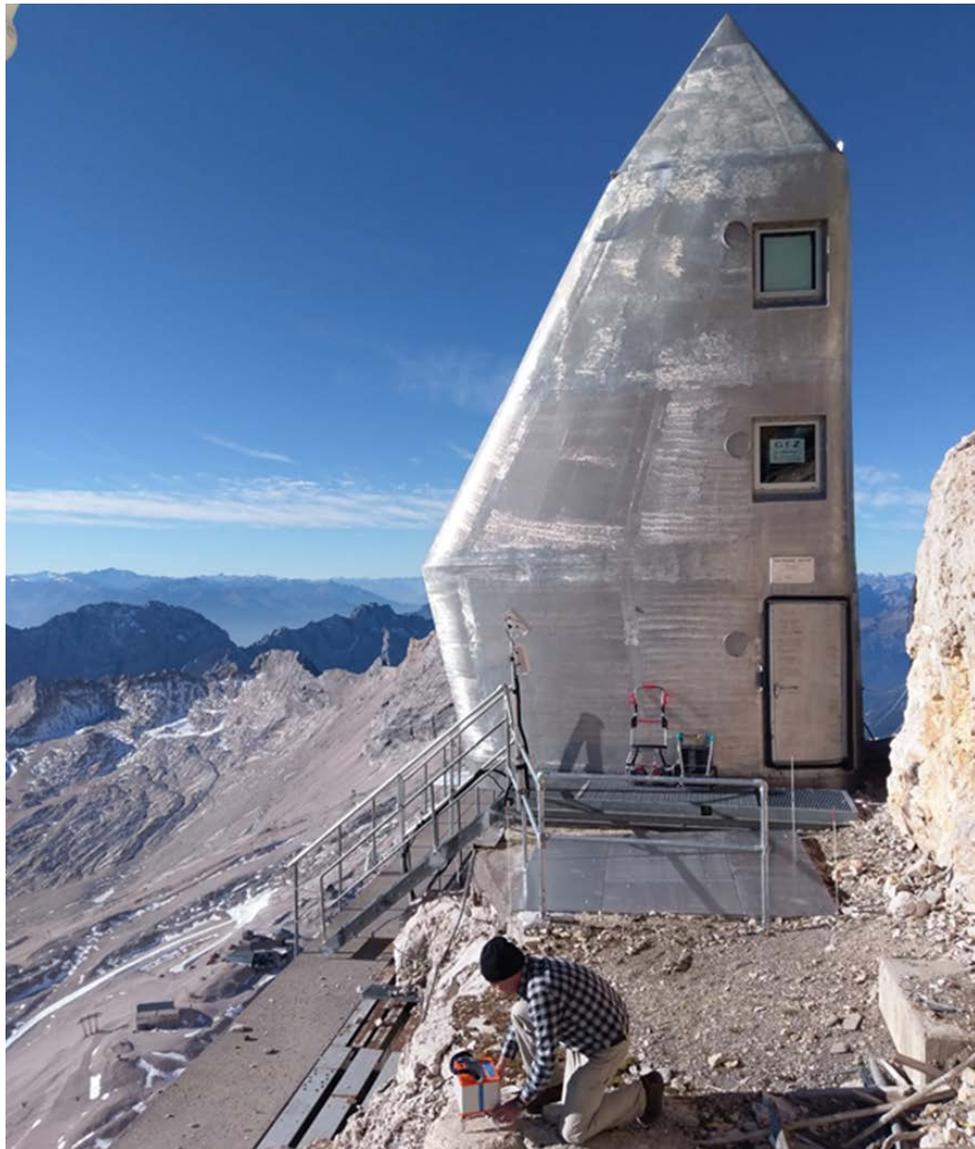


AKTUELLES AUS DER FACHRICHTUNG 2019

April 2020

Folge 70



Absolut- und relativgravimetrische Arbeit des Instituts für Erdmessung im und am ZUGOG (Zugspitze Geodynamic Observatory Germany, GFZ Potsdam): Messungen zum tektonisch bedingten Alpenwachstum und zum Aufweichen des Permafrostes

Impressum

**Jahresberichtsheft Nr. 70 der
Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik
der Leibniz Universität Hannover**

c/o Geodätisches Institut, Leibniz Universität Hannover
Nienburger Str. 1
30167 Hannover
Tel.: +49/(0)511/ 762-2463

Internet www.hannover-foerdert-geodaesie.de

Schatzmeisterin: Frau Anette Rietdorf
E-Mail: schatzmeister@hannover-foerdert-geodaesie.de

Bankverbindung:

Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover
IBAN: DE41 2504 0066 0301 4164 00
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 (schatzmeister@hannover-foerdert-geodaesie.de).

Zusammengestellt durch:

Christine Bödeker (GIH), Petra Heldt-Bertrand (IFE), Evelin Schramm (IKG),
Claudia Sander (IPI, Gesamtdredaktion)

Rechtlicher Hinweis

Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle übernehmen wir keine Haftung für die Inhalte der Beiträge. Für den Inhalt der jeweiligen Beiträge sind ausschließlich die beteiligten Institute verantwortlich.

Haftungsansprüche gegen die Gesellschaft oder die Autoren bzw. Verantwortlichen dieses Berichtsheftes für Schäden materieller oder immaterieller Art, die auf ggf. fehlerhaften oder unvollständigen Informationen und Daten beruhen, sind, soweit nicht Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit vorliegt, ausgeschlossen.

Urheber- und Kennzeichenrecht

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

Allein aufgrund der bloßen Nennung ist nicht der Schluss zu ziehen, dass Kennzeichen nicht durch Rechte Dritter geschützt sind. Das Copyright für veröffentlichte, von der Gesellschaft zur Förderung der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik selbst erstellten Beiträge bleibt allein bei der Gesellschaft. Eine Vervielfältigung oder Verwendung solcher Grafiken, Fotos und Texte in anderen elektronischen oder gedruckten Publikationen ist ohne ausdrückliche Zustimmung der Gesellschaft nicht gestattet.

INHALT

Neues aus der Fachrichtung.....	3
Drei GIH-Mitarbeiter wurden zum Wintersemester 19/20 zum Professor ernannt... 3	3
Internationale Masterabsolventin unserer Fachrichtung mit dem Sonderpreis der Victor Rizkallah-Stiftung ausgezeichnet	3
Internationale Fachgesellschaften treffen sich zum Tag der Geodäsie in Hannover4	4
Delegationsreise von Professoren der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik an die K.N.Toosi Universität nach Teheran, Iran.....	5
DFG-Graduiertenkolleg 2159 Integrität und Kollaboration in dynamischen Sensornetzen (i.c.sens)	7
SFB 1128 Relativistische Geodäsie und Gravimetrie mit Quantensensoren (geo-Q) und damit in Beziehung stehende Forschungsprojekte	8
Exzellenzcluster QuantumFrontiers erfolgreich gestartet.....	9
Forschungsarbeiten	11
Geodätisches Institut (GIH)	11
Institut für Erdmessung (IFE).....	19
Institut für Kartographie und Geoinformatik (ikg)	35
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation (IPI).....	39
Dissertationen	46
Organisation von Workshops und Symposien.....	54
Messen und Öffentlichkeitsarbeit	57
Aus dem Lehrbetrieb.....	60
Bericht des Studiendekanats.....	60
Absolventenfeier der Fakultät Bauingenieurwesen und Geodäsie	63
Internationales.....	65
Master- und Bachelorarbeiten	67
Exkursionen.....	98
Projektseminare im Studiengang Geodäsie und Geoinformatik	105
Praxisprojekte im Studiengang Geodäsie und Geoinformatik	110
Praxisprojekte im Studiengang Navigation und Umweltrobotik	113
Studentisches Forschungs- und Entwicklungsprojekt	113
Aus der Gesellschaft.....	116
Bericht über die Mitgliederversammlung der Gesellschaft.....	116
Aufruf Bachelor-Preis 2021 der Förderergesellschaft.....	121
Auslandsaufenthalt am Öffentlichen geowissenschaftlichen Forschungszentrum Irlands	121
Verleihung des Bachelorpreises 2019.....	124
Verleihung des Walter-Großmann-Preises 2019.....	124
Anhang - Personelles.....	127
Geodätisches Institut.....	127
Institut für Erdmessung	131

Institut für Kartographie und Geoinformatik.....	134
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation.....	137
Publikationen und Vorträge.....	142
Geodätisches Institut.....	142
Institut für Erdmessung	145
Institut für Kartographie und Geoinformatik.....	151
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation.....	153
Geodätische Kolloquien	156
Lehrveranstaltungen	157
Geodätisches Institut.....	157
Institut für Erdmessung	159
Institut für Kartographie und Geoinformatik.....	161
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation.....	162
Honorarprofessoren und Lehrbeauftragte der Fachrichtung	164

NEUES AUS DER FACHRICHTUNG

Drei GIH-Mitarbeiter wurden zum Wintersemester 19/20 zum Professor ernannt



Im Jahr 2019 wurden drei Mitarbeiter des GIH auf Professuren berufen.

Dr.-Ing. Markus Schaffert wechselte zum 01.09.2019 an die Hochschule Mainz und besetzt dort die Professur für Geoinformatik in der Fachrichtung Geoinformatik und Vermessung. Zuvor war er 4,5 Jahre als Arbeitsgruppenleiter am Lehrstuhl für Flächenmanagement und Immobilienbewertung beschäftigt.



Dr.-Ing. Boris Kargoll wurde zum 01.10.2019 zum Professor für Geodätische Auswertetechnik am Institut für Geoinformation und Vermessung Dessau der Hochschule Anhalt ernannt. Zuvor war er bereits im Sommersemester 2019 als Vertretungsprofessor in Dessau tätig. Von 2016 bis 2019 war er als Postdoc am GIH und übernahm die stellvertretende Leitung der Arbeitsgruppe Expertengestützte Datenanalyse und Qualitätsprozesse.



Dr.-Ing. Jens-André Paffenholz wechselte zum 01.11.2019 an die TU Clausthal und besetzt dort die Professur für Geomatik für untertägige Systeme. Am GIH war er seit 2014 Arbeitsgruppenleiter für TLS-basierte Multi-Sensor-Systeme.

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



DER STIFTUNGSVORSITZENDE PROF. LOHAUS, FRAU ROZHIN MOFTIZADEH, M.Sc. UND DER STIFTER PROF. RIZKALLAH

Auch für 2019 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 Rozhin Moftizadeh, M.Sc. ausgezeichnet, die ihr Examen mit hervorragenden Leistungen abschloss. Sie hat den mit 250,- € dotierten Preis am 21.01.2020 im Rahmen des Geodätischen Kolloquiums in Anwesenheit des Stifters, Prof. Victor Rizkallah, aus den Händen des Stiftungsvorsitzenden Prof. Ludger Lohaus entgegengenommen.

INTERNATIONALE FACHGESELLSCHAFTEN TREFFEN SICH ZUM TAG DER GEODÄSIE IN HANNOVER

Zum Tag der Geodäsie am 24.05.2019 trafen sich die Spitzen der vier internationalen Fachgesellschaften im Bereich der Geodäsie und Geoinformatik in Hannover.

Prof. Monika Sester (Leibniz Universität Hannover) vertrat die International Cartographic Association (ICA) als deren Vizepräsidentin; die anderen drei internationalen Vereinigungen waren durch ihre Präsidenten vertreten: Prof. Harald Schuh (GeoForschungszentrum Potsdam) nahm für die International Association of Geodesy (IAG) an dem Treffen teil, Prof. Rudolf Staiger (Hochschule Bochum) für die International Federation of Surveyors (FIG) und Prof. Christian Heipke (Leibniz Universität Hannover) für die International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS). Bemerkenswert an dem Treffen ist, dass alle vier Repräsentanten aus Deutschland kommen. Diese in der teilweise über 100-jährigen Geschichte der Fachgesellschaften bisher noch nie dagewesene Konstellation dokumentiert eindrucksvoll die Bedeutung der deutschen Wissenschaft in der internationalen Geodäsie und Geoinformatik.

Am Vormittag stellten sich die Vertreter der internationalen Organisationen vor einem interessierten Fachpublikum in den Räumen der Leibniz Universität Hannover vor. Nachmittags trafen sie sich zu einer 45-minütigen öffentlichen Podiumsdiskussion in der Innenstadt Hannovers, in der sie die Rolle von Geodäsie und Geoinformatik für die Gesellschaft hervorhoben. Neben den klassischen Aufgaben der Vermessung und Abbildung der Erdoberfläche sowie der Eigentumssicherung ist das vor allem die Rolle der Geodäsie in der Zeit von Digitalisierung und Klimawandel, etwa für Mobilität und autonomes Fahren, für nachhaltige Entwicklung von Stadt und Land, Erdbeobachtung und Naturgefahren, aber auch in Robotik und Navigation. Diese geodätischen Beiträge sind häufig öffentlich kaum sichtbar. Ohne die Geodäsie wären allerdings gesicherte Daten beispielsweise zum Meeresspiegelanstieg, zur hochgenauen Positionierung in Echtzeit oder im Katastrophenmanagement nicht in der notwendigen Qualität verfügbar.

Mit der ganzen Breite ihrer Forschung möchte die Geodäsie wesentliche Beiträge zu den von den Vereinten Nationen ausgerufenen Zielen für eine nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals) leisten. Beispielsweise sind nach Schätzungen der Weltbank s nur etwa 30 Prozent der Grundstücke weltweit registriert, weshalb hier Experten für Kataster und Landmanagement sehr gefragt sind.

Alle Redner hoben das breite Betätigungsfeld und die hohe Attraktivität der Geodäsie hervor mit hervorragenden Karriereaussichten. Vor diesem Hintergrund könne Studieninteressierten das Fach nur wärmstens empfohlen werden.

Im Anschluss an die öffentliche Diskussion trafen sich die Vertreter der Fachgesellschaften zu einem Meinungsaustausch, in dem sie Möglichkeiten einer vertieften Zusammenarbeit besprachen. Sie vereinbarten einen verbesserten Informationsaustausch, ein gemeinsames Auftreten bei Tagungen und Weiterbildungsveranstaltungen, insbesondere in Bereichen, in denen Schnittstellen bestehen. Auch in Fragen, die Geodäsie und Geoinformatik insgesamt betreffen, wie das

Publikationswesen, die Ausbildung und Nachwuchswerbung und die Sichtbarkeit des Faches gegenüber Politik, Verwaltung und Gesellschaft auf nationaler und internationaler Ebene, soll die Zusammenarbeit in Zukunft intensiviert werden.



TAG DER GEODÄSIE 2019 IN HANNOVER: DIE SPITZENVERTRETER DER VIER GEODÄTISCHEN FACHGESELLSCHAFTEN VOR DEM STAND DER LEIBNIZ UNIVERSITÄT HANNOVER: (V.L.) PROF. RUDOLF STAIGER (PRÄSIDENT FIG), PROF. MONIKA SESTER (VIZEPRÄSIDENTIN ICA), PROF. HARALD SCHUH (PRÄSIDENT IAG) UND PROF. CHRISTIAN HEIPKE (PRÄSIDENT ISPRS).

DELEGATIONSREISE VON PROFESSOREN DER FACHRICHTUNG GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK AN DIE K.N.TOOSI UNIVERSITÄT NACH TEHRAN, IRAN

Der Studiengang Geodäsie und Geomatik ist einer der bekanntesten und wichtigsten Studiengänge an der K. N. Toosi University of Technology in Teheran. Während des Besuchs einer Delegation der K. N. Toosi Universität an der Leibniz Universität im Juli 2018 wurden die möglichen Rahmenbedingungen einer Zusammenarbeit diskutiert. Hauptzweck des Besuchs der deutschen Delegation war es, die Möglichkeiten für eine engere Forschungszusammenarbeit zwischen den beiden Universitäten zu untersuchen. Der Besuch wurde durch das Initialisierungsprogramm der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) finanziert.

In dem zweitägigen Workshop erkundeten die Professoren beider Seiten zunächst die Forschungsgebiete, die in den jeweiligen Einrichtungen durchgeführt werden. Dies geschah am ersten Tag des Besuchs durch ein öffentliches gemeinsames Symposium, während am zweiten Tag persönliche Treffen organisiert wurden, bei denen die Professoren beider Seiten die Möglichkeit hatten, die gegenseitigen Forschungsinteressen und -potentiale zu diskutieren. Insbesondere wurden in drei Arbeitsgruppen die Themen "UAV and Robotics", "Geospatial data analysis", sowie "Land deformation and natural hazards" besprochen. Am Nachmittag wurde eine erste Ortsbegehung im NCC - National Cartographic Center organisiert;

eine zweite Ortsbegehung wurde vom Robotiklabor von Prof. Hamid Taghirad organisiert.



GRUPPENFOTO BEIM BESUCH DER DEUTSCHEN DELEGATION VON PROFESSOREN DER FACHRICHTUNG GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK DER LEIBNIZ UNIVERSITÄT HANNOVER AN DIE K.N.TOOSI UNIVERSITÄT IN TEHERAN

In der Abschlusssitzung kam man zu dem Schluss, dass es eine gute Grundlage für gemeinsame Forschung gibt, da viele Bereiche von gemeinsamem Interesse und Fachwissen vorliegen. Kooperationen sollen zunächst im Rahmen von gemeinsam betreuten Masterarbeiten durchgeführt werden. Erfolgreiche Abschlussarbeiten können zu einem Konferenzpapier oder einem Zeitschriftenartikel weiterentwickelt werden. Dies wird als eine hervorragende Grundlage für die späteren Aktivitäten zur Beantragung gemeinsamer Forschungsförderung angesehen. Ein ähnlicher Effekt wird von der gemeinsamen Betreuung von Doktorarbeiten erwartet: Bei Themen von gemeinsamem Interesse können die Doktoranden von Kollegen beider Seiten gemeinsam betreut werden.

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



Research
Training
Group
i.c.sens

2019 befand sich das Graduiertenkolleg i.c.sens im dritten Jahr seiner Laufzeit. Ende des Jahres verabschiedeten wir die Kollegiatinnen und Kollegiaten der 1. Doktorandenkohorte aus dem GRK. Die Promovierenden stehen kurz vor der erfolgreichen Fertigstellung ihrer Dissertationen und bleiben bis dahin dem GRK als assoziierte Mitglieder verbunden.

Zuvor jedoch fanden noch einige gemeinsame Aktionen statt:



FAHRZEUG MIT SENSORIK BEIM MAPATHON IM MAI 2019

Im Mai wurde der dritte Mapathon der 1. Kohorte durchgeführt. Ziel der Messkampagne war, Daten in Szenarien zu sammeln, die nicht durch die bisherigen Experimente abgedeckt wurden. Für den Mapathon wurde die Plattform eines einzelnen Fahrzeugs mit sämtlichen benötigten Sensoren bestückt, von denen einige erstmalig zum Einsatz kamen (u.a. CEPTON-LiDar-Sensor, low-cost Velodyne-Scanner).



EINWEIHUNG DES NEUEN SEMINARRAUMS IM JUNI 2019

Im Juni wurde nach mehrmonatiger Umbauzeit der neue Seminarraum des GRKs feierlich eingeweiht. Der Raum wird u.a. für Treffen und Präsentationen im Rahmen des GRK genutzt und bietet Platz für 18 Personen.

Im September besuchten die Mitglieder des GRKs das Institut für Regelungstechnik an der RWTH Aachen. Nach einem wissenschaftlichen Austausch mit den Mitarbeitern des IRT stand am zweiten Tag ein Besuch im Aldenhoven TestingCenter auf dem Programm.



BESUCH AM IRT AN DER RWTH AACHEN IM JUNI 2019

Auch 2019 bereicherten auswärtige Gäste unser Programm. Im SoSe 2019 hielten Herr Prof. Dirk Abel (RWTH Aachen), Herr Prof. Thomas Pany (Universität der Bundeswehr, München) und Herr Dr. Mathieu Joerger (Virginia Tech, USA) einen Vortrag im GRK. Ebenfalls im SoSe besuchte Prof. Vladik Kreinovich als Merkator-Fellow das GRK.

Am 12.12.2019 fand das Kick-Off Treffen für die Kollegiatinnen und Kollegiaten der 2. Kohorte des Graduiertenkollegs statt – Herzlich willkommen und viel Erfolg!

SFB 1128 RELATIVISTISCHE GEODÄSIE UND GRAVIMETRIE MIT QUANTENSSENSOREN (GEO-Q) UND DAMIT IN BEZIEHUNG STEHENDE FORSCHUNGSPROJEKTE



Der SFB 1128 geo-Q ist am 30.06.2019 zu Ende gegangen. In seiner zukunftsweisenden Konstellation von Geodäten und Physikern, von Grundlagenforschern und Ingenieuren, von Sensor-Entwicklern und Nutzern hat er an der LUH einerseits strukturell neue Wege aufgezeigt, etwa als Vorreiter für weitere Forschungsverbünde in diesem Themenkomplex. Andererseits wurden inhaltlich essentielle Meilensteine erreicht, um die Quantentechnologie in die geodätische und geophysikalische Anwendung zu bringen und neuartige Konzepte für die gravimetrische Erdbeobachtung zu ermöglichen.

Die wichtigsten Ergebnisse von geo-Q waren:

- Entwicklung und Charakterisierung der Laserinterferometrie für Weltraumanwendungen (siehe etwa das Laser Ranging Interferometer auf GRACE-FO);
- Entwicklung eines neuartigen chip-basierten Quanten-Gravimeters;
- Entwicklung der ersten transportablen optischen Atomuhr;
- Einrichtung der ersten internationalen optischen Verbindung für Uhrenvergleiche und Realisierung des chronometrischen Nivellements;
- Definition eines völlig relativistischen Geoids.

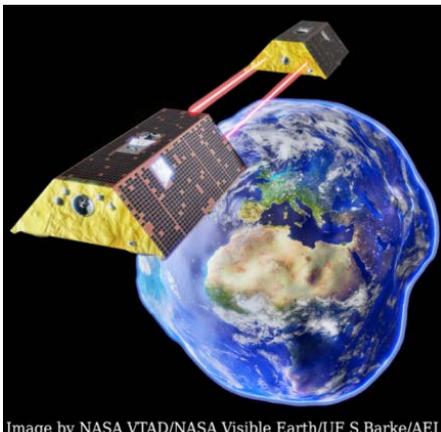


Image by NASA VTAD/NASA Visible Earth/UF S.Barke/AEI

Die Entwicklung und teilweise Umsetzung dieser neuen Konzepte zur Beobachtung von Massenvariationen in geo-Q ermöglicht zukünftig die Gewinnung wichtiger quantitativer Größen für die Geodäsie und Klimaforschung mit der dementsprechend enormen Bedeutung für alle Geowissenschaften.

Als Beispiel sei die erste Messung eines Potential- bzw. Höhenunterschiedes über große Entfernung mit einer transportablen optischen Uhr genannt, was komplett neue Anwendungsfelder erschließt.



Als Nachfolgeprojekt wird an der LUH nun der SFB 1464 mit dem Titel Relativistische und Quanten-basierte Geodäsie (TerraQ) vorbereitet. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat das Hannoveraner Forschungsteam im November aufgefordert, einen Vollantrag für einen neuen SFB in diesem Themenkomplex einzureichen.

Die in geo-Q erforschten Themen sind inzwischen auf internationalen geodätischen und physikalischen Konferenzen breit vertreten und erzeugen eine große Aufmerksamkeit. Die Internationale Assoziation für Geodäsie (IAG) hat in diesem Zusammenhang auf der IUGG-Generalversammlung in Montreal die Einrichtung eines neuen Projektes „Neuartige Sensoren und

Quantentechnologie für die Geodäsie“ beschlossen, dessen Präsident der Sprecher des SFB geo-Q ist.

Schließlich sei auch zu erwähnen, dass die äußerst erfolgreiche Kooperation zwischen Physik und Geodäsie nicht nur eine tragende Säule im Exzellenz-Cluster QuantumFrontiers einnimmt (siehe Extra-Bericht), sondern auch zur Einrichtung eines neuen DLR-Institutes Satellitengeodäsie und Inertialsensorik geführt hat. Zentrales Thema ist hier die Entwicklung von Konzepten und Sensoren für die gravimetrische Erdbeobachtung vom Weltraum aus. Die Führungsstruktur dieses DLR-Instituts wird über gemeinsame Professuren mit der Leibniz Universität Hannover verbunden sein.

