison between InSAR and GPS observations in main subsidence area of Bad Frankenhausen was not possible due to the lack of InSAR measurement points. The reason was attributed to the temporal decorrelation caused by dense vegetation there. To overcome this problem, Mr. Schumann suggested that Corner Reflectors (CR) need to be installed close to GPS stations in Bad Frankenhausen to improve the monitoring capability of Sentinel-1 sensor for ground motion analysis.



2015-2017 AVERAGE SUBSIDENCE RATE IN BAD FRANKENHAUSEN AREA OBTAINED BY MULTI-TEMPORAL INSAR ANALYSIS OF SENTINEL-1 DATA.

## INVESTIGATIONS ON APPEARANCE-BASED PERSON RE-IDENTIFICATION FOR PEDESTRIAN TRACKING IN IMAGE SEQUENCES (YANTING LIU, BETREUER: UYEN NGUYEN, FRANZ ROTTENSTEINER)

In this master thesis, Ms Liu proposed Siamese Convolutional Neural Networks (SCNNs) to solve the problem of person re-identification (Re-Id) for pedestrian tracking in image sequences. The networks were designed as



### PERSON RE-IDENTIFICATION BASED ON SIAMESE CNNs.

end-to-end learning models which can determine two input images whether they belong to the same person or not by comparing their visual similarity. Res-Net-50 was applied to extract high-level discriminative representation for pedestrian image. For the computation of a similarity score between feature vectors, two different approaches were investigated. The first approach treats person matching as a binary classification task and a classifier is trained accordingly, optimizing the cross-entropy loss function. The second approach uses the Euclidean distance of feature vectors and trains the networks such that matching feature vectors receive a low distance and other vectors receive a large one. Experiments are

conducted for several benchmark datasets. The experiments show that the first approach based on binary classification achieves the best accuracy, between 73.6% and 94.6%, depending on the dataset.

## UNTERSUCHUNG EINES GENERATIVEN KLASSIFIKATORS FÜR DOMAIN ADAPTATION PROBLEME (SIMONE GÖRLER, BETREUER: ANDREAS PAUL, FRANZ ROTTENSTEINER)

Die automatische Extraktion von topographischen Objekten aus Luftbildern ist ein wichtiges Thema im Bereich der Photogrammetrie. Um aus den Bild-daten semantische Information ableiten zu können, müssen sie zunächst klassifiziert werden. Aufgrund der Tatsache, dass die Generierung und Bereitstellung von Trainingsdaten für klassische, überwachte Klassifikations-verfahren mit hohem Aufwand verbunden ist, sind die Techniken zu deren Reduktion von hoher wirtschaftlicher Relevanz. Die Ansätze aus dem Bereich der Domain Adaptation (DA) versuchen hier Abhilfe zu schaffen, indem ein anhand eines vorgegebenen Datensatzes, die sogenannte Ausgangsdomäne, trainierter Klassifikator ohne zusätzliche Trainingsdaten auf einen neuen Datensatz, die sogenannten Zieldomäne, übertragen wird.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein generativer Ansatz auf Basis von Gauß-schen Mischmodellen (GMM) in verschiedenen Ausführungen für Domain Adaption untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass die Klassifikations-ergebnisse auf der Zieldomäne nur mit Hilfe von gelabelten Daten aus der Quelldomäne verbessert werden können.

DEEP LEARNING FOR THE ANALYSIS OF IMAGES OF SILK FABRICS FOR APPLICATIONS IN THE HISTORY OF ARTS (MAREIKE DOROZYNSKI, BETREUER: DENNIS WITTICH, FRANZ ROTTENSTEINER)

In dieser Masterarbeit wird die Epochen-Klassifikation von Seidenstoffbildern für kunsthistorische Anwendungen untersucht, um eine einheitliche Labelung von Sammlungen zur Verfügung stellen zu können. Solch eine Organisation von Kunstwerken ist bedeutend, da eine zeitliche Einordnung nicht für alle Werke vorhanden ist. Außerdem sind die bereits existierenden Beschreibungen sehr heterogen, sodass eine Indizierung aufwändig wäre. Da eine manuelle Analyse aller Bilder mühsam wäre, ist die Entwicklung einer automatisierten Methode zur Ableitung inhaltlicher Informationen von besonderem Interesse.

Zu diesem Zweck wird ein Convolutional Neuronal Network (CNN) gelernt, um die Epoche präzisieren zu können. Da der von der Weberei der Familie Garin zur Verfügung gestellte Datensatz verhältnismäßig klein ist, wird eine vortrainierte Netzwerkarchitektur für die neue Aufgabe adaptiert. Dabei wird die Merkmalsextraktion vollständig übernommen und eine darauf folgende Schicht für die Klassifikation neu gelernt. Die vortrainierten Netzwerkarchitekturen wurden für semantisch stark abweichende Klassen genutzt, weshalb in dieser Arbeit unterschiedliche Architekturen getestet werden.

Um möglichst viele Daten im Training zu nutzen, werden synthetische Samples mittels Augmentierungen eingeführt und deren Einfluss auf die Klassifikationsergebnisse untersucht. Da die vorhandenen Daten sich nicht vollständig in disjunkte Klassen einteilen lassen, wird zudem eine Verlustfunktion für die Berücksichtigung von Bildern mit überlappenden Klassenlabels im Training entwickelt. Somit kann ein größerer Anteil der verfügbaren Daten genutzt werden.

Aufgrund der geringen Menge an Daten, wird eine 10-fache Kreuzvalidierung zur Ermittlung der Qualitätsmaße durchgeführt. Somit kann unter Verwendung der am besten geeigneten Netzwerkarchitektur für die Merkmalsextraktion eine Gesamtgenauigkeit von 67,4% erreicht werden. Durch unterschiedliche Konfigurationen von Augmentierungen der Daten kann die Genauigkeit auf bis zu 71,9% erhöht werden. Mittles der neu eingeführten Hierarchischen Softmax Kreuzentropie als Verlustfunktion werden 73,7% der Samples dem richtigen Klassenlabel zugeordnet.

## EXKURSIONEN

### GRÖßE GEODÄTISCHE EXKURSION - SKANDINAVIEN

Die Reise wurde dieses Jahr hauptverantwortlich durch das GIH (Jörn Bannert) geplant.

#### MONTAG, 08. OKTOBER 2018, BURG AUF FEHMARN

##### FEHMARN-BELT-TUNNEL

Der Fehmarn-Belt-Tunnel ist ein Ingenieursprojekt mit dem Ziel, die deutsche Insel Fehmarn und die dänische Insel Lolland durch einen Tunnel zu verbinden. Dieses Projekt ist Teil des transeuropäischen Transportnetzwerkes TEN-T, das eine durchgehende Verkehrsverbindung von Skandinavien bis in den Süden Italiens ermöglichen soll. Durch den Tunnel wird dieses Netzwerk vervollständigt.

Mit den Planungsarbeiten und der Schaffung der rechtlichen Voraussetzungen wurde bereits vor einigen Jahren begonnen. Der Baubeginn wird jedoch durch den Widerstand der Bevölkerung auf deutscher Seite verzögert. Sollte die für Ende des Jahres 2018 erwartete gerichtliche Entscheidung positiv ausfallen, wird mit einem Verfahren in zweiter Instanz gerechnet. Mit einem Baubeginn wird frühestens 2020 gerechnet.

Die eigentliche Bauzeit wird auf achteinhalb Jahre geschätzt. Durch die Verbindung wird sich die Reisezeit zwischen Hamburg und Kopenhagen auf zweieinhalb Stunden verkürzen, was einem Zeitvorteil von zwei Stunden im Vergleich zur Fähre entspricht. Der Tunnel wird mit 18 km Länge der längste im Meer liegende Tunnel mit separaten Röhren für Schienen- und Straßenverkehr sein. Die Realisierung des Tunnels wird als Absenktunnel erfolgen. Dieser soll aus 79 Einzelelementen bestehen, die in einer Rinne auf dem Meeresboden positioniert werden. Um die Konstruktion zu schützen und die Umweltbedingungen wiederherzustellen, soll der Tunnel anschließend wieder mit dem örtlichen Meeresbodenmaterial bedeckt werden.

Die einzelnen Elemente haben eine Größe von 217 x 43 x 9 m. Um die regelmäßige Wartung zu ermöglichen, werden zehn Spezialelemente eingesetzt. Der Unterschied zu den Standardelementen ist am Querschnitt zu erkennen: Die Standardelemente bestehen aus jeweils zwei Röhren für den Straßen- und Bahnverkehr und einer separaten Röhre als Notausgang. Aus Sicherheitsgründen werden alle 100 m Türen für den Durchgang platziert. Die Spezialelemente hingegen haben einen zusätzlichen Raum unterhalb der Fahrbahnen für die Wartung.

Zur Herstellung der Tunnelemente wird eigens dafür eine Fabrik auf dänischer Seite gebaut. Von dort aus werden die fertigen Tunnelemente mit Schleppern an ihre Position gebracht. Zur Absenkung der Elemente in den vorbereiteten Graben werden Ballasttanks mit Wasser gefüllt. Die Verbindung der Elemente in Längsrichtung erfolgt durch den Wasserdruck.

Die Arbeiten für den Absenkvorgang müssen mit höchster Präzision durchgeführt werden. Um diese zu gewährleisten, werden für die Absenkung eines einzelnen Elementes rund 24 Stunden benötigt. Für die Positionierung kommt ein differentielles GNSS-System zum Einsatz, das eigens für die

Konstruktion des Tunnels eingerichtet wurde. Der Bau erfolgt von beiden Seiten aus gleichzeitig, sodass ein hohes Maß an Präzision notwendig ist, um nachträgliche Korrekturen zu vermeiden.

Das Projekt wird vom Dänischen Ministerium für Transport unterstützt und finanziert. Nach der Fertigstellung wird das Ministerium alleiniger Eigentümer. Die Refinanzierung soll über die Einnahmen aus den Mautgebühren erfolgen.

#### DIENSTAG, 09. OKTOBER 2018, ODENSE LEICA NIEDERLASSUNG ODENSE

Am zweiten Tag der geodätischen Exkursion besuchten wir Leica Geosystems Company. Leica Geosystems ist Teil des Konzerns Hexagon und arbeitet an Lösungen und Instrumenten in verschiedenen Bereichen der Geodäsie und Geoinformation und das weltweit. In der Abteilung R&D (Research & Development) wird an innovativen Lösungen für verschiedene industrielle Zwecke geforscht. Einige von diesen wurden uns während des Besuches vorgestellt. Dazu gehörte die Forschung und Entwicklung im Bereich der Maschinensteuerungssysteme.

Die Maschinensteuerungssysteme dienen dazu, mithilfe von Positionierungsverfahren die Erdarbeiten genauer durchzuführen. Die Maschinensteuerungssysteme ermöglichen es dabei, eine höhere Effizienz und Genauigkeit zu erreichen und somit Material- und Personalkosten zu sparen.



BAGGER MIT MASCHINENSTEUERUNGSSYSTEM

Leica hat verschiedene Produkte, wie beispielsweise iCON iGG2 – 2D und iCON iGG3 – 3D entwickelt, welche Softwarelösungen sind, die in „Bulldozern, Baggern und Planierraupen“ implementiert werden können, um diese Maschinen während der Erdarbeiten zu steuern. Zum Beispiel steuert diese Software Tiefe, Breite und Dicke von Basis und Unterbasis im Straßenbau. Dabei wird in Echtzeit der Untergrund gemessen auf dem gearbeitet wird und diese Ergebnisse mit einer Entwurfskarte die zuvor importiert wurde verglichen. Die

folgenden Abbildungen zeigen Maschinen, in denen diese Software implementiert ist.

Des Weiteren wurde uns in einem Vortrag beschrieben, wie die Volumenschätzung entwickelt wurde. Die Volumenschätzung in Echtzeit ist eine Lösung, die die Forschungs- und Entwicklungsabteilung von Leica Geosystems erarbeitet und entwickelt hat. Bei dieser Lösung wird ein Messsensor am Bagger angebracht und dieser Sensor misst Bodenkoordinaten mithilfe von GNSS. Das auf dem Bagger implementierte Panel vergleicht dann die Koordinaten mit der Entwurfskarte und schätzt das ausgehobene Bodenvolumen.



Leica bietet auch Software an, die in Maschinen implementiert ist, die in Skigebieten zum Schneemanagement eingesetzt werden. Diese wird verwendet, um die Schneeverdrängung und den Einsatz von Schneekanonen zu reduzieren. Mit Hilfe der Software Leica ICON alpine kann der Schnee optimal eingesetzt werden und es muss weniger Neuschnee durch Schneekanonen produziert werden. Auf diese Weise kann der Einsatz von Maschinen und Treibstoff, die zur Herstellung der Skipisten benötigt werden, reduziert werden. Diese verwendeten Maschinen sind mit einem GPS-Empfänger und zwei GNSS-Antennen ausgestattet. Um die Schneehöhe unter der Maschine zu kennen, wird ein digitales Geländemodell (DTM) benötigt. Die grundlegende Aufgabe besteht darin, den Höhenunterschied zwischen der Schneeoberfläche und dem Geländemodell zu berechnen.



PLANIERRAUPE MIT MASCHINENSTEUERUNGSSYSTEM

Die Genauigkeit, die erreicht wird, beträgt jedoch bis zu einigen Zentimetern. Dies kann beispielsweise durch die Genauigkeit des GPS oder der Lösung für die Positionierung oder Abmessung der Maschine bedingt sein.

Die Leica-Fertigung konzentriert sich auf das Lean-Prinzip für die Produktion. Das Lean-Prinzip kann angewendet werden, um die Produktion effizienter zu gestalten.

Denn das Ziel bei Lean ist es,

die Verschwendung von Produktionsverfahren entweder zeitlich oder auf andere Weise zu minimieren. Bei Leica wurde daher das Lager so gestaltet, dass die Wege für die Arbeiter aus der Werkstatt möglichst kurz sind. Außerdem befindet sich die Personalabteilung in der Nähe der Werkstatt, um dortige Absprachen schneller treffen zu können.

#### MITTWOCH, 10. OKTOBER 2018, AALBORG DANISH GEODATA AGENCY

Am dritten Tag der Exkursion besuchten wir Aalborg, die bevölkerungsmäßig viertgrößte Stadt Dänemarks. Dort wurde am 1. Januar 2016 die Danish Geodata Agency gegründet, die das Ziel unseres Besuches war. Der Tag begann um 8:00 Uhr mit einer Einführung in die Struktur der Behörde. Die Zuständigkeit liegt nicht nur bei der Grundbucheintragung, sondern auch beim Verkauf, der Produktion und der Entwicklung von Seekarten, nautischen Veröffentlichungen und anderen maritimen Produkten.





BEISPIEL FÜR EINE SEEKARTE

Ein weiterer Mitarbeiter der Behörde aus der Abteilung für Seekarten ging näher auf die technischen Details ein. Die Danish Geodata Agency stellt Karten für dänische Gewässer, der Gewässer um die Färöer und die grönländischen Gewässer bereit, so dass in diesen Gebieten Schiffe mit AIS (Automatic Identification System) Informationen über ihre Position erhalten und ihre Geschwindigkeit der Umgebung anpassen können.

Nach einer kurzen Pause stellte eine weitere Mitarbeiterin uns den Umgang mit Messdaten für die Erstellung eines elektronischen Kartendarstellungs- und Informationssystem vor. Es wurde insbesondere auf das Tiefenverwaltungssystem eingegangen, das hochauflösende Bathymetriedaten sicher speichert sowie die Visualisierung und effiziente Datenbereitstellung ermöglicht. Dieses System hat bereits einen hohen Automatisierungsgrad.

Im letzten Vortrag ging es um das Immobilienkataster und den Datenaustausch zwischen Kataster und Grundbuch. In den letzten Jahren wurde am Aufbau eines einheitlichen Katastersystems, das als Titelsystem organisiert ist, und der Integration verschiedener Informationen gearbeitet. Ziel ist die Schaffung eines öffentlich-privaten Kooperationsmodells, um Änderungen an Grundstücken im Kataster leichter zu kontrollieren, zu genehmigen und zu registrieren.

#### DONNERSTAG, 11. OKTOBER 2018, ONSALA UND TROLLHÄTTAN ONSALA SPACE OBSERVATORY

Am Donnerstagmorgen sind wir von Göteborg nach Onsala zum Space Observatorium gefahren. Zum Einstieg hat Herr Robert Cumming einen kurzen Vortrag zum Einstieg gehalten, bevor wir im zweiten Teil eine Führung zu verschiedenen Radioantennen auf dem Gelände des Space Observatoriums bekommen haben.

Das Space Observatorium, als Teil der Chalmers Universität von Göteborg, ist die nationale Einrichtung für Radioastronomie und stellt die Ausrüstung für Wissenschaftler zur Verfügung, um die Erde und das Universum erforschen zu können. Außerdem wird hier Grundlagenforschung betrieben.

Fragen, die durch die Forschung beantwortet werden sollen sind zum Beispiel die Folgenden: Wie kann Leben im Weltall entstehen? Wie ist Leben auf der Erde entstanden? Dieses lässt sich auf Wasservorkommen in Planeten und Monden zurückführen. Hierfür wird untersucht, was in einem Planeten passiert - da wo Wasser ist, kann auch Leben existieren. Beispielsweise trifft das auf den Saturnmond Enceladus zu. Wie arbeitet das Universum? Hierfür sollen einfache mathematische Beschreibungen genutzt werden. Weiterhin liegt der Fokus auf der Erforschung von Themen, die bisher

nicht verstanden wurden und möglicherweise anfangs auch noch keinen weiteren Nutzen haben werden, aber später möglicherweise hilfreich sind. Wie verhält sich die Erde? Hier wird unter anderem die postglaziale Landhebung, im Vergleich zum Meeresspiegelanstieg, der durch den Klimawandel bedingt ist, untersucht.



**LINKS EIN TWIN TELESKOP VON 2016 IM RUHEMODUS, RECHTS DAS 25 M TELESKOP VON 1963**



**20 M TELESKOP UNTER EINER RADIOWELLEN DURCHLÄSSIGEN SCHUTZSCHICHT (RADOM) VOR UMWELTEINFLÜSSEN. IN BETRIEB SEIT 1976**

Nach dieser kurzen Einführung in die Themen des Space Observatoriums haben wir uns die verschiedenen Teleskope angeschaut.

Zu den vorhandenen Teleskopen gehören ein 25 m Teleskop, welches ein Teil des europäischen Very Long Baseline Interferometry (VLBI) Netzwerkes ist. Dann gibt es ein 20 m Teleskop für kurzweilige Wellenlängen. Und für die neue Generation von VLBI wurden Twin Teleskope gebaut.

Zusätzlich gibt es zwei Low Frequency Array (LOFAR) Messstationen, die die Signale bündeln und somit lange Radiowellen empfangen können (ca. 30 m). Hiermit werden Signale aus ganz Nord-europa abgedeckt.

Ein Projekt, an dem aktuell gearbeitet wird, ist das sogenannte SKA - Square Kilometer Array. Die Antennen werden in Australien und Südafrika aufgestellt und es sind 11 Mitgliedsländer beteiligt (Schweden, Deutschland, Indien, China, uvm.). Ziel ist eine hochauflösende Betrachtung des Universums, welche zu neuen Erkenntnissen hinsichtlich der Entstehung und der Funktionsweise des Universums führen soll.

Darüber hinaus werden Wasserstandsmessungen auf unterschiedliche Weise durchgeführt. Zum einen durch Radar und Laser Messungen senkrecht zur Wasseroberfläche und zum anderen durch das Erzeugen von Blasen und Druckmessungen. Eine weitere Methode findet durch GNSS Messungen statt. Hierfür sind zwei Antennen übereinander installiert, während die eine nach oben zeigt und die andere nach unten. Es wird das direkte Signal und zusätzlich das durch die Wasseroberfläche reflektierte Signal gemessen, um auf den Wasserstand schließen zu können. Weitere Messungen, die durchgeführt werden, sind zum Beispiel gravimetrische Messungen; sie werden für die Bestimmung der postglazialen Landhebung genutzt. Außerdem werden die Atmosphäre und der Wassergehalt in

der Luft bestimmt.

Am Ende waren wir sehr beeindruckt durch die vielen und großen Teleskope, verschiedenen Messstationen und die nette Führung durch Herrn Cumming. Außerdem haben wir einen guten Eindruck über das Space Observatorium in Onsala bekommen.

## OLIDAN HYDRO POWER STATION TROLLHÄTTAN

Das Olidan Wasserkraftwerk befindet sich in der Stadt Trollhättan und gehört Vattenfall (früher Kungliga Vattenfallsstyrelsen, auf Deutsch: Königliche Wasserfallverwaltung), einem schwedischen Staatsunternehmen. Das Kraftwerk ist am Göta Älv, Schwedens längstem Fluss, gelegen, der vom See Vänern bis zur Mündung in Göteborg einen Höhenunterschied von insgesamt 44 Metern – davon allein 32 Meter in Trollhättan - überbrückt. Deshalb wurde dort 1910 Schwedens erstes Wasserkraftwerk eingeweiht. Es ähnelt einer Festung, da man sich gegenüber Norwegen, dem damaligen Vorreiter in puncto Stromerzeugung durch Wasserkraft, behaupten wollte. Zunächst gab es vier Turbinen, doch um den steigenden Energiebedarf decken zu können, wurde das Kraftwerk 1914 um vier und 1921 nochmal um fünf Turbinen erweitert. Von den insgesamt 13 Turbinen sind heute noch 10



WASSERKRAFTWERK OLIDAN, TROLLHÄTTAN

funktionsfähig. Es sind jedoch im Normalfall nicht alle Turbinen gleichzeitig in Betrieb.

Oberhalb des Kraftwerks wird das Flusswasser aufgestaut. Je nach Bedarf kann die Wasserzufuhr zu den einzelnen Turbinen gesteuert werden. Durch jede Turbine können bis zu 40.000 L/s fließen. Der jeweils angeschlossene Generator hat eine Leistung von 10 MW. Das Kraftwerk Olidan hat insgesamt einen Wirkungsgrad von 87 %.

Die Stadt Trollhättan könnte seinen Strombedarf durch das Wasserkraftwerk vollständig decken, der Großteil wird jedoch in das nationale Stromnetz eingespeist.

Das Besucherzentrum von Vattenfall, das auch Führungen durch das Kraftwerk anbietet, ist bei Touristen sehr beliebt. Die größere Attraktion liegt jedoch neben dem Kraftwerk. Da das Flusswasser für das Kraftwerk aufgestaut und umgeleitet wird, liegt das alte Flussbett meistens trocken. In den Sommermonaten werden jedoch regelmäßig um 15 Uhr die Schleusen des Staudamms geöffnet, sodass beeindruckende Wasserfälle zu bestaunen sind.

## FREITAG, 12. OKTOBER 2018, BYRUD SMARAGDMINE VON BYRUD

Smaragde sind die wichtigsten Vertreter der Edelstein-Gruppe der Berylle. Berylle gehören zu den auffälligsten Edelsteinen. Dazu gehören nicht nur Smaragde (Grün), sondern auch Aquamarine (Blau), Morganite (Rosa), Heliodore (Gelb), Bixbite (Rot) und Goshenite (farblos). Seinen Namen erhielt der Smaragd aus dem Französischen vom Wort 'esmeralde', was 'grüner Stein' bedeutet.

In Skandinavien gibt es nur eine Mine, in der Smaragde abgebaut wurden. Diese liegt etwa 60 km von Oslo entfernt und gehört zur Byrud Farm und liegt am Ufer des Sees Mjøsa am Minnesund. Die Farm ist fast 1.200 Jahre alt und damit eine der ältesten Farmen der Region. Die ersten Siedler dort waren Wikinger. Der Name 'Byrud' bedeutet so viel wie 'kultiviertes Land'.

Das Smaragdorkommen wurde erst 1888 entdeckt, als die Töchter der englischen Familie der Astons, die in der Gegend lebten, zum Skifahren an den See kamen. Bald darauf begann der Vater der Astons, Edward Aston, mit dem Bergbau. Um 1900 bewirtschaftete die Norwegian General Exploration Company Ltd. die Mine. Die norwegischen Smaragde wurden zum ersten Mal auf der Weltausstellung 1904 in Paris präsentiert. Sie wurden dort sofort zur Sensation. Die Smaragde aus Byrud waren käuflich erwerblich, in den ersten zehn Jahren war die Mine jedoch weit weniger ergiebig als erwartet. Allerdings soll in den Kronjuwelen der königlichen Familie von Großbritannien ein Smaragd aus Byrud verarbeitet worden sein. Sicher ist, dass viele Steine in die Türkei und nach Indien verkauft wurden. Nachdem 1909 in Kolumbien Smaragde (wieder-)entdeckt wurden, sank der Preis und die Mine wurde geschlossen. Neben Smaragden sind in Byrud mehr als 45 Mineralien zu finden.



STILLGELEGTE MINE IN BYRUD

Zur Geologie: Der Abbau des Gesteins wurde in der Byrud-Mine entlang der Maenait-Schichten durchgeführt. Die Smaragde selbst wurden in Schichten von Pegmatit, Maenait und schwarzem Schiefer gefunden. Die wertvollsten Smaragde wurden im Norden des Abbaugebietes in kleinen mit Ton gefüllten Hohlräumen gefunden. Die Haupt-

mineralien sind Mikroklin, Quarz und Muskovit. Im Pegmatit sind außerdem Albit, Pyrit, Pyrrhotit, Fluorit, Topas und Beryll zu finden.

Der Rundgang über die Farm wurde von Anne Grete Røise geleitet und begann um 12:30 Uhr. Zunächst wanderten wir am Ufer des Mjøsa-Sees entlang. Angekommen an der Mine erfuhren wir mehr über die geologischen Aspekte der Gegend und gingen in die Mine hinein. Der Besuch endete um 16:30 Uhr mit einem Besuch des Museums. Dort sind die bedeutendsten Funde ausgestellt.

#### SAMSTAG, 13. OKTOBER 2018, OSLO

Der Samstagvormittag stand zur freien Verfügung und wurde für eine individuelle Erkundung von Oslo genutzt. Um 14 Uhr startete die Color Line Magic und lief aus dem Hafen von Oslo. Die Überfahrt nach Kiel dauerte rund 20 Stunden.

#### SONNTAG, 14. OKTOBER 2018, KIEL

Am Sonntagvormittag um kurz nach 10 Uhr erreichten wir Kiel. Im Anschluss ging es mit dem Bus zurück nach Hannover, wo wir gegen 15 Uhr das Geodätische Institut erreichten.