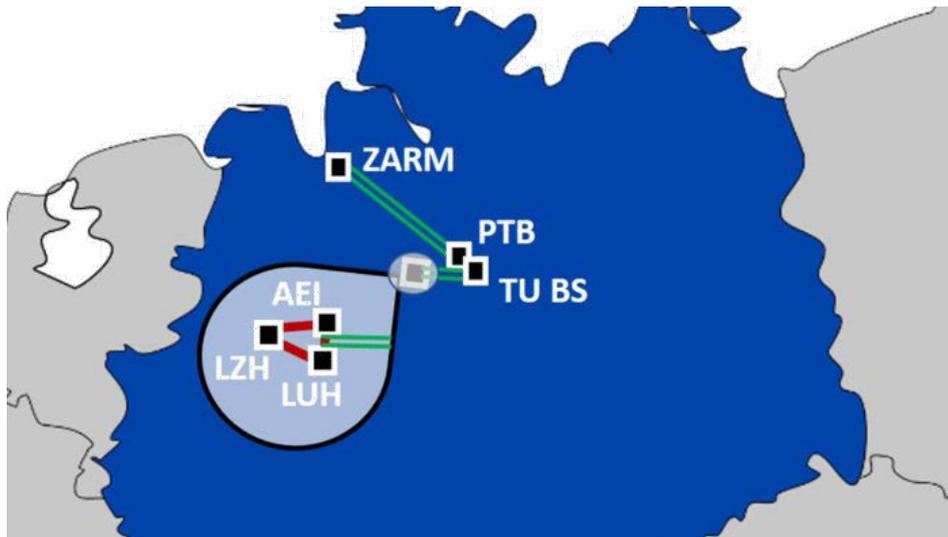
EXZELLENZCLUSTER QUANTUMFRONTIERS ERFOLGREICH GESTARTET

An der Leibniz Universität Hannover (LUH) ist neben drei weiteren Exzellenzclustern QuantumFrontiers zum 01. Januar 2019 eingerichtet worden. Das Cluster QuantumFrontiers vereint die Forschungsstärken von drei Forschungseinrichtungen der LUH, der TU Braunschweig (TUBS) und der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB). Unterstützt werden die drei Forschungseinrichtungen vom Laserzentrum Hannover (LZH), dem Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut) und dem Zentrum für angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation (ZARM) in Bremen. Das Cluster wird von Prof. Karsten Danzmann (LUH), Prof. Piet Schmidt (PTB) und Prof. Andreas Waag (TUBS) geleitet.

QuantumFrontiers betrachtet Licht und Materie an der Quantengrenze. 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 und neue Messkonzepte und Sensortopologien zu entwickeln, die auf photonischen Systemen, dedizierten Halbleitersystemen, Nanostrukturen, quanten-manipulierten atomaren und molekularen Ensembles und sogar makroskopischen Objekten basieren. Die drei Partnerinstitutionen verfügen über eine einzigartige, passgenaue Infrastruktur und ein ausgezeichnetes wissenschaftliches Netzwerk von Forschenden aus der Physik, den Ingenieurs- und anderen Naturwissenschaften. Es ist so ein einmaliges strategisch-strukturelles Quanten-Nanometrologie-Dreieck entstanden, das die Forschungslandschaft dieses aufkeimenden, an der Schwelle zur technischen Verwertbarkeit stehenden Feldes auch im internationalen Kontext einzigartig fördern wird.

Die Geodäsie ist mit dem Institut für Erdmessung (IfE), Prof. Jürgen Müller und Prof. Steffen Schön, vertreten und bekommt insgesamt drei Stellen gefördert sowie Sachmittel z.B. für die Anschaffung eines neuen Scintrex Gravimeters CG-6. 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.



PARTNER DES EXZELLENZCLUSTERS QUANTUMFRONTIERS, DIE IN ENGER ZUSAMMENARBEIT EIN NACHHALTIGES FORSCHUNGSVERBUNDPROGRAMM UND NACHHALTIGE STRUKTURMAßNAHMEN IN DER REGION ETABLIEREN WERDEN.

FORSCHUNGSARBEITEN

GEODÄTISCHES INSTITUT (GIH)

3D HYDROMAPPER (BEARBEITER: FREDERIC HAKE, MOHAMMAD OMIDALIZARANDI, HAMZA ALKHATIB, INGO NEUMANN)

Im Rahmen des Verbundprojektes wird ein Messsystem zur Erfassung von Hafenbauwerken 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.

Am GIH wurde hierzu eine qualitätsgesicherte Routenplanung entwickelt. Dabei wird die Trajektorie des Messschiffes so bestimmt, dass zu allen Positionen eine optimale Aufnahme des Objektes gewährleistet ist. Dazu werden sowohl die Eigenschaften der objekterfassenden Sensoren als auch der Wasserstand mit einbezogen. Weiterhin arbeitet das GIH an einer vollautomatischen Detektion von Bauwerksschäden. Hierzu werden sowohl flächenhafte Approximation mit B-Splines untersucht als auch ein Ansatz mit künstlichen neuronalen Netzen. Ziel ist es, die bislang stichprobenartig durchgeführten händischen Untersuchungen mit Tauchern durch eine vollautomatische, reproduzierbare und vollständige Bauwerksüberprüfung zu ersetzen.

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

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



Gefördert durch:



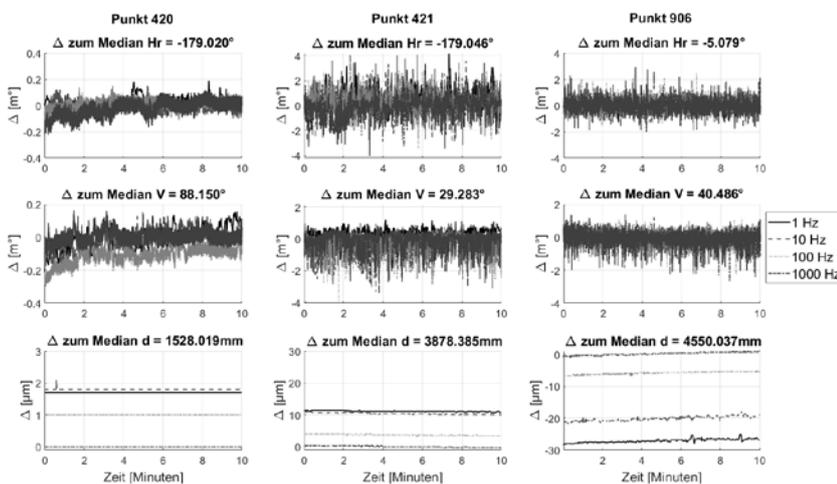
Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

BAYESSCHE ADAPTIVE ROBUSTE AUSGLEICHUNG VON MULTIVARIATEN GEODÄTISCHEN MESSPROZESSEN MIT DATENLÜCKEN UND NICHTSTATIONÄREM FARBIGEM RAUSCHEN (DFG, BORIS KARGOLL, HAMZA ALKHATIB, JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ - BEARBEITER: ALEXANDER DORNDORF, MOHAMMAD Omidalizarandi)

Das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderte Projekt (Nr. 386369985) begann im Oktober 2018 und endet voraussichtlich im September 2021. Es wird in Kooperation mit dem Fachbereich Architektur, Facility Management und Geodäsie der Hochschule Anhalt (Prof. Kargoll) und dem Institut für Geotechnik und Markscheidewesen der Technischen Universität Clausthal (Prof. Paffenzholz) bearbeitet. Das Ziel des Projekts ist die Entwicklung klassischer und Bayesscher Statistik in Verbindung mit Ausgleichungsverfahren, welche eine robuste und effiziente Schätzung parametrischer Modelle von geodätischen Zeitreihen erlauben. Diese multiplen, ortsbezogenen Zeitreihen enthalten riesige Mengen von Messdaten und können somit auch zahlreiche Ausreißer sowie Datenlücken hervorrufen. Deren zufällige Abweichungen folgen aufgrund beträchtlicher Auto- und Kreuzkorrelationen einem farbigen Rauschen. Die zu entwickelnde Schätzmethode soll mit umfassenden Kollektionen von autoregressiven (AR) Prozessen und Ausreißerverteilungen basierend auf Student-Verteilungen umgehen können. Hierfür wird unter anderem das Prinzip der Expectation Maximization verwendet.

Der Arbeitsschwerpunkt im Jahr 2019 lag in der Erfassung der geodätischen Datensätze für die Ausgleichungsmodelle und der Erarbeitung einer Bayesschen Schätzmethode für die zuvor genannten Messdaten. Als Sensor wurde der Lasertracker Leica AT960-LR verwendet. Mit diesem wurden mehrere Zeitreihen auf statische Punkte im 3D-Labor des GIH erfasst. Das Verhalten des Messrausches dieser Zeitreihen wurde



ERGEBNIS EINER ZEHNMINÜTIG ERFASSTEN ZEITREIHE MIT DEM LASERTRACKER

auf Zufälligkeit, Normalverteiltheit, Homoskedastizität und Unkorreliertheit mittels Hypothesentests für unterschiedliche Messraten untersucht.

Diese Annahmen wurden wie vermutet in den meisten Fällen verworfen. Deswegen soll im weiteren Projektverlauf untersucht werden, ob mit den entwickelten Schätzmethode und dem AR Prozess ein optimaleres Ergebnis erzielt werden kann. Weiterhin sollen aus den gemessenen

Zeitreihen Priori-Informationen für das Bayessche Modell abgeleitet werden, die in die Bayessche Schätzmethode einfließen sollen.

Aktuelle Ergebnisse werden im März 2020 auf dem Ingenieurvermessungskurs in München präsentiert.

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

In order to ensure safe autonomous driving in the near future, reliable information about the precise and accurate pose of a vehicle must be continuously available. That is especially the case for all such arbitrary kinematic multi-sensor systems (MSS) which operate with integrity aspects in the direct environment of humans. Many different sensors and methods are available to solve this problem of georeferencing. A suitable and easy to handle approach is the use of global navigation satellite system (GNSS) observations or external tracking by a total station. However, GNSS methods often fail in complex interiors and urban canyons due to inaccuracies, unreliability or even lack of observations.

To guarantee integrity even in such challenging environments, this project introduces an information-based georeferencing approach using recursive state estimation. The objective of this approach is to provide a framework for the detection of inconsistencies within heterogeneous observation data in the field of mobile mapping systems to ensure integrity. In principle, it does not matter which kind of sensor observations or what actual geometric description of the environment is chosen. The core of this approach is the general combination of all this various information in relation to constraints that represent the relationship between all parts.

This is realised through an optimal fusion of the measured object space information with verifiable prior information by e.g. geometrical conditions. These restrictions are based on independent geometric information (e.g. total tolerances using standards). This leads to an iterated extended Kalman filter with nonlinear equality and inequality state constraints. The ability to use both explicit and implicit formulations of the relationship between states and observations is also a special feature and innovative in combination with state constraints. This makes it possible to guarantee the integrity of the MSS permanently and to increase the accuracy and reliability of the pose obtained.

Several different methods for the consideration of constraints were adapted to the own approach and a new method was developed. These were validated on the basis of a comprehensive Monte-Carlo simulation. The concrete application takes place on several different simulated and real data sets.



GEOREFERENCING WITH A KINEMATIC MSS USING FACADES

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



SPATIO-TEMPORAL MONITORING OF BRIDGE STRUCTURES USING COST-EFFECTIVE 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, accurate, robust, reliable and cost-effective short- and long-term kinematic deformation monitoring of oscillating infrastructures such as bridges has received considerable attention. In this project, the Geodetic Institute of Leibniz Universität Hannover (GIH) collaborates with ALLSAT GmbH to develop hardware and software cost-effective multi-sensor-system (MSS) technology to reach aforementioned goal. The MSS consists of cost-effective Micro-electro-mechanical systems (MEMS) accelerometers of type BNO055 from Bosch Company, which are used for integrating into a geo-sensor network by mounting at different positions of the bridge structures calculated from finite element model analysis.

The measured MEMS acceleration data yields accurate estimates of the modal parameters over short time intervals but suffer from accuracy degradation for absolute position estimates with time. To overcome this problem, video frames of a passive target, attached in the vicinity of one of the MEMS sensors, are captured from an embedded on-axis telescope camera of an image-assisted total station (IATS), and used for generating 1D displacement time series.

To identify the modal parameters such as eigenfrequencies and modal damping for both acceleration and displacement time series, a comprehensive observation model consists of a damped harmonic oscillation model, an auto-correlation in the form of the autoregressive process and a stochastic model in the form of the scaled t-distributions with an unknown degree of freedom and with unknown scale factor were employed and jointly adjusted by means of a generalised expectation maximisation algorithm. Subsequently, the estimated model parameters from the IATS are used for 1D coordinate updates of the MEMS acceleration data within a Kalman filter approach.



VIBRATION ANALYSIS OF A SYNTHETIC BRIDGE MEASURED BY THE MEMS ACCELEROMETERS, THE LASER TRACKER AND THE IATS. A PASSIVE TARGET (LOCATED INSIDE THE RED ELLIPSE) ATTACHED TO THE SYNTHETIC BRIDGE, WHICH IS CLOSE TO THE MEMS (LOCATED INSIDE THE CYAN ELLIPSE) AND CORNER CUBE REFLECTOR (LOCATED INSIDE THE GREEN ELLIPSE).

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ECHTZEITFÄHIGE, HOCHFREQUENTE, ZENTIMETERGENAUE UND INTEGRIERTE BESTIMMUNG DER FLUGTRAJEKTORIE EINES UAS MITTELS KOMBINATION VON LASERSCANNER- UND KAMERADATEN SOWIE DER INTEGRATION VON OBJEKTINFORMATIONEN (DFG, BEARBEITER: JOHANNES BUREICK, DMITRI DIENER)

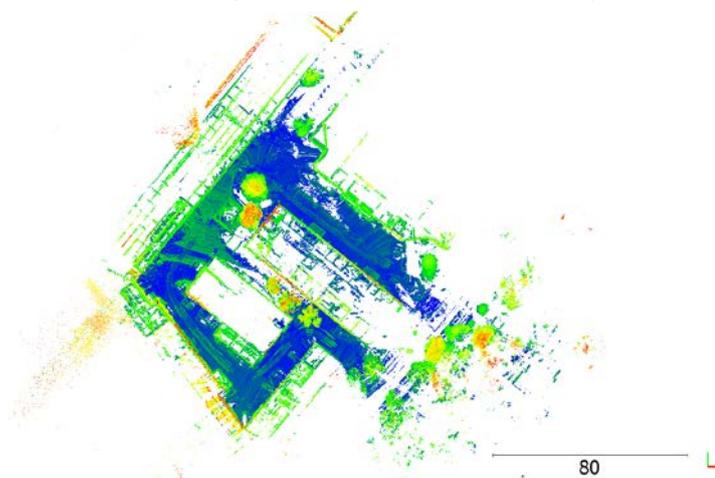
Das GIH arbeitet derzeit zusammen mit dem Institut für Photogrammetrie und GeoInformation an einem Forschungsprojekt zur hochgenauen und echtzeitfähigen Georeferenzierung eines Unmanned Aerial Systems (UAS) mithilfe von Gebäudemodellen. Gerade im urbanen Bereich ist die Georeferenzierung eines UAS eine schwierige Aufgabe, da die GNSS-Genauigkeit durch Abschattung zu ungenau ist oder der GNSS-Empfang gänzlich abbricht. Das UAS ist mit verschiedensten Sensoren ausgestattet, darunter einem Laserscanner und zwei Kameras. Unter Verwendung dieser objekterfassenden Sensoren und einem frei verfügbaren 3D-Gebäudemodell der Umgebung entwickelten beide Institute zunächst separat eine Methodik zur Georeferenzierung des UAS.

Am GIH wurden die Messdaten des Laserscanners (Velodyne VLP16) in ein Iteratives erweitertes Kalman Filter (IEKF) integriert. Die Innovation dieses IEKF liegt in der Verwendung impliziter Messgleichungen und zusätzlicher nichtlinearer Bedingungsgleichungen.

Nach Konzeption und Evaluation des IEKF auf Basis simulierter Messdaten wurden mit dem gefertigten UAS im vergangenen Jahr reale Datensätze erfasst und mit dem IEKF ausgewertet. Obwohl einzig die Laserscanner-Beobachtungen verwendet wurden, erzielte das IEKF bereits vielversprechende Resultate.

In Zukunft sollen zusätzlich die Kamerabeobachtungen in das IEKF integriert werden. Dadurch soll die Leistungsfähigkeit des IEKF insbesondere in Bereichen, in denen die Messkonstellation des Laserscanners keine eindeutige Posenbestimmung zulässt, gesteigert werden. Eine solche ungünstige Messkonstellation ist beispielsweise in einer Häuserschlucht mit zwei parallelen Häuserfassaden auf beiden Seiten der Straße zu finden. Hier ist vor allem die Positionsbestimmung des UAS längs der Straßenachse problematisch.

Dieses Projekt wurde von der DFG (NE 1453/5-1) gefördert.



DRAUFSICHT AUF EINE ANHAND DER IEKF-ERGEBNISSE GEOREFERENZIERTE PUNKTWOLKE

MATHEMATISCHE APPROXIMATION VON TERRESTRIAL LASER SCANNER
BEOBACHTUNGEN ANHAND VON B-SPLINES SURFACES - EINFLUSS VON MATHEMATISCHEN
KORRELATIONEN - BEARBEITER: GAEL KERMARREC

B-Spline-Oberflächen besitzen attraktive Eigenschaften wie einen hohen Grad an Kontinuität, der für die Berechnung der Krümmung wichtig ist. Da die lokale Unterstützung der Basisfunktionen die Kontrolle der Form der geschätzten Oberfläche ermöglicht, werden sie zunehmend im Bereich der Geodäsie eingesetzt, wo ihre Hauptanwendung in der Anpassung von Oberflächen an z. B. 3D-Punktwolken von terrestrischen Laserscannern besteht (TLS), siehe Koch (2009). Durch den Vergleich verschiedener Epochen können Deformationen für nahezu alle Arten von Objekten mithilfe von Teststatistiken wie dem Kongruenztest leichter erkannt werden.

Das Konzept der Oberflächenannäherung ähnelt einem Regressionsproblem, bei dem das Modell die Oberflächendarstellung und die Daten die Stichprobenpunkte auf der Oberfläche sind. Neben der Verbesserung des Funktionsmodells durch neue Strategien zur Bestimmung des Knotenvektors muss daher das stochastische Modell der zugrundeliegenden Beobachtungen korrekt spezifiziert werden. Andernfalls sind Verzerrungen in der Teststatistik unvermeidbar und beeinträchtigen die Erkennung kleiner Verformungen, wenn der Kongruenztest verwendet wird. Leider sind Messungen mit TLS für Computer Aided Graphics nicht so einfach wie Punktwolken: Die rohen Beobachtungen sind nicht direkt kartesische Koordinaten, sondern Polarkoordinaten, d.h. Entfernung und Winkel, die zusätzlich unterschiedliche Varianzen aufweisen. Eine Transformation von polaren zu kartesischen Koordinaten ist zwingend erforderlich, um die Gewichtungsfunktionen oder Kontrollpunkte der B-Splines-Approximation durch eine Anpassung der kleinsten Quadrate zu bestimmen. Mathematische Korrelationen werden somit in die bereits heteroskedastisch transformierten Beobachtungen eingeführt. Da sie zu vollständig besetzten Varianz-Kovarianz-Matrizen führen, bleiben sie größtenteils vernachlässigt und es wird ein übervereinfachtes stochastisches Modell verwendet, das Homoskedastizität und Unabhängigkeit der transformierten Beobachtungen voraussetzt. In diesem Projekt wurde der Einfluss der Vernachlässigung mathematischer Korrelationen in der Deformationsanalyse mit dem Kongruenztest untersucht. Es wurde gezeigt, dass diese Korrelationen eventuell auf einen Inflationsvarianzfaktor reduziert werden können, was ihre vereinfachte Handhabung in Matrixprodukten ermöglicht. In einer Fallstudie mit realen Daten einer belasteten Brücke wurde untersucht, in welchen Fällen die Berücksichtigung mathematischer Korrelationen im Kongruenztest für eine vertrauenswürdige Verformungserkennung erforderlich ist oder nicht. Die Heteroskedastizität wurde anhand eines intensitätsbasierten Modells berücksichtigt, das Geometrie und Objekteigenschaften berücksichtigt. Die Ergebnisse wurden in Athen auf das JISDM Workshop vorgestellt.

EXAKTE UND SCHNELLE GEOMETRIEERFASSUNG SOWIE DATENAUSWERTUNG VON SCHIFFSOBERFLÄCHEN FÜR EFFIZIENTE BESCHICHTUNGSPROZESSE

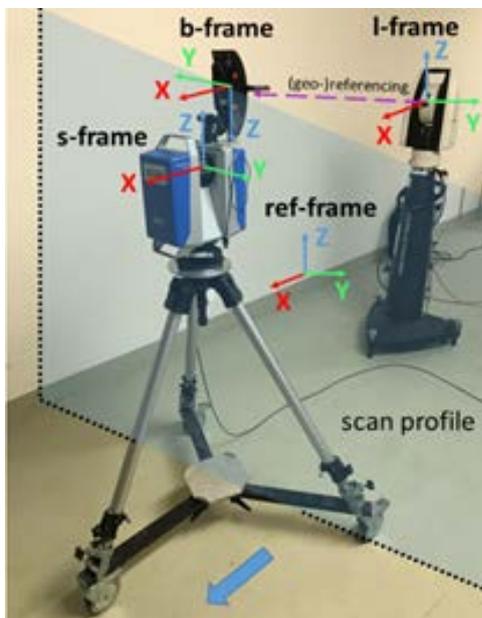
TEILVORHABEN AM GIH:

ENTWICKLUNG VON ALGORITHMEN UND QUALITÄTSPROZESSEN FÜR EIN NEUARTIGES KINEMATISCHES TERRESTRISCHES LASERSCANNINGSYSTEM (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.

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.



DAS K-TLS BASIERTE MSS IM MESSKELLER DES GIH

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.

THE AUTOMATIC NUMERICAL CALIBRATION MODEL WITH THE APPLICATION OF TLS (WEI XU, INGO NEUMANN)

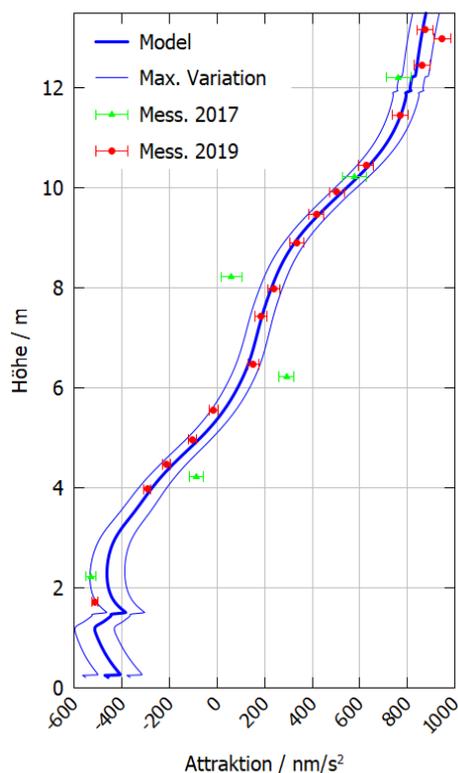
Simplified models are widely applied in finite element computations regarding mechanical and structural problems. However, the simplified model sometimes causes many deviations in the finite element analysis (FEA) of structures, especially in the non-designed structures, which have undergone unknowable deformation features. Hence, a novel FEA methodology based on the parametric model by approximating three-dimensional (3D) feature data is proposed to solve this problem in the present manuscript. Many significant and effective technologies have been developed to detect 3D feature information accurately, e.g., terrestrial laser scanning (TLS), digital photogrammetry, and radar technology. In this manuscript, the parametric FEA model combines 3D point clouds from TLS and the parametric surface approximation method to generate 3D surfaces and models accurately. TLS is a popular measurement method for reliable 3D point clouds acquisition and monitoring deformations of structures with high accuracy and precision. The B-spline method is applied to approximate the measured point clouds data automatically and generate a parametric description of the structure accurately. The final target is to reduce the effects of the model description and deviations of the FEA. Both static and dynamic computations regarding a composite structure are carried out by comparing the parametric and general simplified models. The comparison of the deformation and equivalent stress of future behaviors are reflected by different models. Results indicate that the parametric model based on the TLS data is superior in the finite element computation. Therefore, it is of great significance to apply the parametric model in the FEA to compute and predict the future behavior of the structures with unknowable deformations in engineering accurately.

INSTITUT FÜR ERDMESSUNG (IFE)

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 im Jahr 2019 fortgesetzt.

Im Rahmen der Installation des VLBAI wurden im Juni 2019 zunächst die Haltestruktur, ein Gerüst aus 5800 kg Aluminium, sowie der Vakuum Tank der seismischen Isolierung (2800 kg Stahl) aufgestellt. Diese Haltestruktur konnte für weitere gravimetrische Messungen entlang der zukünftigen Hauptachse des VLBAI genutzt werden. In der Zeit von August bis November wurde mit den Gravimetern Scintrex CG3M-4492, CG6-0171 und ZLS B-64 das Schwerfeld im VLBAI und ausgewählten weiteren Stationen in mehreren Messkampagnen und insgesamt 439 Verbindungen bestimmt. Vergleichbare Messungen wurden im Jahr 2017 bereits auf einem Baugerüst durchgeführt (147 Verbindungen). Die Änderungen am Gebäude (Einrichtung, Bestandteile des VLBAI) wurden in das bestehende Modell des HITEc eingefügt.



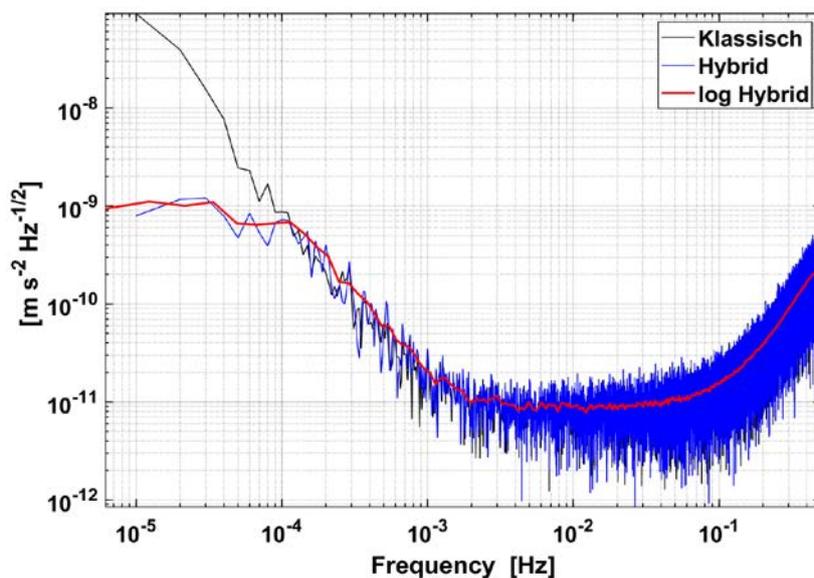
Die nebenstehende Abbildung zeigt die Messungen auf der Hauptachse des VLBAI der Jahre 2017 (grün) und 2019 (rot) reduziert um die zeitlich variablen Anteile der Schwere sowie der Änderung der Schwere mit der Höhe. Letzterer Anteil wurde durch die Berücksichtigung der umliegenden Massen modelliert. In blau ist die Attraktion der Massen des HITEc gezeigt, inklusive der maximalen Variation, ermittelt über eine Monte-Carlo Simulation ($\pm 5\%$ Variation der Modellparameter). In dem für physikalische Experimente genutzten Bereich von 4 m bis 13 m ist die Übereinstimmung zwischen Modell und Messung (2019) sehr gut. In der Regel liegt bereits das Modell innerhalb der Standardabweichung der ausgeglichenen Messungen.

Im Dezember 2019 wurde das VLBAI Instrument eingebaut. Die begleitenden gravimetrischen Messungen und Modellanpassungen werden 2020 durchgeführt.

QUANTENOPTISCHE SENSORKONZEPTE FÜR SCHWEREFELDMISSIONEN (MWK - DLR-SI ANSCHUBFINANZIERUNG, MANUEL SCHILLING, ANNIKE KNABE, HU WU)

Im Rahmen der Anschubfinanzierung zur Einrichtung des DLR-Instituts für Satellitengeodäsie und Inertialsensoren sind im Jahr 2019 erste Arbeiten zur Entwicklung von Schwerfeldsatellitenmissionen unter Verwendung von Atominterferometern (CAI) unternommen worden. Als Ausgangssituation für die Studien wird von einem GRACE-FO ähnlichem Satellitenpaar ausgegangen. Die Kombination der klassischen elektrostatischen Beschleunigungsmesser (ACC) mit einem CAI verspricht u.a. eine verbesserte Messung der nicht gravitativen Beschleunigungen, die auf den Satelliten einwirken. So ermöglichen die drifffreien Messungen – es wird im Allgemeinen von weißem Rauschen des Fehlerverhaltens ausgegangen – unter anderem eine bessere Bestimmung der niederen Schwerfeldkoeffizienten im Vergleich zu klassischen ACC.

Als erster Ansatz wird die Hybridisierung, also die Kombination beider Prinzipien, für eine Achse des ACC in Flugrichtung der Satelliten getestet. Als ein mögliches Szenario, zeigt die Abbildung das Amplitudendichtespektrum in range acceleration das Sensorrauschen (Model+Noise) eines klassischen ACC (schwarz) und eines hybriden ACC (blau/rot), bei dem das CAI mit einem weißen Rauschen von 10^{-9} m/s²/Hz angenommen wird. Szenarien wie dieses werden in einem Orbit Simulator getestet und anhand der resultierenden Schwerfeldlösungen bewertet.

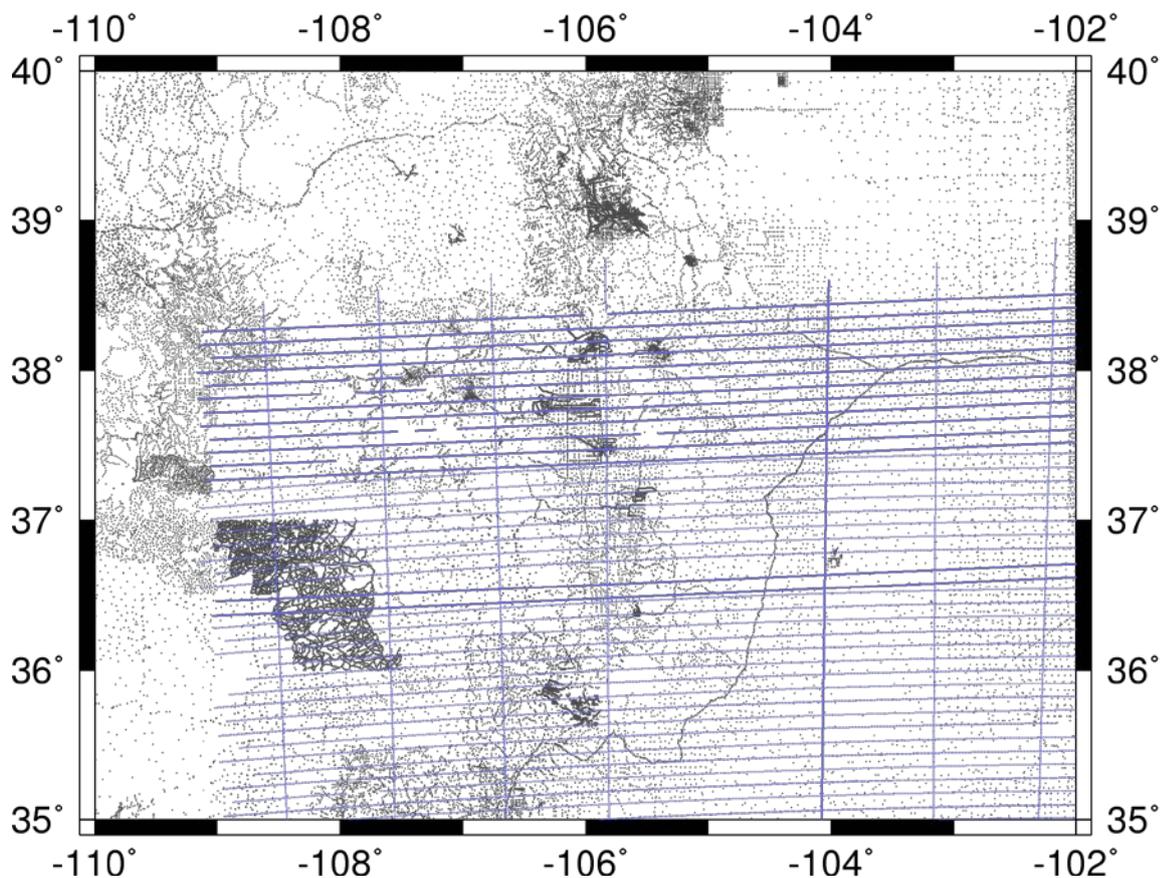


AMPLITUDENDICHTESPEKTRUM DES RAUSCHENS EINES KLASSISCHEN UND HYBRIDEN ACC. PLOT IN ROT OPTIMIERT FÜR LOG-DARSTELLUNG

GEOIDBERECHNUNG (HEINER DENKER)

Die europäischen Geoid- und Quasigeoidberechnungen wurden im Rahmen der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG) Sub-Commission SC2.4a "Gravity and Geoid in Europe" fortgeführt; die Sub-Commission SC2.4a wurde für die nächste Vierjahresperiode der IAG von 2019 – 2023 (Chair H. Denker) verlängert.

Des Weiteren wurden die Arbeiten zur Potentialbestimmung im Zusammenhang mit optischen Uhren (Chronometrisches Nivellement, s. vorangegangene Berichtshefte) fortgesetzt sowie eine seit längerem bestehende Zusammenarbeit mit dem National Geodetic Survey (NGS), NOAA, Silver Spring, MD, USA, vertieft. In diesem Zusammenhang besuchte Dr. X. Li vom NGS das hiesige Institut, und es wurden gemeinsame Untersuchungen im Testgebiet Colorado vereinbart. Der Hintergrund hierfür ist die derzeit laufende gravimetrische Befliegung der gesamten USA mit dem Ziel, ein neues hochauflösendes und hochgenaues Geoidmodell für Nordamerika zu entwickeln, das dann ab dem Jahr 2022 als Referenzfläche für alle Höhenmessungen dienen soll ("geoid based vertical datum"). Das Testgebiet Colorado ist durch Hochgebirge im Westen (Rocky Mountains) und Flachland im Osten (Great Plains) gekennzeichnet. In dem Testgebiet sollen unter anderem die optimale Kombination der Land- und Fluggravimetrie-Daten sowie verschiedene Methoden zur Geoidberechnung untersucht werden.



GRAVIMETRISCHE DATEN IM TESTGEBIET COLORADO IN DEN USA (SCHWARZ: LANDMESSUNGEN, BLAU: FLUGZEUGMESSUNGEN)

GRAVIMETRISCHE MESSUNGEN AUF DER ZUGSPITZE UND AM WANK (IfE, GFZ POTSDAM, BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN (BADW), LUDGER TIMMEN)

Die geodätische Überwachung von Veränderungen aufgrund des Alpenwachstums und dem Rückgang des Permafrostes erfolgt sowohl mit gravimetrischen als auch mit geometrischen Methoden. An der Zusammenarbeit sind neben dem IfE (Absolut- und Relativgravimetrie, Nivellement) auch die Bayerische Akademie der Wissenschaft (GNSS, Nivellement, Relativgrav., Wank), die TU München (Nivellement, Relativgrav., Zugspitze) und das GFZ Potsdam (Supraleitgravimetrie und permanente GNSS Station auf der Zugspitze) beteiligt.

Zwei der absolutgravimetrischen Stationen befinden sich direkt am Wank, wobei die Gebäude der Seilbahnstationen im Tal und am Gipfel seit 2004 genutzt werden. Auf der Zugspitze gibt es mittlerweile 3 Absolutstationen. Zwei liegen direkt oben in Gipfelnähe (Geodynamikobservatorium der GFZ seit 2018, Telekomgebäude seit 2004), und eine Station wurde 2004 im Schneefernerhaus erstmalig beobachtet (ca. 300 m unterhalb des Gipfels). Verdichtungspunkte wurden mit Relativgravimetrie außerhalb der Gebäude angelegt, so dass dann auch geometrisch mit Hilfe von Nivellement und GNSS-Messungen das Überwachungsnetz eingemessen wurde.

Die absolutgravimetrischen Ergebnisse zeigen eine deutliche Schwereabnahme seit 2004 auf der Zugspitze, was auch mit den GNSS-Beobachtungen übereinstimmt. Bezüglich der Berg- und Talstation am Wank (Estergebirge) sind stabile Verhältnisse anzunehmen.



LINKS STEHT EIN RELATIVGRAVIMETER DER BADW IN DER NÄHE DES WANK-GIPFELS, U.A. UM DEN ABSOLUTPUNKT IN DER SEILBAHNSTATION MIT GEOMETRIE-PUNKTEN ZU VERBINDEN. RECHTS IST DAS GEODYNAMIK OBSERVATORIUM DES GFZ POTSDAM MIT DER PERMANENT INSTALLIERTEN GNSS ANTENNE (RECHTS UNTEN, KLEINER GRÜNER PUNKT) ZU SEHEN. IN DEM 3-GESCHÖSSIGEN GEBÄUDE, DAS SOGENANNT U-BOOT, BEFINDET SICH IN DER UNTEREN ETAGE DAS SUPRALEITGRAVIMETER UND DANEBEN DAS FUNDAMENT FÜR EPISODISCHE ABSOLUTGRAVIMETRISCHE MESSUNGEN (FOTOS L. TIMMEN).

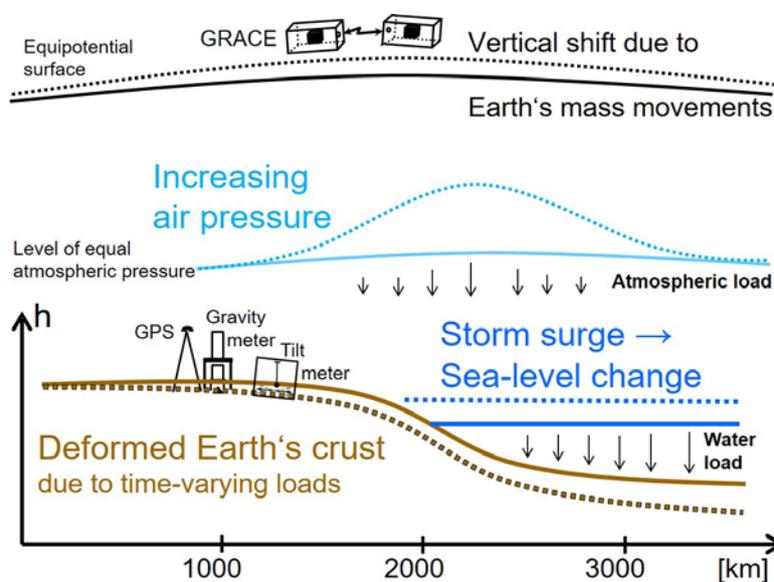
GRAVIMETRIC TIDES AND GRAVITY CURRENTS IN THE NORTH SEA (IFE, FRIEDRICH-SCHILLER-UNIVERSITÄT JENA, GFZ POTSDAM, LUDGER TIMMEN)

The research group is investigating the gravity and deformation (tilt) effect caused by time variations of the mass distribution in the atmosphere and in the sea. It has to be distinguished between the direct Newtonian attraction effects and indirect loading effects. The latter part is accompanied by a vertical shift and a tilt of the sea floor as well as the land surface, especially along the coast or on islands, because of the elasticity of the solid Earth's crust. Such a vertical ground displacement is associated with an absolute height change of the gravimeter w.r.t. the geocenter. The combined observation of gravity and tilt changes allows the separation of signals due to attraction and load deformation.

Besides the tides also non-tidal phenomena change the masses in the atmosphere and in the sea (wind surge, atmospheric pressure). Since 2018, we record gravity and tilt variations on Helgoland, which is the best location in the North Sea aiming at rather small loading effects, which are largest during extreme high water conditions (storm surges).

The specific aim here is to

- validate/improve loading models (North Sea) as applied to the GRACE-FO satellite mission to avoid atmospheric and oceanic aliasing in the GRACE data analysis for the monthly products;
- improve reduction models for terrestrial gravimetry applied in near-coastal groundwater-gravimetry projects.



INTERACTION BETWEEN EARTH'S MASS MOVEMENTS WITHIN THE ATMOSPHERE, THE SEA AND THE SOLID EARTH, AND THE GRAVITY POTENTIAL FIELD AT THE GRACE ORBITS. THE TIME-VARYING LOADS TO THE OCEAN BOTTOM AFFECT THE CONTINENTS UP TO LARGE DISTANCES FROM THE COAST.

ABSOLUTGRAVIMETRIE (IFE, LUDGER TIMMEN, MANUEL SCHILLING)

Aufstellung der Messungen des FG5X-220 im Jahr 2019

Station	Datum	Bemerkung
Hannover, HITec	29.4.-1.5.2019	Grav.lab. Pfeiler FU01, Gravimeterüberprüfung
Clausthal, Institut für Geophysik	7.-10.5.2019	Norddeutsches Referenzsystem (seit 1986, Geodynamik)
Hannover, HITec	17.-20.5.2019	Eichexperiment gPhone für Masterarbeit
Wank Berg „Bergwacht“	20.-22.9.2019	Geodynamik, Wiederholungsmessung nach 2004
Partenkirchen, Wank Tal „Seilbahn“	23.-24.9.2019	Geodynamik, Wiederholungsmessung nach 2004
Zugspitze Geodynamik Observatory Germany, GFZ Potsdam	26.-27.9.2019	Geodynamik, Permafrost, Zeitreihe seit 2004, Eichung Supraleitgravimeter GFZ
Hannover, HITec	27.-28.11.2019	Grav.lab. Pfeiler FU01, Gravimeterüberprüfung

LLR RELATIVITY TESTS (DFG, BEARBEITERIN: LILIANE BISKUPEK)

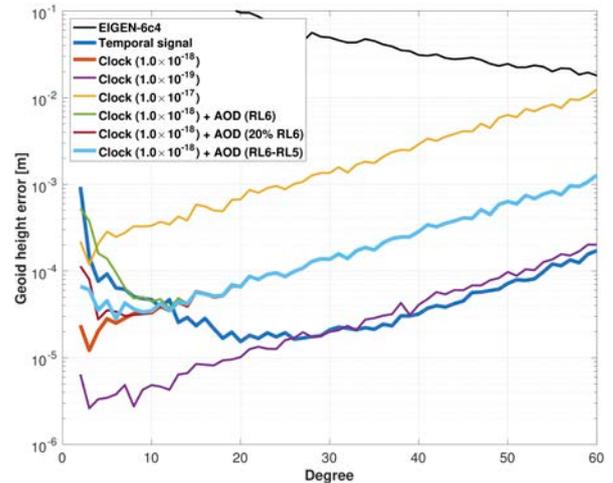
Seit 1969 werden Entfernungsmessungen zum Mond (LLR) durchgeführt. In den letzten Jahren stieg die Messgenauigkeit einiger Observatorien in den Millimeterbereich und die Beobachtungen werden teilweise im Infrarotbereich durchgeführt. Dies führt zu einer besseren Verteilung der präzisen LLR-Daten über die Mondumlaufbahn und die beobachteten Reflektoren auf dem Mond, was wiederum einen positiven Effekt in der Auswertung hat. Unter Einbeziehung dieser neuen Daten können Ergebnisse für relativistische Größen, wie das Äquivalenzprinzip, die zeitliche Variation der Gravitationskonstante und für eine Auswahl von PPN (Parametrisierten Post-Newtonschen)-Parametern mit einer verbesserten Genauigkeit bestimmt werden, die Genauigkeitssteigerung beträgt dabei teilweise eine Größenordnung.

Mit dem Bau der neuen LLR-Anlage am Table Mountain Observatory (JPL's Optical Communication Testbed Laboratory - OCTL) in Kalifornien wird es erstmals möglich sein, differentielle LLR-Messungen mit einer erwarteten Entfernungsgenauigkeit von weniger als 30 Mikrometern durchzuführen – ein Faktor 200 besser als die derzeitige Genauigkeit. Dies eröffnet neue Möglichkeiten für eine verbesserte Analyse des gesamten LLR-Parametersatzes und erlaubt es, weitere Effekte, z.B. im Zusammenhang mit dem tiefen Mondinneren, genauer zu untersuchen. Um den potentiellen Nutzen dieser neuartigen hochpräzisen Daten für die Bestimmung der relativistischen Parameter zu ermitteln, werden Simulationen mit unserer LUNAR-Software durchgeführt.

OPTICAL CLOCKS FOR DETECTING THE EARTH'S TIME-VARIABLE GRAVITY SIGNALS (DFG, QUANTUMFRONTIERS, HU WU, JÜRGEN MÜLLER)

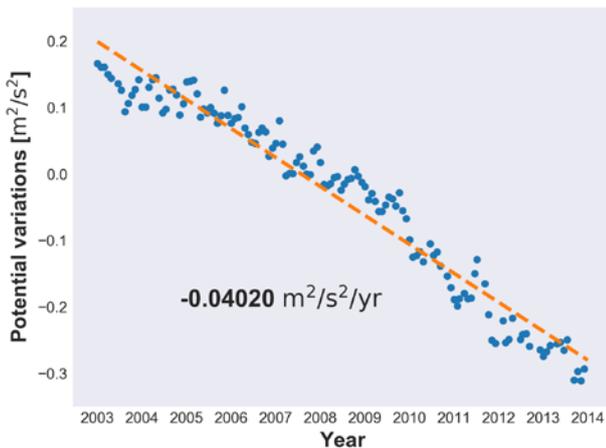
The rapid development of optical clocks in past decades has made them a promising candidate for future satellite gravity missions. They can realize the measurement concept of “relativistic geodesy” and are able to directly obtain gravity potential values. In this project, we evaluated the possibility of clocks for detecting the time-variable gravity signals.

To obtain the measurements with a global coverage, one clock was assumed on a low-orbit satellite, and it was compared to ground reference clocks by direct frequency links or indirect links via some relay satellites or transponders in high orbits. We performed numerical simulations to rigorously map the measurement errors to gravity field coefficients. The noisy observations were synthesized along a GRACE-like orbit and then used to recover monthly gravity solutions. The recovered models were compared with the temporal gravity signals that were represented by GRACE.



COMPARISON OF MONTHLY GRAVITY FIELD SOLUTIONS (FROM SIMULATED CLOCK OBSERVATIONS WITH DIFFERENT MEASUREMENT AND BACKGROUND NOISE) AND TEMPORAL GRAVITY SIGNAL

However, the satellite gravity models are limited in spatial and temporal resolution. Ground-based clocks are therefore considered to obtain point-wise measurements. They can be operated at locations of interest and continuously track changes w.r.t. reference clock stations. The resulting



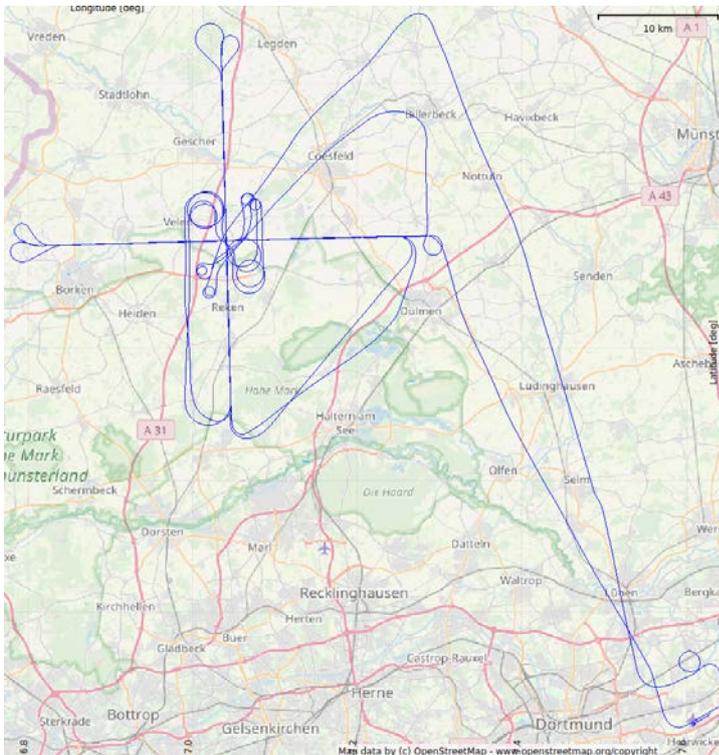
time-series of gravity potential values are complementary information to GRACE(-FO) data to reveal the high-frequency signals at these points. Our study demonstrates the possibility of clocks with a fractional frequency uncertainty of 10⁻¹⁸ for observing the time-variable signals in regions like Greenland.