Ein großes Lob an dieser Stelle auch an unseren Busfahrer Manfred, der uns die ganze Zeit über sicher und pünktlich zu unseren Exkursionszielen transportiert hat.

Es berichteten: Jana Kramp, Freya Wittkugel und Anil Anto.

## PROJEKTSEMINARE IM STUDIENGANG GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK

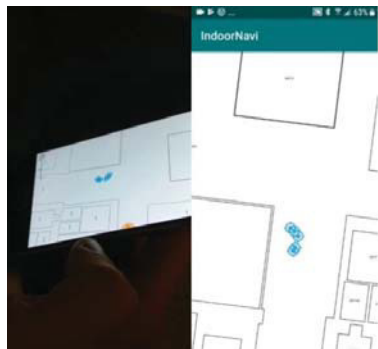
### „MOBILE INDOOR LOCALIZATION“ (IKG)

BETREUER: UDO FEUERHAKE, CHRISTIAN KOETSIER, OSKAR WAGE

Das Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung einer Smartphone Anwendung (App) zur Selbst-Lokalisierung innerhalb von Gebäuden. Im Normalfall wird die Lokalisierung über GPS vorgenommen, allerdings ist dies innerhalb von Gebäuden nicht möglich. Aus diesem Grund wurden in der ersten Hälfte dieses Projektes unterschiedliche Sensortypen und ihr Beitrag zur Lokalisierung innerhalb von Gebäuden untersucht. Als Plattform für diese App wurde das Android Betriebssystem gewählt, welche bereits den Zugriff auf diverse Sensoren liefert. Während der Untersuchung der Sensoren kristallisierte sich schnell heraus, dass die meist genutzten Sensoren die folgenden sind: Wi-Fi / Bluetooth, Kamera, Beschleunigungsmesser, Gyroskope und Barometer. Um eine möglichst benutzerfreundliche App zu gestalten, sollte auf nutzerseitige Eingaben / Aktionen verzichtet werden. Aus diesem Grund wurde die Lokalisierung mittel Kamera nicht in der App implementiert.

Das erste Ziel, welches sich in der zweiten Hälfte des Projektes auftut, bestand darin eine möglichst genaue Startposition zu finden. Dies wurde durch den Wi-Fi Sensor realisiert, welcher die Signalstärke der bereits vorhandenen Wireless Access Points sowie zusätzlich installierter Access Points (für eine bessere Abdeckung) empfängt. Für jeden dieser Access Points wurde anschließend ein Ausbreitungsmodell des Wi-Fi Signals berechnet, sodass die Entfernung zwischen Access Point und Smartphone bestimmt werden kann. Durch die Schnittpunktberechnung dieser geometrischen Figuren um den Zugriffspunkt kann eine Position des Empfängers bestimmt werden, diese Methode nennt sich „Ranging Intersection“. Eine weitere Methode, die den Wi-Fi Sensor nutzt ist die „Fingerprint Database“. Sobald die Startposition gefunden wurde, kann mit Hilfe der relativen Sensoren (Beschleunigungsmesser und Gyroskope) eine fortlaufende Lokalisierung beginnen. Dies wird in einem Kalman Filter realisiert unter der Annahme des „Constant Velocity“-Modells. Um den Wechsel von Stockwerken zu detektieren wird das Barometer eingesetzt.

Die genannten Methoden bilden den Kern der App, die in Java für Android implementiert wurde. Für eine übersichtliche Darstellung für den Nutzer wurde als Basemap-Layer eine Open Street Map (OSM) Karte genutzt auf welchem anschließend die Vektordaten des Gebäudegrundrisses aufliegen, sowie die berechnete Position des Nutzers. Ein Update der Darstellung wird immer nach Abschluss eines detektierten Schrittes vorgenommen, welcher durch den Beschleunigungsmesser bestimmt wird.



NUTZUNG DER APP ZUR LOKALISIERUNG.

Die Ergebnisse der Lokalisierung mittels der entwickelten App zeigen, dass die Position des Nutzers auf bis zu zwei Meter (im besten Fall) bestimmt werden kann (siehe Abbildung). Wenn die räumliche Verteilung der Access Points ungünstig ist, kann es vorkommen, dass die Ergebnisse der Lokalisierung deutlich schlechter sind.

Studierende: Andrii Palekha, Jens Golze, Mariia Karakulina, Shengjie Shi, Yaseen Al-Aghbari

VALIDATION OF LIDAR MOBILE MAPPING DATA (GEODÄTISCHES INSTITUT & INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK)

BETREUER: JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ, PROF. CLAUS BRENNER, JULIA SCHACHTSCHNEIDER, DMITRI DIENER

The goal of this research was to provide a highly accurate reference 3D point cloud, acquired by means of a terrestrial laser scanner and a polygon network measured by a total station, in order to analyse deviations and systematic effects present in LiDAR Mobile Mapping Data (MMD).

In the beginning, we made a design of how to approach the problem, and which measurement campaigns to pursue. Then, we spent a few days to capture data for our test field in the area of Rehbockstraße and Asternstraße, located in Nordstadt, Hannover. In total, we used 53 terrestrial 3D point clouds and plenty of high-resolution targets and non-signalized points in global UTM coordinates. These were later used to do the adjustment and validation of the MMD.

To perform the alignment geo-referencing of the 3D point clouds, we started with commercial software. At the beginning, we used the software Zoller+Fröhlich (Z+F) LaserControl, which provides geo-referencing based on targets and cloud-to-cloud registration. Due to reasons like low accuracy and bad distribution of targets, the registration result was not acceptable. After that, we tried the software Technet Scantra, which is a software using plane-based registration. However, there were cases where the overlapping area of our 3D point clouds was not sufficient and registration did not succeed.

After having experienced the workflow and results of the commercial software packages, our next goal was to implement our own strategies and algorithms. In a first step, an adjustment based on the Gauss Helmert Model (GHM) was implemented, in order to obtain adjusted target positions with a misclosure of 3 mm. Some problems arose, namely we had outliers in the data and some targets had no global coordinates. The solution was to introduce the non-signalized points to our model; add forced centering; and check for outliers. We transformed the GHM to an equivalent Gauss Markov Model. The final step was to use data snooping to downweight outliers, after which we obtained residuals in the order of 1 mm. The result of these steps were adjusted targets, non-signalized points, and terrestrial LiDAR scans, to be used as a reference for MMD validation.

In order to determine the deviations between the reference and the MMD, we first used principal component analysis (PCA) and random sample consensus (RANSAC) to adjust planes to small local patches, for each of the point clouds separately. Then, the distances between those adjusted planes were used to determine the distances between both clouds. Local patches





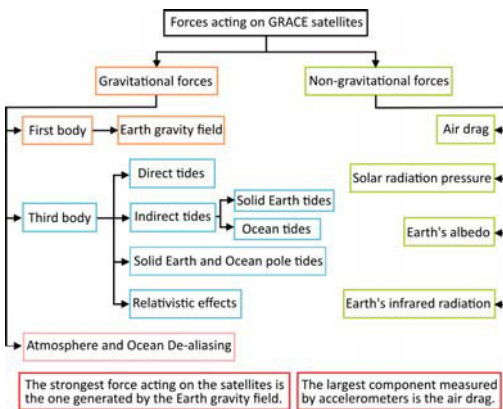
DEVIATIONS BETWEEN THE REFERENCE TEST FIELD AND THE MOBILE MAPPING POINT CLOUD

were sampled only near non-signalized points, to ensure that planar areas are used. This was a valid approach; however, since there was only a limited number of non-signalized points, it did not allow us to evaluate the variations along the entire mobile mapping scan.

Therefore, we also used a distance computation based on the M3C2 algorithm, as available in the software CloudCompare. Our findings are that the MMD shows a drift in horizontal direction, which is within a few centimetres, and a vertical drift, which is larger, ranging from around 11 cm to 21 cm. The figure shows a visualization of the MMD point cloud with the colour indicating the distances, as computed by the M3C2 algorithm.

MULTI-SENSOR CLIMATOLOGY ONBOARD GRACE (INSTITUT FÜR ERDMESSUNG)  
 BETREUER: AKBAR SHABANLOUI, MAJID NAEMI, IGOR KOCH, PROF. JAKOB FLURY

The thermosphere lies between the exosphere and the mesosphere. The temperature in this layer can reach up to 4,500 degrees Fahrenheit. The thickness of this layer is about 513 km [NASA, 2018]. The thermosphere is



the top level of the Earth atmosphere, located from 100 to 1000 km altitude. At 100 km already, the air density is twelve orders of magnitude lower than at the Earth's surface. However, the remaining air is enough to exert a significant force on satellites orbiting the Earth at low heights. This perturbation is mainly due to high orbital velocity of 7.5 km/s, and the proportional relation between the air drag and the square of the speed. [Doornbos, 2012]. Since the space-borne accelerometer could measure the total non-conservative

THE DIAGRAM SHOWS FORCES ACTING ON GRACE SATELLITE KNOWN AS GRAVITATIONAL AND NON-GRAVITATION FORCES. tive accelerations acting on the satellites directly, the air drag component

could be isolated with the help of solar and earth albedo radiation pressure models, then the atmospheric density can be calculated, which provides necessary data for making evaluation and improvement of the existing atmospheric models [Chen and Peng, 2015]. The GRACE spacecraft trajectories contain the influence of the total exterior geopotential, and other forces, on each satellite. In the GRACE data analysis, the mathematical model for this dependence is the dynamical equation of motion for each



satellite is expressed by summation of gravitational and non-gravitational parts. The strongest gravitational force acting on the satellite is the one generated by the Earth gravity field; however, there are also other perturbing forces that should be considered even though their perturbations are relatively small compared to the

acceleration due to the spherical-symmetric component of the Earth's gravity field [Doornbos, 2012]. In terms of magnitude, the gravitational

forces of the Earth are the strongest, followed by the forces caused by Moon, Sun and the solid Earth and ocean tides [Frommknecht, 2007]. Tides are generated by the varying gravitational forces from Moon and Sun exerted in the Earth and ocean. The gravitational and non-gravitational forces are mainly conformed by the forces described in the diagramm.

The non-gravitational accelerations are computed by subtracting the modelled gravitational accelerations from the total acceleration derived after polynomial fitting to the GNV1B positions. The next step consists of subtracting solar radiation pressure, albedo effect and thermal infrared from the non-gravitational accelerations, in order to arrive at the atmospheric acceleration. Finally, the atmospheric density is computed from an equation which connects the drag coefficient to the area of the satellite, the mass of the satellite, satellite and thermosphere wind velocity, and the unit vector that indicates the direction of the drag acceleration.

#### NAVIGATION AND POSITION INTEGRITY FOR INLAND MARINE TRANSPORT VESSELS (INSTITUT FÜR ERDMESSUNG), BETREUER: TOBIAS KERSTEN, LE REN, FRANZISKA KUBE

Wasserstraßen zeichnen sich durch äußerst hohe Zuverlässigkeit, Sicherheit, Effizienz und daher auch Umweltfreundlichkeit aus. Unterschiedlichste Güter können sehr effektiv auf dem Wasserweg durch verschiedene Arten von Schiffen oder Schubverbänden transportiert werden. Um die Ausnutzung der Schifffahrt weiter sicherer zu gestalten, zum Beispiel durch optimierte Wasserstraßenkarten mit detaillierten Tiefenangaben und zur Optimierung der Auslastung der Wasserstraßen ist eine zuverlässige, robuste und autonome Navigation der Schiffe unbedingt notwendig. Aktuelle Ansätze für Ortungs-Assistenzsysteme in Binnenschiffen basieren meist auf Echtzeitsystemen, die mit Korrekturdatenströmen via GNSS-RTK versorgt werden. Eine notwendige, flächendeckende Infrastruktur zur Versorgung mit mobilen Daten um die RTK-Datenströme zuverlässig erhalten zu können ist jedoch nicht auf allen Wasserwegen gegeben und daher eine große Herausforderung. Eine zuverlässige und robuste Ortung eines Schiffes auf der Wasserstraße ist aber für viele Anwendungen notwendig, z.B. für eine Brückenanfahrtswarnung, der präzisen Angabe zur idealen Fahrwasserlinie und zugehörigen Wassertiefenangaben aus der digitalen Karte, die Optimierung von Schleuseneinfahrten oder Anlegevorgänge in Hafenbereichen oder der Kollisionswarnung. Vor allem die Signalunterbrechung, die durch Brückendurchfahrten oder ähnlicher Infrastruktur am Ufer der Wasserstraße hervorgerufen werden kann, ist für sicherheitskritische Anwendungen eine enorme Herausforderung.

Das Projektseminar hat sich daher mit den folgenden Fragestellungen beschäftigt, die gleichzeitig die Grundlage der fünf Arbeitspakete darstellen:

- Erstellung einer robusten Referenztrajektorie mit wissenschaftlicher Software

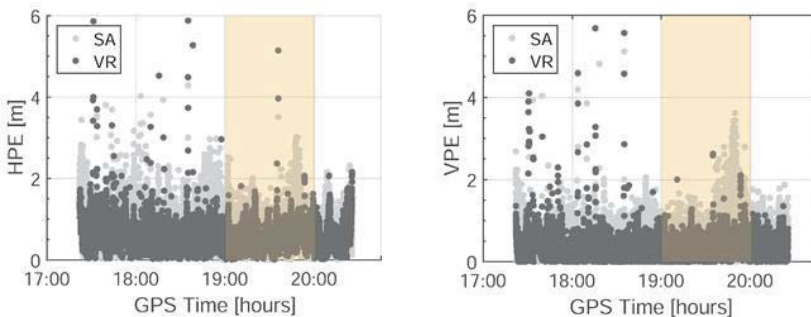
- Studium und Analyse der GNSS Signalqualität im statisch und kinematischen Fall
- Bestimmung der Schiffsgeometrie für anschließende Signalanalysen
- Berechnung einer kinematischen Basislinie (trägerphasenbasierte Navigation)
- Entwicklung und Implementierung des Konzeptes „Virtueller Empfänger“ auf dem Frachtschiff

Im Rahmen der Arbeit haben die Studierenden gelernt, selbstständig komplexe wissenschaftliche Fragestellungen zu bearbeiten, sich untereinander zu koordinieren und ein nachhaltiges Forschungsdatenmanagement zu nutzen und zu pflegen.

Grundlage der Arbeiten war ein Datensatz aus dem Jahre 2016, erhoben bei einer Messfahrt auf der MS Wissenschaft (MS Jenny), die im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung als Ausstellungsschiff mit wechselnden Ausstellungen durch Deutschland fährt.

Die einzelnen Arbeitspakete waren eng miteinander verzahnt und erlaubten Kenntnisse über das Verhalten der elektromagnetischen Eigenschaften der GNSS-Signale auf Frachtschiffen. Hierzu war die Geometrie des Schiffes von großer Bedeutung, die sowohl mit real time kinematic (RTK) als auch Tachymetermessung erfolgte. Wesentliche Informationen der auf dem Schiff installierten Antennen und deren 3D Vektor sind dabei von besonderer Bedeutung, um diesen Hebelarm beim Konzept des „Virtuellen Empfängers“ zu berücksichtigen. Die Signaleigenschaften auf dem Schiff am Liegeplatz und während der Überfahrt zwischen Hannover nach Haste/Wunstorff erlaubten Einblick und neue Kenntnisse bezüglich der GNSS-Signaleigenschaften (Diffraction, Reflexion, Unterbrechung). Die Berechnung einer kinematischen Basislinie wurde notwendig, um dem „Virtuellen Empfänger“ die nötigen Navigationswinkel zur Bestimmung der Transportrate zur Verfügung zu stellen.

Im Rahmen des Projektes konnte gezeigt werden, dass der „Virtuelle Empfänger“ zur deutlichen Stabilisierung der sichtbaren Satellitengeometrie führt (+50%), die Genauigkeit der codebasierten Navigation um bis zu 13%-16% deutlich verbessert werden kann und sich die Anzahl der Signalabbrüche durch Brückendurchquerungen um bis zu 25% reduzieren lässt.



**POSITIONSGENAUIGKEIT DES „VIRTUELLEN EMPFÄNGERS“ (VR) IM VERGLEICH ZUM SINGLE POINT ANSATZ (SA), GEZEIGT FÜR DIE HORIZONTALEN ABWEICHUNGEN (HPE) UND DIE VERTIKALEN ABWEICHUNGEN (VPE) ABGEBILDET FÜR DEN ZEITRAUM DER ÜBERFAHRT VON HANNOVER NACH WUNSTORF / HASTE.**

Die Studierenden haben in selbstständiger Arbeit gezeigt, wie sie ein solches umfassend und komplexes Projekt erfolgreich bearbeiten können. Die

Aufteilung in Arbeitsgruppen und die entsprechende Bearbeitung der Themenblöcke nach vorgegebenen Zeiten wurde äußerst selbstorganisiert durchgeführt. Im Rahmen einer Zwischenpräsentation als Poster konnten die Arbeiten erfolgreich auf der Geodätischen Woche 2017 präsentiert und von den Studierenden verteidigt werden. Die anschließende Abschlusspräsentation und ein umfassender Abschlussbericht im Januar 2018 fassten die Arbeiten noch einmal zusammen. Diese waren eine derart gute Voraussetzung, dass die Betreuer diese aussagekräftigen Ergebnisse für Konferenzen im Bereich der Navigation (Positionierung und Navigation für intelligente Transportsysteme, November 2018 und Navitec 2018) aufbereiteten und vorstellten.

### DREIDIMENSIONALE REKONSTRUKTION VON KÜSTENANSICHTEN AUS VIDEOBILDERN (INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE)

BETREUER: MANFRED WIGGENHAGEN

Im Rahmen dieses Projektseminars wurden Bildsequenzen und Videos genutzt, um Küstenansichten vergleichbar mit google-StreetView zu generieren. Über Koordinaten bekannter Landmarken wurden Navigationsaufgaben gelöst. Hierzu diente der allgemeine Rückwärtsschnitt und die Berechnung der photogrammetrischen Äußeren Orientierung aus drei bekannten Vollpasspunkten.

Über die Modifikation und Auswertung von EXIF-Informationen der Bilder konnten GPS-Koordinaten genutzt bzw. integriert werden. Die Gruppenmitglieder haben gezeigt, dass sie selbständig Lösungen für die gestellte Aufgabe erarbeiten konnten und für spezielle Aufgaben geeignete Python-Skripte programmiert haben. In Präsentationen vor der Gruppe wurde das jeweilig neu angeeignete Wissen vorgestellt und zielgerichtet Lösungsvarianten vorgestellt. Es konnte gezeigt werden, dass sowohl Bildsequenzen aus dem Internet als auch mit dem Handy aufgenommene Videos geeignet sind, um daraus Bildmosaika zu erstellen, die für die Navigation über Landmarken geeignet sind.

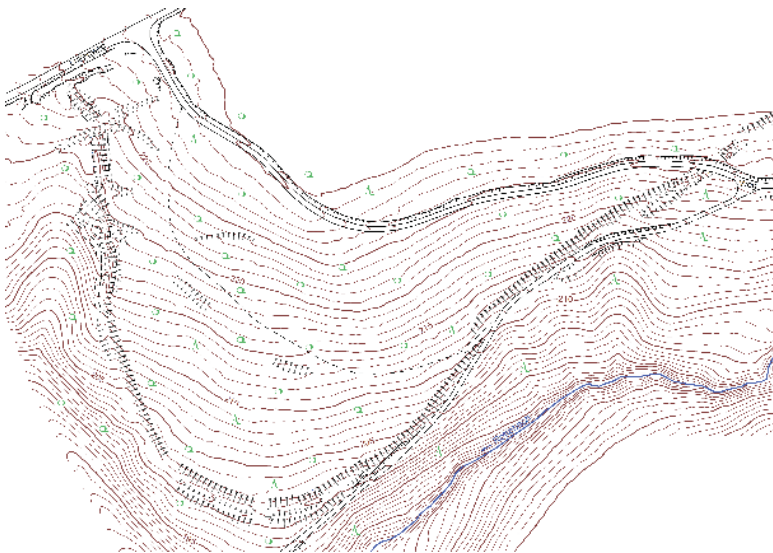
Im folgenden Seminar sollen aus Videosequenzen 3D-Modelle generiert werden, die im standardisierten Format KML oder KMZ zur Darstellung in google-earth weiterverarbeitet werden. Zur 3D-Rekonstruktion sollen Structure-From-Motion (SFM)- Verfahren zum Einsatz kommen, die u.a. auch in der kommerziellen Software Photoscan der Firma Agisoft vorhanden sind.

## PRAXISPROJEKTE IM STUDIENGANG GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK

### PRAXISPROJEKT TOPOGRAPHIE (IKG), "BEUSTERBURG BEI BETHELN"

BETREUER: FRANK THIEMANN, MALTE SCHULZE

Das Praxisprojekt Topographie fand vom 16. bis 27. Juli statt. Unterkunft und Feldbüro fanden die 17 Teilnehmer in der Lehrstätte des Kreisportbundes Hildesheim. Die Geländeaufnahme erfolgte an der 20 Kilometer entfernten Beusterburg im Hildesheimer Wald. Vermessen wurde dieses Jahr die 4,5 Hektar große südliche Spitze der Wallanlage. Bei einer Exkursion in den Hildesheimer Dom lernten die Teilnehmer die Legende des tausendjährigen Rosenstocks kennen.



HÖHENLINIENPLAN DER BEUSTERBURG

Die Ringwallanlage Beusterburg stammt vermutlich aus der Michelsberger Kultur, einer Epoche der Jungsteinzeit um 3000 v. Chr. Die Anlage ist insgesamt fast 19 Hektar groß, wobei große Teile stark mit Unterholz bewachsen oder durch Sturmschäden verwüstet sind. So lassen sich nur kleinere Gebiete tachymetrisch vermessen. 2019 soll der westliche Wallteil folgen. Die restlichen Teile werden dann mithilfe von Airborne-Laserscanning-Daten des LGLNs ergänzt.

**PRAXISPROJEKT INGENIEURGEODÄSIE (GIH) -2018: BAD SALZDETFURTH  
BETREUER: JOHANNES BUREICK, DMITRI DIENER, JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ**

Das Praxisprojekt „Ingenieurgeodäsie“ 2018 führte 23 Studierende aus dem 4. Bachelorsemester mit 3 Mitarbeitern, vom 16.07.-27.07.2018, in den Kurort Bad Salzdetfurth. Aufgrund von langjähriger Salzgewinnung rund um Bad Salzdetfurth wurden bereits in den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten Bodensenkungen im Bereich des angrenzenden Höhenzuges, den „Saubergen“, festgestellt. Grund genug für Studierende und Mitarbeiter in der Umgebung dieses Teils des niedersächsischen Berglandes erneut die seit 2015 jährlichen Messungen im Rahmen des Praxisprojektes Ingenieurgeodäsie fortzusetzen.

Am 16.07.2018 startete der gesamte Messtrupp, nach Verladen des Messequipments, 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.

**Praxisprojekt Ingenieurgeodäsie 2018 – Bad Salzdetfurth – Polygonzug & Nivellement**



**BAD SALZDETFURTH – SAUBERGE: ÜBERSICHT DER NIVELLEMENTSLINIEN MIT HÖHENABWEICHUNGEN SOWIE DES POLYGONZUGES MIT KONFIDENZELLIPTEN FÜR DIE BRECHPUNKTE**

Im Vorfeld des Praxisprojektes wurden mit der Unterstützung des Landesamts für Geoinformation und Landesvermessung (LGLN) 18 TP ausgewählt, die in den ersten Tagen des Praxisprojektes mit satellitengestützten Verfahren (statische GNSS-Messungen) bestimmt wurden. Im weiteren Verlauf des Praxisprojektes dienten ausgewählte TP's sowie zusätzliche, etablierte AP's der Festlegung des nördlichen und südlichen Portals des Polygonzuges über den Sauberg.

Wie auch in den vergangenen Jahren lag der Fokus auf der Bestimmung von Bodensenkungen im Bereich des Sauberges. Aus diesem Grund wurden zum einen die bereits 2015 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 (4 km) an Nivellementspunkte 1. Ordnung angeschlossen. Die im Jahr 2015 aufgetretenen Abweichungen zu den bekannten Sollhöhen konnten auch in diesem Jahr bestätigt werden. Neben dem umfangreichen Nivellement wurde ein 5 km langer Polygonzug mit ca. 30 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.

#### PRAXISPROJEKT LANDESVERMESSUNG (INSTITUT FÜR ERDMESSUNG), GNSS-DEFORMATIONÜBERWACHUNG IN WUNSTORF

BETREUER: YANNICK BREVA, JOHANNES KRÖGER, THOMAS KRAWINKEL, TOBIAS KERTEN

Das diesjährige Praxisprojekt wurde von Studierenden der Leibniz Universität Hannover, am Institut für Erdmessung (IFE) durchgeführt. Insgesamt haben 26 Studierende des sechsten Bachelorsemesters an der praktischen Übung teilgenommen, dessen Ausführung von vier Betreuern begleitet wurde und vom 16.07.2018 bis zum 27.07.2018 im Untersuchungsgebiet Wunstorf stattgefunden hat.

Das Messgebiet in der Region Hannover, Wunstorf, Ortsteil Bokeloh ist bezeichnend für die dort angesiedelten Kalibergwerke (Bokeloh, Husum), die in einer Tiefe von circa 1200 m eine aktive Förderung betreiben. Die Ausdehnung der Salzstöcke beträgt 25 km in nordwest-südöstlicher Richtung bei einer Breite zwischen 500 m und 1000 m und einem Salzspiegel von 130-190 m. Als im Jahr 2001 für das Gebiet lokale Probleme innerhalb der Inbetriebnahme des bundeseinheitlichen Satellitenpositionierungsdienstes der Länder (SAPOS) auftraten, wurden Messkampagnen begonnen, um die Ursache dieser Probleme näher zu untersuchen. Die Nullepoche der in Wunstorf analysierten Bodenbewegungen wurden vom IFE bereits 2006 im Rahmen eines Praxisprojektes aufgemessen. Bis zum Jahr 2015 wurden regelmäßig Messkampagnen zur Beobachtung und Überwachung der Punkte und deren Bewegung durch vorhergehende Praxisprojekte vorgenommen. Dabei zeigten sich zwischen den Jahren 2008 und 2015 Koordinatenänderungen in der Höhe von 3,3 cm pro Jahr und in der Lage von 1,7 cm pro Jahr. In 2018 wurde nun die neunte Messkampagne durchgeführt.

Eine Auswertung der Messungen, die in der ersten Woche durchgeführt wurden, erfolgte in der zweiten Hälfte des Bearbeitungszeitraumes im CAD-Pool des geodätischen Institutes (GIH). Das Hauptziel des Projektes ist, Überprüfungs-messungen für das Messgebiet durchzuführen und eventuelle Bodenbewegungen im Untersuchungsgebiet aufgedeckt werden können. Weiterhin sollte auch der praktische Umgang und die selbstständige Auswertung von GPS und Real Time Kinematic (RTK) Messungen geübt und vertieft werden. Die Studierenden sollten sich in Detailuntersuchungen mit verschiedenen Aspekten der GNSS Messdatenauswertung in Gruppen auseinandersetzen und dabei in der Auswertung mit Basislinien, der Da-

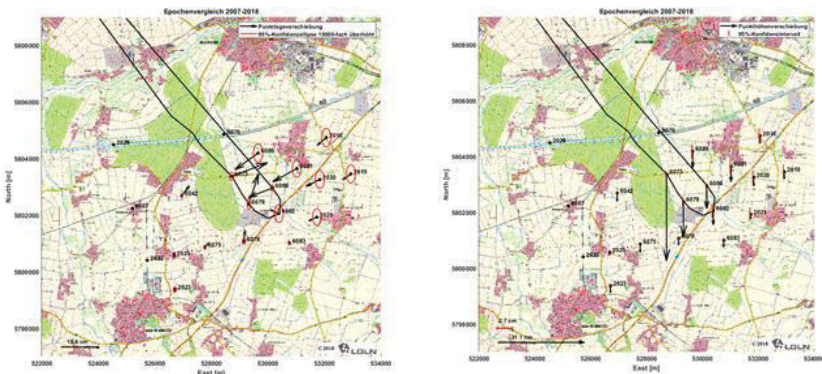


tumsfestlegung, Auswertestrategien und der Beurteilung von Qualitätsmaßen intensiv geschult werden. Nach der Auswertung der Messdaten steht ebenfalls eine Beurteilung in Form von Epochenvergleichen aus, bei denen ingenieurtechnisches Denken gefordert ist. Den Abschluss bildete ein Kolloquium am 27.07.2018, welches die wichtigsten Ergebnisse des Projektes zusammengefasst hat. Zusätzlich wurde ein Bericht erstellt, der mit den beigeordneten Verwaltungen (Landesvermessung Niedersachsen) ausgetauscht wird.

Ein besonderer Aspekt des diesjährigen Praxisprojektes war es, einen direkten Vergleich zwischen RTK-Besetzungen und einer statischen Besetzung der relevanten Bodenbewegungspunkte zu erhalten, mit dem Ziel, die Güte und Plausibilität als auch die erreichbaren Genauigkeiten intensiv studieren zu können. Hierfür wurde das Überwachungsnetz in Wunstorf in zwei Teile zerlegt. In dem ersten Teilnetz wurden statische GNSS-Beobachtungen mit 3-Stunden Sessions durchgeführt. Im zweiten Teilnetz wurden zeitgleich RTK-Zeitreihen gemessener Koordinaten mit einer Mindestlänge von 10 Minuten auf den Überwachungspunkten erhoben. In der Mitte der ersten Woche wurden die Netze gewechselt und das zweite Teilnetz mit statischen Punktebesetzungen aufgemessen und das ersten mit RTK erhoben.

Für die Auswertung haben die Studierenden zunächst die Zeitreihen der RTK-Messungen erstellt und die Wiederholbarkeit dieser Zeitreihen im jeweiligen Topozentrum auf Plausibilität verifiziert. Anschließend wurden die ermittelten Koordinaten aus den RTK-Messungen samt ihren Residuen verglichen und schließlich den Ergebnissen aus der statischen GNSS-Netzmessung gegenübergestellt.

Es hat sich gezeigt, dass die RTK-Messungen zwar ein wirtschaftlich effektives Mittel sind, wiederholbare Koordinaten zu realisieren, dennoch die Umgebungsfaktoren (lokale Sichtbarkeiten, Reflexionen etc.) nur durch eine längere Beobachtungsdauer, wie im statischen Fall berechnet, reduziert und die Koordinatenqualität verbessert werden kann.



**EPOCHENVERGLEICHE DER STATISCHEN MESSUNGEN GEGENÜBER DER NULLEPOCHE. ES IST DEUTLICH ZU ERKENNEN, DASS DIE BODENBEWEGUNG SICH IN RICHTUNG DES SALZSTOCKES BEWEGT UND DIE GRÖSSTEN ABWEICHUNGEN MIT MAX. 31 CM IN DER HÖHEN- UND MIT MAX. 13 CM IN DER LAGEKOMPONENTE ZU VERZEICHNEN SIND. DIES ENTSPRICHT DER ERWARTETEN TENDENZ VON JÄHRLICH -3,3 CM ABSENKUNG AM RAND DES SALZSTOCKES UND EINER HORIZONTALEN VERSCHIEBUNG VON CA. 1.7 CM IN RICHTUNG DES SALZSTOCKS.**



## PRAXISPROJEKTE IM STUDIENGANG NAVIGATION UND UMWELTROBOTIK

**PRAXISPROJEKT NuUR I: „NAVIGATION UND ORTUNG MIT MINDSTORMS ROBOTERN“** BETREUER: STEFFEN BUSCH, MAX COENEN, BENJAMIN TENNSTEDT, 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 mussten alle Gruppen erfolgreich von beliebigen Startpunkten zu beliebig vorgegebenen Zielen autonom navigieren.

## STUDENTISCHES FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSPROJEKT

**STUDENTISCHES FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSPROJEKT NuUR, BETREUER: STEFFEN BUSCH, MAX COENEN, BENJAMIN TENNSTEDT, SÖREN VOGEL**

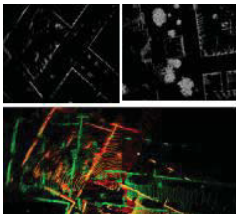
Unter Betreuung vom IPI sollte im diesjährigen F&E-Projekt eine Methodik zur dynamischen Landmarken basierten visuellen Odometrie entwickelt werden. Hierzu dienten Stereobildsequenzen als Datengrundlage. Die reine visuelle Odometrie, welche nur auf Bildmerkmalen basiert, weist einen durch Akkumulation von Ungenauigkeiten bedingten Drift der Position über die Zeit auf. Die Studenten entwickelten einen Filter-basierten Ansatz, in dem sie die Bewegungsschätzung aus der visuellen Odometrie als Prädiktion für die Pose verwendeten und in Bildern detektierten Fahrzeuge zur Korrektur der Prädiktion nutzten. Die Ergebnisse zeigten eine deutliche Verbesserung der Positionierung im Vergleich zu den ergebnissen aus der herkömmlichen reinen visuellen Odometrie.

Die Studierenden unter Leitung des IFE haben sich mit dem Ausbau eines Zustandsautomaten beschäftigt, der das physikalische Bewegungsmodell eines Fahrzeuges möglichst gut nachbildet, um so den Prädiktionsschritt eines Zustandsfilters zu verbessern. So kann z.B. zwischen den Bewegungsmodellen konstanter Geschwindigkeit, konstanter Beschleunigung und konstanter Drehraten unterschieden werden. Die Bedingungen für die Transitionen dieses Zustandsautomaten werden anhand von IMU-Eingangsdaten überprüft, welche in einem von der ersten Gruppe weiterentwickelten Strapdown-Algorithmus vorverarbeitet und korrigiert werden. Die 2. Gruppe hat über eine numerische Methode das Prozessrauschen des Filters den Bewegungsmodellen entsprechend automatisch angepasst, während die 3. Gruppe die entwickelten Programme auf Basis eines mit dem KATE-FTS aufgenommenen Datensatzes unter Hinzunahme von relativen DGNS-Beobachtungen validiert hat. Die Ergebnisse weisen eine

deutliche Verbesserung im Vergleich zu dem ursprünglichen Programm auf, machen aber auch deutlich, wie wichtig die passende Einstellung des Prozessrauschens für ein funktionierendes Kalman-Filter ist.

Am GIH haben die Studierenden an der Georeferenzierung eines kinematischen Multi-Sensor-Systems (MSS) gearbeitet. Ziel dabei war es die initial ungenaue Position und Ausrichtung des MSS mit Hilfe von Messdaten eines Laserscanners in Kombination mit einem 3D Gebäudemodell zu verbessern. Anhand einer Simulationsumgebung konnten Verfahren für die Zuordnung von einzelnen 3D Scanpunkten hinsichtlich einzelner Ebenen und Stangen des Gebäudemodells entwickelt und validiert werden. Die so zu verschiedenen zeitlichen Epochen zugeordneten Punktwolken konnte anschließend innerhalb eines iterativen erweiterten Kalman Filters (IEKF) zur Verbesserung der Pose des MSS angewendet werden. Die Besonderheit bestand hier bei der Integration von impliziten Messgleichungen für Ebenen und Quadriken im IEKF. Abschließend wurden die Verfahren auf Echtdaten angewendet und hinsichtlich Effizienz und realen Gegebenheiten angepasst.

Am IKG haben die Studierenden dieses Jahr in drei Arbeitspaketen verschiedene Möglichkeiten analysiert um Punktwolken mit verschiedenen Auflösungen zu registrieren. Die Punktwolken stammen aus dem ic. sens. Projektes. Einerseits von einem Mobile Mapping System und andererseits von einem Velodyne Scanner HDL 64E mit 64 Zeilen. Das erste Arbeitspaket beschäftigte sich mit der Transformation von Punktwolken in 2D Bilder und derer Registrierung über Featurematching oder Korrelation. Die Bilder repräsentieren dichtebasierende Gitterkarten mit einer Auflösung von 10 Zentimetern. Aufgrund der verschiedenen vertikalen Blickwinkel der Scanner wurden Fahrzeuge und Bäume mittels Hauptkomponentenanalyse entfernt um die Registrierung auf Basis von Wänden vorzunehmen. Die zweite Gruppe verglich den „Iterative Closest Point“ (ICP) und den „Fast Global Registration“ (FGR) Algorithmus. Der deutliche Geschwindigkeitsvorteil des FGR Algorithmus durch einmalige Berechnung von Korrespondenzen in Punktwolken konnte aufgrund der aufwändigen Berechnung der verwendeten Fast Point Feature Histograms (FPFH), nicht nachgewiesen werden, der ICP schnitt aufgrund von Schwierigkeiten der FPFH Parametrisierung gegenüber verschiedener Auflösungen besser ab. Die dritte Gruppe erzeugte einen neuen Datensatz mit registrierten Punktwolken über eine Zeitsynchronisation mittels GNSS Signal zwischen Mobile Mapping System und Velodyne HDL 64E Scanner. Außerdem wurde eine Scanner-Plattform um einen Velodyne Puk erweitert.



2D DICHTER BILDER DER SCANS  
(OBEN), 3D REGISTRIERUNG  
(UNTEN)



VERWENDETE LiDAR SYSTEME MOOBILE  
MAPPING SYSTEM (OBEN) VELODYNE HDL  
64E (UNTEN LINKS) VELODYNE PUK (UNTEN  
RECHTS)

# AUS DER GESELLSCHAFT

## BERICHT ÜBER DIE MITGLIEDERVERSAMMLUNG DER GESELLSCHAFT

Der Vorsitzende, Herr Dieter Stündl, eröffnet die Mitgliederversammlung 2018 um 17:00 Uhr, und begrüßt die anwesenden Teilnehmer (insg. 33). Es wird die ordnungsgemäße Einladung und Beschlussfähigkeit festgestellt.

Die Versammlung gedenkt der verstorbenen Mitglieder des zurückliegenden Geschäftsjahres:

Herr Ude Meyer,	verstorben am 18.04.2018
Frau Uta Stühff,	verstorben am 04.09.2018
Herr Prof. Dr. Bodo Schrader,	verstorben am 24.10.2018
Herr Dr. Georg Weiser,	verstorben am 15.12.2017

Am Samstag, den 13.01.2018, wurden bei der Absolventenfeier u.a. auch die besten Absolventen des Jahrganges 2017 durch die Förderergesellschaft geehrt. Der Preis für den besten Bachelorabschluss wurde an Andreas Piter verliehen. Für den Masterabschluss wurden ausnahmsweise 3 Absolventen geehrt, da ihre Durchschnittsnoten sehr eng zusammenlagen: Axel Timmen (1.05), Frederic Hake (1.14) und Marc Lambers (1.14). Jedem wurde eine Urkunde zusammen mit einem Buchgutschein (60,-€) von Herrn Stündl verliehen.

Verbunden mit dem verstärkten Engagement von Jürgen Ruffer (stellvertretender Vorsitzender) ist die Vorstandsarbeit intensiviert worden. Um ein aktiveres Auftreten der Förderergesellschaft zu gewährleisten, finden u.a. auch die Treffen des erweiterten Vorstandes (incl. Vertretern der Professoren, Studenten und Mitarbeiter) häufiger statt als bisher.

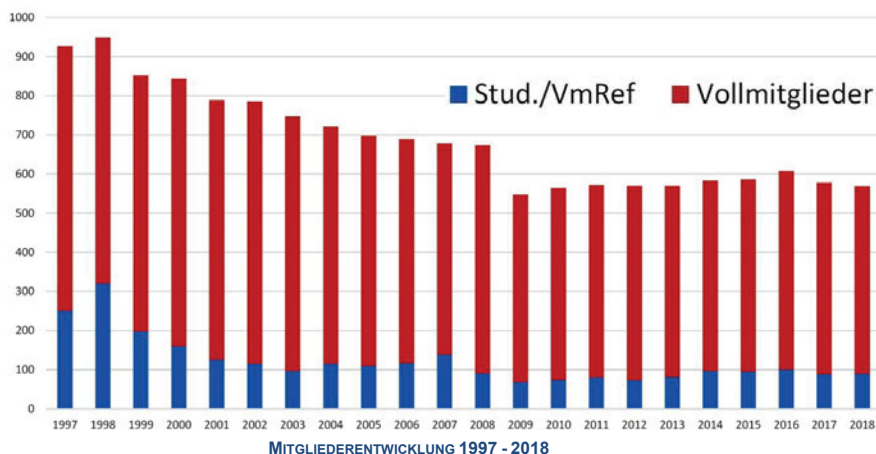
Die Studierendenzahlen haben sich in jüngster Zeit sehr positiv entwickelt, was besonders mit den Änderungen im Masterstudiengang zu tun hat. Das erste Mastersemester (deutsch und englisch sprachig) beginnt seit 2018 sowohl im Frühjahr als auch im Herbst und wird besonders von Studierenden aus dem außereuropäischen Ausland angenommen. Der Studiengang NuUR (Navigation und Umweltrobotik) scheint sich 2018 etabliert zu haben, wird aber auf Veranlassung der Universität leider eingestellt. Die Zahl der Studierenden beträgt gegenwärtig 294 (Stand 16.11.2018).

## MITGLIEDEREHRUNGEN

In diesem Jahr wird Herr Heino Meyer, Paderborn, für seine 50jährige Mitgliedschaft geehrt.

## 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. 2018: 480 Vollmitglieder, 89 Studierende/Vermessungsreferendare (insgesamt 569).

## KASSENBERICHT

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

### Jahresabschluss 2017-2018 (in Euro)

Bestand <b>Girokonto</b> am 01.10.2017	2.076,01
Summe Einnahmen	16.576,12
Summe Ausgaben	20.037,19
Bestand Girokonto am 30.09.2018	<b>2.614,94</b>
(nach Umbuchung von 4.000,-€ vom Festgeldkonto)	
Bestand <b>TopZins-Konto</b> am 01.10.2017	19.300,83
Zinseinkünfte	0,00
Umbuchung von Festgeld- auf Girokonto	-4.000,00
Bestand Topzins-Konto am 30.09.2018	<b>15.300,83</b>
<b>Gesamtbestand am 30.09.2018</b>	<b>17.915,77 €</b>

## BERICHT DER KASSENPRÜFER, ENTLASTUNG DES VORSTANDES

Der Jahresabschluss per 30.09.2018 wurde von den Kassenprüfern Witte und 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 beides einstimmig beschlossen wurde.

## HAUSHALTSPLAN 2018/2019

Der Schatzmeister präsentiert den Haushaltsplan 2018/2019, wie in der folgenden Tabelle gezeigt. Herr Zeddies stellt folgenden Beschlussantrag: „die Mitgliederversammlung stimmt dem Haushaltsplan 2018/2019 zu“. Dieser Antrag wird ohne Gegenstimme angenommen. Der Haushaltsplan für das Geschäftsjahr 01.10.2018 – 30.09.2019 ist wie folgt genehmigt:

<b>Bestand am 1.10.2018</b> (Giro-/Festgeldkonto)	<b>17.915,77 €</b>
<b>Einnahmen</b>	
Mitgliedsbeiträge	13.500,00
Sonstiges (Zuschuss von der Leibniz-Universitäts-gesellschaft, Spenden, Zinsen)	400,00
<b>Summe Einnahmen</b> (gerundet)	<b>13.900,00</b>
<b>Ausgaben</b>	
Walter-Großmann-Preis – entfällt in 2018/19	0,00
Bachelor-Preis 2018/2019	500,00
Sonderpreis-Rizkallah	300,00
Förderung der Geodätischen Exkursion 2018/2019	3.000,00
Förderung der Fachschaft	2.300,00
Förderung der 4 Institute	1.000,00
Sonderförderung Fachrichtung	1.000,00
Neuerstellung der Webseite mit Einrichtung Newsletter	2.000,00
Förderung Auslandsaufenthalt	1.000,00
Mitgliedsbeitrag Leibniz-Universitäts-gesellschaft	1.800,00
Fördererheft (Druckkosten und Versand)	3.000,00
<b>Summe Ausgaben</b>	<b>15.900,00</b>
<b>Voraussichtlicher Bestand am 30.09.2019</b> (gerundet)	<b>16.000,00 €</b>

## BERICHT ZU INHALT UND AUSWEITUNG DER ARBEIT DES ERWEITERTEN VORSTANDS

Jürgen Ruffer (stellvertretender Vorsitzender) stellt seine Ideen und Vorschläge zur zukünftigen Vorstandsarbeit vor, wie sie dann auch in den jüngsten Sitzungen des Vorstandes und des erweiterten Vorstandes diskutiert und festgehalten wurden. Damit soll auch eine Stärkung in der Zusammenarbeit der Förderergesellschaft mit der Fachrichtung erzielt werden. Seine Ausführungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

### 3-4 Vorstandssitzungen mit erweitertem Vorstand pro Jahr

- 2 Professorenvertreter
- 1-2 Fachschaftsvertreter
- Vertreter von Industrie, Behörden und freien Berufen

dazu zählen zurzeit neben Vorstand und Alumni-Beauftragtem:

- Professor Dr. Christian Heipke
- Professor Dr. Ingo Neumann
- Paula Lippmann
- Vanessa Koppmann
- Benjamin Tennstedt
- Sandra Rausch
- Matthias Adam
- Mark Hampe

**Was hat der Vorstand vor bzw. was will er mit anderen diskutieren:**

- Regelmäßige Information per Mail oder Newsletter aus der Förderergesellschaft
- Werbung für die Förderergesellschaft durch den Vorstand bei Studenten Anfang 3. u. 5. Semester
- Mitarbeit d. Vorstands in PR-Kommission (bis zu 10 Sitzungen/Jahr), ggf. fin. Unterstützung der Arbeit
- Ergänzung der Beitragsordnung für fördernde Mitglieder
- Firmen- und Behördenvertreter beim „Tag der Geodäsie“ und bei „Nacht die Wissen schafft“ mit Projektvorstellungen
- Begegnungsmöglichkeiten für Studenten und Unternehmen/Behörden bei der Nachwuchs-Suche, z.B. Speed-Dating 1x/Jahr mit Studenten höherer Semester und Vertretern von Bedarfsträgern
- Aktive und direkte Förderung von Vereinsmitgliedern z.B. durch Sponsoring, Patenschaften, Praktika
- Fördererheft digital und Print on Demand für Mitglieder auf Wunsch
- Online Vorlesungen und englischsprachige Vorlesungen

**SATZUNGSÄNDERUNGEN**

Wilhelm Zeddies erläutert die vorgeschlagenen Satzungsänderungen in den §§ 8 und 10. Nach Diskussion wird der mit der Einladung versandte Textvorschlag zu §8 Abs. 1 geändert in „Der Vorstand besteht aus dem/der Vorsitzenden, **zwei Stellvertretenden Vorsitzenden** und 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. **Ein Vorstandsmitglied sollte Mitglied der Fachrichtung sein.**“

Zu §10: Dem in der Einladung versandten Textvorschlag wird ein Satz **hinzugefügt**, so dass der Vorschlag für §10 jetzt lautet:

„Der/Die Alumnibeauftragte wird im Einvernehmen mit dem Vorstand von der Fachrichtung bestellt. Er/Sie nimmt an den Sitzungen des Vorstandes ohne Stimmrecht teil. **Er/Sie unterstützt die Zusammenarbeit mit den Ehemaligen zur Förderung der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik.**“

Die Mitgliederversammlung beschließt daraufhin die Neufassung der §§ 8 Abs. 1 und 10 einstimmig.

**WAHLEN**

Andreas Witte, der über viele Jahre als Kassenprüfer in der Förderergesellschaft dankenswerterweise tätig war, steht zukünftig nicht mehr dafür zur Verfügung. Thorsten Hoberg (nicht anwesend, KA Hildesheim) hat sich vor der Mitgliederversammlung bereit erklärt, die Aufgabe zukünftig zu übernehmen. In Abwesenheit wird Thorsten Hoberg einstimmig zum Kassenprüfer gewählt.

Wilhelm Zeddies macht darauf aufmerksam, dass auch er in einem Jahr nicht mehr für eine Wiederwahl zum Schatzmeister zur Verfügung stehen wird. Dieter Stündl fordert die Anwesenden auf, einen geeigneten Kandidaten zu suchen und für den Vorstand der Gesellschaft zu gewinnen.

## BERICHT AUS DER FACHRICHTUNG

Der Bericht aus der Fachrichtung wird in diesem Jahr durch Herrn Prof. Müller vom IfE 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 der Gesellschaft publiziert werden.

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

## BERICHT DER FACHSCHAFT

Frau Paula Lippmann berichtet von den Aktivitäten der Fachschaft Geodäsie und Geoinformatik des letzten Jahres bis Nov. 2018. 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 Organisation des Fußballturniers der Geodäten.

Im Rahmen der allgemeinen Selbstverwaltung in der Fachrichtung stellen die Geodäsiestudierenden 5 Personen im Fachschaftratsrat 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. Mehrere Fachschaftsmitglieder nahmen an der IGSM in Valencia/Spanien teil (International Geodetic Student Organisation). In 2018 fand die KonGeoS (Konferenz der GeodäsieStudierenden) in Hannover statt, die von der hannoverschen Fachschaft organisiert wurde.

Die erhaltenden Fördermittel des Förderervereins wurden im Wesentlichen für die An- und Abreise zu den internationalen Treffen und für die Durchführung der KonGeoS in Hannover verwendet. Im Namen der Fachschaft Geodäsie und Geoinformatik bedankt sich Paula Lippmann herzlich für die Unterstützung durch die Förderergesellschaft.

## BERICHT ZUR GROßEN GEODÄTISCHEN EXKURSION 2018

Rebekka Handirk und Johannes Rothart stellen die Große Geodätische Exkursion vor, die in diesem Jahr in Skandinavien (Okt. 2018, Dänemark, Schweden, Norwegen) 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.



## VERSCHIEDENES

Die nächste Mitgliederversammlung wird auf den 19.11.2019 datiert. Die Mitgliederversammlung endet um 19:10 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 WALTER-GROßMANN-PREIS 2019 DER FÖRDERERGESELLSCHAFT

Zur Erinnerung an Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E.h. Walter Großmann stiftet die Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover den „Walter-Großmann-Preis“. 2019 soll der Preis zum 20. Mal verliehen werden. Der Preis besteht aus einer Verleihungs-urkunde, sowie einem Geldbetrag von € 2.000,-. Er soll für fachbezogene Studienreisen oder eine andere wissenschaftliche Fortbildung verwendet werden.

Teilnahmeberechtigt sind alle Masterstudierende bzw. Master der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover, deren Masterarbeit nach dem 31. August 2017 und vor dem 30. September 2019 eingereicht und beurteilt wurde.

Eine allgemeinverständliche, öffentlichkeitswirksame Darstellung (Presseartikel) des betreffenden Forschungsbereichs ist bis zum 30.09.2019 einzureichen bei

Dr.-Ing. Ludger Timmen, c/o Institut für Erdmessung  
Schneiderberg 50, 30167 Hannover  
Tel: 0511 762 3398, Email: timmen@ife.uni-hannover.de

Später eingehende Bewerbungen können nicht berücksichtigt werden.

Die Anforderungs- und Verfahrensdetails sind in der Beitrags- und Förderrichtlinie der Förderergesellschaft nachzulesen (siehe Jahresberichtsheft Nr. 68 (2017), Seite 142/143).

## AUFRUF BACHELOR-PREIS 2020 DER FÖRDERERGESELLSCHAFT

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 2020 zu bewerben. Die Vorschläge sind bis zum Ende des Jahres an den Vorstand der Förderergesellschaft zu richten und sollen spätestens am 31. Dezember 2019 beim Alumnibeauftragten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik bzw. Dr. Ludger Timmen eingereicht werden.

Die Anforderungs- und Verfahrensdetails sind in der Beitrags- und Förderrichtlinie der Förderergesellschaft nachzulesen (siehe Jahresberichtsheft Nr. 68 (2017), Seite 143/144).

## SATZUNG DER FÖRDERERGESELLSCHAFT GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK DER LEIBNIZ UNIVERSITÄT HANNOVER

NACH DEM BESCHLUSS DER MITGLIEDERVERSAMMLUNG VOM 20. NOVEMBER 2018

### § 1

#### Allgemeine Bestimmungen

1. Die Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover hat ihren Sitz in Hannover.
2. Sie wahrt parteipolitische Neutralität. Sie räumt den Angehörigen aller Völker und Rassen gleiche Rechte ein und vertritt den Grundsatz religiöser und weltanschaulicher Toleranz.
3. Das Geschäftsjahr dauert vom 1. Oktober bis 30. September des Folgejahres.