VARIATION OF THE GRAVITY POTENTIAL OVER TIME AT A SELECTED LOCATION IN GREENLAND - AS AN EXAMPLE

VERBESSERTE POSITIONIERUNG UND NAVIGATION DURCH UHRMODELLIERUNG (BMW/DLR, THOMAS KRAWINKEL, ANKIT JAIN)

Im ersten Teil dieses Projekts wurde der im vorherigen Jahr implementierte Auswertansatz in einem Kalman-Filter grundlegend überholt. Der Hauptgrund hierfür war der Umstand, dass die bisherige PPP-Auswertung eine Erweiterung des aus dem Vorgängerprojekt übernommenen Quellcodes war. Dieser wurde für ein verbessertes Laufzeitverhalten und für erhöhte Flexibilität neu programmiert, wozu ein objektorientierter Ansatz gewählt wurde. Im Zuge dessen wurde auch direkt die PPP-Geschwindigkeitsschätzung implementiert. Die Validierung der Software erfolgte im Sinne dieses Projekts anhand mehrerer Testdatensätze. Hierzu zählten u. a. GNSS-Beobachtungen diverser IGS-Stationen, deren Empfänger an einen externen Wasserstoff-Maser angeschlossen sind, sowie der kinematische Datensatz des Fahrzeugexperiments, das im Rahmen dieses Projekts im Jahr 2018 durchgeführt wurde.

Der zweite Teil des Projekts fokussierte sich auf die Vorbereitung, Durchführung und erste Auswertung eines Flugexperiments in Kooperation mit der Firma IGI mbH. Zur Festlegung der finalen Flugtrajektorien wurde



zuerst eine ausführliche Simulationsstudie durchgeführt. Das praktische Experiment selbst fand am 7. Oktober 2019 in Nordrhein-Westfalen statt. Der rund zweieinhalbstündige Flug startete vom Flughafen Dortmund und erstreckte sich in nördliche Richtung über ein Gebiet von ca. 40 x 40 km² (siehe Abbildung). Hierbei wurden diverse Kurvenradien und -neigungen jeweils in zwei verschiedenen Flughöhen (650 m, 2800 m) geflogen. Die Messkonfiguration bestand aus vier baugleichen Javad-Empfängern, drei davon an jeweils ein externes Frequenznormal: SRS SC10 (Quarz), Spectratime LCR-900 (Rb), Microsemi MAC SA.35m (Rb). Zwecks Analyse

der auftretenden Flugzeugvibrationen sowie der Bestimmung einer Referenztrajektorie, wurde eine GNSS/INS-Einheit der IGI mbH verwendet. Erste Ergebnisse bestätigen u. a. die Resultate der Simulationsstudie: Empfängeruhrmodellierung führt zur Verbesserung der Präzision der vertikalen Koordinaten und Geschwindigkeiten von etwa 75% in der code-basierten GNSS-Navigation.

Zur weiteren Verbesserung der Empfängeruhrmodellierung wurden außerdem individuelle Koeffizienten für die Frequenzstabilität der eingesetzten Oszillatoren Ende des Jahres in Kooperation mit der PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) bestimmt. Hierbei zeigte sich ein generelles Übereinstimmen mit den Herstellerangaben.

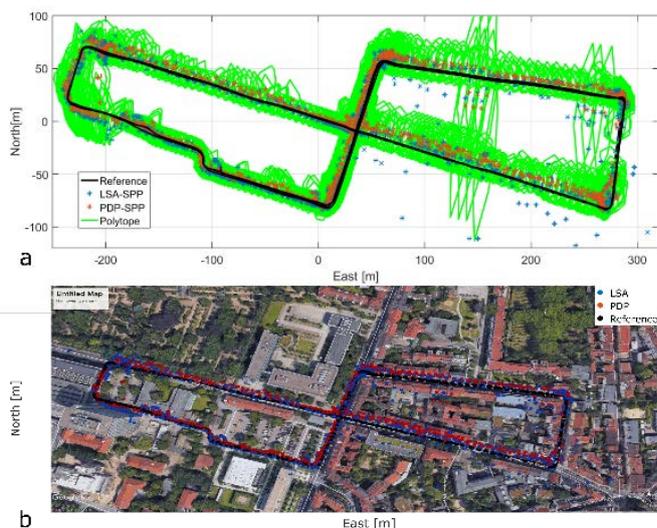
ALTERNATIVE INTEGRITY MEASURES BASED ON INTERVAL MATHEMATICS (DFG, HANI DBOUK)

In this project, most of the existing receiver autonomous integrity monitoring algorithms and the alternative interval methods are analysed and compared, highlighting the advantage and disadvantage of each method. New approaches based on interval mathematics and convex optimisation are developed and compared to the existing ones. The core of the new methods rely on applying deterministic interval bounds on the observed-minus-computed (OMC) values in GPS positioning and primal dual polytope (PDP) algorithms that compute convex polytope and zonotope bounding zones for the resulting point position. They satisfy the geometrical constraints imposed by the observation intervals. The bounding zone is a convex polytope. When exploiting only the navigation geometry, a confidence domain is computed in form of a zonotope.

We show that the relative volume between the polytope and the zonotope can be considered as an inconsistency measure. A small polytope volume indicates bad consistency of the observations. In extreme cases, empty sets are obtained which indicates large outliers. We explain how shape and volume of the polytopes are related to the positioning geometry. Furthermore, we propose a new concept of Minimum Detectable Biases. Deep study of the new methods using Monte Carlo simulation has been performed to determine which information is guaranteed and which one is uncertain and at which level of uncertainty. The deterministic error bounds i.e., the intervals can be determined based on expert knowledge or - as in our case - based on a sensitivity analysis of the measurement correction process.

Taking GPS code data from simulations and real experiments, a comparison analysis between the proposed deterministic bounding method and the classical least-squares adjustment with residual-based RAIM

algorithm has been conducted in terms of accuracy, reliability and integrity. It shows that the computed polytopes always enclose the reference trajectory. In case of large outliers, large position deviations persist in the least-squares solution while the polytope algorithm yields empty sets and thus successfully detects the cases with outliers (see figure).



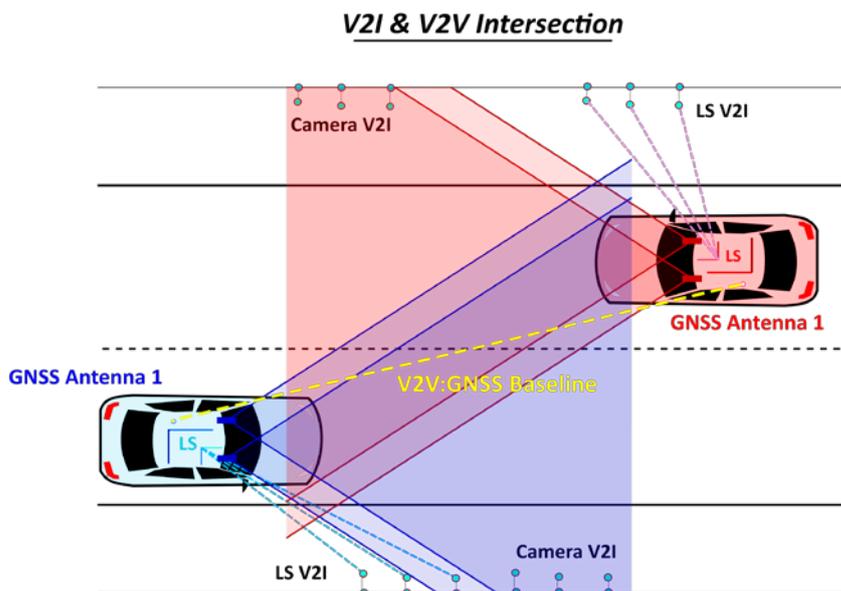
RESULTS FROM TEST DRIVES A: POSITIONING RESULTS AND 2D PROJECTION OF THE OBTAINED 4D POLYTOPES FOR A TEST DRIVE OBTAINED WITH LSA AND PDP ALGORITHM. B: GOOGLE EARTH OF THE TEST DRIVE.

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 analyse 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 scanners 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 analysed 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 performed simulation help to understand the behaviour of dynamic networks, as well as to analyse the importance of every sensor in relation to the environment characteristics.



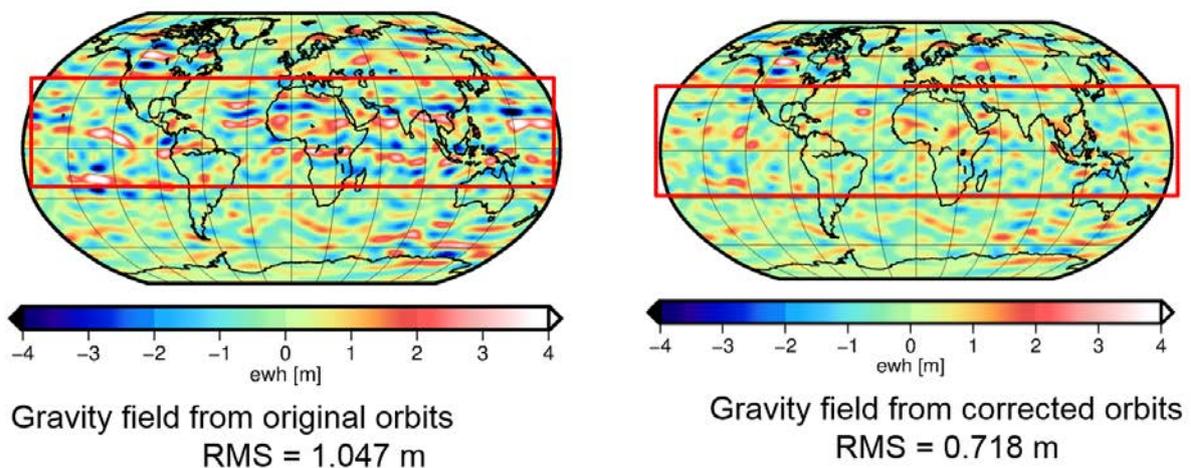
COLLABORATIVE NAVIGATION MEASUREMENT GEOMETRY

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

The Swarm mission 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, especially before the update of tracking loop bandwidth in 2015, which degrades the kinematic orbits at the geomagnetic equator and at polar areas strongly and thus the systematic errors in the gravity field along the geomagnetic equator.

In this project, in order to improve the quality of the kinematic orbits, we propose a new method to repair the systematic errors in the phase observations based on the reduced-dynamic orbits or a simulated third order phase tracking loop, 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.



GRAVITY FIELD DERIVED FROM THE ORIGINAL AND CORRECTED KINEMATIC ORBITS OF SWARM A IN APRIL, 2015

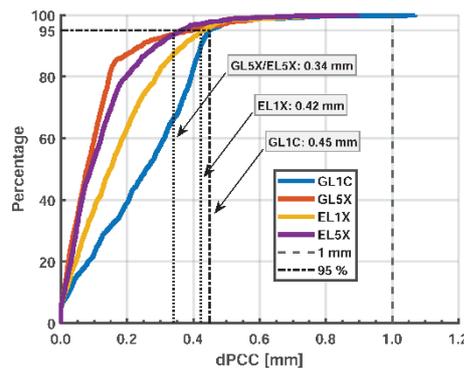
BESTIMMUNG VON PHASENZENTRUMSKORREKTUREN FÜR MULTI-GNSS CODE- UND TRÄGERPHASENSIGNALE (JOHANNES KRÖGER, YANNICK BREVA, TOBIAS KERSTEN)

Für hochpräzise GNSS-Anwendungen ist es erforderlich, Phasenzentrumskorrekturen (PCC) zu berücksichtigen. Solche Korrekturen setzen sich aus einem Phasenzentrumsoffset (PCO) und Phasenzentrumsvariationen (PCV), die mit Azimut und Elevation variieren, zusammen. Der internationale GNSS Service (IGS) veröffentlicht PCC für viele unterschiedliche GNSS-Antennen und stellt diese derzeit im Antenna Exchange Format (ANTEX) für den Nutzer zur Verfügung, jedoch nur für die L1- und L2-Frequenzen für die Systeme GPS und GLONASS.

Das Institut für Erdmessung – eine vom IGS anerkannte Institution für die absolute Antennenkalibrierung – verwendet zur Kalibrierung der GNSS-Antennen das Konzept der Roboterkalibrierung. Dabei wird ein Antennenprüfling (AUT) mit Hilfe eines Roboters präzise um einen raumfesten Punkt gedreht und gekippt. Im derzeit umfangreich erweiterten und selbst implementierten Postprocessing werden anschließend die PCC mittels sphärisch harmonischer Funktionen geschätzt. Die bisherige Bestimmung der klassischen Korrekturen der Frequenzen GPS L1/L2, GLONASS L1/L2 ist durchgreifend um die der neuen GNSS-Signale (GPS L5, Galileo L1/L5) erweitert worden.



KALIBRIERSETUP AUF DEM IFE-MESSDACH



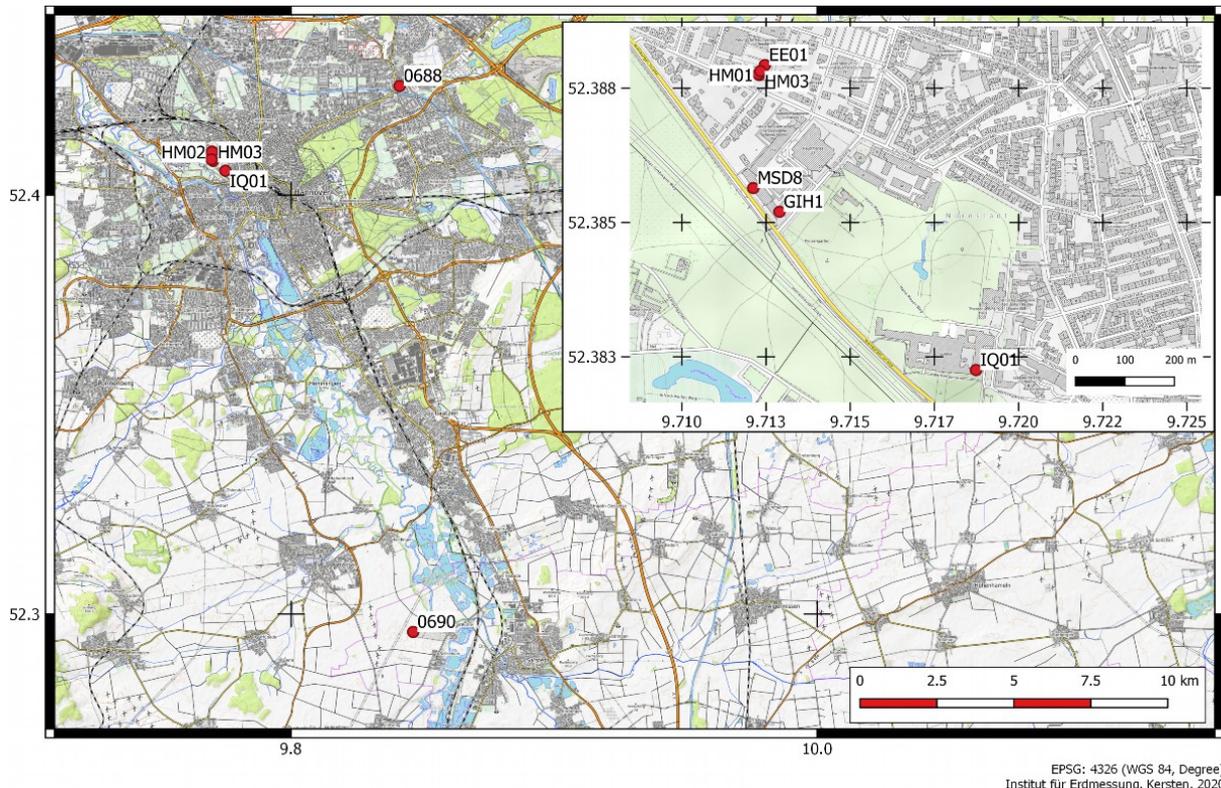
EINFLUSS DES GNSS-EMPFÄNGERS AUF GESCHÄTZTE ANTENNENKORREKTUREN

Neben den PCC für Trägerphasensignale existieren ebenfalls Variationen des Codephasenzentrums, die mit Codephasenzentrumskorrekturen (CPC) berücksichtigt werden. Diese sind antennenabhängige Verzögerungen der empfangenen GNSS-Codephase. Die CPC können mit dem gleichen Ansatz wie die PCC geschätzt werden, liefern aber – abhängig von der individuellen Empfangseigenschaft und dem Design der Antenne - numerische Werte im cm-dm Bereich und sind damit ca. zehnfach größer als für die Trägerphasen zu erwarten. Durch Forschungsarbeiten an statischen und kinematischen Fragestellungen und den entsprechenden Vorstellungen auf nationalen und internationalen Konferenzen kann gezeigt werden, dass das Anbringen der Korrekturen zu einer Verbesserung in der Positionierung führt.

Im Rahmen der Arbeiten wurden so zum ersten Mal Multi-GNSS Codephasenvariationen für verschiedene geodätische und nautische GNSS-Antennen berechnet und dem wissenschaftlichen Publikum zugänglich gemacht. Ergebnisse der Forschungsarbeiten wurden und werden auf dem Datenrepositorium der Leibniz Universität Hannover zur Verfügung gestellt.

IMPLEMENTIERUNG UND ERWEITERUNG EINES GNSS-HOCHSCHULNETZES ZUR KOMBINATION VERSCHIEDENER LABOREINRICHTUNGEN DES INSTITUT FÜR ERDMESSUNG MIT DEM HITEC (TOBIAS KERSTEN)

Zur effizienten und umfassenden Verbindung der am Institut für Erdmessung vorhandenen Labor-Infrastrukturen wurde im Jahr 2019 ein gemeinsames GNSS-Netz gemessen und ausgewertet und steht nun mit einem aktuellen Datum (ITRF2014 und ETRS89, SAPOS2016) für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Verfügung.

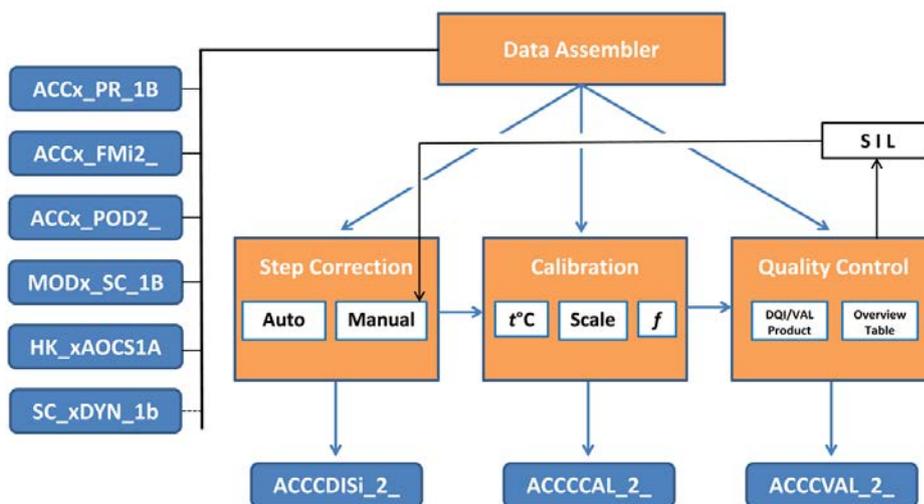


Die GNSS-Kampagne hierzu fand an insgesamt sieben Tagen mit jeweils drei Wiederholungsmessungen und 24h-Sessions im November 2018 statt.

Analysiert und ausgewertet wurden die Messungen im Januar/Februar 2019. Das Netz basiert auf einer kombinierten GNSS-Auswertung mit der Bernese GNSS-Software 5.2 unter Verwendung von GPS/GLONASS L1/L2-Beobachtungen. Das gesamte Netz zeichnet sich durch sehr hohe siderische Wiederholbarkeiten von 0.2-0.6 mm in Lage und Höhe aus. Basierend auf dem sehr präzisen Pfeilernetz (MSD1-9) auf dem Gebäude der Nienburger Straße 1 (Geb. 3101, Raum A320) wurden nun eine neue GNSS-Referenzstation (EE01) auf dem Einstein-Elevator des HITec, drei neue Pfeiler (HM01-03) auf dem Mesdach des HITec (Geb. 3402, Raum 344), die vorhandene Referenzstation MSD8 sowie ein neuer Referenzpunkt (GIH1) in einem gemeinsamen GNSS-Netz verknüpft. Zusätzlich sind ein weiterer Punkt (IQ01) auf dem Hauptgebäude (Institut für Quantenoptik), sowie die Außenstation in Ruthe (0690), die in Kooperation mit dem Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung (LGLN) gemeinsam betrieben wird, eingebunden. Eine Übersicht des Netzplans und der vorhandenen GNSS-Stationen im LUH-Netz ist in der Abbildung dargestellt. Hiermit steht nun ein umfangreiches und präzises GNSS-Netz mit verschiedenen Referenzstationen auf dem LUH-Campus für Forschungsarbeiten bereit.

INTERACTIONS OF LOW-ORBITING SATELLITES WITH THE SURROUNDING IONOSPHERE AND THERMOSPHERE PART II (INSIGHT II) (DFG, AKBAR SHABANLOU)

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). Swarm mission is a constellation of three-satellites with a primary objective to measure Earth's magnetic field and with a possibility to detect non-gravitational forces perturbing the satellite motion. The ultra-precise non-gravitational accelerations observed by accelerometers on-board Swarm satellite and the precise orbit information based on GNSS satellite-to-satellite tracking (SST) measurements provide a unique tool to estimate and monitor the thermospheric density variations of the upper atmospheric layer. Swarm accelerometers suffer by some systematical gaps, pulses and steps. At IfE, the non-gravitational observations have been operationally adjusted and published officially as calibrated Swarm accelerations (CAL_2). In this project, neutral density variations in some special events during storms are investigated based on Swarm calibrated accelerations and satellite orbit dynamics information.



LUH-IfE PROCESSORS COLLECT THE LEVEL 1B AND LEVEL 2 DATA AND CREATE CALIBRATED SWARM C ALONG-TRACK ACCELERATIONS CAL_2 UNDER INVOLVEMENT OF 'SCIENTIST IN THE LOOP' (SIL).

BESTIMMUNG DES ZEITVARIABLEN SCHWEREFELDES AUS GRACE- UND GRACE FOLLOW-ON-DATEN (INSTITUTSMITTEL, IGOR KOCH)

Messdaten der Satellitenmission Gravity Recovery And Climate Experiment (GRACE) wurden am Institut für Erdmessung mittels eigener Softwarepakete ausgewertet. Die daraus entstandenen Produkte (doi.org/10.25835/0022864), die die Zeitspanne 2003-2016 umfassen, wurden unter anderem beim International Centre for Global Earth Service (ICGEM) veröffentlicht. Diese Produkte bestehen aus monatlichen Schwerefeldkoeffizienten, dessen genauere Analyse es erlaubt, saisonale Massenänderungen (z.B. in Südamerika und Zentralafrika), Eismassenverluste (z.B. in Grönland und Westantarktis), Abnahmen des Grundwassers (z.B. in Nordindien) und Landhebungen (z.B. in Nordost-Kanada und Skandinavien) zu quantifizieren. Die veröffentlichten Datensätze wurden mit den Lösungen der drei Analysezentren des GRACE Science Data Systems (CSR: Center for Space Research, GFZ: GeoForschungsZentrum, JPL: Jet Propulsion Laboratory) verglichen. Die vom Institut für Erdmessung veröffentlichten Datensätze (LUH-GRACE2018) sind konsistent mit den Release 05 Datensätzen der drei Analysezentren des Science Data Systems. Das Institut für Erdmessung nimmt teil an Softwarevergleichen innerhalb des neulich operationell gewordenen internationalen Combination Service for Time-variable Gravity Fields (COST-G, <https://cost-g.org>) und strebt an, ein offizielles Analysezentrum im Rahmen von COST-G zu werden. Zudem werden seit kurzem die Messdaten der Nachfolgemission GRACE Follow-On ausgewertet und der Einfluss der hochpräzisen Laserinterferometrie auf die Schwerefeldbestimmung untersucht.

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

Durch neue Messprinzipien haben Quantensensoren signifikante Verbesserungen in Stabilität und Genauigkeit bei ihren Anwendungen in der Schwerefeldmessung 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. Um die alternativen Messverfahren und hohen Sensitivitäten der Quantensensoren auch in der Inertialnavigation mit ihren oft hochdynamischen Anforderungen einzusetzen, wird eine adäquate Auswertestrategie benötigt, die sich von der klassischen Herangehensweise der Inertialnavigation unterscheidet.