### § 2

#### Zweck der Förderergesellschaft

1. 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.
2. Sie soll darüber hinaus eine gute Zusammenarbeit zwischen Praxis und Universität herbeiführen sowie Versuchsarbeiten anregen und fördern.
3. 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

1. 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.
2. Mittel der Förderergesellschaft dürfen nur für die satzungsmäßigen Zwecke verwendet werden. Die Mitglieder erhalten keine Zuwendungen aus Mitteln der Förderergesellschaft.
3. Es darf keine Person durch Ausgaben, die dem Zweck der Förderergesellschaft fremd sind, oder durch unverhältnismäßig hohe Vergütung begünstigt werden.

## § 4

## Mitgliedschaft

1. Mitglieder der Gesellschaft können Einzelpersonen, Körperschaften, Behörden, Firmen usw. des In- und Auslandes werden.
2. Über den schriftlich zu stellenden Antrag auf Mitgliedschaft entscheidet der Vorstand.
3. 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.
4. Eine Mitgliedschaft kann vom Vorstand aberkannt werden, wenn ein Mitglied mit seinen Beiträgen trotz schriftlicher Mahnung länger als ein Jahr im Rückstand geblieben ist.
5. 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

1. Die Förderergesellschaft erhebt zur Finanzierung ihrer Aufgaben Beiträge.
2. Die Höhe der Beiträge wird von der Mitgliederversammlung beschlossen. Näheres regelt die Beitrags- und Förderrichtlinie, die nicht Bestandteil der Satzung ist.
3. 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.
4. 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

1. die Mitgliederversammlung
2. der Vorstand
3. die Kassenprüfer

## § 7 Mitgliederversammlung

1. 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.
2. Die Mitgliederversammlung beschließt insbesondere über:
  1. Die Wahl des Vorstandes
  2. Die Wahl der Kassenprüfer
  3. Die Entlastung des Vorstandes
  4. Die Höhe der Beiträge und Verzugsgebühren
  5. Den Haushaltsplan
  6. Anträge von Vorstand und Mitgliedern
  7. Die Ernennung von Ehrenmitgliedern
  8. Satzungsänderungen und Auflösung der Gesellschaft
3. 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

1. Der Vorstand besteht aus dem / der Vorsitzenden, zwei Stellvertretenden Vorsitzenden und 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. Ein Vorstandsmitglied sollte Mitglied der Fachrichtung sein.
2. Der / die Vorsitzende – in seinem / ihrem Verhinderungsfall ein / eine 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.
3. Der Vorstand wird durch die Mitgliederversammlung für die Dauer von zwei Jahren gewählt. Er bleibt bis zur Neuwahl im Amt.
4. 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 wird im Einvernehmen mit dem Vorstand von der Fachrichtung bestellt. Er / Sie nimmt an den Sitzungen des Vorstandes ohne Stimmrecht teil. Er / Sie unterstützt die Zusammenarbeit mit den Ehemaligen zur Förderung der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik.

## § 11

## Satzungsänderung und Auflösung

1. 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.
2. 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

1. Diese Satzung ist in der Mitgliederversammlung am 20.11.2018 beschlossen worden. Sie ist damit in Kraft getreten.
2. 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 20.11.2018

  
1. Vorsitzender

  
2. Vorsitzender

  
Schatzmeister

## AUSLANDSAUFENTHALT AN DER UNIVERSITÄT NEWCASTLE (UK)

(ERASMUS-AUSTAUSCHPROGRAMM, RICHU MARY SHELLY, 19.09.17-26.01.18)

I consider Erasmus+ as a continuation of my pursuit to stand apart from the stereotypes. My decision to study in Germany for a postgraduate program stemmed from my desire to learn more combined with an affinity for International exposure and Intercultural exchange. Now, after what I would call a 'dream-come-true period' I spent in Leibniz Universität Hannover, I am glad that my decision was right for me and my love for the subject Geodesy and Geoinformatics has grown leaps and bounds. As I came to know about the opportunities presented to the students by Erasmus+ program, I had no second thoughts in applying for the same and building on the skills that I have acquired.

I opted a study program at an English speaking country like UK since language is one of the crucial factors in delivering an all-round experience and I always wanted to have a closer look at the English system of education. I wished to explore new places; get to know more people and study new topics. I found that Newcastle University with its great reputation and excellent track-record in the area of Geomatics is a perfect choice for Erasmus study. I had learnt that the department offers undergraduate, MPhil and PhD programs and that the quality of research is outstanding. I was also impressed by the practical approach to studies that reinforces the tagline of the University-



'Excellence with a Purpose'. From the module catalogue, I understand that there is a great choice of topics and I am certainly interested to explore further. I love teaching and dream of pursuing a career in the academic side; so it was really beneficial to learn at a place of rigorous research with an excellent faculty team. I had also attended a seminar on 'Communication the English way' as a preparation for my study at Newcastle. I contact the student coordinator in my department and expressed my desire to apply for erasmus

program. It was followed by submitting an application via the International Office of our university. I was extremely happy to receive the offer letter from Newcastle. The International Welcome week was scheduled to be held from 20th September 2017. I flew from Berlin to Newcastle and captured my moving day in my phone as a part of 'moving day video' competition announced by Newcastle University. Today, those moments bring a broader smile onto my face as I also bagged the prize for the best moving day video. International welcome week can be remembered as a great week full of fun and energy. Many programs were organized like bowling, buffet, walk around city and campus etc. It was excellent opportunity to meet new people and make friends. We also visited Whitby, a seaside town which serves fantastic fish and chips and is famous for its literary connections with Bram Stoker's novel - Dracula. Clubs and societies fair was also held which inspired students to sign up for the activities of their choice. We had a grant and official international welcome party with good food and music.

Introduction session for Erasmus students, briefing about the studies and life in Newcastle etc. were held. Every Erasmus student was assigned a



GREY'S MONUMENT. NEWCASTLE

personal tutor and a face-to-face meeting was held to finalise the module choices. Then began the period of study. Greatly structured classes, well documented lecture slides available online via Blackboard, excellent hands-on lab sessions and outstanding tutoring sessions - that is Newcastle education in a nutshell. The lecturers were accessible and cleared all doubts with ease. Almost all the classes were 'Recap'ed and was available online. I had opted for subjects like Advanced Geodesy, Applied Geospatial Data Handling, Spatial Data Modelling

and BIM, Geospatial Informatics etc. and I was happy about my choices. A round-the clock library system and accessible computers greatly aided in my studies. My residence was just a few steps away from the main Library and the flatmates were really friendly and pleasant. There were places for worship and good communities for students who wanted to exercise their faith.

Not to be missed are the events conducted by the student's union including events like 'Give it a Go' where students get an opportunity to experience unique events like surfing, golf, horse riding etc. The streetside markets, the enchanting Christmas season, the captivating Quayside, the sandy beaches, the imposing historic landmarks (like Grey's monument), proximity to 'Angel of North'- all make Newcastle a great destination for an excellent exchange semester. I also like to look back at my enthusiastic trips to Durham, Manchester etc..



ANGEL OF NORTH

Exams were held during the second week of January and put the knowledge we acquired to test. I bid farewell to Newcastle with a heavy heart because even though short, the time spent there was awesome. Before leaving, I also received a certificate of my Erasmus studies in Newcastle and got my confirmation of stay signed. The results were published during the last week of February and I was glad to receive good scores. I contacted my department for the credit transfer and my scores were converted to German grades. As I reflect on my Erasmus days now, I recommend my fellow students to take up this incredible opportunity to see more of



the world. I would like to wholeheartedly thank the representatives of my department in both universities, the members of international office of both universities, Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover and all my friends who made this Erasmus semester an enriching experience in my life. I am positive that the multifaceted aspects I was exposed to during this program would definitely help me in the days to come.

## VERLEIHUNG DES BACHELOR-PREISES 2018



**HERR DIETER STÜNDL ÜBERREICHT DIE URKUNDE UND DEN PREIS AN HERRN STEFAN THOBEN.**

Beim Geodätischen Kolloquium am 19.06.2018 ist der mit 500 Euro dotierte Preis an Herrn Stefan Thoben 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. Die Auswahlkommission setzt sich zusammen aus Mitgliedern des Vorstandes und der Professorenschaft der Fachrichtung. Der Preis wird gemeinsam mit der Leibniz Universitätsgesellschaft e.V. verliehen.

# 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 eines UAS (DFG)

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

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

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

M.Sc. **Frederic Hake**, Hybride 3D Bestandsdatenerfassung und modell-gestützte Prüfung von Verkehrswasserbauwerken

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

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

Dr. **Gaël Kermarrec**, Auswertung und Beurteilung von TLS-Daten und flächenhafte Modellierungen

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

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

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

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

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

M.Sc. **Ligang Sun**, DFG-Graduiertenkolleg I.C.Sens (bis 30.11.2018)

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

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

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

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

#### EXTERNE DOKTORANDEN

Dipl.-Ing. **Bahar 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 Qualitätsanalyse von TLS-Daten

Dr.-Ing. **Yin Zhang**, Steuerung und Optimierung von Messprozessen durch die Berücksichtigung von Kostenfunktionen (bis 30.11.2018)

#### GÄSTE

Dr. **Yi Zhang**, Stipendium: Humboldt Research Fellowship for Postdoctoral Researchers (bis 31.08.2018)

M.Sc. **Xin Zhao**, CSC-Stipendiatin im Bereich der "TLS-basierten 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 (bis 31.08.2018)

**Piet Hannes Maaß**, Freiwilliges Wissenschaftliches Jahr (ab 01.09.2018)

#### EHRUNGEN

Die Niedersächsische Akademie Ländlicher Raum vergibt jährlich Hochschulpreise. 2018 wurde Frau M.Sc. **Melanie Arendt** als eine der drei Preisträger/innen für ihre Masterarbeit unter dem Titel "Evaluation des Modells der Kosten- und Wirkungsanalyse von Flurbereinigungsverfahren in Niedersachsen" geehrt. Es waren 21 Arbeiten aus 6 niedersächsischen Hochschulen am Start. Die Betreuung war eine Kooperation mit dem

Lehrbeauftragtem Martin Gottwald, Niedersächsisches. Landwirtschaftsministerium.

#### MITGLIEDSCHAFTEN IN NATIONALEN UND INTERNATIONALEN FACH-GREMIEN

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

International Workshop on the Quality of Geodetic Observation and Monitoring Systems QuGOMS (IAG); Programm-Chair und Haupt-Editor  
Mitglied im Deutschen Institut für Normung (DIN), Komitee, NA 005-03-04 AA "Geodätische Instrumente und Geräte (SpA zu ISO/TC 172/SC 6)"

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

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

Mitglied in der Abteilung Ingenieurgeodäsie der DGK

Mitglied in der AG „Öffentlichkeitsarbeit“ der DGK

Vorstandsmitglied im ASBau "Akkreditierungsverbundes für Studiengänge des Bauwesens"

Leiter des DVW – AK 3 "Messmethoden und Systeme"

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) inkl. Hochschulvertretung der LUH

Mitglied des Vorstandes des Landesverbandes Niedersachsen des 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 Kuratorium der Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL), Leibniz-Forum für Raumwissenschaften

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

#### AUSLANDSAUFENTHALTE

Dr. **Markus Schaffert** hat im Rahmen des ADLAND-Projekts das Institute of Applied Sciences (INES) in Ruhengeri (Musanze) in Ruanda und die Namibia University of Science and Technology (NUST), Windhoek, besucht. Dabei hat er, als einer von drei Dozenten, am INES den "Refresher course on land consolidation in the context of smart and responsible land management" organisiert und durchgeführt (21.05.2018-26.05.2018). An der NUST fungierte er als einer von drei Dozenten des "Research Writeshop" (20.-24.08.2018).

#### WORKSHOPS

Am 11.04.2018 wurde das GIH von einer Studierenden-Exkursion der Høgskolen på Vestlandet (Western Norway University of Applied Sciences), aus Bergen/Norwegen besucht. Das Thema der Exkursion korrespondierte zur dortigen Lehreinheit "International course in land administration" am Institut für Bauingenieurwesen (Institute for byggfag) und war Teil einer Reise durch Deutschland mit Besuchen beim BKG in Frankfurt/Main, beim LGLN in Hannover und dem Katasteramt Lüneburg.

Fachlich gestaltet wurde der Tag durch Fachbeiträge des GIH (**Frederik Hake**, M.Sc., Prof. **Ingo Neumann**, Dr. **Markus Schaffert**, **Mohammad Omidalizarandi**, M.Sc.), des IKG (**Udo Feuerhake**, M.Sc.) sowie durch die Fachschaft (**Leonie Bödeker** B.Sc. & **Leon Kindervater**). Durch den Tag leitete Dr. **Markus Schaffert**.

**Markus Schaffert**, **Keno Bakker** und **Jörn Bannert** haben das bundesweite Doktoranden- und Post-Doc-Treffen der DGK-Abteilung "Landmanagement" am 12./13. Juli 2018 in Hannover organisiert. Die jährlich an wechselnden Standorten organisierte Austauschplattform war bestens besucht (35 Teilnehmer/innen) und hat nach zwei Tagen voller Fachdiskussionen und "netzwerken" sehr zufriedene Nachwuchskräfte auf die Heimreise entlassen. Die Veranstaltung fand im repräsentativen Senatssitzungssaal der Leibniz Universität statt.

## INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

## MITARBEITER

- Prof. Dr.-Ing. **Jürgen Müller**, Geschäftsführender Leiter, Sprecher SFB
- Prof. Dr.-Ing. **Jakob Flury**, Präzisionsgeodäsie auf der Erde und im Weltraum
- Prof. Dr.-Ing. **Steffen Schön**, Positionierung und Navigation
- Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. **Günter Seeber**, Professor im Ruhestand
- Prof. Dr.-Ing. **Wolfgang Torge**, Emeritusprofessor
- M.Sc. **Guy Apelbaum**, SFB: Twangs/Umwelteinflüsse bei GRACE (bis 30.06.2018)
- M.Sc. **Saniya Behzadpour**, SFB: Globale Schwerefeldbestimmung aus GRACE Daten, in Kooperation mit TU Graz
- Dr.-Ing. **Liliane Biskupek**, SFB: Semi-Analytische Satellitenbahn-berechnung
- M.Sc. **Mohammed Bochkati**, BMWI: GNSS und Uhren (bis 31.12.2018)
- M.Sc. **Yannick Breva**, GNSS und Navigation, Antennenkalibrierung
- M.Sc. **Santoshkumar Burla**, SFB: Sensorfusion für GRACE Follow-On (bis 30.6.2018)
- M.Sc. **Hani Dbouk**, GRK: Alternative Integritätsmaße mittels Intervallmathematik
- Dr.-Ing. **Heiner Denker**, Schwerefeldmodellierung, PI SFB
- Dr.-Ing. **Balaji Devaraju**, SFB: De-Aliasing von Satellitenbeobachtungen (bis 31.8.2018)
- Dr.-Ing. **Karim Douch**, SFB: Optische Gradiometrie (bis 15.02.2018)
- Dr.-Ing. **Sujata Goswami**, SFB: Untersuchung von GRACE Residuen (bis 30.06.2018)
- M.A. **Petra Heldt-Bertrand**, SFB Sekretariat
- Dipl.-Soz.wiss. **Ulrike Hepperle**, Geschäftszimmer (freigestellt)
- M.Sc. **Nicolas Garcis-Fernandez**, GRK: Optimale kollaborative Positionierung
- Dr.-Ing. **Franz Hofmann**, DFG: Mondreferenzsysteme, Zeitsysteme
- Dr.-Ing. **Tobias Kersten**, Kinematischer Teststand Navigation
- M.Sc. **Annike Knabe**, SFB: Satelliten-Gradiometrie
- M.Sc. **Igor Koch**, Schwerefeldmodellierung
- Dr.-Ing. **Thomas Krawinkel**, BMWI: GNSS und Uhren
- M.Sc. **Johannes Kröger**, GNSS und Navigation, Antennenkalibrierung
- M.Sc. **Lars Leßmann**, SFB: Modellierung von Massenvariationen in Skandinavien (bis 30.06.2018)
- Dr.-Ing. **Miao Lin**, SFB: Geoid- und Schwerefeldmodellierung
- Dr. rer. nat. **Katja Lohmann**, GRK: Geschäftsführung
- Dr.-Ing. habil. **Enrico Mai**: Baryzent. Ephemeriden, SFB PI (bis 31.12.18)
- B. Eng. **Thomas Maschke**, Technik

**Bärbel Miek**, Geschäftszimmer

Dr.-Ing. **Majid Naeimi**, Schwerefeldbestimmung aus Satellitendaten (bis 30.9.2018)

**Felix Pfeifer**, (25%) IT-Support: System-/ Anwendungsbetreuung (bis August 2018)

Dipl.-Ing. **Le Ren**, DFG: GPS Ionosphärenmodellierung / kinematische Orbits der ESA SWARNM Mission

M.Sc. **Manuel Schilling**, klassische und atom-interferometrische Gravimetrie

Dr.-Ing. **Akbar Shabanloui**, ESA-Projekt 3D Earth, DFG Projekt Swarm Insight

Dr.-Ing. **Sergei Svitlov**, ESA-Project: 'SWARM DISC: Support to accelerometer data analysis and processing'

M.Sc. **Benjamin Tennstedt**, Mechatronische Systeme, Inertialnavigation

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

M.Sc. **Christoph Wallat**, SFB: Satellitenpositionierung und Uhrmodellierung (bis 31.12.2018)

Dr. **Matthias Weigelt**, SFB Geschäftsführer, Exzellenzcluster

Dr.-Ing. **Hu Wu**, SFB: Uhrennetzwerke, relativistische Geodäsie

M.Sc. **Yihao Yao**, CSC-Stipendium: Gravity Potential Field, (bis April 2018)

#### EXTERNE DOKTORANDEN

M.Sc. **Dominik Miller**, Seismic Isolation at the ALPS Experiment at DESY

#### GÄSTE

Dr. **Ahmed Abdalla**, Sudan, IDB-Postdoc Stipendium (bis 04.05.2018)

Prof. Dr. **Torsten Mayer-Gürr**, TU Graz (August 2018)

#### FREIWILLIGES WISSENSCHAFTLICHES JAHR

**Frederik Lieske** (vom 01.09.2017 bis 31.05.2018)

#### MITGLIEDSCHAFTEN IN NATIONALEN UND INTERNATIONALEN FACHGREMIEN

**Denker, H.:** Associate Editor, Geodetic Theory & Applications, Marine Geodesy (seit 01.01.2008)

International Association of Geodesy (IAG) Fellow

Chair IAG Sub-Commission SC2.4a "Gravity and Geoid in Europe"

Member International Gravity Field Service (IGFS) Advisory Board

Advisor International Service for the Geoid (IGS)

Member IAG Joint Study Group JSG 0.15: Regional geoid/quasi-geoid modelling – Theoretical framework for the subcentimetre accuracy

Member IAG Joint Working Group JWG 0.1.2: Strategy for the Realization of the International Height Reference System (IHR)



Corresponding Member IAG Joint Working Group JWG 2.2.1: Integration and validation of local geoid estimates

Member IAG Joint Working Group JWG 2.2.2: The 1 cm geoid experiment

Member EGM2020 Working Group

**Flury, J.:** Mitglied der DGK (Ausschuss Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften)

Sprecher der DGK Sektion Lehre (seit 2018)

Chair der IAG Joint Working Group 2.1 "Relativistic Geodesy: First Steps Towards a New Geodetic Technique"

Mitglied des Advisory Boards des ESA Swarm Data, Innovation and Science Cluster (DISC)

**Müller, J.:** Sprecher des SFB 1128 geo-Q (Relativistic geodesy and gravimetry with quantum sensors) an der Leibniz Universität Hannover

Ordentliches Mitglied in der Klasse für Ingenieurwissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, von 1.1.2012 bis 31.12.2017 deren Vorsitzender

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

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

Sprecher der GGOS Standing Committee on Satellite Missions (seit 2015)

International Laser Ranging Service (ILRS): Lunar Analysis Center

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) sowie des Forschungsbaus HITec an der Leibniz Universität Hannover

Mitglied im Vorstand des Forschungszentrums FZ:GEO an der Leibniz Universität Hannover

Mitglied im Vorstand des Exzellenzclusters QuantumFrontiers an der Leibniz Universität Hannover

Federführender Schriftleiter, zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement

**Schön, S.:** Mitglied der IGS Antenna Working Group

Ordentliches Mitglied der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

Leiter des DVW-AK7

Sprecher der DFG Graduiertenkollegs I.C.Sens: Integrität und Kollaboration in dynamischen Sensornetzen

**Svitlov, S:** Member IAG Joint Working Group JWG 2.1.1: Establishment of a global absolute gravity reference system

**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. habil. **Monika Sester**, Geschäftsführende Leiterin  
 apl. Prof. Dr.-Ing. **Claus Brenner**, Mobile Mapping und Robotik  
 Prof. Dr. **Philipp Otto**, Juniorprofessor für Big Geospatial Data (seit 01.09.2018)  
 Dr. **Mohamed Abdelaal**, Network Control System for autonomous cars (DFG i.c.sens) (seit 01.08.2018)  
 Dipl.-Phys. **Fabian Bock**, Automatische Generierung von dynamischen Parkplatzkarten mittels Crowd-Sensing (DFG-SocialCars) (bis 15.02.18)  
 M. Sc. **Steffen Busch**, dynamische kooperative Karten (DFG)  
 M. Sc. **Hao Cheng** – Erkennung von Verhalten in Shared Spaces durch Deep Learning aus Trajektorien (DFG-SocialCars)  
 M.Sc. **Yu Feng**, Data Mining in sozialen Netzwerken (BMBF)  
 Dr.-Ing. **Udo Feuerhake**, Dezentrale Interpretation von Bewegungstrajektorien; Fußballanalyse am Computer  
 Dipl.-Inf. **Colin Fischer** – technische Koordination DFG-i.c.sens  
 M. Sc. **Stefan Fuest** (seit 01.07.2018) – Visuelle Kommunikation von Routenempfehlungen (DFG-SocialCars)  
 M. Sc. M. **Bashir Kazimi** – Automatische Erkennung archäologischer Strukturen in Lidardaten (MWK – Pro\*Niedersachsen)  
 M. Sc. **Christian Koetsier** – Mobiler Mensch (MWK Mobilise)  
 M. Sc. **Artem Leichter** - ICAML - Machine Learning and 3D point clouds (seit 15.05.2018)  
 M. Sc. **Torben Peters** – integrale Karten durch Deep Learning (DFG-i.c.sens)  
 M. Sc. **Florian Politz** – 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)  
 Dr.-Ing. **Alexander Schlichting**, Umgebungsinformation aus Mobile Mapping Daten (bis 14.10.2018)  
**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** – Urbane Logistik (BMBF)  
 M. Sc. **Stefania Zourlidou**, Trajektorienanalyse

## EXTERNE DOKTORANDEN

Dr.-Ing. **Oliver Röth**, Trajektorienanalyse zur Bestimmung hochgenauer Fahrspuren

M.Sc. **Yajie Chen**, 3D Punktwolkeninterpretation (seit 01.10.2018) - Betreuung zusammen mit IPI

## GÄSTE

Prof. Jörg-Rüdiger Sack, Universität Carlton, Ottawa, Kanada (11.-22.09.2018); Vorträge im Graduiertenkolleg i.c.sens und SocialCars.

## FREIWILLIGES WISSENSCHAFTLICHES JAHR

**Alexander Franz** (vom 01.09.2017 bis 31.08.2018)

**Marlin Franke** (seit 01.09.2018)

Wie bereits in den vergangenen Jahren beteiligte sich unser Institut am freiwilligen wissenschaftlichen Jahr und ermöglichte einem Abiturienten einen 12-monatigen Einblick in das wissenschaftliche Arbeiten an der Universität.

## EHRUNGEN

**M. Sc. Hao Cheng** erhielt den Preis für den besten Beitrag bei der AGILE Konferenz. Die AGILE - die bedeutendste Konferenz im GIS-Bereich in Europa - fand unter internationaler Besetzung in Lund in Schweden statt. Herr Cheng erhielt den Preis für seinen Beitrag über den Einsatz tiefer neuronaler Netze für die Prädiktion von Bewegungsverhalten in sog. Shared Spaces, d.h. Verkehrsräumen, in denen keine Regelungen für das Miteinander der verschiedenen Verkehrsteilnehmer vorgegeben sind.

**M.Sc. Torben Peters** erhielt den Victor Rizkallah Preis für seine Masterarbeit zur Entwicklung eines Laufroboters.

## 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 des Forschungszentrums 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)

Vorsitzende der DFG-Senatskommission für Erdsystemforschung

Mitglied des Senats der Helmholtz-Gemeinschaft (seit September 2018)

#### WORKSHOPS UND KONFERENZEN

Monika Sester war zusammen mit Prof. Stephan Winter (University Melbourne) und Prof. Amy Griffin (RMIT Melbourne) im Programme Committee der GIScience Konferenz in Melbourne, Australien. Die internationale Konferenz im GIS-Bereich findet alle zwei Jahre statt.

## 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  
 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. **Lin Chen**, Punktmerkmale und -deskriptoren  
 M.Sc. **Maximilian Coenen**, Analyse von Stereobildsequenzen  
 M.Sc. **Mareike Dorozynski**, Convolutional Neural Networks (seit 01.12.2018)  
 M.Sc. **Philomena Humburg**, Straßenaktualisierung aus Luft- und Satellitenbildern  
 Dr.-Ing. **Karsten Jacobsen**, Geometrie von Luft- und Satellitenbildern  
 M.Sc. **Christian Kruse**, Erkennung von Kriegsschäden in Luftbildern  
 M.Sc. **Alina Maas**, Änderungdetektion aus Luft- und Satellitenbildern  
 M.Sc. **Max Mehtretter**, Zuverlässige stereoskopische 3D Rekonstruktion  
 M.Sc. **Uyen Nguyen**, Personenverfolgung in Bildsequenzen  
 Dipl.-Ing. **Andreas Paul**, Transferlernen in der Bilddatenklassifikation  
**Annette Radtke**, Sekretariat ISPRS  
**Claudia Sander**, Sekretariat  
 M.Sc. **Artuom Sledz**, Auswertung von Thermalaufnahmen für Fernwärmeanwendungen  
 M.Sc. **Philipp Trusheim**, 3D Punktbestimmung in dynamischen Netzen, (seit 01.07.2018)  
 M.Sc. **Jakob Unger**, Photogrammetrie mit UAV  
 Dr.-Ing **Sanaz Vajedian**, Optische Fernerkundung  
 Dr.-Ing. **Manfred Wiggenhagen**, Nahbereichsphotogrammetrie  
 M.Sc. **Dennis Wittich**, Deep learning  
 M.Sc. **Chun Yang**, Convolutional Neural Networks

### EXTERNE DOKTORANDEN

- M.Sc. **Gregor Blott**, Personenwiedererkennung in Bildsequenzen (Bosch)  
 M.Sc. **Yajie Chen**, 3D Punktwolkeninterpretation - Betreuung zusammen mit ikg  
 M.Sc. **Mahmud Haghshenas Haghighi**, Radarfernerkundung (GFZ Potsdam)  
 Dipl.-Geogr. **Andre Kalia**, Permanent Scatterer Interferometrie (BGR)

Dipl.-Ing. **Murat Ürün**, Nahbereichsphotogrammetrie (VW-Nutzfahrzeuge)  
 M.Sc. **Xin Wang**, Orientierung ungeordneter Bilddaten

#### GÄSTE

M.Sc. **Junhua Kang**, Wuhan University, Jan.-Dez., Digitale Bildzuordnung  
**Kazuki Kitaura**, GSI Tsukuba, Japan, April 2017-März 2018, Update and validation of vector data using high resolution imagery  
 M.Sc. **Patricia Mwangi**, Kenyatta University, Nairobi, Kenia, November 2017-April 2018, Fernerkundung für Umwelthanwendungen  
 M.Sc. **Daixin Zhao**, Universität Stuttgart, Juni - Okt. 2018, Deep Learning und Convolutional Neural Networks  
**Li Minglei**, PhD., Nanning University of Aeronautics and Astronautics, China, Sept. 2018 - Feb. 2019, Image orientation and laser scanning  
**Khaldoun Qtaishat**, PhD., Mu'tah University, Karak, Jordanien, Okt. 2018 - Jan. 2019, Digital terrain models and flood modelling  
**Margarita Dogaru**, Romanian National Centre of Cartography, Nov. 2018, Geospatial database updating  
**Umut Günes Sefercik**, Karacilmas University, Zonguldak, Nov. 2018, Ableitung von digitalen Geländemodellen  
 M.Sc. **Xiao Teng**, Bildorientierung, seit 15.12.2018

#### EHRUNGEN

Herr M. Sc. **Dennis Wittich** wurde am 13.01.2018 im Rahmen der Absolventenfeier der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie als bester Absolvent des Studienganges *Navigation und Umweltrobotik* im Jahr 2017 geehrt. Daneben wurde er am 24.04.2018 für seine ausgezeichnete Masterprüfung mit dem Dr.-Jürgen-Ulderup-Preis ausgezeichnet. Die Dr. Jürgen und Irmgard Ulderup Stiftung ehrt jährlich Studierende der Fakultät für Maschinenbau für ihre herausragenden Leistungen in Bachelorprüfungen, Diplom- und Masterprüfungen sowie Promotionen.



DIE PREISTRÄGER DER DR. JÜRGEN UND IRMGARD ULDERUP STIFTUNG 2018. HINTERE REIHE, 3. VON RECHTS: DENNIS WITTICH

Dennis Wittich arbeitet inzwischen in einem Projekt zum Thema Deep Learning am IPI.



Bei der Absolventenfeier der Fakultät am 12.01.2019 wurden zwei neue Mitarbeiter für den jeweils besten Studienabschluss des Jahres 2018 geehrt. **Mareike Dorozynski** schloss den Masterstudiengang Geodäsie und Geoinformatik als Jahrgangsbeste ab und erhielt dafür einen Preis der Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover. **Philipp Trusheim** gelang derselbe Erfolg im Masterstudiengang Navigation und Umweltrobotik, wobei er sich die Ehre mit Birgit Klein teilen durfte. Beide erhielten für ihre Leistung je einen Preis der Victor Rizkallah-Stiftung.

Mareike Dorozynski ist am IPI inzwischen in einem EU-Projekt zur Analyse von Seidenstoffen mit Hilfe von Bildern beschäftigt, Philipp Trusheim ist assoziiertes Mitglied des DFG-Graduiertenkolleg ic.sens ([www.icsens.uni-hannover.de/](http://www.icsens.uni-hannover.de/)).



**MAREIKE DOROZYNSKI MIT DIETER STÜNDL, DEM VORSITZENDEN DER FÖRDERERGESELLSCHAFT**



**SAMI RIZKALLAH UND PHILIPP TRUSHEIM BEI DER PREISÜBERGABE**

Anfang des Jahres wurde **M.Sc. Alina Maas** für ihren im Mai 2018 in der Fachzeitschrift *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* veröffentlichten Beitrag mit dem Titel *Multitemporal Classification Under Label Noise Based on Outdated Maps* ausgezeichnet. Sie erhielt den zweiten Platz des *ESRI Awards for Best Scientific Paper in Geographic Information Systems*, mit dem wissenschaftlicher Arbeiten geehrt werden, die das Wissen über die Technologie der Geografischen Informationssysteme erweitern.



**ALINA MAAS (RECHTS) NEBEN DER ALTEN ASPRS PRÄSIDENTEN ANNE HILLYER UND DEM NEUEN PRÄSIDENTEN TOMMY JORDAN BEI DER PREISÜBERGABE**

Der Preis wurde Ende Januar 2019 während der *ASPRS Annual Conference and International Lidar Mapping Forum* in Denver (Colorado, USA) überreicht.

Der Preis wurde Ende Januar 2019 während der *ASPRS Annual Conference and International Lidar Mapping Forum* in Denver (Colorado, USA) überreicht.

Alina Maas forscht seit Juni 2015 am IPI an der automatischen Änderungsdetektion zwischen zwei Zeitpunkten unter Verwendung von Bilddaten und veralteten Karten.

## MITGLIEDSCHAFTEN IN NATIONALEN UND INTERNATIONALEN FACHGREMIEN

**Heipke, C.:** Präsident der International Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung (ISPRS)

Ordentliches Mitglied der Deutschen Geodätischen Kommission (DGK) 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

**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"

**Konecny, G.:** Vorsitzender der Beratungsgruppe für Entwicklungshilfe im Vermessungswesen (BEV)

Vize-Ehrenpräsident der Europäischen Vereinigung der Fernerkundungslaboratorien EARSeL

**Motagh, M.:** Mitglied der Redaktionsleitung der Journale: (1) Journal of Geodynamics und (2) Remote Sensing (seit 2018)

**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"

#### AUSLANDSAUFENTHALTE

**Alina Maas** forschte vom 07.07.2018 bis zum 28.09.2018 an der Universität Háskóli Íslands in Reykjavík (Island). In der Fakultät für Elektronik und Informationstechnik arbeitete sie an der Merkmalsselektion und an der automatischen Aktualisierung veralteter Karten mithilfe von Hyperspektraldaten. Während des Aufenthaltes entstand zum zweitgenannten eine gemeinsame Veröffentlichung. Die Graduiertenakademie der Leibniz Universität Hannover hat den Forschungsaufenthalt durch eine starke finanzielle Unterstützung ermöglicht.

#### WORKSHOPS

**Jacobsen, K.:** Durchführung des Fortbildungskurses „Training on Photogrammetry using CORONA data“, Geological Survey of Bangladesh, Dhaka, 26.-30.09.2018

**Jacobsen, K.:** Durchführung des Fortbildungskurses „Photogrammetric data acquisition for infrastructure projects in Bolivia by use of data acquisition by UAV up to optical satellites“, Universidad Mayor de San Andres, La Paz, 19.11.-05.12.2018

# PUBLIKATIONEN UND VORTRÄGE

## GEODÄTISCHES INSTITUT

### BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Alkhatib, H.; Kargoll, B.; Paffenholz, J.A. (2018): Further results on robust multivariate time series analysis in nonlinear models with autoregressive and t-distributed errors, In: Rojas, I.; Pomares, H.,; Valenzuela, O. (Hrsg.) Time Series Analysis and Forecasting. ITISE 2017. Contributions to Statistics, S. 25-38. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-96944-2\_3, ISBN: 978-3-319-96943-5.
- de Vries, W.T.; Voß, W. (2018): Economic Versus Social Values in Land and Property Management: - Two Sides of the Same Coin?, Raumforschung und Raumordnung | Spatial Research and Planning 76 (5), 2018, 381-394.
- Hartmann, J.; Kenneweg, R.; Gierschner, F.; Geist, M.; Dittrich, M.-A.; Böß, V.; Neumann, I. (2018): Optimierung des Materialauftrags an Megayachten, zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, DOI: 10.12902/zfv-0227-2018.
- Hartmann, J.; Trusheim, P.; Alkhatib, H.; Paffenholz, J.-A.; Diener, D.; Neumann, I. (2018): High Accurate Pointwise (Geo-)Referencing of a k-TLS Based Multi-Sensor-System, ISPRS Ann. Photogram. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., IV-4, 81-88, DOI: 10.5194/isprs-annals-IV-4-81-2018.
- Kany, C.; Klein, U.; Osterhold, M.; Riecken, J.; Sandmann, S.; Schaffert, M.; Schön, B.; Seuß, R. (2018): Wert von Geoinformation, zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement 6/2018: 390-397, DOI: 10.12902/zfv-0238-2018.
- Kargoll, B.; Omidalzarandi, M.; Alkhatib, H.; Schuh, W.-D. (2018): Further results on a modified EM algorithm for parameter estimation in linear models with time-dependent autoregressive and t-distributed errors, In: Rojas, I.; Pomares, H.,; Valenzuela, O. (Hrsg.) Time Series Analysis and Forecasting. ITISE 2017. Contributions to Statistics, S. 323-337. Springer, Cham, DOI: 10.1007/978-3-319-96944-2\_22, ISBN: 978-3-319-96943-5.
- Kargoll, B.; Omidalzarandi, M.; Loth, I.; Paffenholz, J.-A.; Alkhatib, H. (2018): 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, Jg. 92, Nr. 3, S. 271-297, DOI: 10.1007/s00190-017-1062-6.
- Kermarrec, G.; Alkhatib, H.; Neumann, I. (2018): On the Sensitivity of the Parameters of the Intensity-Based Stochastic Model for Terrestrial Laser Scanner. Case Study: B-Spline Approximation, Sensors 2018, 18, 2964, DOI: 10.3390/s18092964.
- Kermarrec, G.; Ren, L.; Schön, S. (2018): On filtering ionospheric effects in GPS observations using the Matérn covariance family and its impact on orbit determination of Swarm satellites, GPS Solution, 22:66.
- Köhler, T.; Weitkamp, A.; Alkhatib, H. (2018): Quantifying Spatial Spillover Effects of Urban Restructuring, Opportunities and Constraints of Land Management in Local and Regional Development, Hopperle E. et al., EALD-Series (European Academy of Land Use and Development), Zürich, S. 99-107, DOI: 10.3218/3928-3, ISBN: 978-3-7281-3928-3.
- Landmann, J.; Ongsiek, T.; Goseberg, N.; Heasman, K.; Buck B.H.; Paffenholz, J.-A.; Hildebrandt, A. (2018): Investigating drag and inertia characteristics of full-scale blue mussel dropper lines., Proceedings of the 7th International Conference on the Application of Physical Modelling in Coastal and Port Engineering and Science (Coastlab18), Santander, Spain, May 22-26, 2018.
- Omidalzarandi, M.; Kargoll, B.; Paffenholz, J.-A.; Neumann, I. (2018): Accurate vision-based displacement and vibration analysis of bridge structures by means of an image-assisted total station, Advances in Mechanical Engineering, Jg. 10, Nr. 6, S. 1-19, DOI: 10.1177/1687814018780052.
- Omidalzarandi, M.; Paffenholz, J.-A.; Neumann, I. (2018): Automatic and accurate passive target centroid detection for applications in engineering geodesy, Survey Review, Taylor & Francis DOI: 10.1080/00396265.2018.1456001.
- Paffenholz, J.-A.; Hüge, J.; Stenz, U. (2018): Integration von Lasertracking und Laserscanning zur optimalen Bestimmung von lastinduzierten Gewölbeverformungen, In: allgemeine vermessungsnachrichten (avn), 125. Jg., Heft 4, 2018, S. 73-88.
- Retat, A.; Schaffert, M. (2018): OpenStreetMap im Kontext kulturlandschaftlicher Fragestellungen – Ein Qualitätsvergleich mit Blick auf Landnutzungen und Landbedeckungen, zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, 142(1), S. 36-45, DOI: 10.12902/zfv-0190-2017.

- Schaffert, M.; Höcht, V. (2018): Geokodierte Meldedaten als Basis bedarfsgerechter Planungen in ländlichen Gemeinden und Regionen, In: *Raumforschung und Raumordnung | Spatial Research and Planning*, DOI: <https://doi.org/10.1007/s13147-018-0555-y>.
- Schaffert, M.; Höcht, V. (2018): Municipal population data for rural development in Germany. Opportunities, limits and GIS-based approaches, Hepperle E. et al., *EALD-Series (European Academy of Land Use and Development)*, Zürich: 259-271, DOI: 10.3218/3928-3, ISBN: 978-3-7281-3928-3.
- Schön, S.; Brenner, C.; Alkhatib, H.; Coenen, M.; Dbouk, H.; Garcia-Fernandez, N.; Fischer, C.; Heipke, C.; Lohmann, K.; Neumann, I.; Nguyen, U.; Paffenholz, J.-A.; Peters, T.; Rottensteiner, F.; Schachtschneider, J.; Sester, M.; Sun, L.; Vogel, S.; Voges, R.; Wagner, B. (2018): Integrity and Collaboration in Dynamic Sensor Networks, In: *Sensors* 2018, 18(7), 2400, p.21. DOI: 10.3390/s18072400.
- Schön, S.; Kermarrec, G.; Kargoll, B.; Neumann, I.; Kosheleva, O.; Kreinovich, V. (2018): Why Student distributions? Why Matern's covariance model? A symmetry-based explanation, In: Ly, A.H.; Le, D.S.; Kreinovich, V.; Nguyen, T.N. (Hrsg.) *ECONVN 2018: Econometrics for Financial Applications. Studies in Computational Intelligence*, Band 760, S. 266-275. Springer, Cham. weitere Informationen, DOI: 10.1007/978-3-319-73150-6\_21.
- Steensen, T.; Schaffert, M. (2018): OpenStreetMap and Sentinel-2 Data: Opportunities and limits of merging two open data sources. A multi-data-approach for cloud shadow reduction, Hepperle E. et al., *EALD-Series (European Academy of Land Use and Development)*, Zürich: 259-271 DOI:10.3218/3928-3, ISBN: 978-3-7281-3928-3.
- Sun, L.; Alkhatib, H.; Paffenholz, J.-A.; Neumann, I. (2018): Geo-Referencing of a Multi-Sensor System Based on Set-membership Kalman Filter, In: 21st International Conference on Information Fusion (FUSION) 2018, Cambridge, United Kingdom, July 10-13, 2018, p. 889 - 896. DOI: 10.23919/ICIF.2018.8455763, ISBN: 978-0-9964527-6-2.
- Vogel, S.; Alkhatib, H.; Neumann, I. (2018): Iterated Extended Kalman Filter with Implicit Measurement Equation and Nonlinear Constraints for Information-Based Georeferencing, In: 21st International Conference on Information Fusion (FUSION) 2018, Cambridge, United Kingdom, July 10-13, 2018, p. 1209-1216, DOI: 10.23919/ICIF.2018.8455258.
- Xu, X.; Bureick, J.; Yang, H.; Neumann, I. (2018): TLS-based composite structure deformation analysis validated with laser tracker, *Composite Structures*, Vol. 202, S. 60-65, DOI: 10.1016/j.compstruct.2017.10.015.
- Xu, X.; Kargoll, B.; Bureick, J.; Yang, H.; Alkhatib, H.; Neumann, I. (2018): TLS-based profile model analysis of major composite structures with robust B-spline method, *Composite Structures*, Vol. 184, S. 814-820, DOI: 10.1016/j.compstruct.2017.10.057.
- Xu, X.; Yang, H.; Neumann, I. (2018): Time-efficient filtering method for three-dimensional point clouds data of tunnel structures, *Advances in Mechanical Engineering*, Volume: 10 issue: 5 DOI:10.1177/1687814018773159.
- Xu, X.; Yang, H.; Neumann, I. (2018): Monotonic loads experiment for investigation of composite structure based on terrestrial laser scanner measurement, *Composite Structures*, Volume 183, 1 January 2018, Pages 563-567. DOI:10.1016/j.compstruct.2017.07.001.
- Xu, X.; Yang, H.; Zhang, Y.; Neumann, I. (2018): Intelligent 3D Data Extraction Method for Deformation Analysis of Composite Structures, *Composite Structures*, Volume 203, 1 November 2018, Pages 254-258. DOI:10.1016/j.compstruct.2018.07.003.
- Zhao, X.; Kargoll, B.; Omidalizarandi, M.; Xu, X.; Alkhatib, H. (2018): Model selection for parametric surfaces approximating 3D point clouds for deformation analysis, *Remote Sensing*, Jg. 10, Heft 4, Nr. 634, Special Issue: "3D Modelling from Point Clouds: Algorithms and Methods", DOI: 10.3390/rs10040634.

#### NICHT BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Alkhatib, H.; Kargoll, B.; Bureick, J.; Paffenholz, J.-A. (2018): Statistical evaluation of the B-Splines approximation of 3D point clouds, *Proceedings des FIG-Kongresses in Istanbul, Türkei*, 6.-11. Mai 2018.
- Hesse, C.; Willemsen, T.; Leitz, S.; Neumann, I.; Wodniok, J.; Hake, F.; Lippman, G. (2018): Durchführung von interdisziplinären Monitoringprojekten in der Praxis – Ergebnisse und Erfahrungen, Busch W. (Hg.): *GeoMonitoring* 2018. Clausthal-Zellerfeld 2018, S. 193-208.
- Kargoll, B. (2018): *Mathematical Foundations for Probabilistic and Fuzzy Data Analysis (Version: 8. November 2018)*, Technischer Bericht.

- Neumann, I.; Paffenholz, J.-A. (2018): Deformationsmessungen bei Großversuchen mittels Laserscanning und Lasertracking, In: Busch W. (Hg.): GeoMonitoring 2018. Clausthal-Zellerfeld 2018, S. 209-224.
- Paffenholz, J.-A.; Becker, A.; Omidalizarandi, M.; Busse, V. (2018): Untertägige Verformungsüberwachung diskreter Ankerköpfe mittels Videotachymetrie, In: Busch W. (Hg.): GeoMonitoring 2018. Clausthal-Zellerfeld 2018, S. 225-240.
- Paffenholz, J.-A.; Stenz, U.; Neumann, I.; Dikhoff, I.; Riedel, B. (2018): Belastungsversuche an einer Mauerwerksbrücke: Lasertracking und GBSAR zur Verformungsmessung, In: Jäger, W. (Hrsg.): Mauerwerk-Kalender 2018, Ernst & Sohn: Berlin, 2018, S. 205-219, ISBN: 978-3-433-03181-0
- Schaffert, M. (2018): Herausforderung „Generationenwechsel in ländlichen Einfamilienhausgebieten“. Unterstützungspotential durch GIS, in: Bill, R.; Zehner, M.L.; Schröder, J.; Lerche T. (Hrsg.): Geoinformation und Digitalisierung, GeoForum MV 2018, 9-10. April in Warnemünde.
- Schaffert, M.; Steensen, T. (2018): Single-Family Housing Stock in Transition: Challenges for Rural Development in Germany, International Conference on Real Estate Development and Management 2018, 1-3 February 2018 in Ankara.
- Sun, L.; Alkhatib, H.; Kargoll, B.; Kreinovich, V.; Neumann, I. (2018): A new Kalman filter model for nonlinear systems based on ellipsoidal bounding, arXiv: 1802.02970
- Timmen, L.; Kersten, T.; Müller, J.; Schilling, M.; Schön, S.; Paffenholz, J.-A.; Neumann, I. (2018): Das HITec als Herzstück - Geodäsie und Quantenphysik verbinden sich, HITec - Das HannoverInstitute of Technology - Ein transdisziplinäres Zentrum für Quanten-Engineering, Forschungsmagazin der Leibniz Universität Hannover, Band 3/4 2018.
- Wujanz, D.; Burger, M.; Neitzel, F.; Lichtenberger, R.; Schill, F.; Eichhorn, A.; Stenz, U.; Neumann, I.; Paffenholz, J.-A. (2018): Belastungsversuche an einer Mauerwerksbrücke: Terrestrisches Laserscanning zur Verformungsmessung, In: Jäger, W. (Hrsg.): Mauerwerk-Kalender 2018, Ernst & Sohn: Berlin, 2018, S. 221-239, ISBN: 978-3-433-03181-0.

## BÜCHER/BUCHBEITRÄGE

- Becker, T.; Frank, J.; Schaffert, M.; Wenger, F. (2018): Die Steinburger Elbmarschen aus Akteursicht. Von Landschaftsbesonderheiten und Lieblingsorten, In: Archäologisches Landesamt Schleswig-Holstein (Hrsg.): Kulturlandschaftswandel in den Steinburger Elbmarschen, Schleswig, S. 77-92, ISBN: 978-3-00-058520-3.
- Dennig, D. (2018): Vermessungstechnik, In: DIN Deutsches Institut für Normung e.V. und bauforum-stahl e.V. (Hrsg.): Baubetrieb im Stahlbau. Unter Mitarbeit von Raban Siebers, Alexander Malkwitz, Manfred Helmus und Annica Meins-Becker. S. 236-243. 1. Aufl. Beuth (Beuth Praxis), Berlin, ISBN: 978-3-410-23587-2.
- Voß, W.; Bannert, J. (2018): Reference land values in Germany: Land policy by market transparency, Instruments of Land Policy. Routledge: 35-48.

## VORTRÄGE

- Alkhatib, H.; Kargoll, B.; Bureick, J.; Paffenholz, J.-A. (2018): Statistical evaluation of the B-splines approximation of 3D point clouds, XXVI FIG Kongress 2018, Istanbul, Türkei, 10. Mai 2018.
- Alkhatib, H.; Omidalizarandi, M.; Kargoll, B. (2018): A bootstrap approach to testing for time-variability of autoregressive random deviations in regression time series models, IX Hotine-Marussi-Symposium, Rom, Italien, 22. Juni 2018.
- Altemeier, F.; Alkhatib, H.; Gordon, B.; Neumann, I. (2018): Der neue ISO-Standard zur Feldprüfung von TLS und seine Relevanz für die Praxis, Seminar Terrestrisches Laserscanning 2018 (TLS 2018), Fulda, Deutschland, 13.+14. Dez. 2018.
- Becker, T.; Schaffert, M. (2018): Im Auge des Betrachters. Ergänzung von rechnergestützten Kulturlandschaftsanalysen durch lokale Akteure, IALE-D Jahrestagung 2018, in Hannover 5.-7. September 2018.
- Dorndorf, A.; Kargoll, B.; Paffenholz, J.-A.; Alkhatib, H. (2018): Bayessches nichtlineares Regressionsmodell basierend auf Student-verteilten Fehlern, Geodätische Woche 2018, Frankfurt am Main, 16.10.2018.
- Dorndorf, A.; Kargoll, B.; Paffenholz, J.-A.; Alkhatib, H. (2018): Bayesian nonlinear regression model based on t-distributed errors, IX Hotine-Marussi-Symposium, Rom, Italien, 22. Juni 2018.
- Hartmann, J.; Trusheim, P.; Alkhatib, H.; Paffenholz, J.-A.; Diener, D.; Neumann, I. (2018): High Accurate Pointwise (Geo-)Referencing of a k-TLS Based Multi-Sensor-System, ISPRS Technical Commission IV Symposium 2018, Delft, The Netherlands, October 1 - 5, 2018.

- Loth, I.; Schuh, W.-D.; Kargoll, B. (2018): The "Magic Square" of stochastic processes, IX Hotine-Marussi-Symposium, Rom, Italien, 22. Juni 2018.
- Neumann, I. (2018): Virtuelle 3D Welten -Wie mobile Plattformen unsere Umwelt digitalisieren-. Eingeladener Festvortrag auf der Preisverleihung des niedersächsischen Schülerwettbewerbes „Mathematik ohne Grenzen“, Hannover, 18.05.2018.
- Neumann, I. (2018): Behandlung von Messunsicherheiten nach GUM, Eingeladener Vortrag bei der Leica Geosystems AG (Heerbrugg), Heerbrugg, Schweiz, 07.06.2018.
- Omidalizarandi, M.; Kargoll, B.; Kemkes, E.; Rüffer, J.; Paffenholz, J.-A.; Neumann I. (2018): Vibration analysis of bridge structures using low-cost accelerometers and an image-assisted total station, Geodätische Woche 2018, Session 4. Ingenieurgeodäsie und GNSS, Frankfurt am Main, 17.10.2018.
- Paffenholz, J.-A. (2018): 3-D Messverfahren zur Verformungsmessung, Vortrag, 11. Mauerwerk Kalender-Tag, Dresden, 27.03.2018 (eingeladener Vortrag).
- Schaffert, M. (2018): Herausforderung „Generationenwechsel in ländlichen Einfamilienhausgebieten“. Unterstützungspotential durch GIS, GeoForumMV 2018 (Geoinformation und Digitalisierung) in Warnemünde am 10.04.2018.
- Schaffert, M. (2018): Kleinräumige Bevölkerungsveränderungen – Die Begrenztheit der Daten & die Macht der Zahlen, Gemeinsame Jahrestagung der AKs „Bevölkerungsgeographie“ und „Geographische Migrationsforschung“: Die Macht der Zahlen in Chemnitz am 03.05.2018.
- Schaffert, M.; Becker, T. (2018): Let the locals map – analysing landscape characteristics in a transdisciplinary way, European Academy of Land Use and Development in Riga am 06.09.2018.
- Schaffert, M.; Becker, T. (2018): Ermittlung von Landschaftsbesonderheiten in der Metropolregion Hamburg durch einen partizipativen Ansatz, Arbeitskreis Landschaftsforschung, Hamburg, am 21. September 2018.
- Schaffert, M.; Steensen, T. (2018): Single-family housing stock in transition. Challenges for rural development in Germany, International Conference on Real Estate Development and Management 2018 in Ankara am 01.02.2018.
- Trusheim, P.; Hartmann, J.; Neumann, I. (2018): Entwicklung und Implementierung eines Filtermodells zur punktgenauen (Geo-)Referenzierung eines k-TLS basierten Multi-Sensor-Systems, Geodätische Woche 2018.
- Voß, W. (2018): Real Estate Market Transparency - A tool to support Land Policy? Conference of International Academic Association on Planning, Law, and Property Rights, Novi Sad, Serbia. 19.-23.02.2018.
- Voß, W. (2018): Funding a Research in Africa - Seeking funding, Preparing budgets, Reporting to funders, Possible funders. NELGA Continental Research Conference "Land Governance as a Driver for Sustainable Socio-Economic Development", Addis Ababa, Ethiopia, 20.-23.11.2018.