Bisher ist im Rahmen des Projektes ein Modell für einen Quantensensor in antiparalleler Struktur entwickelt worden, bei dem zwischen linearen Beschleunigungen und Coriolis-Beschleunigungen aufgrund von Rotationen auf einer gemeinsamen Achse unterschieden werden kann. Mithilfe dieses Modelles wurde in Simulationsstudien der Einfluss von Unsicherheiten einzelner Parameter des Atominterferometers auf eine Strapdown-Navigationslösung untersucht und einige kritische Parameter identifiziert.

Mit diesem Wissen wird derzeit ein angepasster Auswertalgorithmus entwickelt, der unter Zuhilfenahme konventioneller IMU-Sensorik zum Ausgleich der größten Schwachstellen der Atominterferometrie die Vorteile beider Sensoren vereint und hervorragende Performance erwarten lässt.

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

Swarm is the first ESA constellation mission of three satellites for Earth observation, launched in 2013 with a recent extension until 2024. As one of expert DISC partners, IfE maintains operational accelerometer data analysis and processing. During 2019, IfE released new validated accelerometer data for the period from May 1, 2017 to July 31, 2019 (ftp://swarm-diss.eo.esa.int/Level2daily/Latest_baselines/ACC/CAL/).

2018

Jan	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Feb	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
Mar	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Apr	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
May	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Jun	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Jul	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Aug	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Sep	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Oct	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Nov	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Dec	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

QUALITY OF RELEASED DATA IS MARKED WITH A DAILY QUALITY INDEX, VARIED FROM GREEN TO RED COLOR, I.E. FROM VERY GOOD TO VERY BAD QUALITY. SEVERAL DAYS OF 2018 HAVE NOT BEEN RELEASED BECAUSE OF SERIOUS DATA QUALITY DEGRADATION (MARKED WITH GREY COLOR).

TEST OF THE EQUIVALENCE PRINCIPLE FOR GALAXY'S DARK MATTER BY LUNAR LASER RANGING (DFG, MINGYUE ZHANG, JÜRGEN MÜLLER, LILIANE BISKUPEK)

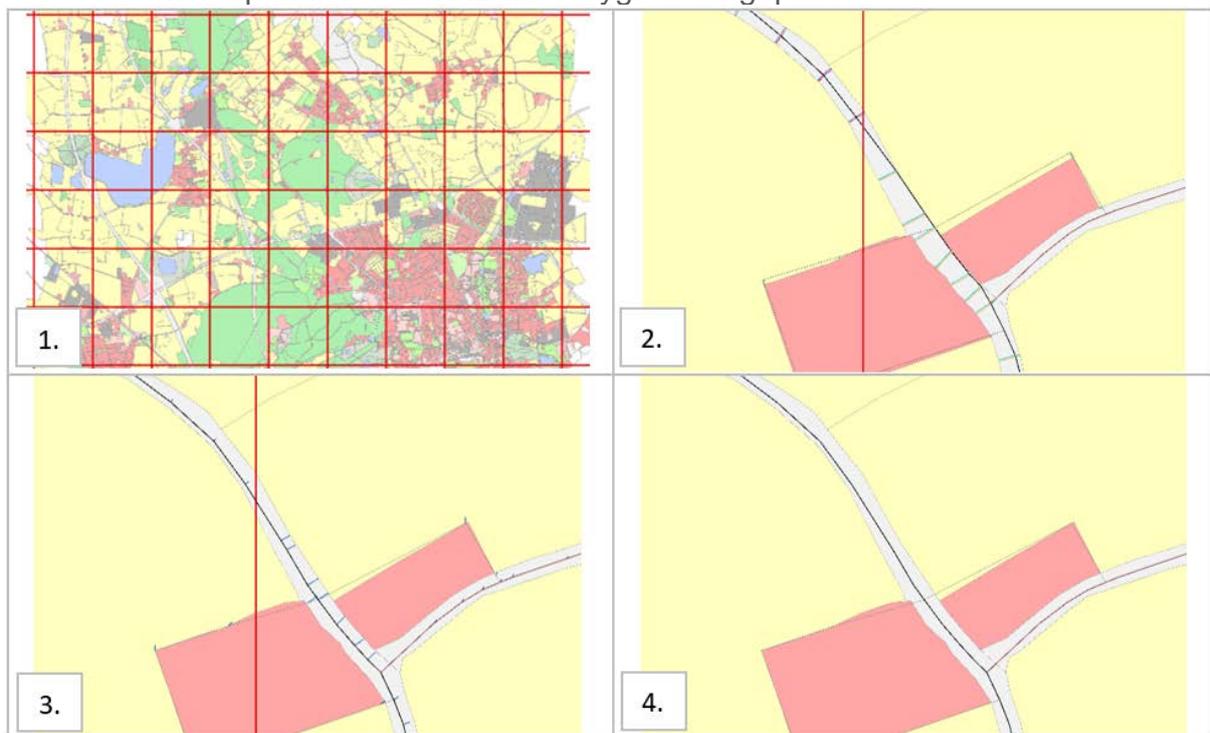
The Equivalence Principle (EP) is a cornerstone of Einstein's relativity theory. Lunar Laser Ranging (LLR) is a powerful tool to test the EP, both for normal matter, like the Sun, or for the galaxy's dark matter (assumed in the galactic center). For the latter, any violation of the EP would cause a sidereal-month range oscillation between Earth and Moon. With station upgrades, more highly accurate LLR measurements have been collected, which can limit a possible violation of the EP for the galactic dark matter with high accuracy. LLR post-fit residuals were used to estimate the sidereal amplitude. The OCA, APOLLO and MLRS2 stations delivered an overwhelming proportion of all LLR data. For each station, we analysed the features of the residuals to identify a data subset which retained as many good residuals as possible. A combination of the best dataset per station was used to get the final sidereal amplitude in the direction to the galactic center, i.e. 0.6 ± 1.0 mm (realistic error). It gives a strict limit for a possible violation of the EP of galaxy's dark matter. Almost the same result was achieved using only APOLLO's high-quality residuals. It indicates that a good orbit coverage is more relevant for EP tests than the number of data. Moreover, the residuals were analysed in the frequency domain. Also here, no significant sidereal signal was found, verifying our previous result.

INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK (IKG)

BESEITIGUNG VON GEOMETRISCHEN KONFLIKTEN ZWISCHEN KATASTER- UND TOPOGRAPHISCHEN DATENSÄTZEN (LGLN, LVERMGEO SH, LAIV-MV, MALTE SCHULZE UND FRANK THIEMANN)

ALKIS und ATKIS beschreiben im Bereich der Tatsächlichen Nutzung dieselben Objekte. Durch die unabhängige Erfassung und Fortführung beider Datensätze treten Konflikte in Semantik und Geometrie auf. In diesem Projekt sollen diese Konflikte durch Überlagerung der beiden Datensätze automatisch erkannt und beseitigt werden.

Zunächst werden dafür auf Basis von geometrischen und semantischen Kriterien Verbindungen (Links) zwischen beiden Datensätzen gebildet, welche den Lotabständen von Knoten zu Kanten entsprechen. In einer bedingten Ausgleichung werden diese Lotabstände minimiert und die Objektkanten aufeinander gezogen. Zusätzlich wurde eine Strategie implementiert, die die Anpassung von Objekten unterschiedlicher Geometrietypen ermöglicht. So werden ATKIS-Achsen in die Mitte ihrer korrespondierenden ALKIS-Polygone eingepasst.



ANPASSUNG EINER ATKIS FAHRBAHNACHSE (SCHWARZ) AN KORRESPONDIERENDES ALKIS POLYGON (GRAU): 1. PARTITIONIERUNG DES DATENSATZES (GRENZEN IN ROT). 2. BILDUNG VON VERBINDUNGEN. 3. ANPASSUNG DER FAHRBAHNMITTELACHSE. 4. ZUSAMMENFÜHRUNG DER KACHELN ZU ENDERGEBNIS.

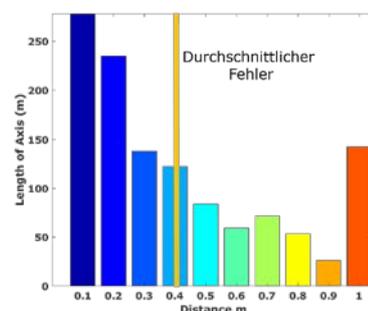
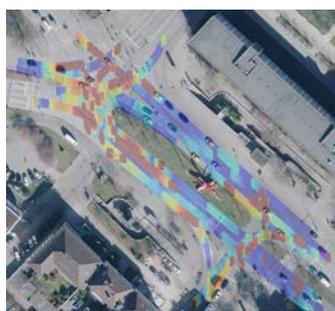
Um eine räumliche Skalierbarkeit des Prozesses zu erreichen, wurde ein Verfahren zur Partitionierung der Daten implementiert. Dabei wird das zu berechnende Gebiet in adjazente Kacheln aufgeteilt. Jede Kachel wird zuzüglich eines Pufferbereiches zur Wahrung der Informationen aus der Nachbarschaft ausgeschnitten und einzeln durch den Anpassungsprozess bearbeitet. Aus den Ergebniskacheln wird anschließend der Kern ausgeschnitten und mit seinen Nachbarkacheln verschmolzen. Verbleibende Restklaffungen an den Kachelgrenzen werden anschließend nachbehandelt, sowie eine Zuweisung der Objektattribute durchgeführt.

Kooperatives Crowd Mapping für vernetzte autonome Fahrzeuge (DFG SPP1835, Steffen Busch)

Eine der wichtigsten Schlüssel-Informationen, die für autonomes Fahren benötigt werden, sind hochauflösende Karten (High Definition Map, HDM). HDMs liefern aktuelle und detaillierte Informationen über die Umgebung, z.B. die Krümmung von Fahrspuren.

Dieses Projekt befasst sich mit dem Thema Crowd Sensing als kostengünstige Alternative zu dedizierten Messfahrten, Flügen oder anderen Kampagnen zur Datenerfassung. Insbesondere im Hinblick auf häufige Aktualisierungen stellt der tägliche Verkehr die zuverlässigste Datenquelle dar. Heutzutage sind immer mehr Fahrzeuge mit Sensoren wie Kameras, LIDAR oder RADAR ausgestattet. Fahrerassistenzsysteme generieren wichtige Informationen über die Umgebung und Ereignisse, die jedoch nur für das Fahrzeug selbst zur Verfügung stehen und bisher nicht geteilt werden. Die gemeinsame Nutzung von Informationen über Gefahrenzonen bei Glatteis oder Nässe, sowie die gemeinsame Nutzung von Informationen über Verkehrsereignisse wie Unfälle und Staus stehen nun kurz vor der Verfügbarkeit.

In diesem Projekt wird das Verhalten der Verkehrsteilnehmer in Form von Trajektorien aus Fahrerassistenzsystemen erfasst, um hochauflösende Karten zu generieren und zu aktualisieren, wobei der Schwerpunkt auf spurgenaue Karten liegt. Eine Flotte moderner Fahrzeuge mit geeigneten Sensoren und Fahrerassistenzsystemen wurde mit Hilfe eines 3D-LIDARs (Velodyne HDL64 S2) simuliert. Der Scanner erfasste die Verkehrsteilnehmer an mehreren Kreuzungen in Hannover und lieferte genaue Messdaten, wobei dieser Sensor den Vorteil hat, dass – aufgrund der erfassten Punktraster – keine Bedenken hinsichtlich der Privatsphäre bestehen. Teil dieser Arbeit ist die hochgenaue Verfolgung aller Verkehrsteilnehmer. Es wurden Segmentierungs- und Tracking-Algorithmen entwickelt, um eine hochgenaue Trajektorien-Datensatz zu erzeugen. Aus diesem Trajektorien-Datensatz wurden mittels einer Markov Chain Monte Carlo (MCMC) Optimierung spurgenaue Karten generiert. Die Auswertung der Kartierungsergebnisse erfolgt durch den Vergleich mit einer Ground Truth, einer manuell erstellten Karte auf Basis einer Punktwolke mit sehr hoher Genauigkeit, die von einem mobilen Kartierungssystem erzeugt wurde. Im Projekt wird weiterhin eine hochauflösende dynamische Karte entwickelt, indem die HDM mit dynamischen Informationen über die Ampelfrequenzen und U-Bahn-Fahrpläne erweitert wird.



TRAJEKTORIEN KÖNIGSWORTHER PLATZ (GRÜN) UND DIE SPURACHSEN (BLAU ZU ROT) EINGEFÄRBT NACH DEM FEHLER ZU REFERENZ

RESSOURCENOPTIMIERTE TRANSFORMATION VON MISCH- UND TRENN-ENTWÄSSERUNGEN IN BESTANDSQUARTIEREN MIT HOHEM SIEDLUNGSDRUCK (TRANSMIT) (BMBF, YU FENG, UDO FEUERHAKE)

Zunehmende Starkregenereignisse und wachsende Stadtquartiere stellen die Siedlungsentwässerung vor große Herausforderungen. Im Rahmen des TransMiT-Projekts ist das ifg verantwortlich für den Umsetzungspiloten *Oberflächige (Not-)Wasserwege*. Zunächst wurde eine 3D-Punktwolke des Quartiers mit Hilfe eines Mobile-Mapping-Systems aufgenommen und ein hochauflösendes digitales Geländemodell wurde erstellt. Die Forschungsschwerpunkte umfassen zum einen die Entwicklung von Verfahren zur automatisierten Analyse von ableitungsrelevanten Informationen unter Verwendung von Methoden des Maschinellen Lernens. Zum anderen sollen effiziente und geeignete Verfahren zur Verarbeitung von großen Datenmengen und Präsentation der Ergebnisse in einer Web-Anwendung erarbeitet werden.

Im Hinblick auf das übergeordnete Ziel der „abschlagsfreien Mischentwässerung aus städtischen Teilbereichen“ werden die Möglichkeiten einer modell-technischen Abbildung einer oberirdischen Ableitung von Regenwasser untersucht. Letztendlich sollen zum einen eine genauere Vorhersagbarkeit des oberflächigen Abflusses erreicht und zum anderen die aufgenommenen Daten für eine Modelloptimierung genutzt werden. Da die aktuellen Geländemodelle jedoch nicht in allen Bereichen den Qualitätsansprüchen genügen, wurde das Untersuchungsgebiet in Hildesheim Neustadt mit Hilfe eines Mobile-Mapping-Systems erfasst. Ein hochauflösendes digitales Geländemodell (DGM) wurde durch die Integration von einem amtlichen DGM aus Airborne Laser Scanning (ALS) und der eigens erfassten 3D-Punktwolke erstellt. Das resultierende DGM wird für die Überflutungsberechnungen verwendet. Neben der Evaluierung verschiedener Einflüsse auf das Abflussverhalten werden mit Hilfe von Versuchen, z.B. einer gezielten Flutung von Oberflächen die Berechnungsergebnisse validiert.

Als nächste Schritte sollen unterschiedliche ableitungsrelevante Informationen wie z.B. die Oberflächenrauheit aus den 3D-Erfassungen mit Hilfe von Verfahren des Maschinellen Lernens extrahiert und analysiert werden. Eine geeignete Visualisierung der Ergebnisse soll als Web-Tool mit unterschiedlichen Betrachtungsebenen für verschiedene Zielgruppen entwickelt werden.



ERFASSUNGSGEBIET IN HILDESHEIM NEUSTADT (LINKS) UND BEISPIEL DES HOCHAUFLÖSENDES DGMs (RECHTS)

TRAFFIC REGULATOR DETECTION AND IDENTIFICATION FROM CROWDSOURCED DATA (STEFANIA ZOURLIDOU)

Mapping with surveying equipment is a time-consuming and cost-intensive procedure that makes the frequent map updating unaffordable. In the last few years, much research has focused on eliminating such problems by counting on crowdsourced data, such as GPS traces. An important source of information in maps, especially under the consideration of forthcoming self-driving vehicles, is the traffic regulators. This information is largely lacking in maps like OpenstreetMap (OSM) and this research is motivated by this fact.

The vehicular traffic at an intersection is regulated through a set of traffic rules or controls: either in form of traffic signals or traffic signs/rules (stop, yield/priority signs) that influence driving decision processes according to the current traffic. At such regulated areas, the observable movement of vehicles is affected by these rules, with the most commonly observed movement pattern being the moderation of the driving speed. Under this observation, the objective of identifying the regulation type of a junction is explored as a *learning* task. In particular, a learning task for classifying junctions by applying machine learning techniques on opportunistically collected vehicle trajectories. Various movement-based features, as well as statistical and map-based features are computed and then being used as input to train classifiers for identifying the regulation control system of junctions.

Main research aspects of this topic are (1) to identify the range of detected and recognised regulatory types by crowdsensing means, (2) to indicate the different classification techniques that can be used for these two tasks, (3) to assess the performance of different methods, as well as (4) to identify important aspects of the applicability of these methods.

As a proposed future development, GPS-based traffic regulation inference could be opportunistically “assisted” from imagery data when, for example, the classification accuracy in certain locations is either low or when junctions are sparsely sampled by GPS tracks. The latter is a common problem observed in most datasets as some junctions are more “popular” than others and are crossed by more vehicles and others are visited rarer, resulting in imbalances of the regulator types of the dataset. In such cases, a vision-based approach such as traffic-sign recognition of street-level images could be used to clarify the junction regulator context.



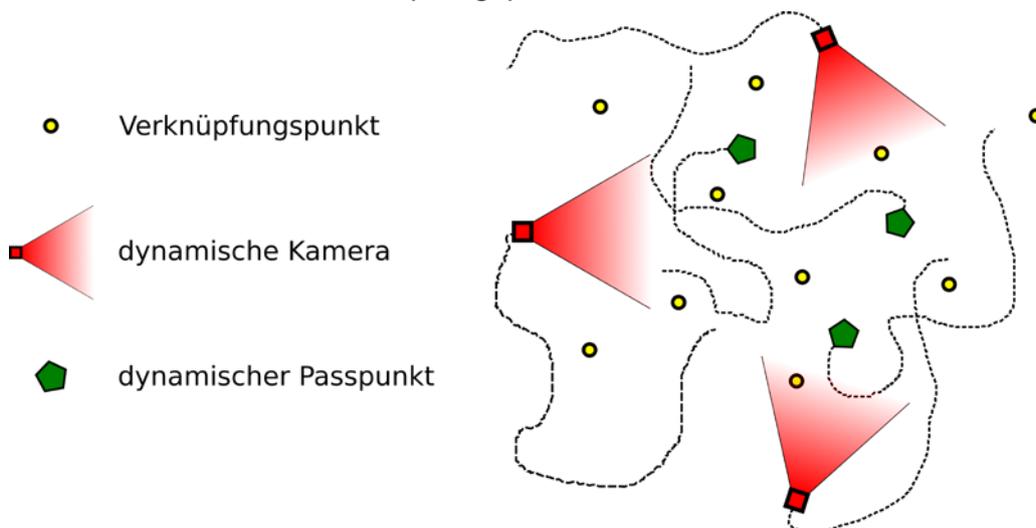
FROM CROWDSOURCED DATA (LEFT) TO TRAFFIC REGULATOR DETECTION AND RECOGNITION (RIGHT)

Dies ist nur eine kleine Auswahl von Forschungsprojekten am ikg - mehr findet sich auf der Homepage: www.ikg.uni-hannover.de.

KOOPERATIVE POSITIONIERUNG IN DYNAMISCHEN NETZEN MIT BILDSSENSOREN (DFG, PHILIPP TRUSHEIM)

Mit der Entwicklung im autonomen Fahren wird eine verlässliche Positionierung immer wichtiger. Neben den klassischen Positionierungssensoren wie GNSS-Empfängern und IMUs, werden in immer mehr Fällen auch Kameras zur Lokalisierung eingesetzt. Ein Kamerabild kann dabei sehr viele zusätzliche Informationen über die Umgebung mitliefern, des Weiteren sind im Zuge der technischen Entwicklung viele Kameramodelle bereits sehr günstig und leicht, was gerade ein Vorteil in der Drohnenanwendung darstellt.

In diesem Projekt untersuchen wir im Rahmen des GRK i.c.sens die Verwendung von dynamischen Passpunkten in einer kooperativen visuellen Positionierung. Hierzu verwenden wir eine Bündelblockausgleichung. Da die dynamischen Passpunkte allerdings mit jedem Zeitschritt ihre Position ändern, ist das Netz zeitabhängig. Während der Messung stehen die Kameras dabei im Kontakt mit den Passpunkten und erhalten die Information über deren Position. Ein beispielhaftes Szenario hierzu ist in der Abbildung zu sehen. Hier erfassen die drei dynamischen Kameras in Zusammenarbeit mit den drei dynamischen Passpunkten eine Szenerie aus mehreren Verknüpfungspunkten.



ERFASSUNG EINER SZENERIE DURCH DYNAMISCHE KAMERAS UND DYNAMISCHE PASSPUNKTE

Eine mögliche Anwendung von solchen dynamischen Netzen liegt unter anderem darin, dass durch bewegliche Passpunkte der Aufwand des Verteilens von Passpunkten bei einer weiträumigen Vermessung verringert werden kann. So kann während der Erfassung die Kamera zusammen mit den Passpunkten bewegt werden und damit eine weitflächige Verteilung dieser realisiert werden.

Eine weitere Anwendung dynamischer Passpunkte liegt in der Erfassung der eigenen Position und Bewegung. Wenn beispielsweise ein Fahrzeug ohne Zugang zu ausreichend genauen GNSS-Daten über eine Kamera andere Fahrzeuge wahrnimmt, welche sich deutlich besser lokalisieren können, können diese auch als dynamische Passpunkte genutzt werden.

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

Dieses Projekt beschäftigt sich im Rahmen des GRK i.c.sens mit der 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 Sensornetzknoten 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 mit Hilfe eines neuronalen Netzes, welches eine Segmentmaske für jedes Fahrzeug im Bild liefert. Ferner wird in einem vorverarbeitenden Schritt die Straßenebene detektiert, welche plausible 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 Fahrzeug Modellen erlernt und in die detektierten Objekte eingepasst werden können, dienen derzeit als Grundlage für die Feinlokalisierung der Fahrzeuge. Ein Convolutional Neural Network (CNN) wurde entworfen, um semantische Fahrzeugpunkte und -kantenstrukturen aus den Bildern zu extrahieren. Für die Einpassung wird eine Methodik entwickelt, welche die äußere Hülle sowie die Silhouette und Eckpunkte des Modells mit beobachteten 3D Punkten sowie den prädizierten Kanten und Landmarken in Einklang bringt.

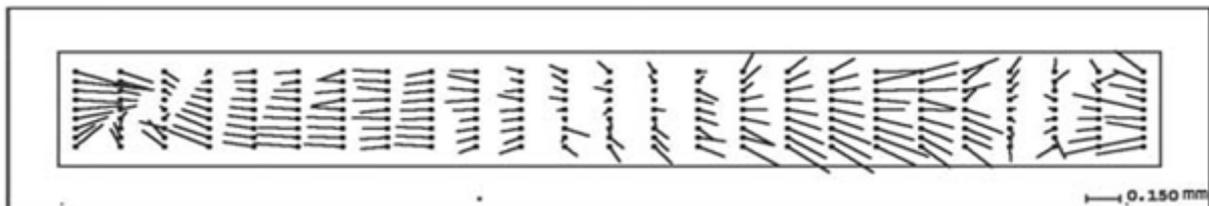


BEISPIEL EINES EINGEPASSTEN FAHRZEUGMODELLS. LINKS: DETEKTIERTE LANDMARKEN (OBEN) UND PRÄDIZIERTE FAHRZEUGKANTEN (UNTEN). RECHTS: EINGEPASSTES FAHRZEUG PROJIZIERT INS BILD (OBEN) UND IN 3D ANSICHT (UNTEN).

HÖHENMODELLE UND ORTHOFOTOS AUS CORONA-BILDERN (KARSTEN JACOBSEN)

Bangladesch weist eine anhaltend sehr hohe Urbanisierungsrate auf. So ist Dhaka seit 1975 um das 35-fache gewachsen. Neubaugebiete entstehen zunehmend in Niederungen auf mehrere Meter mächtigen künstlichen Sandaufschüttungen, um die Hochwassergefahr zu minimieren. Hinweise auf ehemalige Gewässer und Niederungen werden damit verdeckt. Für die Stadtplanung ist deren ehemalige Lage, die sich seit 1972 stark verschoben hat, jedoch von großer Bedeutung, da hier erhöhter Gründungs- und Konstruktionsaufwand zu erwarten ist.

Alte Karten und Luftbilder sind nicht vorhanden, so dass auf CORONA-Stereosatellitenbilder aus dem Jahr 1972 zurückgegriffen werden musste. Mit einer Objektpixelgröße von etwa 2m und einem Basis-Höhenverhältnis von 1:1,85 gibt es eine gute Grundlage für die Erstellung von Höhenmodellen und Orthofotos. Leider ist die Geometrie der gescannten alten Dünnschichtenbilder nicht optimal, so dass ein erhöhter Aufwand zur Bestimmung und Berücksichtigung der systematischen Bildfehler erforderlich ist.



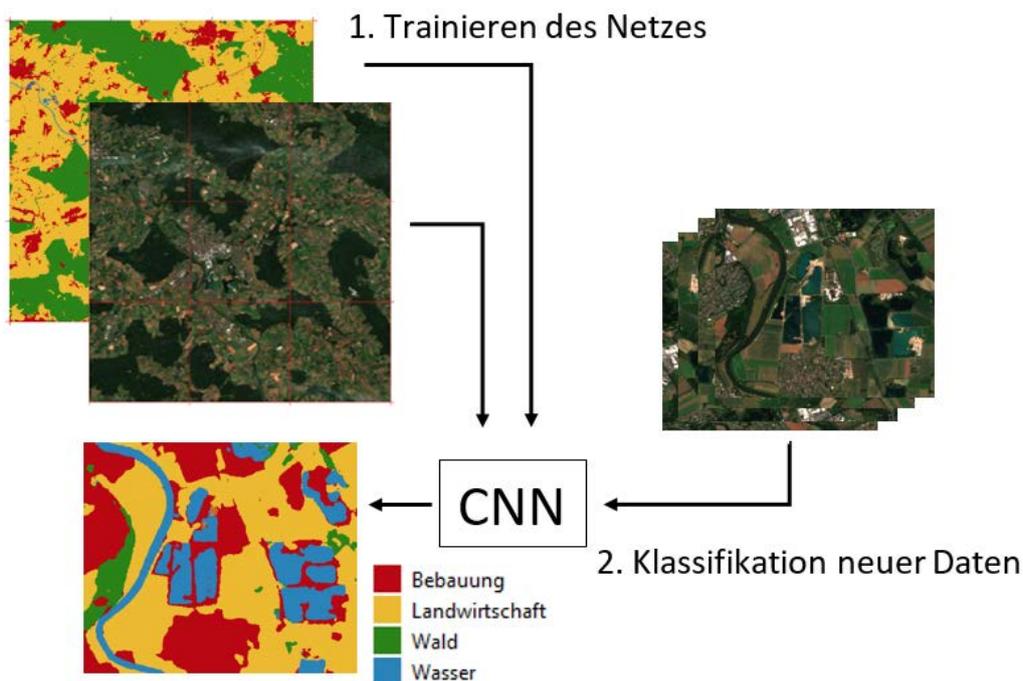
Die oben gezeigten systematischen Bildfehler der CORONA Rückwärtsaufnahme sind aus 10 Bildern mit 720 Passpunkten abgeleitet, sie demonstrieren die sich teilweise lokal ändernden Deformationen. Trotzdem konnten Orthofotos mit 2m Pixelgröße und einer absoluten Genauigkeit von 10m im zentralen Bereich der Bilder und bis zu 17m an den Bildenden erstellt werden. Mit ihnen werden knapp 25% der Landesfläche erfasst. Wegen der innerhalb von 48 Jahren stark veränderten Topographie war die Identifizierung der Passpunkte in Google Earth schwierig.

Neben den Orthofotos sind auch die Höhenmodelle der Situation vor 48 Jahren von Interesse. Es wurde eine ausreichende relative Genauigkeit von 3,65m erreicht. Leider führten die sich leicht von Bild zu Bild ändernden systematischen Fehler zu nicht akzeptablen Höhenfehlern von bis zu 21m. Aus diesem Grund wurden die CORONA-Höhenmodelle auf das frei verfügbare TDM90-Höhenmodell großräumig angepasst. Das auf TanDEM-X basierende Höhenmodell hat in flachen Bereichen eine Genauigkeit von 1,0 bis 1,5m und ist damit besser als die lokal verfügbaren Höhenmodelle. Durch die Anpassung des CORONA-Höhenmodells auf TDM90 wurden die morphologischen Details des CORONA-DOM erhalten und die systematischen Fehler beseitigt.

SATELLITENFERNERKUNDUNG FÜR AUFGABEN DER LANDESVERMESSUNG (LGLN, MIRJANA VOELSEN)

Seitdem der erste Satellit der Sentinel-Missionen 2014 im Rahmen des Copernicus Projekts der Europäischen Union (EU) gestartet ist, werden die Satellitenbilder kontinuierlich gesammelt und kostenlos zur Verfügung gestellt. Diese Daten lassen sich gut für Aufgaben wie die Klassifizierung der Landbedeckung oder die Erkennung von Veränderungen nutzen.

In diesem Projekt nutzen wir die multispektralen Sentinel-2 Bilddaten zur automatischen Aktualisierung und Anreicherung von Datenbanken des Landesamts für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN). Hierzu nutzen wir ein Convolutional Neural Network (CNN), um verschiedene Landbedeckungsarten zu erkennen. Die nötigen Trainingsdaten stammen aus einer Datenbank des LGLNs, die mit Hilfe von Digitalen Orthophotos (DOPs) erstellt wurde. Diese Daten müssen zunächst an die räumliche Auflösung von 10m der Sentinel-2 Bilder angepasst werden. Anschließend erfolgt eine Auswahl an nutzbaren Sentinel-2 Bildern für das Trainieren des CNNs. Hier ist vorrangig die Wolkenbedeckung ein limitierender Faktor, da es vor allem in den Wintermonaten schwierig ist, wolkenlose Aufnahmen zu finden. Aus diesem Grund werden die 100 x 100 km² großen Sentinel-Bilder in kleinere Teile von 8 x 8 km² zerschnitten.



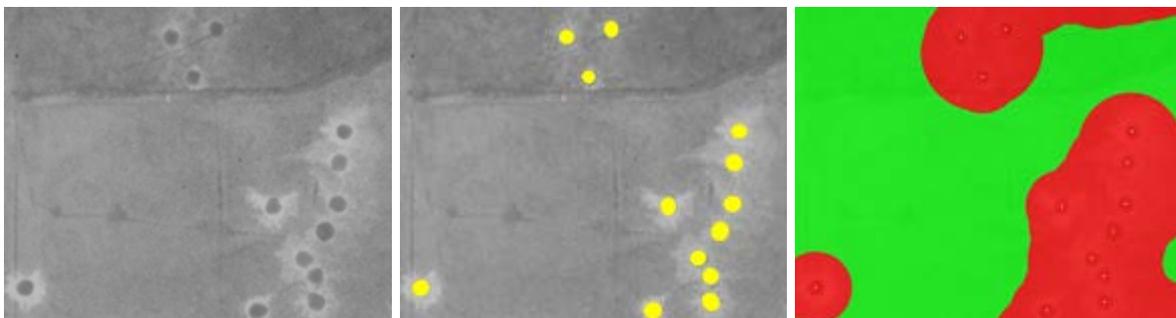
Mit Hilfe des CNNs erreichen wir Klassifikationsergebnisse mit 93% Gesamtgenauigkeit bei vier Landbedeckungsarten. Hierfür benutzen wir ein relativ kleines Trainingsgebiet von 24 x 24 km². Somit erreichen wir jetzt schon vielversprechende Ergebnisse, die potentiell gut in die Prozesse des LGLNs eingebunden werden können, um bspw. Änderungen in der Landbedeckung automatisch zu erkennen. Der nächste Schritt ist nun das Nutzen von einem größeren Trainingsgebiet, um die Generalisierung der Klassifikation zu verbessern. Auch das Nutzen von wetterunabhängigen Datenquellen, wie bspw. SAR-Daten von Sentinel-1 ist auf lange Sicht geplant.

MUSTERERKENNUNG IN KRIEGSLUFTBILDERN (LGLN, CHRISTIAN KRUSE, DOMINIC CLERMONT)

Die Auswertung von Kriegsluftbildern hinsichtlich Kriegsbelastungen, insbesondere zur Abschätzung der Gefahr durch Blindgänger, ist eine zentrale Aufgabe des Kampfmittelbeseitigungsdienstes (KBD). Derzeit erfolgt die Auswertung der Kriegsluftbilder manuell, was trotz der Einschränkung auf einzelne Flächen einen hohen Bearbeitungsaufwand mit sich bringt. Für viele Fragestellungen ist es ausreichend, über flächendeckende Informationen über das grundsätzliche Vorkommen von Kriegsbelastungen in Form von „Belastungskarten“ zu verfügen. Für die Erstellung einer solchen Belastungskarte ist eine automatische Erkennung von Hinweisen auf Bombenkratern in Kriegsluftbildern unerlässlich. Im Rahmen dieses Projektes werden zwei unterschiedliche Ansätze zur automatischen Detektion von Bombenkratern untersucht.

Im ersten Ansatz werden **markierte Punktprozesse** genutzt. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass es ein starkes Objektmodell mit einem stochastischen Ansatz verknüpft, wodurch die optimale Konfiguration der Objekte in der Szene gefunden werden kann. Dabei wird eine globale Energiefunktion minimiert, dessen Optimierung durch Reversible Jump Markov Chain Monte Carlo Sampling in Kombination mit Simulated Annealing erfolgt. Im zweiten Ansatz sollen Bombenkrater mit Hilfe von **Convolutional Neural Networks (CNNs)** detektiert werden. Dabei werden Kraterkandidaten mittels eines Blobdetektors aus einem Luftbild extrahiert, welche durch das CNN als Krater oder Hintergrund klassifiziert werden. Durch vom LGLN annotierte Luftbilder kann das CNN im Rahmen eines Zwei-Klassen-Klassifikationsproblems trainiert werden. Insbesondere wird die das Lernverhalten bestimmende Verlustfunktion der CNNs an die vorliegende Problematik angepasst.

Die für die Analysen zu nutzenden Kriegsluftbilder wurden vom LGLN bereitgestellt und haben den Schwerpunkt auf ländlichen bzw. bewaldeten Gebieten. Aussagen über die Belastung bestimmter Gebiete können getroffen und in Belastungskarten dargestellt werden. Dazu wird eine Wahrscheinlichkeitskarte aus den automatischen Detektionen mittels Kerndichteschätzung erzeugt. Durch die Festlegung eines Schwellwertes werden Gebiete als potentiell belastet bzw. unbelastet klassifiziert.



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

SILKNOW – SILK HERITAGE IN THE KNOWLEDGE SOCIETY: FROM PUNCHED CARDS TO BIG DATA, DEEP LEARNING AND VISUAL/TANGIBLE SIMULATIONS (EU, DOMINIC CLERMONT, MAREIKE DOROZYNSKI, DENNIS WITTICH)

Das Projekt SILKNOW wird vom Programm für Forschung und Innovation – Horizont 2020 – der Europäischen Kommission finanziell unterstützt. Ziel des Projekts ist es, das Verständnis, die Erhaltung und die Verbreitung des europäischen Seidenerbes vom 15. bis zum 19. Jahrhundert zu verbessern. Es wendet die Computerforschung der nächsten Generation auf die Bedürfnisse der verschiedenen Nutzer (Museen, Bildung, Tourismus, Kreativwirtschaft, Medien...) an und bewahrt das materielle und immaterielle Erbe, das mit der Seide verbunden ist. Das IPI ist Leiter des WP 4 des SILKNOW-Projekts, das sich mit der Anwendung des Deep Learning für die Analyse von Bildern befasst. Unsere Forschung in diesem Projekt konzentriert sich auf zwei Hauptthemen:

Klassifikation von Bildern von Seidenstoffen mit Hilfe von Convolutional Neural Networks (CNN): Ziel der Klassifikation ist die automatische Vorhersage bestimmter Eigenschaften von Seidengeweben, wie z.B. Produktionsort, Zeitspanne oder Technik. Zu diesem Zweck trainieren wir CNNs mittels Multi-Task-Learning, welches die inhärenten Abhängigkeiten zwischen den vorherzusagenden Variablen ausnutzt. Eine große Herausforderung in diesem Projekt ist die automatische Generierung von Trainingssamples aus Sammlungen, bei denen die Anmerkungen für einige Eigenschaften der Samples nicht bekannt sind. Mit dieser Methodik können die fehlenden Informationen automatisch für die unvollständigen Samples vorhergesagt werden, wodurch zusätzliche Informationen über diese Samples hinzugefügt werden können, die als Metadaten in digitale Sammlungen aufgenommen werden können.

Image Retrieval basierend auf Siamesischen CNN: Um dieses Ziel zu erreichen, wollen wir ein CNN implementieren, das einen charakteristischen Merkmalsvektor erzeugt, der zur Indizierung von Bildern in einer Datenbank verwendet werden kann. Dieser Index soll für den Abruf von Bildern aus der Datenbank verwendet werden. Nach dem Training eines siamesischen CNN wird das CNN auf alle verfügbaren Bilder angewendet, um einen solchen Merkmalsvektor zu erzeugen, und auf der Basis dieser Vektoren wird ein räumlicher Index aufgebaut. Wenn ein neues Bild der Retrieval-Software präsentiert wird, wird das CNN verwendet, um den Merkmalsvektor aus diesem Bild zu extrahieren. Mit diesem Merkmalsvektor werden die N nächstgelegenen Merkmalsvektoren und damit die N ähnlichsten Bilder in der Datenbank gefunden. Auf diese Weise kann ein Benutzer Informationen über ein Bild eines Seidenstoffes finden, indem er auf die Meta-Informationen über ähnliche Proben in der Datenbank zurückgreift. Die größte Herausforderung ist die Definition der Trainingssamples. Im siamesischen CNN-Training besteht ein Samples aus einem Paar von Bildern und der Information, ob sie ähnlich sind oder nicht. Unser Begriff der Ähnlichkeit baut auf der Ähnlichkeit der Metadaten auf, da diese Information automatisch aus bestehenden Sammlungen extrahiert werden kann.

MACHBARKEITSUNTERSUCHUNG ZUM EINSATZ VON UAS (UNMANNED AERIAL SYSTEMS) FÜR DIE EVENT-PLANUNG (MANFRED WIGGENHAGEN)

Die Firma fair solution GmbH & Co. KG, Hannover beschäftigt sich mit der Planung von Großveranstaltungen. Im Rahmen dieser Studie wurden Bildflugdaten des Systems DJI Mavic 2 Pro ausgewertet. Die digitalen Bilder der Kamera, Hasselblad L1D-20c wurden trianguliert, mittels structure-from-motion Ansätzen 3D-Modelle daraus generiert und die Ergebnisse nach eingehender Kontrolle der erreichten Lage- und Höhenqualität in das CAD System des Auftraggebers exportiert. Die gewünschten Genauigkeiten von +/- 0.1 m in der Lage und 0.3 m in der Höhe konnten nach Prüfung mit unabhängigen Kontrollpunkten erreicht werden. Für die



3D ANSICHT MIT ÜBERLAGERTER EVENT-PLANUNG

weitere Planung der Veranstaltung wurden dann z.B. Sicherheitszäune, Bühnen-aufbauten oder Getränkestände positioniert und über die maßstäbliche Planung aus den Orthobildmosaiken und 3D-Ansichten in die Natur übertragen. Hier kam zur Verbesserung der Absteckungsarbeiten ein AR (augmented Reality)-System der Firma VRTX-Labs zum Einsatz.

DISSERTATIONEN

GEODÄTISCHES INSTITUT (GIH)

Bashar Ali: Optimierte Verteilung von Standorten der Schulen unter dem Einfluss des demografischen Wandels am Beispiel Grundschulen, 05.08.2019

Referent: Prof. Dr.-Ing. Winrich Voß, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. Monika Sester, Prof. Dr. Rainer Danielzyk

Mit der geringen Geburtenziffer (1,57 im Jahr 2017) sind trotz des hohen Wanderungsgewinns in Deutschland einige Regionen nach der aktuellen Bevölkerungsvorausberechnung durch mehr oder weniger starke Bevölkerungsrückgänge gekennzeichnet. Seit Mitte der 1990er Jahre wachsen kontinuierlich die Herausforderungen des demografischen Wandels in Deutschland. Die deutsche Bevölkerung schrumpft und altert. Angesichts der demografischen Entwicklung ist die Anpassung der öffentlichen Daseinsvorsorge eine wichtige und nachdrückliche Aufgabe.

Die räumliche Verteilung der Standorte von Infrastrukturprojekten, speziell der sozialen Infrastruktureinrichtungen, orientiert sich an der Verteilung der Bevölkerung. Um die Gleichwertigkeit der Lebensverhältnisse, insbesondere der Ausbildungsmöglichkeiten in allen Regionen zu gewährleisten, wird die Verteilung der vorhandenen Schulstandorte unter dem Einfluss des demografischen Wandels am Beispiel Grundschulen optimiert.

Das Ziel der Arbeit ist es, Schulen in zumutbarer Entfernung bei optimiertem Ressourceneinsatz zu erreichen. Um das Ziel zu erreichen, wird ein Modell zur Auswahl der nachhaltigen Schulstandorte – das heißt hier unter Berücksichtigung von „demografischen, ökonomischen, ökologischen und qualitativen“ Kriterien – entwickelt.

Das Modell umfasst drei zu bearbeitende Schritte

1. Schritt:

Als Ausgangspunkte sind die Sollkapazität und die „Auslastung pro Schule“ zu definieren.

2. Schritt:

a) Unabhängig von der amtlichen Abgrenzung der Schuleinzugsbereiche wird der notwendige Einzugsbereich jeder Schule ermittelt, mit dem die Sollkapazität erfüllt wird. Im Ergebnis werden sich die Einzugsbereiche bei abnehmender Schüleranzahl zunehmend stärker überlappen.

b) Zur Auflösung der Überlappungen zwischen Einzugsbereichen werden optimale kleine Gruppen von Schulen durch Optimierung der Entfernungen zwischen Schulen gebildet. Auch die Überlappungen, die sich zwischen den kleinen Gruppen von Schulen ergeben, werden nach der Zusammenstellung optimaler kleiner Gruppen aufgelöst. Im Ergebnis von Schritt 2 kann jeder Schüler des Überlappungsbereiches eindeutig einer Gruppe von Schulen zugeordnet werden.

3. Schritt:

In diesem Schritt werden die Schüler einer kleinen Gruppe von Schulen (Schritt 2) den einzelnen Schulen der Gruppen in einem nutzwertanalytischen Ansatz zugeordnet. Dazu werden alle möglichen

Aufteilungsvarianten der Schüler einer Gruppe auf die Schulen dieser Gruppe unter Berücksichtigung der Schüleranzahl des Erhebungsjahrs geprüft. Die Nutzwerte der Aufteilungsvarianten ergeben die optimale Verteilung der Schüler auf die Schulen jeder Gruppe. Mit diesen Ergebnissen können zugleich die zur Schließung empfohlenen Schulen in jeder Gruppe bestimmt werden.

Dieses Modell wird in dieser Arbeit angewendet zur Optimierung der neunzehn Grundschulstandorte im Landkreis Holzminden. Entsprechend der Nutzwerte der Aufteilungsvarianten könnten zwei Grundschulen geschlossen werden. Durch den Vergleich zwischen den neuen Einzugsbereichen und den drei Szenarien der amtlichen Einzugsbereiche ist festzustellen, dass eine Schulschließung (Zentralisierung der Schulen) mit einem geringfügigen Einsparpotenzial einhergehen kann. Dieses Einsparpotenzial ist abhängig von den zu schließenden Schulen. Sie hat aber negative Auswirkungen auf die Erreichbarkeit. Obwohl zwei Schulen entsprechend des Modells der Arbeit geschlossen werden sollten, wird dadurch die maximale Schulentfernung entsprechend der neuen Einzugsbereiche verkürzt, und die Erreichbarkeiten könnten verbessert werden, da die administrativen Grenzen nicht berücksichtigt würden.

Da die angewendeten Kriterien nicht abhängig von den jeweiligen Verhältnissen vor Ort sind, könnte das entwickelte Modell jederzeit für andere Landkreise und für andere Regionen angewendet werden.

Johannes Bureick: Robuste Approximation von Laserscan Profilen mit B-Spline-Kurven, 19.12.2019

Referent: Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. Hans Neuner (TU Wien), Prof. Dr.-Ing. Steffen Schön.

Durch den anhaltenden technischen Fortschritt der letzten Jahrzehnte hat sich der Prozess der Erfassung, Analyse und Darstellung von räumlichen dreidimensionalen (3D) Messdaten grundlegend verändert. Flächenhaft erfassende Sensoren, wie z.B. Laserscanner, liefern ein sehr detailliertes Abbild der Realität. Allerdings können die erfassten riesigen 3D-Punktwolken eine signifikante Anzahl an Ausreißern enthalten, die aufgrund der fehlenden Redundanz im polaren Messverfahren nicht eliminiert werden können. Im Bereich der Darstellung von 3D-Messdaten stehen dem Anwender eine Vielzahl von intuitiv benutzbaren und leicht verständlichen Darstellungsmöglichkeiten, z.B. Punktwolken-Viewer, computer-aided design Software oder Umgebungen der virtuellen Realität, zur Verfügung. Die Analyse, als Bindeglied zwischen der Erfassung und Darstellung, muss auf diese Veränderungen angepasst werden. Der Umfang der Analyse reicht, je nach gewählter Erfassungs- und Darstellungsmethode, von der Bereinigung, Segmentierung und Transformation der Punktwolken, über die Modellierung bis hin zu weitergehenden Analysen, wie z.B. Zeitreihen- oder Deformationsanalyse.

Bei der Modellierung, also der Interpolation oder Approximation von Punktwolken, wird versucht, die Punktwolke durch eine mathematische Funktion zu beschreiben. Dadurch können zum einen Objekteigenschaften, z.B. Gradienten, oder statistisch gesicherte Qualitätsparameter, z.B. für die Genauigkeit und Zuverlässigkeit, abgeleitet werden. Zum anderen wird die

Punktwolke dadurch in ein ressourcensparendes Format transformiert und steht der weiteren computergestützten Verarbeitung zur Verfügung.

Zur Approximation beliebiger Formen haben sich die stückweisen polynomialen Funktionen und hier insbesondere die B-Splines als besonders geeignete mathematische Funktionen herausgestellt.

Der Approximationsprozess bei B-Splines gliedert sich in die vier Teilschritte Modellwahl, Parametrisierung, Knotenvektorwahl und Kontrollpunktschätzung. Im Teilschritt der Knotenvektorwahl muss ein multimodales, multivariates, kontinuierliches und nichtlineares Optimierungsproblem gelöst werden. Hierzu werden einerseits deterministische Methoden angewendet, die den Knotenvektor einmalig aus (abgeleiteten) Eigenschaften der zu approximierenden Punktwolke bestimmen. Andererseits werden heuristische Verfahren eingesetzt. Hier erfolgt eine mehrfache zufällige Wahl des Knotenvektors, die anhand eines gewählten Qualitätsmaßes evaluiert wird. Schlussendlich wird der Knotenvektor mit dem höchsten Qualitätsmaß ausgewählt.

In dieser Arbeit werden drei neuartige oder modifizierte Methoden der Knotenvektorwahl vorgestellt. Als neuartige deterministische Methode wird der residuenbasierte iterative Update Algorithmus vorgestellt. Hierbei wird der Knotenvektor iterativ verändert, in dem einzelne Knoten anhand der zuvor bestimmten Residuen verschoben werden. Des Weiteren werden zwei modifizierte heuristische Methoden vorgestellt. Zum einen wird eine modifizierte Version einer evolutionären Monte-Carlo Methode vorgestellt. Zum anderen wird eine modifizierte Version eines elitären genetischen Algorithmus präsentiert. Im Rahmen einer Simulation mit normalverteiltem Rauschen wird gezeigt, dass diese Version des elitären genetischen Algorithmus im Vergleich zu anderen Methoden zu nahezu optimalen Knotenvektoren führt. Dies spiegelt sich unter anderem im höchsten Anteil bestandener Globaltests und dem geringsten Abstand zwischen geschätztem und wahren Kurvenverlauf wieder.