## POSTER

- Kargoll, B.; Omidalizarandi, M.; Alkhatib, H. (2018): Adjustment of Gauss-Helmert models with autoregressive and t-distributed errors, IX Hotine-Marussi-Symposium, Rom, Italien, 21. Juni 2018.
- Kersten T.; Paffenholz J.-A. (2018): Zur Bewertung von High Sensitivity GNSS-Empfängern bei der Kombination in Multi-Sensor-Systemen, In: Proceeding of Positionierung und Navigation für Intelligente Verkehrssysteme: POSNAV ITS 2018, November 15.-16., DOI: 10.15488/3945.



## INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

### BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Dbouk, H., Schön, S. (2018): Comparison of Different Bounding Methods for Providing GPS Integrity Information, Proceedings of IEEE/ION PLANS, DOI:10.1109/PLANS.2018.8373401
- Denker, H., Timmen, L., Voigt, C., Weyers, S., Peik, E., Margolis, H.S., Delva, P., Wolf, P., Petit, G. (2018): Geodetic methods to determine the relativistic redshift at the level of 10<sup>-18</sup> in the context of international timescales – A review and practical results. *J. Geod.* 92:487-516, DOI: 10.1007/s00190-017-1075-1.
- Douch, K., Schubert, C., Wu, H., Müller, J., Pereira Dos Santos, F. (2018): Simulation-based evaluation of a cold atom interferometry gradiometer concept for gravity field recovery. *Advances in Space Research*, Vol. 61, Issue 5, p.1307-1323, 2018, DOI: 10.1016/j.asr.2017.12.005
- Garcia-Fernandez, N., Schön, S. (2018): Evaluating a LKF Simulation Tool for Collaborative Navigation Systems, Proceedings of IEEE/ION PLANS, DOI:10.1109/plans.2018.8373539
- Goswami, S., Devaraju, B., Weigelt, M., Mayer-Gürr, T. (2018): Analysis of GRACE range-rate residuals with focus on KBR instrument system noise, *Advances in Space Research*, DOI: 10.1016/j.asr.2018.04.036
- Goswami, S., Klinger, B., Weigelt, M., Mayer-Gürr, T. (2018): Analysis of attitude errors in GRACE range-rate residuals - a comparison between SCA1B and the fused attitude product (SCA1B + ACC1B), *IEEE Sensor Letters*, DOI: 10.1109/LSENS.2018.2825439
- 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. (2018): Geodesy and metrology with a transportable optical clock. *Nature Physics* 2018. DOI:10.1038/s41567-017-0042-3
- Hofmann, F., Müller, J. (2018): Relativistic Tests with Lunar Laser Ranging. *Classical and Quantum Gravity*, Vol. 35, No. 035015, 2018, DOI: 10.1088/1361-6382/aa8f7a
- Hofmann, F., Biskupek, L., Müller, J.: Contributions to Reference Systems from Lunar Laser Ranging using the lFE analysis model. *Journal of Geodesy (Special issue on reference frames)*, 92(9), 975-987, 2018, DOI: 10.1007/s00190-018-1109-3
- Kerमारrec, G., Ren, L., Schön, S. (2018): On filtering ionospheric effects in GPS observations using the Matérn covariance family and its impact on orbit determination of Swarm satellites, *GPS Solutions* 22:66, DOI: 10.1007/s10291-018-0733-y
- Kerमारrec, G., Schön, S. (2018): On modelling GPS phase correlations: a parametric model, *Acta Geodaetica et Geophysica*, 53(1), pages 139-156 DOI: 10.1007/s40328-017-0209-5
- Koch, I., Shabanlou, A., Flury, J. (2018): Calibration of GRACE accelerometers using two types of reference accelerations, In: *International Association of Geodesy Symposia*, Springer, Berlin, Heidelberg, DOI: 10.1007/1345\_2018\_46
- Krawinkel, T., Schön, S. (2018): On the Potential of Receiver Clock Modeling in Kinematic Precise Point Positioning, Proceedings of the 31st International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation (ION GNSS+ 2018), September 24-28, Miami FL, USA, pp. 3897-3908
- Leßmann, L., Müller, J. (2018): Analysis of non-tidal ocean loading for gravitational potential observations in northern Europe, *Journal of Geodynamics*, Volume 119, p. 23-28, 2018, DOI: 10.1016/j.jog.2018.05.008
- Lin, M., Denker, H. (2018): On the computation of gravitational effects for tesseroids with constant and linearly varying density. *Journal of Geodesy*, 19 Sept. 2018. DOI: 10.1007/s00190-018-1193-4
- Mai, E., Müller, J., Oberst, J. (2019): Application of an evolution strategy in planetary ephemeris modeling. *Advances in Space Research*, Vol. 63, Issue 1, p.728-749, 2019, DOI: 10.1016/j.asr.2018.09.011
- Mehlstäubler, T.E., Grosche, G., Lisdat, C., Schmidt, P.O., Denker, H. (2018): Atomic clocks for geodesy. *Reports on Progress in Physics* Vol. 81, No. 6, 064401, <https://doi.org/10.1088/1361-6633/aab409>
- Müller, J., Dirx, D., Kopeikin, S., Lion, G., Panet, I., Petit, G., Visser, P. (2018): High Performance Clocks and Gravity Field Determination. *ISSI book on High Performance Clocks*, *Space Science Reviews* 214:5, 2018, DOI: 10.1007/s11214-017-0431-z
- Ren, L., Schön, S. (2018): PPP-based Swarm kinematic orbit determination, *Annales Geophysicae* 36(5):1227-1241, DOI: 10.5194/angeo-36-1227-2018.

- Schön, S., Brenner, C., Alkhatib, H., Coenen, M., Dbouk, H., Garcia-Fernandez, N., Fischer, C., Heipke, C., Lohmann K., Neumann I., Nguyen U., Paffenholz J.-A., Peters T., Rottensteiner F., Schachtschneider J., Sester M., Sun L., Vogel S., Voges R., Wagner B. (2018): Integrity and Collaboration in Dynamic Sensor Networks, *Sensors* DOI: 10.3390/s18072400
- 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, *Fuzzy Logic, in Intelligent System Design. NAFIPS 2017*, DOI 10.1007/978-3-319-67137-6-41
- Svitlov, S. (2018): Dynamic phase shift within a falling glass cube is negligible: comment on 'Relativistic theory of the falling retroreflector gravimeter', *Metrologia*, 55: 609-613.
- Timmen, L., Falk, R., Gabriel, G., Lothhammer, A., Schilling, M., Vogel, D. (2018): Das Relativgravimeter-Kalibriersystem Hannover für 10e-4 Maßstabsbestimmungen, *avn - Allgemeine Vermessungs Nachrichten*, Vol. 125(05), S. 140-150.
- Weise, A., Kersten, T., Timmen, L., Gabriel, G., Schön, S., Vogel, D. (2018): Ein integrativer geodätisch-gravimetrischer Ansatz zur Erkundung von Subrosion im Erdfallgebiet Hamburg-Flottbek - Oberflächendeformation und Massentransfer, *Allgemeine Vermessungsnachrichten (AVN)*, 125(7), Seiten: 244-254, Wichman VDE Verlag, Berlin
- Wu, H., Müller, J., Lämmerzahl, C. (2018): Clock networks for height system unification: a simulation study. *Geophysical Journal International*, DOI: 10.1093/gji/ggy508
- Zürn, W., Timmen, L. (2018): Crustal deformation and gravity variations in the frequency band of the seismic normal modes caused by processes in the atmosphere – a case study. In: *Allgemeine Vermessungsnachrichten (avn)* 125(2018)5, pp. 127-132.

#### NICHT BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Abdalla, A., Denker, H., Müller, J. (2018): A Combined optimisation of local and global gravimetric data to improve geoid modelling in Sudan. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 20: EGU2018-5241, EGU General Assembly 2018, Vienna, Austria, 8-13 April 2018
- Arzate, J., Esparza, A., Timmen, L., Schilling, M. (2018): High precision absolute gravimetry. In and out laboratory measurements: the Jalisco Block (Mexico) changes in gravity 1996-2016. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 20, EGU2018-10031.
- Bochkati, M., Schön, S. (2018): Steering a GNSS Low-cost Receiver with a Chip Scale Atomic Clock and its Impact on PVT Estimation, *Proceedings of the 9th ESA Workshop on Satellite Navigation Technologies and European Workshop on GNSS Signals and Signal Processing (NAVITEC)*
- Bregolin, F., 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., Tampellini, A., Barbieri, P., Zucco, M., Costanzo, G. A., Clivati, C., Levi, F., Calonico, D. (2018): Remote and local comparisons of optical atomic clocks for geodesy and metrology. Abstract, ICAP2018, The 26th International Conference on Atomic Physics, Barcelona, Spain, 22 - 27 July 2018, Book of Abstracts, p. 109
- Dbouk, H., Schön, S., (2018): Extended abstract: Guaranteed Bounding Zones for GNSS Positioning by Geometrical Constraints, SWIM2018
- Delva, P., Denker, H., Lion, G. (2018) Chronometric geodesy: methods and applications. arXiv: 1804.09506
- Grotti, J., Koller, S. B., Herbers, S., Vogt, S., Al-Masoudi, A., Dörscher, S., Schwarz, R., Häfner, S., Sterr, U., Benkler, E., Koke, S., Kuhl, A., Waterholter, T., Grosche, G., Le Targat, R., Lodewyck, J., Martínez, H. Á., Abgrall, M., Cantin, E., Xu, D., Lopez, O., Amy-Klein, A., Pottie, P.-E., Denker, H., Lisdat, C. (2018): Relativistic geodesy with a transportable optical clock. Abstract, *Proceedings EFTF 2018, 32nd European Frequency and Time Forum 2018*, ISBN: 978-1-5386-4077-7, [http://www.eftf2018.it/adminupload/file/EFTF2018\\_Proceedings2018.pdf](http://www.eftf2018.it/adminupload/file/EFTF2018_Proceedings2018.pdf)
- Grotti, J., Koller, S. B., Vogt, S., Herbers, S., Häfner, S., Sterr, U., Al-Masoudi, A., Dörscher, S., Schwarz, R., Lisdat, C., Kuhl, A., Koke, S., Waterholter, T., Grosche, G., Benkler, E., Pizzocaro, M., Thoumany, P., Rauf, B., Bregolin, F., Tampellini, A., Barbieri, P., Zucco, M., Costanzo, G. A., Clivati, C., Levi, F., Mura, A., Calonico, D., Baynes, F., Rolland, A., Margolis, H. S., Zampalo, M., Le Targat, R., Álvarez Martínez, H., Lodewyck, J., Amy-Klein, A., Lopez, O., Cantin, E., Pottie, P.-E., Voigt, C., Timmen, L., Denker, H. (2018): Transportable optical lattice clock - measurement campaigns and characterisation. Abstract, ICAP2018, The 26th International Conference on Atomic Physics, Barcelona, Spain, 22 - 27 July 2018, Book of Abstracts, p. 103
- Iizerott, S., Brall, A., Flechtner, F., Ilk, K.-H., Ihde, J., Leicht, J., Mai, E., Reigber, C., Reinhold, A., Rummel, R., Schuh, H. (2018): Auf den Spuren des wissenschaftlichen Wirkens von Friedrich Robert

- Helmert: Zum 175. Geburtstag, (Scientific Technical Report STR; 18/03), Potsdam: Deutsches GeoForschungszentrum GFZ. DOI: <http://doi.org/10.2312/GFZ.b103-18037>
- Kersten, T., Ren, L., Schön, S. (2018): A Virtual Receiver Concept for Continuous GNSS based Navigation of Inland Vessels, In: Proceedings Navitec 2018, Dezember 5-7, Noordwijk, Niederlande, DOI: 10.15488/3898
- Kersten, T., Ren, L., Schön, S. (2018): Continuous Navigation of an Inland Vessel with a Synthetic GNSS Antenna, In: Proceedings of POSNAV ITS 2018, November 15-16, Berlin, Deutschland, DOI: 10.15488/3897
- Krawinkel, T., Schön, S. (2018): Advantages and Limits of Using a Passive Hydrogen Maser in Kinematic Precise Point Positioning, Proceedings of the 9th ESA Workshop on Satellite Navigation Technologies and European Workshop on GNSS Signals and Signal Processing (NAVITEC)
- Lisdat, C., Müller, J., Schmidt, P. (2018): Optische Uhren und ihre Anwendung in der Geodäsie. PTB-Mitteilungen, 128. Jahrgang, Heft 3, S. 15-23, 2018
- Mehlstäubler, T.E., Grosche, G., Lisdat, C., Schmidt, P.O., Denker, H. (2018): Atomic clocks for geodesy. arXiv: 1803.01585
- Olsson, P.-A., Bilker-Koivula, M., Breili, K., Nielsen, E., Oja, T., Opphaug, V., Steffen, H., Timmen, L. (2018): The secular, postglacial gravity change in Fennoscandia – observations and findings. Geophysical Research Abstracts, Vol. 20, EGU2018-7155.
- Pavlis, E., Müller, J. (2018): International Laser Ranging Service (ILRS). IERS Annual Report 2017 ed. by W.Dick and D.Thaller, BKG, p. 58 - 72, 2018, online: [www.iers.org/IERS/EN/Publications/Annual Reports/AnnualReport2017](http://www.iers.org/IERS/EN/Publications/AnnualReports/AnnualReport2017)
- Schön, S., Alpers, P. (2018): A Virtual Receiver for Pseudolites: Enhancing the Positioning and Heading Determination of a Ferry Proceedings of the 31st International Technical Meeting of The Satellite Division of the Institute of Navigation (ION GNSS+ 2018), Miami, Florida, September 2018, pp. 2142-2154. DOI:10.33012/2018.15851
- Schön, S., Kermarrec, G., Kargoll, B., Neumann, I., Kosheleva, O., Kreinovich, V. (2018): 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.org/10.1007/978-3-319-73150-6\_21
- Schön, S. (2018): Recovering undifferenced GNSS observations from double differences vations0.1007/97 In: A. Heck, K. Seitz, T. Grombein, M. Mayer, J.-M. Stövhase, H. Sumaya, M. Wampach, M. Westerhaus, L. Dalheimer, P. Senger (Hrsg.) Festschrift zur Verabschiedung von Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Bernhard Heck (Schw)Ehre, wem (Schw)Ehre gebührt S. 247-253 Schriftenreihe des Studiengangs Geodäsie und Geoinformatik, Karlsruher Institut für Technologie ; 2018,1: V-VI, Karlsruhe KIT Verlag DOI:10.5445/KSP/1000080246
- Tennstedt, B., Schön, S. (2018): An Autonomous Transportation Vehicle for Algorithm and Sensor Testing, Proceedings of Navitec 2018, ESA/ESTEC, Dezember 5-7, Noordwijk, Niederlande
- Tennstedt, B., Schön, S. (2018): Ein Automatisches Flurfahrzeug für Algorithmen- und Sensortests, Proceedings of POSNAV ITS 2018, November 15-16, Berlin, Deutschland
- Timmen, L., Kersten, T., Müller, J., Schilling, M., Schön, S., Paffenholz, J.-A., Neumann, I. (2018): Das HiTec als Herzstück – Geodäsie und Quantenphysik verbinden sich. LUH Uni-magazin, 03/04, S. 24-27
- Timmen, L., Schilling, M., Falk, R., Lothhammer, A., Gabriel, G., Vogel, D. (2018): Relative gravimeter calibration system for high accurate applications. Geophysical Research Abstracts, Vol. 20, EGU2018-2214
- Voigt, C., Denker, H. (2018): Dataset: Astrogeodetic vertical deflections along two profiles in Germany for the validation of gravity field models. <https://doi.org/10.25835/0092586>
- Weigelt, M., Müller, J., Kawazoe, F., Danzmann, K. (2018): Die Vermessung der Erde - Neue Methoden zur Beobachtung von Massenvariationen. LUH Uni-magazin, 03/04, S. 44-47
- Weise, A., Gabriel, G., Kersten, T., Schön, S., Timmen, L., Vogel, D. (2018): An integrative geodetic-gravimetric approach to investigate subsrosion in the sinkhole area of Hamburg Flottbek – surface deformation and mass redistribution. Geophysical Research Abstracts, Vol. 20, EGU2018-6546

## DISSERTATIONEN

- Goswami, S. (2018): Understanding the sensor noise in the GRACE range-rate observations by analyzing their residuals, Deutsche Geodätische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Reihe C, Nr. 822
- Krawinkel, T. (2018): Improved GNSS Navigation with Chip-scale Atomic Clocks, Deutsche Geodätische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Reihe C, Nr. 823 (identisch mit: Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Universität Hannover, Nr. 343)

## SONSTIGE BEITRÄGE

- Kersten, T., Paffenholz, J.-A. (2018): Dataset: GNSS mass market and geodetic receiver benchmark study, Data Repository Leibniz University Hannover and Leibniz University IT Service (LUIS), DOI: 10.25835/0034324
- Kersten, T., Schön, S. (2018): Dataset: GPS code phase variations (CPV) for GNSS receiver antennas, Data Repository Leibniz University Hannover and Leibniz University IT Service (LUIS), DOI: 10.25835/0012492
- Müller, J. (2018): Wissen und Handeln für die Erde. zfv 1/2018, editorial, S. 1, 2018
- Schön, S. (2018): Grußwort In: Kurt Seitz (Hrsg.) Festschrift zur 150-Jahr-Feier des Geodätischen Instituts (1868 - 2018) Schriftenreihe des Studiengangs Geodäsie und Geoinformatik, Karlsruhe Institut für Technologie ; 2018, 2: V-VI, Karlsruhe KIT Verlag

## VORTRÄGE UND POSTER

- Arzate, J., Esparza, A., Timmen, L., Schilling, M. (2018): High precision absolute gravimetry. In and out laboratory measurements: The Jalisco Block (Mexico) changes in gravity 1996-2016, Poster, EGU General Assembly, 11. April 2018, Vienna
- Dbouk, H., Schön, S. (2018): Comparison of Different Bounding Methods for Providing GPS Integrity Information, Presentation of IEEE/ION PLANS, DOI:10.1109/PLANS.2018.8373401
- Dbouk, H., Schön, S., (2018): Guaranteed Bounding Zones for GNSS Positioning by Geometrical Constraints, Presentation, SWIM2018
- Denker, H. (2018): Geodetic methods to determine the relativistic redshift. Workshop on Spacetime Metrology, Clocks and Relativistic Geodesy, ISSI, Bern, 19 March 2018
- Denker, H., Lisdat, C., Schnatz, H., Grosche, G., Schmidt, P. (2018): On the status and perspectives of chronometric levelling and classical geodetic techniques. International Symposium Gravity, Geoid and Height Systems 2, GGHS-2018, Copenhagen, Denmark, 17-21 Sep 2018
- Douch, K., Knabe, A., Wu, H., Müller, J., Heinzel, G. (2018): What is required to recover the time-variable gravitational field using satellite gradiometry. International Symposium on Gravity, Geoid and Height Systems (GGHS) 2018, 17-21 September, 2018, Copenhagen, Denmark, Poster
- Flury, J. (2018): How optical atomic clock networks could contribute to geodetic reference frames. TFA Workshop Wuhan, 24. Sep. 2018
- Flury, J. (2018): Deformation von Raum und Zeit. SommerUni Hannover, 27. Aug. 2018
- Flury, J. (2018): Perspectives for relativistic potential and height reference (poster). EGU 25. Apr. 2018
- Flury, J. (2018): Perspectives for relativity-based geodetic reference frames and related IAG activities. ISSI Workshop Spacetime Metrology, Clocks and Relativistic Geodesy, 20.Mar.2018
- Garcia Fernandez, N. and Schön, S. (2018): Evaluating a LKF simulation tool for collaborative navigation systems, IEEE/ION Position, Location and Navigation Symposium (PLANS)
- Garcia Fernandez, N. and Schön, S. (2018): Optimal Collaborative Positioning, Cooperative Interacting Vehicles 2018 (poster)
- Handirk, R., Cañizares, C., Vijay Singh, V., Meester, J. De, Flury, J., Shabanloui, A., Naeimi, M., Koch, I., Svitlov, S. (2018): Estimation of thermospheric density from GPS and Accelerometer sensors on-board GRACE, Geodätische Woche 2018, 16.-18. September, Frankfurt am Main, Deutschland (Poster)
- Kersten, T. (2018): Wegweisend!? Mein Smartphone weiß, wo ich bin!, Lange Nacht die Wissen schafft! 2018, Präsentation, November 10, Hannover, Deutschland
- Kersten, T., Paffenholz, J.A. (2018): Zur Bewertung von High Sensitivity GNSS-Empfängern bei der Kombination in Multi-Sensor-Systemen, In: Proceeding of Positionierung und Navigation für Intelligente Verkehrssysteme: POSNAV ITS 2018, Poster, November 15-16, Berlin, Deutschland

- Kersten, T., Ren, L., Schön, S. (2018): A Virtual Receiver Concept for Continuous GNSS based Navigation of Inland Vessels, Proceedings of Navitec 2018, ESA/ESTEC, Dezember 5.-7., Noordwijk, Niederlande, DOI: 10.15488/4142
- Kersten, T., Ren L., Schön S. (2018): Continuous Navigation of an Inland Vessel with a Synthetic GNSS Antenna, Proceedings of POSNAV ITS 2018, November 15.-16., Berlin, Deutschland, DOI: 10.15488/4143
- Kersten, T., Schön, S. (2018): GNSS im urbanen Raum: Grenzen und Chancen der Überwachung erfallinduzierter Deformationen, Austauschsitzung LIAG 2018, 7.-8. November, Leibniz Institut für Angewandte Geophysik, Hannover, Germany
- Kersten, T., Schön, S. (2018): The Joint Research Project SIMULTAN - WP3.1: GNSS Campaigns and Research, Verbundtreffen (Schlusskolloquium) zum BMBF-Statusseminar Geotechnologien - Frühwarnsysteme, Präsentation, Mai 8.-9., Hannover, Deutschland
- Koch, I., Naeimi, M., Khami, A., Flury, J. (2018): Assessment of force models in the context of gravity field recovery at IfE, EGU General Assembly 2018, April 8.-13., Vienna, Austria (Poster)
- Koch, I., Naeimi, M., Flury, J., Shabanloui, A. (2018): LUH-GRACE2018: A new time series of monthly gravity field solutions from GRACE, GRACE/GRACE-FO Science Team Meeting 2018, September 9.-11., Potsdam, Germany (Poster)
- Koch, I., Naeimi, M., Flury, J. (2018): LUH-GRACE2018: Neue Zeitreihe monatlicher GRACE-Lösungen, Geodätische Woche 2018, 16.-18. September, Frankfurt am Main, Deutschland (Poster)
- Lück, C., Rietbroek, R., Löcher, A., Kusche, J., Ren, L., Schön, S., Androsov, A., Schröter, J., Danilov, S. (2018): Recent results from the CONTIM project How orbit filtering improves time-variable gravity fields (Vortrag) SPP1788 Colloquium 12.06.2018 Göttingen
- Müller, J. (2018): Warum man den Abstand zum Mond misst. BWG-Neujahrsempfang, Braunschweig, 20.1.2018
- Müller, J. (2018): Height and time systems in geodesy and the impact of clock networks. ISSI Workshop on Spacetime Metrology, Clocks and Relativistic Geodesy, Bern, Schweiz, 19.-23.3.2018
- Müller, J. (2018): Relativistische Geodäsie und Gravimetrie mit Quantensensoren. Treffen der DFG-Senatskommission für Erdsystemforschung, Hannover, 17.5.2018
- Müller, J. (2018): Earth observation based on quantum optics and relativity. COSPAR 2018 General Assembly, Pasadena, USA, 14.-22.7.2018
- Müller, J., Wu, H. (2018): Using optical clocks and quantum gradiometers onboard satellites for determining the Earth's gravity field. GGHS Meeting, Kopenhagen, Dänemark, 17.-21.9.2018
- Müller, J. (and geo-Q board members) (2018): geo-Q – Relativistic Geodesy and Gravimetry with Quantum Sensors. GGHS Meeting, Kopenhagen, Dänemark, 17.-21.9.2018
- Müller, J., Wu, H. (2018): Using optical clocks and quantum gradiometers onboard satellites for determining the Earth's gravity field. IAG WG on Relativistic Geodesy, Paris, Frankreich, 10./11.10.2018 (Telecon)
- Müller, J. (2018): Meine Uhr geht nach – das ist ja die Höhe! Nacht, die Wissen schafft. Hannover, 10.11.2018
- Müller, J., Wu, H. (2018): Using optical clocks and quantum gradiometers onboard satellites for determining the Earth's gravity field. Joint Workshop LUH-GFZ, Hannover, 15.11.2018
- Müller, J. (2018): Meine Uhr geht nach – das ist ja die Höhe! - Höhenmessung mit optischen Uhren. Geodätisches Kolloquium, Berlin, 22.11.2018
- Müller, J. (2018): Standing Committee on Satellite Missions (CSM) - Status report. GGOS Bureau of Networks and Observations, Washington, USA, 10.12.2018
- Müller, J., Wu, H. (2018): Using optical clocks and quantum gradiometers onboard satellites for determining the Earth's gravity field. AGU Fall Meeting, Washington, USA, 10.-14.12.2018 (Poster)
- Naeimi, M., Koch, I., Khami, A., Flury, J. (2018): IfE gravity field solutions using the variational equations, EGU General Assembly 2018, April 8.-13., Vienna, Austria (Vortrag)
- Naeimi, M. (2018): A modified Gauss-Jackson method for the numerical integration of the variational equations, EGU General Assembly 2018, April 8.-13., Vienna, Austria (Poster)
- Olsson, P.-A., Bilker-Koivula, M., Breili, K., Nielsen, E., Oja, T., Opphaug, V., Steffen, H., Timmen, L. (2018): The secular, postglacial gravity change in Fennoscandia – observations and findings, Oral Presentation, EGU General Assembly, 11. April 2018, Vienna
- Ren, L., Schön, S. (2018): Mitigation of ionospheric effects on Swarm GPS observations and kinematic orbits, Swarm 8th data quality workshop, Frascati, Italy, 08-12.10.2018 (Vortrag)