Außerdem erfolgt in dieser Arbeit eine systematische Untersuchung des Einflusses von Ausreißern auf die Güte der B-Spline-Kurvenapproximation. Dazu werden Datensätze anhand unterschiedlicher Rauschmodelle generiert. Die Rauschmodelle verwenden neben der Normalverteilung, die t-Verteilung, die Gaußsche Mischverteilung und zwei Varianten eines einseitigen Rauschens. In der Kontrollpunktschätzung werden drei Schätzer, Methode der kleinsten Quadrate, Huber- und Hampel-Schätzer verwendet und analysiert. Für jedes Rauschmodell und jeden Schätzer wird die Grenze der Belastbarkeit, also der maximal mögliche Anteil an Ausreißern, bestimmt, bei dem noch annehmbare Ergebnisse erzielt werden. Die Grenze der Belastbarkeit variiert je nach Rauschmodell und verwendeten Schätzer. Grundsätzlich werden mit dem Hampel-Schätzer die robustesten Ergebnisse erzielt.

M. Sc. Xin Zhao: Terrestrial Laser Scanning Data Analysis for Deformation Monitoring, 27.09.2019

Referent: Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. Frank Neitzel (TU Berlin), Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Müller

Deformation monitoring of structures is one of the main tasks of engineering geodesy. In the projects related with deformation monitoring, terrestrial laser scanning (TLS) has become a powerful tool among all the data acquisition approaches due to its high precision and spatial resolution capturing 3D point clouds. Therefore, it allows to entirely monitor the behaviour of objects. The challenge lies in the definition and computation of the difference between the 3D point clouds in order to model the deformations. Various methods exist, from which the geometry-based method is one of the most popular ones. The key procedure in this strategy is to approximate the pointcloud of an epoch by mathematic models, mostly in a linear Gauss-Markov model. The geometry changes of the object are detected by comparing the approximated models of various epochs. The traditional manual deformation monitoring is increasingly automatized in order to be easily implemented and cost-efficient. The automatic selection of an adequate mathematic model in the data approximation, which includes stochastic and functional parts, is the basis of the automization of the deformation monitoring procedure and will have influence on the reliability of the results.

The thesis carries out some investigations in the above-mentioned background. In the initial study, the risk of a commonly misspecified variance-covariance matrix (VCM), i.e. neglecting the mathematical correlations and assuming homoscedasticity, on the results of a congruency test, is high-lighted. The significant influence of a misspecified stochastic model on the deformation judgment motivates further investigations on a refined, heteroscedastic VCM based on a more detailed uncertainty budget of TLS measurements. The specified VCM can in general be evaluated by means of two hypothesis testing procedures, i.e. a nested model misspecification test and a non-nested model selection test. In addition, the functional model also has strong influence on the deformation decision. Under this consideration, the more flexible B-spline models are applied in the approximation and their performances are compared statistically with that of polynomial models in two case studies, where the superiority and limitation of them are exemplarily revealed. Besides the widely-used model selection procedures based on information criteria, we adopted two of the hypotheses test-based approaches, i.e. simulation-based Cox's test and Vuong's non-nested test, to generally discriminate statistically between parametric models. The introduced automatic selection processes for the stochastic and functional models significantly improve the quality of the deformation monitoring process. It is therefore the basis for an interdisciplinary monitoring process.

M.Sc. Manuel Schilling: Kombination von klassischen Gravimetern mit Quantensensoren, 11.02.2019

Referent: Prof. Dr.-Ing. habil Jürgen Müller, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. Matthias Becker (TU Darmstadt), Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann

Die Geräteentwicklung im Bereich der Gravimetrie der vergangenen Jahrzehnte zeichnete sich in erster Linie durch eine Digitalisierung der Datenerfassung und -verarbeitung sowie einer Reduktion instrumenteller Fehlerquellen bei einer gleichzeitigen Miniaturisierung der Absolut- und Relativgravimeter aus. Als gänzlich neue Entwicklung des letzten Jahrzehnts tritt eine steigende Anzahl von Absolutgravimetern auf Grundlage der Atominterferometrie, also der Interferometrie mit Materiewellen, in Erscheinung. Diese sogenannten Quantengravimeter (QG), vom transportablen Laborinstrument bis hin zum ersten kommerziellen Produkt, stellen den ersten vollständig unabhängigen Ansatz zur Messung von g seit der Ablösung der Pendelapparate durch Feder- und Freifallgravimeter dar.

Die auf dem LaCoste & Romberg-Prinzip basierenden Federgravimeter ZLS Burris B-64 und Micro-g LaCoste gPhone-98 werden als Referenz zu einem QG, in der Unterstützung von Absolutmessungen und zur Prüfung von Methoden zur Modellierung des Schwerefeldes eingesetzt. Es wurden instrumentelle Eigenschaften untersucht, z.B. der Kalibrierfaktoren der Gravimeter, die über sechs Jahre hinweg mit einer relativen Unsicherheit von $1.3 \times 10^{-3} / 2.7 \times 10^{-4}$ für das gPhone-98/B-64 bestimmt werden konnten. Anhand von Gezeitenanalysen wurde ermittelt, dass innerhalb von etwa zehn Wochen die Parameter der amplitudenstärksten Wellengruppen mit einer Güte bestimmt werden können, dass der nicht korrigierte Gezeitenanteil unterhalb von 1 nm/s^2 liegt. Anhand des im Jahr 2012 aufgerüsteten Micro-g LaCoste FG5X-220 wurde die Rückführung der Messungen auf die SI-Einheiten (Internationales Einheitensystem) demonstriert. Die Untersuchungen haben eine Anfälligkeit des Rubidium Oszillators für Helium aufgedeckt, die zu systematisch verfälschten Messungen führen kann. Durch die Fortsetzung von episodischen Messungen an verschiedenen Stationen konnte das FG5X-220 eine höhere Präzision im Vergleich zum FG5-220 demonstrieren. Diese Gravimeter wurden in einem Projekt mit dem Gravimetric Atom Interferometer (GAIN), einem an der Humboldt-Universität zu Berlin entwickelten QG, eingesetzt. Im Verlauf des Projektes konnte GAIN eine hohe Präzision in der Erfassung von Zeitreihen demonstrieren und gleichzeitig systematische Vorteile, z.B. in Zeiten höherer mikroseismischer Aktivität, gegenüber den klassischen Gravimetern aufzeigen. Es wurde deutlich, dass diese neuartigen Quantensensoren höhere Anforderungen an die Reduktionen zeitlicher Schwereänderungen stellen. Am Beispiel atmosphärischer Massenänderungen wurde eine Reduktion auf Grundlage von 3D-Wettermodellen erstellt und an zwei Stationen getestet. Neben den transportablen QG entstehen vereinzelt stationäre Atominterferometer, wie das Very Large Baseline Atom Interferometer an der Leibniz Universität Hannover. Für diese 10 m Atomfontäne wurden Modellierungen zur Berechnung von g innerhalb des Instrumentes vorgenommen und durch gravimetrische Messungen getestet. Bei einem Test der verwendeten

Methode zur Modellierung des Schwereeffektes von geometrischen Körpern am Beispiel einer Kraftmaschine der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig konnte eine Übereinstimmung zwischen Modell und Messung innerhalb der Messunsicherheit der verwendeten Gravimeter erreicht werden.

M. Sc. Wirt.-Ing. Dominik Miller: Seismic noise analysis and isolation concepts for the ALPS II experiment at DESY, 22.05.2019

Referent: Prof. Dr.-Ing. Jakob Flury, Korreferenten: Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann, Prof. Dr. rer. nat. Hartmut Grote (DESY)

The ALPS II experiment at DESY is searching for new particles beyond the standard model of particle physics in a laboratory-based Light-Shining-through-a-Wall experiment, using high finesse optical resonators to reach the required sensitivity. The input and output mirrors on the optical tables have extremely accurate positioning and alignment requirements, for which the analysis of ground vibration and seismic noise is essential. This thesis, therefore, focuses on this analysis, its evaluation, and the development of future seismic isolations for the ALPS II and JURA experiments. This work describes mechanical vibrations, seismic noise sources, seismic isolation principles, also the seismic devices used to perform seismic noise analysis with their methods of measuring, calibrating, and analysing the acquired data. It summarises the seismic noise studies carried out in the ALPS II laboratories at HERA West as well as in the hall and tunnels of HERA North at DESY in Hamburg.

For a more accurate presentation of the prevailing noise frequencies a new method of the modal analysis, the MfwaFFT was developed. Here, a noise-independent procedure for more precise data analysis is implemented which accounts for the highly sensitive conditions on-site. Furthermore, a seismic isolation concept based on this analysis as well as a method of a feed-forward control for the seismic noise suppression in connection with the ALPS II experiment are developed and presented.

MITBERICHTE

M. Sc. **Mirko Stanisak**, TU Braunschweig: Analysis and Mitigation of site-dependent effects in static and kinematic GNSS application, 08.07.2019, Korreferent: Prof. Steffen Schön

M. Sc. **Florian Zimmermann**, Universität Bonn: Analysis and Mitigation of site-dependent effects in static and kinematic GNSS applications, 02.09.2019, Korreferent: Prof. Steffen Schön

M. Sc. **Daniel Will**, ETH Zürich: GNSS receiver synchronisation and antenna calibration, 28.02.2019, Korreferent: Prof. Steffen Schön

MITBERICHTE

M. Sc. **Fabian Poggenhans**, KIT: Generierung hochgenauer Karten für das automatisierte Fahren, Korreferent: Prof. Claus Brenner

M. Sc. **Ha Thi Thu Tran**, University Melbourne, Australia: Procedural 3D reconstruction and quality evaluation of indoor models, Korreferent: Prof. Claus Brenner

INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND GEOINFORMATION (IPI)

Mahmud Hagshenas Haghighi, M.Sc.: Local and Large Scale InSAR Measurement of Ground Surface Deformation, 27.06.2019

Referent: Prof. Dr. Mahdi Motagh, Korreferenten: Prof. Falk Amelung, University of Miami, Prof. Dr.-Ing. Steffen Schön

Radarinterferometrie (InSAR) ist eine Fernerkundungsmethode, die häufig zur Messung von Erdoberflächenverformungen eingesetzt wird. InSAR-Zeitreihen-Ansätze liefern detaillierte Informationen über die Entwicklung der Verformung in der Zeit und überwinden zudem die Grenzen des konventionellen InSAR. Sowohl InSAR als auch InSAR-Zeitreihenmethoden wurden auf lokaler bis regionaler Ebene zur Messung tektonischer und nicht-tektonischer Oberflächenverformungen infolge natürlicher und anthropogener Prozesse eingesetzt. In der Vergangenheit war die Verfügbarkeit von SAR-Daten, die für InSAR-Zwecke geeignet sind, für viele Gebiete in der Welt ein wesentliches Hindernis für InSAR-Anwendungen. Der Start der Mission Sentinel-1 im Jahr 2014 garantierte einen regelmäßigen, langfristigen Akquisitionsplan für SAR-Daten sowie eine weltweite Verfügbarkeit und ermöglicht es damit, den Umfang der Deformationskartierung von regional auf national zu erhöhen. Es gibt jedoch Herausforderungen bei der groß angelegten InSAR-Verarbeitung, die es zu bewältigen gilt. In dieser Arbeit werden InSAR-Zeitreihenansätze verwendet, um detaillierte Karten der zeitvariablen Oberflächenverformungsfelder nicht-tektonischer Prozesse auf lokaler bis regionaler Ebene zu erhalten, welche dazu dienen, den Zusammenhang zwischen Oberflächenverlagerungen und ihren Ursachen zu finden. Anschließend wird ein Workflow für die groß angelegte InSAR-Zeitreihenanalyse vorgeschlagen, der von den umfangreichen Datensammlungen von Sentinel-1 zur Identifizierung und Überwachung von Deformationsfeldern über große Gebiete hinweg profitiert.

Im ersten Teil dieser Arbeit werden InSAR-Zeitreihenansätze auf lokaler bis regionaler Ebene in drei unabhängigen Fallstudien verwendet. In der ersten Fallstudie wird eine lokale Verschiebung von bis zu 1 cm/a beobachtet, die auf die Hangbewegung eines Erdbebens in Taihape, Neuseeland, zurückzuführen ist. Neben dem langfristigen Trend der Verschiebung durch die Hangbewegungen zeigt die Analyse von Zeitreihen eine Beschleunigung der Oberflächenverschiebung durch einen Regensturm sowie saisonale Verschiebungen durch Grundwasserschwankungen. Im zweiten Untersuchungsgebiet, der Landabsenkung in Teheran, wird der Iran auf regionaler Ebene analysiert. Mit einer umfangreichen Sammlung von SAR-Daten werden Landabsenkungsgebiete mit einer Höchststrate von mehr als 25 cm/a detektiert. Mit Hilfe einer Kombination von Zeitreihen aus

verschiedenen Datensätzen werden sowohl der langfristige Absenkungstrend aufgrund des konstanten Absinkens des Grundwasserspiegels als auch saisonale Schwankungen der Oberflächendeformation im Zusammenhang mit dem Abfluss-/Zuflusszyklus des Grundwassers untersucht. In der dritten Fallstudie wird die lokale Deformation eines Erdgasspeichers in Berlin analysiert und eine langfristige Hebung von ca. 0,2 cm/a und 2 cm saisonale Schwankungen im Zusammenhang mit der Gaseinleitung im Sommer und der Förderung im Winter beobachtet. Darüber hinaus werden bergbaubedingte Verlagerungen in einem Gebiet bei Leipzig gemessen und ca. 4 cm/a Absenkung bei gleichzeitiger 5 cm/a Ost-West-Verschiebung beobachtet. Um die InSAR-Messung von nicht-tektonischen Deformationsfeldern von der lokalen und regionalen auf die nationale Ebene zu erweitern, wird in dieser Arbeit ein Workflow entwickelt, der von der großen Menge aufgenommener Sentinel-1-Missionsdaten profitiert. Der vorgeschlagene Workflow reduziert insbesondere die großräumigen und topographieabhängigen Komponenten troposphärischer Fehler in einem adaptiven Ansatz und liefert eine schnelle, aber robuste Oberflächenverformungskarte aus großen Stapeln von Sentinel-1-Daten. Die vorgeschlagene Methode wird auf zwei Tracks von Sentinel-1-Daten im Iran und in Deutschland angewendet und ermittelt erfolgreich die großräumigen Deformationsfelder. In der ersten Fallstudie werden mehr als 20 Verformungsgebiete identifiziert, die meist auf Bodensenkungen, verursacht durch Überbeanspruchung des Grundwassers, zurückzuführen sind. In der zweiten Fallstudie werden etwa 10 Deformationsgebiete erfasst, die hauptsächlich mit anthropogenen Aktivitäten wie Bergbau und Gas/Erdöl Einspeisung/Extraktion zusammenhängen.

Die Dissertation ist in der Schriftenreihe „Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover“ (ISSN 0174-1454) als Heft Nr. 354 erschienen und ebenfalls in der Reihe C der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (ISSN 0065-5325) unter der Nr. 840 online veröffentlicht (www.dgk.badw.de).

MITBERICHTE

Johannes Schneider, M.Sc., Universität Bonn: Visual odometry and sparse scene reconstruction for UAVs with a Multi-Fisheye Camera System, Mai 2019. Korreferent: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke

Pierre Biasutt, M.Sc., Université de Bordeaux: Traitement d'image 2D appliqué à des nuages de points LIDAR 3D, Oktober 2019. Korreferent: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke

Philipp Fanta-Jende, M.Sc., Twente University: Position estimation of mobile mapping imaging sensors using aerial imagery, November 2019. Korreferent: Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Heipke

Nafiseh Ghasemi, M.Sc., Twente University: Estimation of tree height from PolInSAR: The effects of vertical structure and temporal decorrelation, February 2019. Korreferent: Prof. Dr. Mahdi Motagh

Roghayeh Shamshiri, M.Sc., Norwegian University of Science and Technology: Multi-temporal interferometry (MTI) techniques for ground deformation mapping using Sentinel-1-SAR data, May 2019. Korreferent: Prof. Dr. Mahdi Motagh

ORGANISATION VON WORKSHOPS UND SYMPOSIEN

GEODÄTISCHES INSTITUT

GEO-MONITORING 2019

Die siebte Veranstaltung der Tagungsreihe fand vom 14.-15.03.2019 an der Leibniz Universität Hannover statt. Die Tagungsreihe wird ausgerichtet vom Institut für Geotechnik und Markscheidewesen der TU Clausthal, vom Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der TU Braunschweig und vom Geodätischen Institut der Leibniz Universität Hannover mit Unterstützung durch den Deutschen Markscheider-Verein e. V. (DMV), den DVW e. V. - Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, die Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation e. V. (DGPF) sowie das Leibniz Forschungszentrum FZ:GEO (ab 2018/19). Die thematischen Schwerpunkte der Veranstaltung waren:

- Radarinterferometrie
- Monitoring mit heterogenen Daten – Messtechnische Aspekte
- Monitoring mit heterogenen Daten – Modellierungsaspekte
- Monitoring von (Infrastruktur)bauwerken

Die Beiträge des Tagungsbandes stehen im Institutionellen Repository der Leibniz Universität Hannover unter <https://www.repo.uni-hannover.de/handle/123456789/4548> dauerhaft frei zur Verfügung.



TU Clausthal



184. DVW-SEMINAR „TERRESTRISCHES LASERSCHANNING (TLS 2019)“ AM 02. UND 03.12.2019 IN FULDA

Nach den großen Erfolgen der vergangenen Jahre wurde auch im Jahr 2019 eine Weiterbildungsveranstaltung zum Thema "terrestrisches Laserscanning" angeboten. Das terrestrische Laserscanning (TLS) ist inzwischen ein voll etabliertes Messverfahren. Es besitzt ein enormes Leistungsspektrum und eröffnet vielfältige Anwendungsmöglichkeiten sowohl innerhalb des klassischen Berufsfeldes des Geodäten als auch in interdisziplinären Projekten.

Das GIH übernimmt im Wechsel mit der Universität Bonn die Organisation der größten deutschen TLS-Veranstaltung und war im Jahr 2019 unter der organisatorischen Federführung von Dr. Jens-André Paffenholz und unter Leitung von Prof. Ingo Neumann verantwortlich.

Die DVW-Arbeitskreise 3 „Messmethoden und Systeme“ und 4 „Ingenieurgeodäsie“ haben folgende Themenfelder für die Veranstaltung festgelegt:

- TLS und BIM
- Laserscanning mit Multi-Sensor-Plattformen
- 3D-Punktwolken und dann?
- Aktuelle Projekte und Anwendungsfelder

Mit dem Programm ist es gelungen, aktuelle Trends aufzunehmen sowie kompetente Vortragende für die einzelnen Themen zu gewinnen. Insgesamt haben 210 Kolleginnen und Kollegen aus Ingenieurbüros, Industrie, Verwaltung, Forschung und Ausbildung aus dem Bereich Geodäsie und Geoinformatik sowie eng verwandten Nachbardisziplinen am Seminar teilgenommen und sich über aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet des TLS informiert und ausgetauscht. Erstmals wurde bei diesem Seminar die Seminar-App VOXR eingesetzt, mit der Voting durchgeföhrt wurden, Fragen für die Diskussionsrunden gestellt wurden und die Seminar-Agenda auf dem Smartphone bereitgestellt wurde. Die Resonanz war außerordentlich positiv.

Welche Themen erwarten Sie von diesem Seminar?



Aufgrund der Rekordteilnahme und der positiven Rückmeldungen soll die Seminarreihe weiterhin im jährlichen Rhythmus fortgesetzt werden.

Die Beiträge des Seminars sind in der Schriftenreihe des DVW, Band 96, Wißner-Verlag veröffentlicht und stehen

auch online als kostenloser PDF-Download unter www.geodaesie.info zur Verfügung.

YOUNG ACADEMICS SYMPOSIUM ON MODELS FOR SPATIAL AND SPATIOTEMPORAL DATA

Im Rahmen der Statistischen Woche der Deutschen Statistischen Gesellschaft vom 10.-13. September 2019 in Trier hat Philipp Otto das Nachwuchs-Minisymposium zu Modellen für räumliche und räumlich-zeitliche Daten organisiert. Der Hauptvortragende, Emilio Porcu, von der Trinity University Dublin hat über räumlich-zeitliche Kovarianzmodelle für Daten auf einer Kugel gesprochen. Emilio Porcu ist herausragender Wissenschaftler im Bereich der Geo- und Umweltstatistik, er ist Mitherausgeber hochgeranker Fachzeitschriften in diesem Bereich, wie *Environmetrics*, *Atmosphere* oder *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, sowie Autor zahlreicher, einflussreicher Publikationen.

INVITED SESSION ON SPATIAL MODELS UNDER THE PRESENCE OF BIG DATA

Philipp Otto hat die eingeladene Sektion zu räumlichen Modellen bei großen Datenmengen auf der Tagung *Computational and Methodological Statistics (CMStatistics)* vom 14.-17. Dezember 2019 in London organisiert. Die eingeladenen Referenten kamen sowohl aus dem Bereich der Geoinformatik (Martin Werner, UniBW München) als auch aus der Statistik (Francesco Finazzi, University Bergamo, Miryam Merk, Europa-Universität Viadrina) und haben somit die beiden Bereiche in Verbindung gebracht.

HACKATHON: HACK THE ROCK: 26./27.03.19

Am 26. März wurde im Labor der igk in Zusammenarbeit mit dem FZ:Geo im Rahmen des Projekts ICAML ein Hackathon durchgeführt. In dieser Form der Zusammenarbeit gilt es, innerhalb kurzer Zeit eine Aufgabe zu



lösen, bei der Wissen im Informatikbereich und Programmierung erforderlich sind. Bei diesem Hackathon ging es um die Analyse geowissenschaftlicher Daten. Geowissenschaftliche Daten sind heterogene und reichhaltige Datenquellen. Die Techniken des maschinellen Lernens und des Tiefenlernens haben ein großes Potenzial für ihre Interpretation. Ziel war es, zwei Datensätze zu analysieren: Der erste Datensatz

bestand aus Bohrlochprotokollen aus einem Meeresboden-Bohrprojekt. Der zweite Datensatz enthielt Rasterdaten aus der Elektronenmikroskopie von Mineralien. Ziel war die Entwicklung neuartiger Ansätze im Zusammenhang mit stratigraphischen Sequenzen und der Abschätzung der Verweil- und Ausbruchzeit. Die Veranstaltung war sehr erfolgreich – die Teilnehmer konnten Lösungen finden, die die Experten nicht erwartet hatten.

MESSEN UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

BERICHT DER KOMMISSION FÜR ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Die Kommission für Öffentlichkeitsarbeit der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik wurde am 08. Mai 2001 gebildet. Seither arbeitet die Kommission daran, den Studiengang Geodäsie und Geoinformatik sowie den Master Navigation und Umweltrobotik, seit dessen Bestehen, öffentlich bekannter zu machen und die Zahl der Studienanfänger/Innen zu erhöhen. Die Kommission setzte sich 2019 aus folgenden Mitgliedern zusammen:

- Philipp Trusheim (Vorsitz, IPI)
- Frederic Hake (GIH)
- Oskar Wage (IKG)
- Yannick Brevé (IFE)
- Joel Erfkamp (Fachschaft)
- Peer Pfortemüller (Fachschaft)
- Anne Ponick (Fachschaft)
- Tanja Grönefeld (Fachschaft)
- Eva Mentzel (Fakultät)
- Thomas Steinborn (Fakultät)
- Jürgen Ruffer (Fördergesellschaft)

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 und ab diesem Jahr auch beratend unterstützt hat.

Auf den hier zusammengestellten Veranstaltungen wurde das vielfältige Angebot der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik im Jahr 2019 vorgestellt:

St. Ursula Schule , Besuch	29.01.
WinterUni	01.02.
Carl-Bechstein Gymnasium, Besuch	22.02.
MNU Bundeskongress	23.03.
Zukunftstag	28.03.
Tag der Geodäsie	24.05.
Ideen Expo	15.-23.06.
Schillerschule, Besuch	26.06.
Sommerfest LUH	04.07.
SommerUni	08.07.
Goetheschule Hannover, Besuch	13.08.
Entdeckertag Region Hannover	08.09.
Hochschulinformationstage LUH	10. & 11.09.
Albrecht-Dürer Gymnasium, Besuch	27.09.
Besuch Berufsberater Arbeitsamt Hannover	07.11.