- Sánchez, L., Ågren, J., Huang, J., Véronneau, M., Wang, Y., Roman, D., Vergos, G., Abd-Elmotal, H., Amos, M., Barzaghi, R., Blitzkow, D., Oliveira, C., Denker, H., Mick, F., Claessens, S., Oshchepkov, I., Marti, U., Koji, M., Sideris, M., Varga, M., Willberg, M., Pail, R. (2018): Advances in the establishment of the International Height Reference Frame (IHRF). International Symposium Gravity, Geoid and Height Systems 2, GGHS-2018, Copenhagen, Denmark, 17-21 Sep 2018
- Schilling, M., Knabe, A., Timmen, L., Müller, J., Wodey, É., Meiners, C., Tell, D., Schubert, C., Ertmer, W., Schlippert, D., Rasel, E. M. (2018): Establishing an Absolute Gravimetric Reference with a 10 m Atom Interferometer, Poster, Gravity Geoid and Height Systems 2, 17.-21. September 2018, Kopenhagen, Dänemark
- Schön, S., Kermarrec, G., Ren, L. (2018): Ionospheric Filtering: Improving Swarm Orbits and Studying Ionospheric Fluctuations, Poster, EGU General Assembly 2018, April 8.-13., Vienna, Austria
- Schön, S., (2018): Zeit für Navigation, Vortrag, Phaeno Wolfsburg, 15.2.2018
- Schön, S. (2018): High accuracy GNSS positioning, Treasure Workshop Rom, 18.4.2018
- Schön, S., Schlippert, D., Schubert, C., Rasel, E. (2018): Quanteninertialsensorik. Vortrag, Synergietreffen DLR Explorer-Initiativen STE2018-I Stuttgart Hohenheim 2.-4.7.2018
- Schön, S., (2018): Forschungsthemen in Positionierung und Navigation am Institut für Erdmessung, Poster Synergietreffen DLR Explorer-Initiativen STE2018-I Stuttgart Hohenheim 2.-4.7.2018
- Schön, S. (2018): Strengthening GNSS Navigation with Clocks Autumn Colloquium DFG-GRK Models of Gravity, ZARM Bremen 11.9.2018
- Schön, S., (2018): i.c.sens - Integrität und Kollaboration in dynamischen Sensor-Netzwerken. Präsentation während der Jahressitzung der Deutschen Geodätischen Kommission, München 8.11.2018
- Schön, S., (2018): Von GPS zu Multi-GNSS: neue Horizonte und innovative Anwendungen Festvortrag zum 150 Jubiläum des Geodätischen Instituts Karlsruhe, Karlsruhe 30.11.2018
- Shabanloui, A., Kroeger, V., Flury, J. (2018): Integrated gravimetric and geometrical mass variations in Greenland. International Symposium on Gravity, Geoid and Height Systems (GGHS) 2018, 17-21 September, 2018, Copenhagen, Denmark (Vortrag)
- Shabanloui, A., Kroeger, V., Flury, J. (2018): Assessment of recent gravity field models in the context of understanding deep Earths structure. International Symposium on Gravity, Geoid and Height Systems (GGHS) 2018, 17-21 September, 2018, Copenhagen, Denmark (Vortrag)
- Svitlov S., Araya, A., Sakai, H., Tamura, Y, Tsubokawa, T. (2018): Fringe Signal Processing in a Compact Absolute Gravimeter with a 2-mm Rise-and-Fall Trajectory, EGU General Assembly 2018, Vienna, Austria, 8-13 April
- Svitlov S. (2018): Swarm accelerometer data calibration and processing, Swarm 8<sup>th</sup> Data Quality Workshop, Frascati (Roma) Italy, 8-18 October
- Timmen, L. (2018): Gravimetrie auf Helgoland, Vortrag, Arbeitstreffen Helgoland-Array, Institut für Geophysik, Universität Hamburg, 22. März 2018
- Timmen, L. (2018): Terrestrial Gravimetry for Geodynamics, Oral Presentation, Lecture Week 2 of geo-Q and IMPRS, Mardorf (Neustadt), 1.-6. July 2018
- Timmen, L. (2018): Gravimetrische und geometrische Messungen im Landhebungsgebiet Fennoskandens, Vortrag, Geowissenschaftliches Seminar (Geophysik) – Institut für Geowissenschaften, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 17. Januar 2018
- Timmen, L. (2018): Gravimetrie und Schwerevariationen, Vortrag, Geodätische Kolloquien der Abteilung Geoinformation, Jade Hochschule, Studienort Oldenburg, 07. Juni 2018
- Timmen, L. (2018): Present gravimetric activities by IfE and instrumental prospects for the future, oral presentation, CTP meeting of CRC1128, Leibniz Universität Hannover, 14. November 2018
- Timmen, L., Denker, H., Völksen, Ch. (2018): Regionale Höhenänderungen in Deutschland mit geodätischen Methoden (Aspekte), Vortrag, Herbsttagung des Arbeitskreises Geodäsie/Geophysik, 06. bis 09. November 2018, Zugspitze
- Timmen, L., Schilling, M., Falk, R., Lothhammer, A., Gabriel, G., Vogel, D. (2018): Relative gravimeter calibration system for high accurate applications, Poster, EGU General Assembly, 11. April 2018, Vienna
- Torge, W. (2018): Frühe geodätische Beiträge zur Geodynamik Islands, Vortrag, mannoMANN, Katakomba, Hannover-Wettbergen, 13.03.2018
- Torge, W. (2018): Erd- und Landesvermessung wachsen zusammen – Der deutsche Beitrag zur Geodäsie im 19. Jahrhundert, Festvortrag, 9. "Gothaer Kartenwochen", Gotha, 10.09.2018

- Voigt, Ch., Pflug, H., Fourie, P., Timmen, L.: Supraleitgravimetrie auf der Zugspitze, Vortrag, Herbsttagung des Arbeitskreises Geodäsie/Geophysik, 06. bis 09. November 2018, Zugspitze
- Weise, A., Gabriel, G., Kersten, T., Schön, S., Timmen, L., Vogel, D. (2018): Ein integrativer geodätisch-gravimetrischer Ansatz zur Erkundung von Subrosion im Erdfallgebiet Hamburg-Flottbek - Oberflächendeformation und Massentransfer, In: 78. Jahrestagung der Deutschen Geophysikal. Ges. (DGG) Februar 12.-15, Leoben, Österreich
- Weise, A., Gabriel, G., Kersten, T., Schön, S., Timmen, L., Vogel, D. (2018): An integrative geodetic-gravimetric approach to investigate subrosion in the sinkhole area of Hamburg Flottbek – surface deformation and mass redistribution, European Geosciences Union, General Assembly 2018. April 8-13, Wien, Österreich
- Weise, A., Gabriel, G., Kobe, M., Timmen, L., Vogel, D.(2018): Zur Möglichkeit des Nachweises von Subrosions-induziertem Massentransfer in urbanen Gebieten mittels gravimetrischem Monitoring, Vortrag, Herbsttagung des Arbeitskreises Geodäsie/Geophysik, 06. bis 09. November 2018, Zugspitze
- Wu, H., Douch, K., Müller, J. (2018): Gravity field modelling using future quantum gravimetric measurements: a simulation study. IX Hotine-Marussi Symposium, 18-22 June, 2018, Rome, Italy, Vortrag (invited)
- Wu, H., Müller, J. (2018): Clock networks for future height systems: concepts and realizations. 1<sup>st</sup> ISSI workshop "Spacetime Metrology, Clocks and Relativistic Geodesy", 18-23 March, 2018, Bern, Switzerland, Vortrag
- Wu, H., Müller, J. (2018): An optical clock network for height system unification: a simulation study. EGU General Assembly 2018, 8-13 April, 2018, Vienna, Austria, Poster, No. EGU2018-17963



## INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK

### BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Bock, F., K. Xia, and M. Sester (2018): Mapping similarities in temporal parking occupancy behavior based on city-wide parking meter data, *Proc. Int. Cartogr. Assoc.*, 1, 12, 2018. DOI: 10.5194/ica-proc-1-12-2018
- Busch, S., A. Schlichting, and C. Brenner (2018): Generation and communication of dynamic maps using light projection, *Proc. Int. Cartogr. Assoc.*, 1, 16, 2018, <https://www.proc-int-cartogr-assoc.net/1/16/2018/ica-proc-1-16-2018.pdf>, DOI: 10.5194/ica-proc-1-16-2018.
- Cheng, H. and M. Sester (2018): Mixed traffic trajectory prediction using LSTM-based models in shared space, 21st AGILE Conference on Geographic Information Science, 2018; Lund; Sweden, Volume part F3, 2018, Pages 309-325
- Cheng, H., & Sester, M. (2018). Modeling Mixed Traffic in Shared Space Using LSTM with Probability Density Mapping. In 2018 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC) (pp. 3898-3904). IEEE.
- Feng, Y. and M. Sester (2018): Extraction of pluvial flood relevant volunteered geographic information (VGI) by deep learning from user generated texts and photos, *ISPRS International Journal of Geo-Information* 7(2),39, DOI: 10.3390/ijgi7020039
- Feng, Y., C. Brenner, and M. Sester (2018): Enhancing the resolution of urban digital terrain models using mobile mapping systems, *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, IV-4/W6, 11-18, <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-4-W6-11-2018>, 2018, DOI: 10.5194/isprs-annals-IV-4-W6-11-2018
- Feuerhake, U. (2018): Recognizing Movement Patterns in Automatically Identified Tactical Situations of a Football Match, *GIScience 2018 Workshop on Analysis of Movement Data (AMD'18)*, Melbourne, Australia, 28 August. [https://somayehdodge.files.wordpress.com/2018/08/amd\\_2018\\_paper\\_6.pdf](https://somayehdodge.files.wordpress.com/2018/08/amd_2018_paper_6.pdf)
- Garthoff, R. and P. Otto (2018): Verfahren zur Überwachung räumlicher autoregressiver Prozesse mit externen Regressoren, *AStA Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv* 12(2), 107 - 133, <https://doi.org/10.1007/s11943-018-0224-1>
- Kazimi, B., F. Thiemann, K. Malek, M. Sester, K. Khoshelham (2018): Deep Learning for Archaeological Object Detection in Airborne Laser Scanning Data, *Proceedings of the 2nd Workshop On Computing Techniques For Spatio-Temporal Data in Archaeology And Cultural Heritage co-located with 10th International Conference on Geographical Information Science (GIScience 2018)*, Alberto Bellussi, Roland Billen, Pierre Hallot, Sara Migliorini (eds.), *CEUR Workshop Proceedings*, <http://ceur-ws.org/Vol-2230/>
- Otto, P., R. Garthoff, and W. Schmid (2018): Generalised spatial and spatiotemporal autoregressive conditional heteroscedasticity, *Spatial Statistics* 26, 125 - 145 , <https://doi.org/10.1016/j.spasta.2018.07.005>
- Otto, P. and W. Schmid (2018): Discussion of "Statistical methods for network surveillance" by Daniel Jeske, Nathaniel Stevens, Alexander Tartakovsky, and James Wilson, *Applied Stochastic Models in Business and Industry* 34(4), 452 - 456, <https://doi.org/10.1002/asmb.2360>
- Schlichting, A. and U. Feuerhake (2018): Global Vehicle Localization by Sequence Analysis Using LiDAR Features Derived by an Autoencoder, *Intelligent Vehicles Symposium Proceedings*, 2018 IEEE.
- Schön, S., Claus Brenner, Hamza Alkhatib, Max Coenen, Hani Dbouk, Nicolas Garcia-Fernandez, Colin Fischer, Christian Heipke, Katja Lohmann, Ingo Neumann, Uyen Nguyen, Jens-André Paffenholz, Torben Peters, Franz Rottensteiner, Julia Schachtschneider, Monika Sester, Ligang Sun, Sören Vogel, Raphael Voges und Bernardo Wagner (2018): Integrity and Collaboration in Dynamic Sensor Networks, *Sensors (Basel, Switzerland)* 18.7. DOI: <http://www.mdpi.com/1424-8220/18/7/2400>
- Sester, M., C. Brenner, F. Thiemann, B. Kazimi (2018): Analyse von Laserscannerdaten zur Identifikation von Objekten und Geländestrukturen, *Arbeitshefte zur Denkmalpflege in Niedersachsen*, Heft 48 Denkmalpflege als kulturelle Praxis. Zwischen Wirklichkeit und Anspruch. Dokumentation VDL-Jahrestagung, Oldenburg 2017 CW Niemeyer Verlag, Hameln 244 Seiten, Gebunden ISBN 978-3-8271-8048-3
- Thiemann, F., & Sester, M. (2018): An Automatic Approach for Generalization of Land-Cover Data from Topographic Data, In: Behnisch M., Meinel G. (eds) *Trends in Spatial Analysis and Modelling. Geotechnologies and the Environment*, vol 19. Springer, Cham, (pp. 193-207)
- Wage, O., U. Feuerhake & M. Sester (2018): Automated Enrichment of Routing Instructions, in: Mansourian, A., Pilesjö, P., Harrie, L., & von Lammeren, R. (Eds.), 2018. *Geospatial Technologies*

for All : short papers, posters and poster abstracts of the 21th AGILE Conference on Geographic Information Science. Lund University 12-15 June 2018, Lund, Sweden. Accessible through <https://agile-online.org/index.php/conference/proceedings/proceedings-2018>, ISBN: 978-3-319-78208-9

Wang, Y.; Bock, F.; Koetsier, C.; Winter, S.; Sester, M. (2018): Introducing ridesharing into parking problems, 23rd International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies. Hong Kong Society for Transportation Studies, Hong Kong.

## KONFERENZBEITRÄGE

Burghardt, D., Nejdil, W., Schiewe, J., and Sester, M. (2018): Volunteered Geographic Information: Interpretation, Visualisation and Social Computing (VGIscience), Proc. Int. Cartogr. Assoc., 1, 15, DOI: 10.5194/ica-proc-1-15-2018

Feuerhake, U., O. Wage, M. Sester, N. Tempelmeier, W. Nejdil and E. Demidova (2018): Identification of similarities and prediction of unknown features in an urban street network. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLII-4, 185-192, 2018, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-4-185-2018

Fuchs, L. Graf, T., Haberlandt, U. Kreibich, H., Neuweiler, I. Sester, M. Berkhahn, S. Feng, Y. Peche, A., Rözer, V., Sämman, R.; Shehu, B., Wahl, J. (2018): Echtzeitvorhersage urbaner Sturzfluten und damit verbundene Wasserkontaminationen, AquaUrbanica 2018, Schriftenreihe Wasser Infrastruktur Ressourcen, Band 1, TU Kaiserslautern.

Leichter, A., D. Wittich, F. Rottensteiner, M. Werner, and M. Sester (2018): Improved classification of satellite imagery using spatial feature maps extracted from social media , Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLII-4, 335-342, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-335-2018>

Politz, F. and M. Sester (2018): Exploring ALS and DIM data for semantic segmentation using CNNs, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLII-1, 347-354, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-1-347-2018>, 2018, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-1-347-2018

Politz, F., B. M. Kazimi, M. Sester (2018): Classification of Laser Scanning Data Using Deep Learning , 38. Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der DGPF und PFGK18 Tagung, München – Publikationen der DGPF, Band 27, 2018.

Sester, M., Y. Feng, and F. Thiemann (2018): Building Generalization using Deep Learning, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLII-4, 565-572, 2018, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-565-2018>, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-4-565-2018.

Thiemann, F., S. Kahir, F. Politz (2018): Generalisierung mittels Deep Learning (CNN) am Beispiel der Straßenextraktion aus GPS-Trajektorien, 38. Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der DGPF und PFGK18 Tagung, München – Publikationen der DGPF, Band 27, 2018.

## DISSERTATIONEN UND HABILITATIONEN

Bock, F. (2018): Dynamic Parking Maps from Vehicular Crowdsensing, München 2018, ISBN 978-3-7696-5232-1, 140 S.

Czioska, P. (2018): Meeting point locations for shared rides, München 2018, ISBN 978-3-7696-5220-8, 132 S.

Feuerhake, U. (2018): Datensatz: GPS Aided Camera-Tracking Course Dataset DOI: 10.25835/0055602

Fitzner, D. (2018): Estimation of Spatio-Temporal Moving Fields at High Resolution, München 2018, ISBN 978-3-7696-5226-0, 157 S.

Huang, H. (2018): Bayesian Models for Pattern Recognition in Spatial Data, München 2018, ISBN 978-3-7696-5229-1, 100 S.

Röth, O. (2018): Extraktion von hochgenauer Fahrspurgenometrie und -topologie auf der Basis von Fahrzeugtrajektorien und Umgebungsinformationen, München 2018, ISBN 978-3-7696-5236-9, 152 S.

Schlichting, A. (2018): Fahrzeuglokalisierung durch Automotive Laserscanner unter Verwendung statischer Merkmale, München 2018, ISBN 978-3-7696-5238-3, 158 S.

### SONSTIGE BEITRÄGE

- Feuerhake, U. (2018): Datensatz: GPS Aided Camera-Tracking Course Dataset, DOI: 10.25835/0055602
- Fuchs, L. Graf, T., Haberlandt, U. Kreibich, H., Neuweiler, I. Sester, M. Berkhahn, S. Feng, Y. Peche, A., Rözer, V., Sämman, R.; Shehu, B., Wahl, J. (2018): Echtzeitvorhersage von Überflutung, Schadstofftransport und Schäden für Sturzflutereignisse am Beispiel Oberricklingen in Hannover, Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, Heft 40, 2018.
- Sester, M. (2018). Analyse von Mobilitätsdaten. Jahrbuch 2017 der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, 2017, 80-88.

### HERAUSGABEN

- Winter, S.; Sester, M.; Griffin, A. (Eds.) (2018): 10th International Conference on Geographic Information Science. LIPIcs, 114. Dagstuhl, Saarbrücken, Germany, 645 pp.

### VORTRÄGE UND POSTER

- Sester, M. (2018): Machine Learning Research activities at ikg, Peking University, 29.10.2018
- Sester, M. (2018): Research activities at ikg, Peking University of Geosciences, 30.10.2018.
- Sester, M. (2018): Research activities at ikg, Tongji University, 1.11.2018.
- Sester, M. (2018): Deep learning activities at ikg, GFZ-GuG Workshop, Hannover, 15.11.2018.
- Sester, M. (2018): Forschungsaktivitäten am ikg, DGfK Sektion Hannover, 13.12.2018.

## INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND GEOINFORMATION

### BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Alrajhi, M. N. und Konecny, G. (2018): "The updating of Geospaatial Base Data". In: ISPRS Annals IV-3-3-2018
- Behmann, N.; Mehlretter, M.; Kleinschmidt, S. P.; Wagner, B.; Heipke, C.; Blume, H. (2018): GPU-enhanced Multimodal Dense Matching. 2018 IEEE Nordic Circuits and Systems Conference (NOR-CAS): NORCHIP and International Symposium of System-on-Chip (SoC). DOI: 10.1109/NOR-CHIP.2018.8573526
- Blott, G.; Takami, M.; Heipke, C. (2018): Semantic Segmentation of Fisheye Images. In: Leal-Taixé, Roth S. (Eds.): Computer Vision – ECCV 2018 Workshops Part I – 6th Workshop on Computer Vision for Road Scene Understanding and Autonomous Driving, München, LNCS 11129, Springer, 181-196. DOI: 10.1007/978-3-030-11009-3\_10
- Blott, G.; Yu, J.; Heipke, C. (2018): View-Aware Person Re-Identification. In: Bronx T., Bruhn A. (Eds.): Pattern recognition – 40th German Conference GCPR Stuttgart, LNCS 11269, Springer, 46-59. DOI: 10.1007/978-3-030-12939-2\_4
- Coenen, M.; Rottensteiner, F.; Heipke, C. (2018): Recovering the 3D pose and shape of vehicles from stereo images. In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences IV-2, pp. 73-80. DOI: 10.5194/isprs-annals-IV-2-73-2018
- Dini, G.R.; Jacobsen, K.; Rottensteiner, F.; Ravanbakhsh, M.; Gamba, P.; Heipke, C. (2018): A Hybrid Approach for Delineation of Building Footprints From Space-borne Stereo Images. In: Proceedings, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), Valencia, 1652-1655
- Hartmann, J.; Trusheim, P.; Alkhatib, H.; Paffenholz, J.-A.; Diener, D.; Neumann, I. (2018): High Accurate Pointwise (Geo-)Referencing of a K-TLS Based Multil-Sensor-System. DOI: 10.5194/isprs-annals-IV-4-81-2018
- Ebrahimzadeh, S.; Motagh, M.; Mahboub, V.; Mirdar Harijani, F. (2018): An improved RUSLE/SDR model for the evaluation of soil erosion. - Environmental Earth Sciences, 77, 454. DOI: 10.1007/s12665-018-7635-8
- Kalia, A. (2018): Classification of Landslide Activity on a Regional Scale Using Persistent Scatterer Interferometry at the Moselle Valley (Germany). Remote Sensing, 2018, 10(12): p. 1880. DOI: 10.3390/rs10121880
- Kruse, C.; Rottensteiner, F.; Hoberg, T.; Ziems, M.; Rebke, J.; Heipke, C. (2018): Generating impact maps from automatically detected bomb craters in aerial wartime images using marked point processes. In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences IV-3, pp. 127-134. DOI: 10.5194/isprs-annals-IV-3-127-2018
- Maas, A.; Rottensteiner, F.; Alobeid, A.; Heipke, C. (2018): Multitemporal classification under label noise based on outdated maps. In: Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 84(5): 263-277, 2018.
- Mehlretter, M.; Kleinschmidt, S.P.; Wagner, B.; Heipke, C. (2018): Multimodal dense stereo matching. In: Bronx T., Bruhn A. (Eds.): Pattern recognition – 40th German Conference GCPR Stuttgart, LNCS 11269, Springer, 407-421. DOI: 10.1007/978-3-030-12939-2\_28
- Menze, M.; Heipke, C.; Geiger, A. (2018): Object scene flow. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Volume 140, June 2018, pp. 60–76. DOI: 10.1016/j.isprs.2017.09.013
- Mohammadimanesh, F.; Salehi, B.; Mahdianpari, M.; Brisco, B.; Motagh, M. (2018): Wetland Water Level Monitoring Using Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR): A Review. - Canadian Journal of Remote Sensing. DOI: 10.1080/07038992.2018.1477680
- Mohammadimanesh, F.; Salehi, B.; Mahdianpari, M.; Brisco, B.; Motagh, M. (2018): Multi-temporal, multi-frequency, and multi-polarization coherence and SAR backscatter analysis of wetlands. - ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 142, pp. 78-93. DOI: 10.1016/j.isprs.2018.05.009
- Mohammadimanesh, F.; Salehi, B.; Mahdianpari, M.; Motagh, M.; Brisco, B. (2018): An efficient feature optimization for wetland mapping by synergistic use of SAR intensity, interferometry, and polarimetry data. - International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 73, pp. 450-462. DOI: 10.1016/j.jag.2018.06.005
- Moreno, M., Li, S., Melnick, D., Bedford, J.R., Baez, J.C., Motagh, M., Metzger, S., Vajedian, S., Sippl, C., Gutknecht, B.D. and Contreras-Reyes, E. (2018): Chilean megathrust earthquake recurrence linked to frictional contrast at depth. Nature Geoscience, 11(4), pp. 285-290.

- Neelmeijer, J.; Schöne, T.; Dill, R.; Klemann, V.; Motagh, M. (2018): Ground Deformations around the Toktogul Reservoir, Kyrgyzstan, from Envisat ASAR and Sentinel-1 Data—A Case Study about the Impact of Atmospheric Corrections on InSAR Time Series, *Remote Sens.* 10 (3), 462. DOI: 10.3390/rs10030462
- Schön, S.; Brenner, C.; Alkhatib, H.; Coenen, M.; Dbouk, H.; Garcia-Fernandez, N.; Fischer, C.; Heipke, C.; Lohmann, K.; Neumann, I.; Nguyen, U.; Paffenholz, J.-A.; Peters, T.; Rottensteiner, F.; Schachtschneider, J.; Sester, M.; Sun, L.; Vogel, S.; Voges, R.; Wagner, B. (2018): Integrity and collaboration in dynamic sensor networks. In: *Sensors* 18(7), paper 2400, July 2018. DOI: 10.3390/s18072400
- Sefercik, U., Buyukslih, G., Atalay, C., Jacobsen, K., Karakis, S. (2018): Analysis of Sentinel-1A, AW3D30 and SRTM Digital Surface Models in Relation to Laser Scanner Reference as Function of Terrain Classes, *PFG Volume 86, Issue 3–4*, pp 141–155.
- Shamshiri, R.; Nahavandchi, H.; Motagh, M. (2018): Persistent Scatterer Analysis Using Dual-Polarization Sentinel-1 Data: Contribution From VH Channel. - *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 11, 9, pp. 3105-3112. DOI: 10.1109/JSTARS.2018.2848111
- Shamshiri, R.; Nahavandchi, H.; Motagh, M.; Hooper, A. (2018): Efficient Ground Surface Displacement Monitoring Using Sentinel-1 Data: Integrating Distributed Scatterers (DS) Identified Using Two-Sample t-Test with Persistent Scatterers (PS). - *Remote Sensing*, 10, 5, 794. DOI: 10.3390/rs10050794
- Vajedian, S., Motagh, M., Mousavi, Z., Motaghi, M., Fielding, E.J., Akbari, B., Wetzel, H.-U., Darabi, A. (2018): Coseismic Deformation Field of the Mw 7.3 12 November 2017 Sarpol-e Zahab (Iran) Earthquake: A Decoupling Horizon in the Northern Zagros Mountains Inferred from InSAR Observations. *Remote Sensing*, 10(10), 1589. DOI: 10.3390/rs10101589
- Vajedian, S. and Motagh, M. (2018): Coseismic displacement analysis of the 12 November 2017 Mw 7.3 Sarpol-e Zahab (Iran) earthquake from SAR Interferometry, burst overlap interferometry and offset tracking. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 4 (2018), Nr. 3, 4(3), pp. 205-209
- Vajedian, S., Motagh, M., Samsonov, S. (2018): Spatiotemporal evolution of seismic slip of the 31 October 2013 Ruisui, Taiwan, earthquake. *IEEE IGARSS 2018*, p. 2252-2254
- Vogt, K.; Paul, A.; Ostermann, J.; Rottensteiner, F.; Heipke, C. (2018): Unsupervised source selection for domain adaptation. In: *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 84(5): 249-261, 2018.
- Wang, T.; Shi, Q.; Nikkhoo, M.; Wei, S.; Barbot, S.; Dreger, D.; Bürgmann, R.; Motagh, M.; Chen, Q. (2018): The rise, collapse, and compaction of Mt. Mantap from the 3 September 2017 North Korean nuclear test. In: *Science*, 10 May 2018. DOI: 10.1126/science.aar7230
- Wang, X.; Rottensteiner, F.; Heipke, C. (2018): Structure from motion for ordered and unordered image sets based on random k-d forests and global pose estimation; *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 147:19-41. DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2018.11.009
- Wang, X.; Rottensteiner, F.; Heipke, C. (2018): Robust Image Orientation Based on Relative Rotations and Tie Points. In: *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* IV-2, pp. 295-302. DOI: 10.5194/isprs-annals-IV-2-295-2018
- Yang, C.; Rottensteiner, F.; Heipke, C. (2018): Classification of land cover and land use based on convolution neural networks. In: *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* IV-3, pp. 251-258. DOI: 10.5194/isprs-annals-IV-3-251-2018

#### NICHT BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Aflaki, M., Mousavi, Z., Ghods, A., Shabanian, E., Vajedian, S., Akbarzadeh, M. (2018): The 5th April 2017 Sefid Sang earthquake (Mw 6) and its implication on the geodynamic of NE Iran, *Wegener 2018*
- Büyüksalih, G.; Bayburt, S.; Jacobsen, K. (2018): Analysis of Height Models based on KOMPSAT-3 Images, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-3/W4, pp. 115-119
- Haghshenas Haghighi, M.; Schöne, T.; Illigner, J.; Pangastuti, D.; Balitka, I.; Motagh, M. (2018): InSAR Time-series Investigation of Anthropogenic Land Subsidence in the Coastal City of Semarang, Indonesia, (Geophysical Research Abstracts), General Assembly European Geosciences Union (Vienna 2018)
- Heipke, C. (2018): Flugroboter zur Umgebungserfassung. Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft, Jahrbuch 2017. J. Cramer Verlag, Braunschweig, 2018, 42-43
- Jacobsen, K.; Sefercik, U. (2018): Dens Matching mit WorldView-4 und Kompsat-3 Bildern, *DGPF Jahrestagung 2018*

- Leichter, A.; Wittich, D.; Rottensteiner, F.; Werner, M.; Sester, M. (2018): Improved classification of satellite imagery using spatial feature maps extracted from social media. In: *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-4*, pp. 335-342. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-4-335-2018
- Maas, A.; Rasti, B.; Ulfarsson, M. (2018): Label Noise robust Classification of Hyperspectral Data. In: *Proceedings of the 9th Workshop on Hyperspectral Image and Signal Processing: Evolution in Remote Sensing, Amsterdam*, 5p
- Mehlretter, M., Heipke, C. (2018): Illumination Invariant Dense Image Matching based on Sparse Features. 38. Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der DGPF und PFGK18 Tagung in München, Band 27, 584-596
- Motagh, M., Vajedian, S., Behling, R., Haghshenas Haghghi, M., scheffler, D., Roessner, S., Akbari, B., Wetzel, H., Darabi, A. (2018): 12 November 2017 Mw 7.3 Sarpol-e Zahab, Iran, earthquake: Results from combining radar and optical remote sensing measurements with geophysical modeling and field mapping. In: *EGU General Assembly Conference Abstracts (Vol. 20, p. 10528) Vol. 20, EGU2018-10528-4, 2018*
- Neelmeijer, J; Schöne, T; Dill, R.; Klemann, V.; Motagh, M. (2018): Ground deformation response to varying water levels at the Toktogul Reservoir, Kyrgyzstan: Insights from SAR interferometry and geophysical Modeling, *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 20, EGU2018-7964, 2018
- Nguyen, U.; Rottensteiner, F.; Heipke, C. (2018): Pedestrian Detection Using Stereo Images. 38. Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der DGPF und PFGK18 Tagung in München, Band 27, 611-623
- Paul, A.; Vogt, K.; Rottensteiner, F.; Ostermann, J.; Heipke, C. (2018): A comparison of two strategies for avoiding negative transfer in domain adaptation based on logistic regression. In: *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-2*, pp. 845-852. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-845-2018
- Paul, A.; Yang, C.; Breitkopf, U.; Liu, Y.; Wang, Z.; Rottensteiner, F.; Wallner, M.; Verworn, A.; Heipke, C. (2018): Automatic classification of aerial imagery for urban hydrological applications. In: *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-3*, pp. 1355-1362. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-3-1355-2018
- Sledz, A.; Unger, J.; Heipke, C. (2018): Thermal IR imaging: image quality and orthophoto generation. In: *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-1, 413-420. DOI: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-1-413-2018>
- Vaedian, S., Motagh, M. Mousavi, Z. (2018): Space geodetic investigation of the coseismic deformation associated with 12 December 2017 Mw 6.2 Hojdek and 12 November 2017 Mw 7.3 Sarpol-e Zahab Iran earthquakes, Wegener 2018.
- Vajedian, S., Mousavi, Z., Motagh, M., Hojati (2018): A Combining SAR Interferometry and offset tracking methods to measure near field coseismic deformation; application to the 12 December 2017 Mw 6.2 Hojdek earthquake in Iran. In: *EGU General Assembly Conference Abstracts (Vol. 20, p. 19135)*

## BÜCHER, BUCHKAPITEL, DISSERTATIONEN

- Guk, A.P. und Konecny, G.: *Photogrammetria i distanzionnoye zondirovanie*, SGUGIT Novosibirsk, Russische Föderation, 2018 (russisch)
- Jacobsen, K., 2018: *Geometric Processing: Optical Sensor Modelling and Calibration*, in Liang, S. (Ed.) *Comprehensive Remote Sensing*, vol 2, pp. 2-32, Elsevier ISBN9780128032206
- Rottensteiner, F.; Clode, S. (2018): Building and road extraction by LiDAR and imagery, in Toth, C., Shan, J. (Ed.): *Topographic Laser Ranging and Scanning: Principles and Processing*, pp. 485-522, 2nd edition, Taylor & Francis / CRC Press, Boca Raton, FL (USA). ISBN: 9781498772273

## SONSTIGE BEITRÄGE

- Chen, J.; Dowman, I.; Li, S.; Li, Z.; Madden, M.; Mills, J.; Paparoditis, N.; Rottensteiner, F.; Sester, M.; Toth, C.; Trinder, J.; Heipke, C. (2018): Información a partir de imágenes: Visión científica y agenda de investigación del ISPRS. In: Mena C., Ormazábal Y., Barrientos V. (Eds.), *Geomatica aplicada*, Editorial Universidad de Talca, ISBN: 978-956-7717-23-1, pp. 30-53
- Unger, J.; Rottensteiner, F.; Heipke, C. (2018): Assigning Tie Points to a Generalised Building Model for UAS Image Orientation. In: Caspary, W.; Heister, H.; Kleim, U. G. F.; Mayer, H.; Pietzner, G. (Eds.), *Festschrift für Prof. Dr-Ing. Wolfgang Reinhardt zum 65. Geburtstag*, Schriftenreihe des Instituts für Geodäsie, Universität der Bundeswehr München, Heft 95, Neubiberg 2018, S. 143-153

## HERAUSGABEN

- Halounová, L.; Heipke, C.; Radtke, A. (2018): International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, XXIIIrd Congress Prague 2016 – Proceedings and results, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLI Part A., 299 p.
- Heipke, C.; Jacobsen, K.; Rottensteiner, F.; Stilla, U.; Yang, M.Y.; Skaloud, J.; Colomina, I.; Cramer, M. (2018): Best of ISPRS Hannover Workshop 2017, PE&RS (84): 5, 247-248, doi: 10.14358/PERS.84.5.247 and PE&RS (84): 6, 345-346.

## VORTRÄGE UND POSTER

- Blott, G. (2018): Semantic Segmentation of Fisheye Images, AI CON 2018, Renningen, 19.11.2018
- Heipke, C. (2018): Geospatial – enabling the 4th industrial revolution: a few thoughts, Geospatial World Forum, Hyderabad, 15.1.2018.
- Heipke, C. (2018): Deep learning – what it can and cannot do (with emphasize on image exploitation), Geospatial World Forum, Hyderabad, 18.1.2018.
- Heipke, C. (2018): Probabilistic analysis of image and lidar data, Beijing Seminar University of Civil Engineering and Architecture, Beijing, 08.05.2018.
- Heipke, C. (2018): Remote sensing in the age of deep learning – and the role of ISPRS, Key Note, 7th International Conference on GEographic Object Based Image Analysis - GEOBIA 2018, Montpellier, 20.6.2018.
- Heipke, C. (2018): Remote sensing in the area of deep learning, Opening Keynote, UK National Earth Observation Conference, Birmingham, 04.09.2018.
- Heipke, C. (2018): Deep learning for remote sensing imagery, Opening Key Note, SPIE Remote Sensing and Security + Defense Symposia, Berlin, 10.09.2018.
- Heipke, C. (2018): Photogrammetric deep learning, Opening Key Note, Jahrestagung der Polnischen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation, Koszalin, 19.09.2018.
- Heipke, C. (2018): Future mapping science and technology from air and space, Plenary Keynote, 2nd Conference on Advanced Geospatial Science and Technology (TeaGeo 2018), Tunis, 28.09.2018.
- Heipke, C. (2018): Future digital mapping, Plenary presentation, 39th Asian Conference on remote Sensing, Kuala Lumpur, 16.10.2018.
- Heipke, C. (2018): Prospects of deep learning for photogrammetry and remote sensing, Distinguished Lecture Series, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, 19.10.2018
- Heipke, C. (2018): Prospects and trends in remote sensing and the role of ISPRS, Key Note, 12th International Conference of the African Association of Remote Sensing of the Environment, Alexandria, 26.10.2018.
- Heipke, C. (2018): Deep learning activities at LUH-IPi, GFZ-GuG Workshop, Hannover, 15.11.2018.
- Jacobsen, K. (2018): Nearly global digital elevation models, IX Hotine-Marussi Symposium, Sapienza Università di Roma, 19.6.2018
- Jacobsen, K., Büyüksalih, G. (2018): Detailed height models based on WorldView-4 and Kompsat-3, EARSeL Symposium, Chania, 9.7.2018
- Jacobsen, K. (2018): Photogrammetric data acquisition – from the basics up to DEM generation by CORONA images, University of Dhaka, 29.8.2018
- Jacobsen, K. (2018): Morphologic and geometric comparison of height models, 5thEARSeL Workshop Urban Remote Sensing, Bochum
- Jacobsen, K. (2018): UAV projects at Leibniz University Hannover, Universidad Mayor de San Andres, La Paz, 4.12.2018
- Konecny, G. (2018): Problems of Data Base Updating for topographic base data, Vortrag als Delegationsmitglied der Bundesrepublik Deutschland bei der UNGGIM-Konferenz, August 2018, New York UN-HQ
- Rottensteiner, F.: Domain adaptation and label noise tolerant training for the classification of remote sensing data in topographic applications. Workshop on Pattern Recognition for Earth Observation bei der Konferenz SIBGRAPI'18, Foz do Iguacu, Brasilien, 29.10.2018
- Rottensteiner, F.: Machine Learning I applied to Remote Sensing Imagery, Summer School "GRSS-YP & ISPRS Student Consortium SS 2018", Foz do Iguacu, Brasilien, 30.10.2018
- Weinmann, Martin; Weinmann, Michael; Rottensteiner, F. und Jutzi, B.: Acquisition and Automatic Characterization of Scenes – A holistic approach for scene analysis in terms of semantic labeling and object extraction. Tutorial bei ISPRS Technical Commission II Symposium 2019 "Towards Photogrammetry 2020", Riva del Garda, Italien, 03.06.2018



## GEODÄTISCHE KOLLOQUIEN

### WINTERSEMESTER 2017 / 2018

Dienstag, 21.11.2017: **Prof. Dr.-Ing. Christian Heipke**, Institut für Photogrammetrie und GeoInformation, Leibniz Universität Hannover, Thema: Photogrammetrische Arbeiten auf dem Mars - das Beispiel HRSC:

Dienstag, 28.11.2017: **Prof. Dr. Ir. Walter de Vries**, Lehrstuhl für Bodenordnung und Landentwicklung, Technische Universität München, Thema: Land Management International - Chancen für Forschung und Lehre

Dienstag, 05.12.2017: **Prof. Dr.-Ing. Martin Horwath**, Institut für Planetare Geodäsie, Geodätische Erdsystemforschung, TU Dresden, Thema: Bestimmung des Meeresspiegelbeitrags von Grönland und Antarktika

Dienstag, 12.12.2017: **Prof. Dr. Francis Harvey**, Leibniz-Institut für Länderkunde, Leipzig, Thema: Der Atlas als Ausstellung: Spätmodernistisches Konzept für eine Neugestaltung

Dienstag, 23.01.2018: **Prof. Dr. Luis Guanter**, GeoForschungsZentrum Potsdam, Thema: Space-based Imaging Spectroscopy for the Monitoring of the Earth's Land Surface

### SOMMERSEMESTER 2018

Dienstag, 12.06.2018: **Prof. Dr. Mahdi Motagh**, Institut für Photogrammetrie und GeoInformation, Leibniz Universität Hannover und Department Geodäsie, GeoForschungsZentrum Potsdam, Thema: Imaging geodesy with InSAR: Contribution to Seismology, Geology, and Engineering

Dienstag, 19.06.2018: **Ministerialrat Siegmund Liebig**, Referatsleiter im niedersächsischen Innenministerium und Vorsitzender der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV), Hannover, Thema: AdV – Entwicklungen und Perspektiven des amtlichen deutschen Vermessungswesens

Dienstag, 26.06.2018: **Dr.-Ing. habil. Hai Huang**, Institut für Angewandte Informatik, Universität der Bundeswehr, München, Thema: Towards large-scale building reconstruction: From scene decomposition to LoD3 modeling

Dienstag, 10.07.2018: **Dr. Axel Wendt**, Autonomous Driving - Functional Testing, Robert Bosch GmbH, Stuttgart-Vaihingen, Thema: Perception of autonomous Systems

Dienstag, 17.07.2018: **Dipl.-Ing. Ralph Zimmermann**, Meyer Werft Papenburg, Thema: Ingenieurvermessung auf der Meyer Werft

# LEHRVERANSTALTUNGEN

## GEODÄTISCHES INSTITUT

### LEHRVERANSTALTUNGEN BACHELOR WS 17/18 UND SS 18

#### 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 / Hartmann	2	2	2
Vermessungskunde III	Dr. Paffenholz / Diener	3	2	1
Ausgleichsrechnung und Statistik I	Prof. Neumann / Dr. Alkhatib	3	2	1
Bachelorseminar: „Leistungsfähigkeit und Unsicherheitshaushalt terrestrischer Laserscanner“ „Städtebauliche Dichte“	Dr. Paffenholz Dr. Schaffert / Bannert	3	-	1
Bachelorprojekt s. o.	Dr. Paffenholz / Bureick Dr. Schaffert / Bannert	4	-	4
Vermessungskunde IV	Dr. Paffenholz / Dr. von Gösseln	4	2	2
Ausgleichsrechnung und Statistik II	Prof. Neumann / Dr. Alkhatib	4	1	1
Praxisprojekt Ingenieurgeodäsie	Dr. Paffenholz / Bureick / Diener	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	Prof. Voß / Bannert	6	2	1

## LEHRVERANSTALTUNGEN MASTER IM WS 17/18 UND SS18

## INGENIEURGEODÄSIE UND GEODÄTISCHE AUSWERTEMETHODEN

Lehrveranstaltung	Dozent/Assistent	Sem.	V	Ü
Kinematic Measurement Processes in Engineering Geodesy	Dr. Paffenholz / Omidalizarandi	1 G	2	1
Introduction into Geodetic Data Analysis	Dr. Alkhatib / Dr. Kargoll	1 G	1	1
Geodätische Schätzverfahren	Prof. Neumann / Dr. Alkhatib	1 N	2	1
Projektseminar: „Validation of LiDAR Mobile Mapping Data“	Paffenholz / Diener / Prof. Brenner / Schachtschneider (ikg)	2 G	-	8
Industrial Surveying (W)	Prof. Neumann / Hake	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	2	1
Ingenieurgeodäsie, Aktuelle Aspekte (W)	Prof. Neumann	3 G	1	-
Analysis von Deformation Measurements (W)	Prof. Neumann / Xu	3 G	1	1

## Flächen- und Immobilienmanagement

Lehrveranstaltung	Dozent/Assistent	Sem.	V	Ü
Land and Real Estate Management II	Prof. Voß / Bannert	1 G	2	1
Projektseminar: BRW-Ermittlung für den inneren City-Ring Hannovers	Prof. Voß / Bannert	+3G	-	4/4
Land Tenure and Land Policy (W)	Prof. Voß / Dr. Schaffert	2 G	-	2
Städtebauliche Projektentwicklung (W)	Dr. Wolf	3 G	2	-
Öffentliches Vermessungswesen	Liebig	3 G	1	-
Real Estate Economics III (W)	Prof. Voß / Bannert	3 G	1	-

(W) Wahlpflichtveranstaltung, G: Master GuG, N: Master Navigation und Umweltrobotik

## LEHRVERANSTALTUNGEN FÜR EXTERNE IM WS 17/18 UND SS18

Lehrveranstaltung	Dozenten	Sem.	V	Ü
Wirtschaftlichkeitsbewertung von Immobilien (EX: Bauingenieurwesen und Wirtschaftsingenieurwesen Bau, TU Braunschweig)	Prof. Voß	1	2	-

(EX) Leherexport für andere Fachrichtungen

## INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

## Lehrveranstaltungen Bachelor im WS 17/18 und SS 18

Lehrveranstaltung	Dozent / Assistent	Sem.	V	Ü
Grundlagen der Geodäsie	Prof. Müller / Knabe	2	2	1
Grundlagen GNSS/Satellitengeodäsie	Prof. Schön / Bochkati	3	2	1
Bachelorseminar (Vorträge)	Prof. Flury/ Dr. Shabanloui Prof. Schön / Dr. Kersten	3	-	1
Bachelorseminar (Projekt)	Prof. Flury / Dr. Shabanloui Ren / Dr. Kersten	4	-	4
Physikalische Geodäsie	Prof. Müller / Schilling / Dr. Timmen	5	2	1
Positionierung und Navigation I	Prof. Schön / Krawinkel	5	1	1
Mathematische Geodäsie	Dr. Denker / Schilling	5	1	1
Gravimetrie	Dr. Timmen	5	1	-
Geodätische Raumverfahren	Prof. Müller / Knabe	6	2	1
Landesvermessung	Dr. Jahn / Krawinkel	6	2	1
Projektpraktikum Landesvermessung und Schwerefeld, GNSS-Deformationsüberwachung in Wunstorf	Dr. Kersten / Brevé / Krawinkel / Kröger	6	10 Tage	

## Lehrveranstaltungen Master im WS 17/18 und SS 18

Lehrveranstaltung	Dozent / Assistent	Sem.	V	Ü
Positionierung und Navigation II	Prof. Schön / Ren / Dr. Kersten	1 G	2	1
Methods and Applications of Physical Geodesy	Prof. Flury / Mitarbeiter	1 G	2	1
Praxisprojekt I	Busch / Coenen / Tennstedt / Vogel	1 N	-	2
NuUR-Praxisprojekt II, NuUR-FuE	Busch / Coenen / Tennstedt / Vogel	2+3 N	-	4/4
Projektseminar: Geodäsie und Geoinformatik I/II	Dr. Kersten / Ren / Kube sowie Prof. Flury / Dr. Shabanloui	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 / Tennstedt	2 G/N	2	1
GNSS Receiver-Technologie (W)	Prof. Schön	2 G	2	1
Navigation - ausgewählte Kapitel (W)	Prof. Schön	2 G	2	1
Vertiefung GNSS: Spezielle Anwendungen und Modelle (W)	Prof. Schön	2 G	2	-
Signalverarbeitung in der Erdmessung (W)	Dr. Denker	2 G	2	1
Forschungsprojekt: Analysis of the gravity field satellite data (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	-	2
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	3 G	1	1
Concepts of Geodesy and Geodetic Methods (W)	Dr. Naeimi	3 G	2	1

(W) Wahlpflichtveranstaltung; G: Master GuG, N: Master Navigation und Umweltrobotik

## INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK

### Lehrveranstaltungen Bachelor im WS 17/18 und SS 18

Lehrveranstaltung	Dozenten	Sem.	V	Ü
Informatik für Ingenieure	Prof. Brenner / Peters	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	Sester / Feng	4	2	1
Geoinformationssysteme II	Fischer	5	2	1

(W) Wahlpflichtveranstaltung

### Lehrveranstaltungen Master im WS 17/18 und SS 18

Lehrveranstaltung	Dozenten	Sem.	V	Ü
Internet – GIS	Dr. Feuerhake / Fischer / Cheng / Kazimi	1 G	2	1
GIS in der Fahrzeugnavigation	Prof. Brenner / Schachtschneider	2 G/N	1	1
GIS III – Anwendungen und neue Forschungsrichtungen (W)	Prof. Sester / Dr. Feuerhake / Westenberg	2 G	2	-
Geodateninfrastrukturen (W)	Prof. Kutterer	2 G	2	-
GIS und Hydrographie (W)	Hon.-Prof. Schenke	2 G	1	-
Hauptseminar	Prof. Sester und Mitarbeiter	2 G	-	2
GIS–Praxis- u. Visualisierungsaspekte (W)	Hon.-Prof. Buziek	3 G	1	-
GIS – Praxis II (W)	Thiemann	3 G	-	2
GIS und Geodateninfrastruktur	Thiemann / Schulze / Politz	1 N	2	1
Laserscanning – Modellierung und Interpretation	Prof. Brenner / Dr. Schlichting	3 G/N	1	1
SLAM und Routenplanung	Prof. Brenner	3 G/N	2	1
Geosensornetze	Dr. Feuerhake	3 N	2	1
Praxisprojekt NuUR I	Busch / u.a.	1 N	-	2
Praxisprojekt NuUR II	Prof. Brenner / Busch / /u.a.	2 N	-	4
Studentisches F&E Projekt NuUR	Prof. Brenner / Busch u.a	3 N	-	4
C++ - Kurs für NuUR	Busch	1 N		1
Mechatronik Labor	Busch			1
Ringvorlesung Navigation und Umweltrobotik	Prof. der Fachrichtung, externe Referenten	2 N	2	-
Big Geospatial Data	Dr. Werner / Dr. Bock / Koetsier	2 G/N	2	-

Projektseminar "Indoor-Navigation"	Dr. Feuerhake, Koetsier, Wage	2+3 G	-	4/4
Projektseminar "Validation of LiDAR Mobile Mapping Data"	Prof. Brenner, Schachtschneider, Schlichting / Dr. Paffenholz, Diener	2+3 G	-	4/4

(W) Wahlpflichtveranstaltung, G: Master GuG, N: Master Navigation und Umweltrobotik

### Lehrexporte für andere Fachrichtungen im WS 17/18 und SS 18

Lehrveranstaltung	Dozenten	V	Ü
Introduction to GIS (EX: Water Resources and Environmental Management (WATENV))	Prof. Sester / Gillmann	0,5	0,5
Geo-Informationssysteme (EX: Landschaftsarchitektur und Umweltplanung, Geowissenschaften)	Schulze / Politz	1	1

(EX) Lehrexport für andere Fachrichtungen

## INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND GEOINFORMATION

### Lehrveranstaltungen Bachelor im WS 17/18 und SS 18

Lehrveranstaltung	Dozenten	Sem.	V	Ü
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	Prof. Heipke / Kruse	6	2	1
Bachelorseminar	Prof. Heipke und Mitarbeiter	3+4		4

### Lehrveranstaltungen Master im WS 17/18 und SS 18

Lehrveranstaltung	Dozenten	Sem.	V	Ü
Photogram. Computer Vision	Prof. Heipke / Prof. Rottensteiner	1 G/N	2	1
Bildanalyse I (W)	Prof. Rottensteiner / Wittich	2 G/N	2	1
Bildanalyse II (W)	Prof. Rottensteiner / Wittich	3 G/N	1	1
Bildsequenzanalyse (W)	Nguyen	3 G/N	2	1
Ausgewählte Kapitel aus Computer Vision (W)	Dr. Bulatov	3 G/N	1	1



Optische 3D Messtechnik (W)	Dr. Wiggenhagen	2 G	2	1
Operat. Fernerkundung (W)	Prof. Reinartz	3 G	1	-
Radarfernerkundung (W)	Prof. 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. Mayr	3 G/N	1	-
Geodätisches Hauptseminar / Kolloquium	Prof. Heipke und Mitarbeiter	1 G	-	-
Projektseminar	Prof. Heipke und Mitarbeiter	2+3 G	-	-
Praxisprojekt Navigation und Umweltrobotik	Prof. Heipke und Mitarbeiter	2+3 N	-	-
3D Image processing (Auflagenkurs)	Prof. Rottensteiner / Dr. Wiggenhagen	1 G	2	1

(W) Wahlpflichtveranstaltung; G: Master GuG, N: Master Navigation und Umweltrobotik

#### Lehrveranstaltungen für Externe im WS 17/18 und SS 18

Lehrveranstaltung	Dozenten	Sem.	V	Ü
G&G für Bauingenieure (EX: Bau- und Umwelt-ingenieurwesen, B.Sc.)	Dr. Wiggenhagen / Unger	1	2	2
Remote Sensing (EX: Landschaftsarchitektur und Umweltplanung, Geographie und Geowissenschaften, WATENV B.Sc. und M.Sc.)	Dr. Vajedian	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, Mechatronik, 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. 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)

**Hon.-Prof. Dr.-Ing. Peter Reinartz** (Bestellung: 2010), Institut für Methodik der Fernerkundung, DLR

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

**Dipl.-Ing. Martin Gottwald** (seit 2016), Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Vorlesung: Land- und Dorfentwicklung

**Dr.-Ing. Cord-Hinrich Jahn**, Ltd. Vermessungsdirektor (seit 2006), Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Niedersachsen (LGLN), Landesvermessung und Geobasisinformation Vorlesung: Landesvermessung

**Dipl.-Ing. Siegmund Liebzig** (seit 2016), Niedersächsisches Ministerium für Inneres und Sport, Vorlesung: Öffentliches Vermessungswesen

**Dr.-Ing. Werner Mayr** (seit 2017), Welzheim, Vorlesung: Führung als Qualifikation im Ingenieurberuf

**Dr. Tobias Storch** (seit 2018), Institut für Methodik der Fernerkundung, DLR, Vorlesung: Operationelle Fernerkundung

**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