IdeenExpo 2019

Alle zwei Jahre findet auf dem Messegelände die IdeenExpo statt. 2019 fand die Messe vom 15.-23. Juni 2019 statt. Ziel ist es, Schüler/Innen für naturwissenschaftliche und technische Berufe zu begeistern. In diesem Jahr besuchten über 395.000 Besucher die IdeenExpo. Auch die Leibniz Universität Hannover war mit einem großen Stand vertreten. Das gemeinsame Motto aller teilnehmenden Einrichtungen der Universität lautete "Mit Wissen Zukunft gestalten". Unsere Fachrichtung war mit dem Exponat "Vermessung der Welt – Geodäsie in 3D" vertreten. Die Besucher konnten sich mit Hilfe einer Microsoft Kinect und einer Virtual-Reality-Brille durch eine 3D-Punktwolke im Zentrum Hannovers bewegen, welche aus Mobile-Laserscanning-Daten erzeugt wurde. Die Microsoft Kinect erfasst die Bewegungen der Besucher, sodass diese sich durch vorgegebene Gesten frei in der 3D-Welt bewegen können. Zusätzlich konnten sich die Besucher eine Livepunktwolke eines Laserscanners angucken.

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



IDEENEXPO 2019 (Foto: M. SCHILLING)

Tag der Geodäsie 2019

Der Ausschuss Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (DGK) hat im letzten Jahr zum vierten Mal den „Tag der Geodäsie“ in Deutschland ausgerufen. Dieser stand im Motto „Arbeitsplatz Erde: so smart wie mein Phone“ und fand am 24. Mai 2019 deutschlandweit statt.

Unsere Fachrichtung beteiligte sich zusammen mit den Berufsverbänden BDVI, VDV und DVW, den Ingenieurbüros Drecoll Ingenieure, Allsat und AXIO-Net sowie der Vermessungs- und Katasterverwaltung LGLN auf dem Platz der Weltausstellung in Hannover am Tag der Geodäsie und stellte so das Studium und das aktuelle Berufsbild der Geodäsie und Geoinformatik vor. Mittels terrestrischem Laserscanning wurden die Besucher und Interessierte in 3D erfasst und konnten sich ihr virtuelles Abbild sowie weitere potenzielle Produkte des Laserscannings anhand von Videos anschauen. Darüber hinaus wurden natürlich die weiteren Tätigkeitsfelder der Geodäsie und Geoinformatik anhand spannender Anwendungsfelder erläutert. Highlight der Veranstaltung war eine Podiumsdiskussion der PräsidentInnen der internationalen Fachverbände der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik.



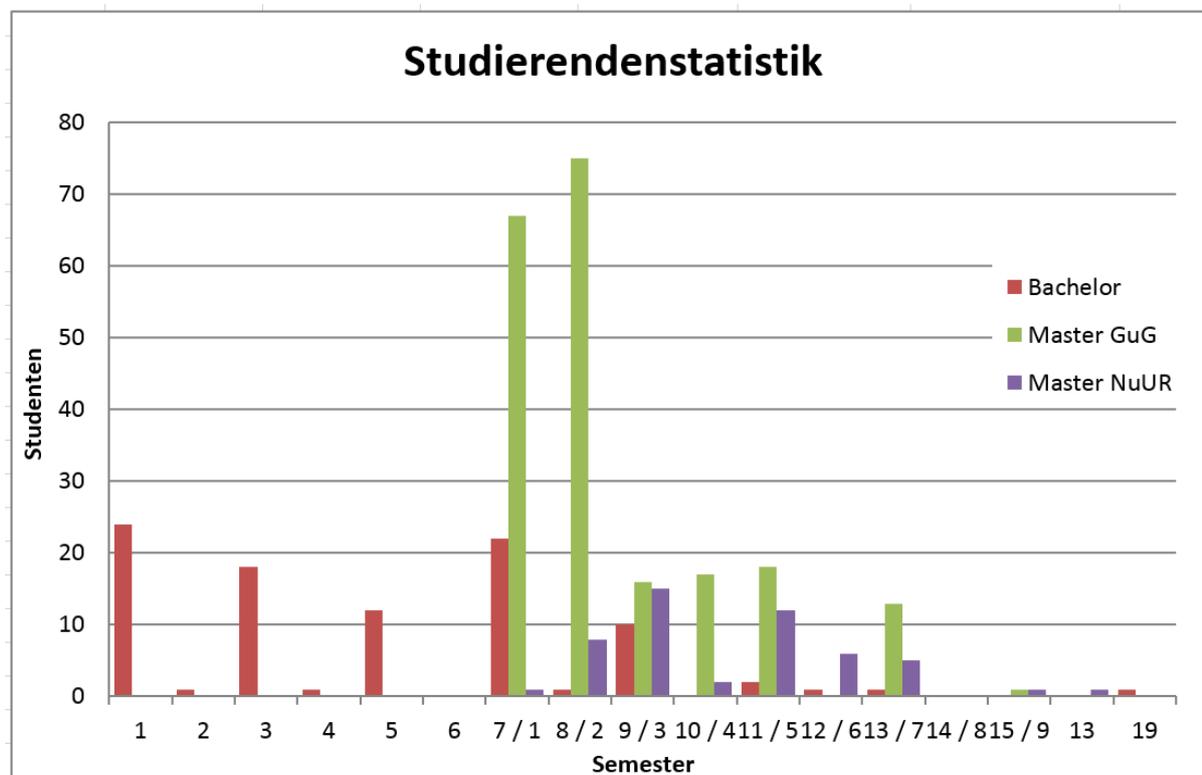
TAG DER GEODÄSIE 2019 (FOTO: E. MENTZEL)

AUS DEM LEHRBETRIEB

BERICHT DES STUDIENDEKANATS

STUDIERENDENSTATISTIK WS 2019/20

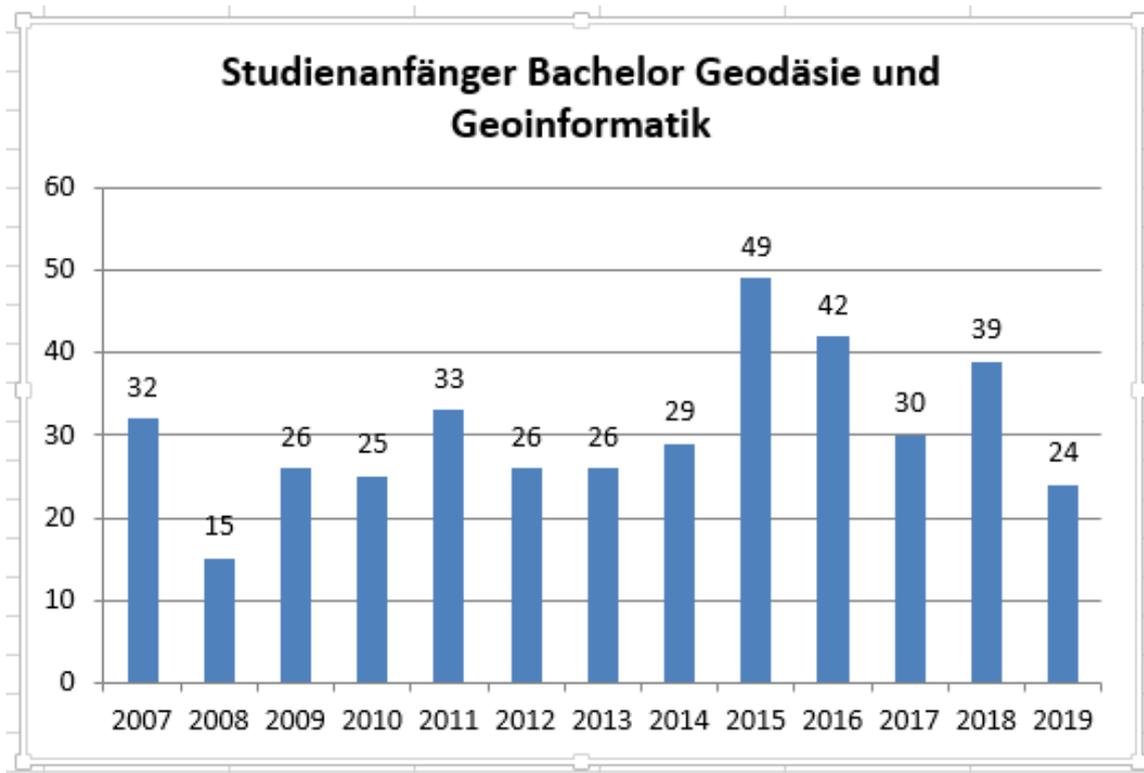
Im Wintersemester 2019/20 sind in den Studiengängen der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik 352 Studierende eingeschrieben. Im Bachelorstudium Geodäsie und Geoinformatik sind davon 94 immatrikuliert, im Masterstudium Geodäsie und Geoinformatik 207 Studierende. Im Masterstudiengang Navigation und Umweltrobotik befinden sich 51 Studierende. Die nachfolgende Grafik veranschaulicht die Verteilung der Studierenden je Studiengang und Semester. Die Fachsemester der Studierenden in den konsekutiven Masterstudiengängen werden dabei laufend gezählt.



VERTEILUNG DER STUDIERENDEN JE STUDIENGANG UND SEMESTER

Mit einem Frauenanteil von etwa 35% im Bachelorstudiengang und circa 22% in den Masterstudiengängen ist der Anteil der Studentinnen für Ingenieurstudiengänge weiterhin sehr gut.

Zum Wintersemester 2019/20 haben 24 Studierende das Bachelorstudium aufgenommen. Die genaue Entwicklung ist der nachfolgenden Abbildung zu entnehmen. Im zweiten Studienjahr sind 18 Studierende eingeschrieben, in das dritte Studienjahr sind 13 Studierende gewechselt. In höheren Semestern befinden sich 15 Studierende.

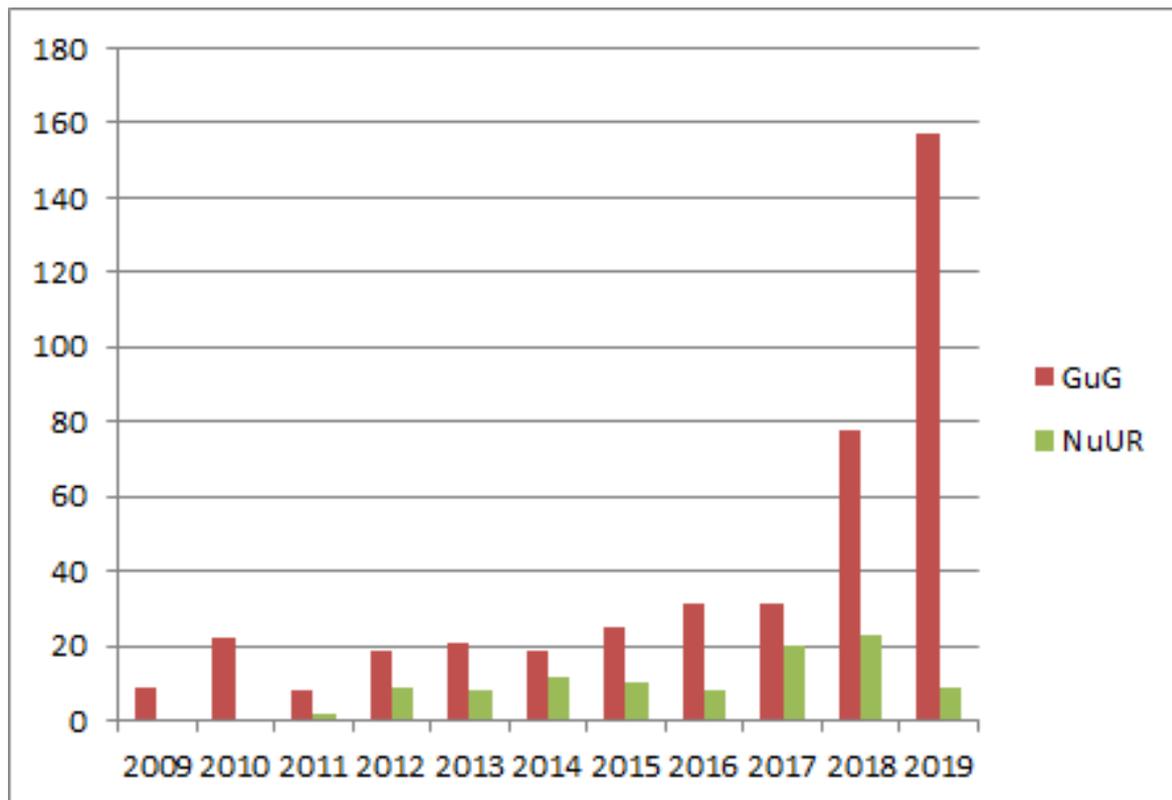


STUDIENANFÄNGER IM STUDIENGANG BACHELOR GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK VON 2007-2019

Im gleichen Zeitraum haben im Master Geodäsie und Geoinformatik 157 Studierende das Studium aufgenommen, von denen 144 den Master in Englisch absolvieren. Diese 144 Studierenden haben ihren Bachelorabschluss an einer ausländischen Universität abgelegt. Insgesamt sind also ca. 90% der Studierenden aus dem ersten Mastersemester von einer anderen Hochschule zu uns an die Leibniz Universität gewechselt. Diese Zahl ist eine Konstante in den letzten Jahren und zeigt auch das große Interesse an englischsprachigen Studienangeboten im Bereich der Geodäsie und Geoinformatik. 2019 gab es zum zweiten Mal eine Zulassung zum Sommersemester im Masterstudiengang Geodäsie und Geoinformatik. 90 Studierende hatten das Studium im Sommer aufgenommen, allerdings waren nur noch 75 davon im WS immatrikuliert.

Im Sommersemester 2019 fingen letztmalig 8 Studierende im Master Navigation und Umweltrobotik an. Der auslaufende Studiengang endet 2022. Interessierte finden die Thematik als Bestandteil Mechatronik und Robotik in der Vertiefungsrichtung "Robotik – mobile" wieder oder im Masterstudiengang Geodäsie und Geoinformatik.

Die Entwicklung der Studienanfängerzahlen in den beiden Masterstudiengängen ist der nachfolgenden Grafik zu entnehmen.



STUDIENANFÄNGER IM STUDIENGANG MASTER GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK UND IM MASTER NAVIGATION UND UMWELTROBOTIK VON 2009-2019

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.

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). Eine persönliche Beratung ist jederzeit bei der Studiengangskoordination möglich (1). Weitere Hilfe zur Studienbewerbung und Immatrikulation stellt das Immatrikulationsamt der Universität auf seiner Webseite (3) bereit.

- (1) <https://www.fbg.uni-hannover.de/de/studium/studienangebot-der-fakultaet/geodaesie-und-geoinformatik/>
- (2) <http://www.uni-hannover.de/de/studium/studienfuehrer/geodaesie/>
- (3) <https://www.uni-hannover.de/de/studium/vor-dem-studium/bewerbung-und-zulassung/nach-der-bewerbung/einschreibung/>

ABSOLVENTENFEIER DER FAKULTÄT BAUINGENIEURWESEN UND GEODÄSIE

Am Samstag, den 11.01.2019 fand die Absolventenfeier der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie statt. Zu dieser Feier waren neben den Absolventen des Jahres 2019 auch die „Silbernen“ und „Goldenen“ Absolventen eingeladen, d.h. diejenigen, die vor 25 bzw. 50 Jahren ihre Diplom-, Doktor- oder Habilitationsurkunde erhielten.

Die Absolventenfeier 2020 wurde vom Institut für Photogrammetrie und GeoInformation ausgerichtet und von Herrn Prof. Heipke moderiert. In diesem Jahr erreichten 281 Absolventen aus dem Bauingenieurwesen und 45 Absolventen aus der Geodäsie ihren Abschluss. Vor 25 Jahren machten insgesamt 169 Studierende ihren Abschluss, davon 42 Geodäten. Vor 50 Jahren waren es 199 Absolventen, davon 41 Geodäten.

Die Anzahl der Promotionen/Habilitationen in den drei geladenen Absolventenjahrgängen waren: 2019: 28/1, 1994: 25/1, 1969: 24/6. Die Absolventen erhielten die Urkunden aus den Händen der Prüfungsausschussvorsitzenden Prof Dr.-Ing. Uwe Haberlandt und Prof. Dr.-Ing. Jürgen Müller sowie der designierten Dekanin Prof. Dr.-Ing Insa Neuweiler.

Die Auszeichnung der besten Absolventen 2019 in den Studiengängen Geodäsie und Geoinformatik konnte in diesem Jahr leider nicht bei der Absolventenfeier erfolgen. Die beste Bachelorabsolventin, Frau Nina Fletling, absolviert gerade ein Auslandssemester in Finnland und Herr Jasper de Meester (bester Masterabschluss) erkrankte leider kurz vor der Verleihung. Die Ehrungen und Buchpreise werden durch die Förderergesellschaft Geodäsie und Geoinformatik im Nachgang verliehen. Der beste Absolvent im Master Navigation und Umweltrobotik, Mark Höllmann, wurde von der Viktor Rizkallah- Stiftung ausgezeichnet.

Den Festvortrag hielt Frau Prof. Dr.-Ing. Liqiu Meng, Technische Universität München. Musikalisch wurde die Veranstaltung von der Musikgruppe „callhints“ 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.



**FESTVORTRAG DURCH FRAU PROF.
DR.-ING. MENG IM AUDIMAX DER
LEIBNIZ UNIVERSITÄT HANNOVER**

ABSOLVENTEN

Im Kalenderjahr 2019 haben insgesamt 22 Studierende erfolgreich ihr Bachelorstudium beendet. Im Masterstudiengang Geodäsie und Geoinformatik gab es 17 Absolventen, im Masterstudiengang Navigation und Umweltrobotik waren es 6 Absolventen. Sie sind in der folgenden Auflistung zu finden:

BACHELOR

Beening	Thido Anton	Janecki	Kim Sarah
Chouk	Amir Abdelaziz	Janßen	Claas
Dornbusch	Sharon	Jensen	André
Ernst	Dominik	Jüngerink	Jan
Faust	Hannes	Kirchner	Niklas
Flessel	Viktoria	Kramp	Jana
Fletling	Nina	Lippmann	Paula Lilian
Freitag	Thorben	Paulsen	Jonas
Hannig	Franziska	Schild	Niklas-Maximilian
Hartmann	Knut Simon	Sippel	Eike Marvin
Heine	Stefanie	Wagner	Anna Maria Stella

MASTER GuG

Aghajani	Vahid	Mohammadi	Mehrnoush
Brakemeier	Sara	Mohammadi-vojdani	Bahareh
De Meester	Jasper Kris R.	Ruwisch	Fabian
Ehrhorn	Arne	Shi	Shengjie
El Amrani Abou	Sara	Sharifi	Hasan
El Assad		Singh	Vishwa Vijay
Eribake	Adeolu	Voelsen	Mirjana
Golze	Jens	Wang	Zhiyuan
Icking	Lucy Ling		
Moftizadeh	Rohzin		

MASTER NuUR

Clermont	Dominic	Höllmann	Mark
Flasbarth	Tim	Niehaus	Stephan
Hartberger	Christian	Niu	Jia

Im Jahr 2019 sind 6 Promotionen abgeschlossen worden. Alle Promovierenden waren in diesem Jahr männlich.

INTERNATIONALES

AUSLÄNDISCHE STUDIERENDE IN DER FACHRICHTUNG

Im 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:



4. Semester Master GuG



5. Semester Master GuG



7. Semester Master GuG



AUSLÄNDISCHE AUSTAUSCHSTUDIERENDE IN DER FACHRICHTUNG

Grodzka	Anita	WS 18/19, Politechnika Warszawska, Polen
Koziński	Bartłomiej Paweł	WS 18/19, Politechnika Warszawska, Polen
Narayanasamy	Rajalakshmi	WS 18/19, Anna University, Indien
Gujrathi	Aishwarya	WS 19/20, Indian Institute of Technology Bombay (IIT Bombay)

AUSLANDSAUFENTHALTE VON STUDIERENDEN DER FACHRICHTUNG

Ponick	Anne	SS 2019, Budapest University, Ungarn
Dieterich	Lars	WS 19/20, Aalto University, Espoo, Finnland
Göttert	Leonard	WS 19/20, Aalto University, Espoo, Finnland
Zielinski	Marion	WS 19/20, Aalto University, Espoo, Finnland

MASTER- UND BACHELORARBEITEN

GEODÄTISCHES INSTITUT

BACHELORARBEITEN

WEITERENTWICKLUNG DES ELEKTRONISCHEN FELDBUCHS SPIDER ZUR NUTZER-UNTERSTÜTZUNG BEI TACHYMETRISCHEN NETZMESSUNGEN (HANNES FAUST, BETREUUNG: FREDERIC HAKE, ILKA VON GÖSSELN, INGO NEUMANN)

In tachymetrischen Netzmessungen werden auf unterschiedlichen Standpunkten Richtungs- und Streckenmessungen auf verschiedene Zielpunkte durchgeführt. Für eine größtmögliche Effizienz der Messungen spielt die Reihenfolge der Beobachtungspunkte und die zeitnahe Ausrichtung der Prismen auf den Zielpunkten eine wichtige Rolle. Zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit wird eine optimierte Anordnung der einzelnen Tätigkeiten (Aufbauen, Umbauen, Ausrichten, Messen und Abbauen) angestrebt. Über eine computergestützte Simulation der Messung mit dem Programm SimPLe-Net (Simulation und Planung tachymetrischer Netzmessungen) ist eine Abschätzung der Messdauer und eine Festlegung der Tätigkeitsreihenfolge für alle beteiligten Personen möglich.

Bei der Durchführung der optimierten Netzmessung im Feld ist eine vorgabentreue Ausführung der Planung wünschenswert. Zu diesem Zweck wurden die optimierten Planungsdaten im Rahmen der Bachelorarbeit für den Anwender visuell aufbereitet und im Felde über eine Android-App auf einem Mobilgerät zugänglich gemacht. Die entwickelte App leitet den Nutzer durch den Messablauf, unterstützt ihn bei der Punktsuche, sowie bei der Eingabe von Tafel- und Instrumentenhöhen. Über die App werden die Sensoren des Mobilgeräts abgefragt sowie die Steuerung des Tachymeters übernommen. Die Daten werden in Echtzeit in einer cloudbasierten Datenbank abgespeichert. Erste Testmessungen haben gezeigt, dass die App intuitiv nutzbar ist und die Beteiligten kontinuierlich bei der Durchführung der Netzmessung unterstützt.

KLASSIFIZIERUNG VON FENSTEROBJEKTEN IN 3D PUNKTWOLKEN ZUR WEITERVERARBEITUNG IM BIM (FELIX GÖDEKE, BETREUUNG: JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ, ILKA VON GÖSSELN)

Als visuelle Grundlage wird im BIM (Building Information Modeling) ein objektorientiertes, dreidimensionales (3D) Bauwerksmodell verwendet. Für Bestandsbauten, für deren Bewirtschaftung oder Sanierung BIM verwendet werden soll, bietet sich das Laserscanning als Datengrundlage an. Aus der 3D-Punktwolke kann zum einen das 3D-Modell des Bauwerks über die Rekonstruktion von Wänden, Decken und Böden abgeleitet werden. Zum anderen können auch Objekte wie Fenster, Türen, Lampen und Steckdosen in den 3D-Punktwolken erkannt werden.

In der Bachelorarbeit, die in Kooperation mit dem Ingenieurbüro Drecoll in Hannover betreut wurde, wurde ein Workflow zur Klassifizierung von Fensterobjekten weiterentwickelt. Die Weiterentwicklung basiert auf dem automatischen Abgleich des extrahierten Objektes mit einer Objektdatenbank und der Auswahl des wahrscheinlichsten Objekttyps. In der Objektdatenbank werden Fenstertypen mit verschiedenen Attributen gespeichert.

DIE ROLLE DES GEODÄTEN IM BUILDING INFORMATION MODELING (CLAAS JANSSEN,
BERTEUUNG: ILKA VON GÖSSELN, INGO NEUMANN)

Building Information Modeling (BIM) ist eine kooperative Methode, die das Planungs- und Bauwesen zukünftig grundlegend verändern wird. Diese stärkt das Zusammenspiel unterschiedlichster Fachdisziplinen, bildet eine gemeinsame Datenbasis und dient der Prozessoptimierung. Die Bachelorarbeit hat die Zielsetzung, das Aufgabenspektrum des Geodäten im BIM-Prozess genauer darzustellen. Dabei wird der gesamte Lebenszyklus eines Bauwerkes betrachtet und Verknüpfungen zur Geodäsie erstellt. Neben der Darstellung der Aufgaben werden auch Bezüge zum Datenaustausch und zum Zusammenspiel mit anderen Fachdisziplinen aufgezeigt. Die erarbeitete Rolle des Geodäten wird am Ende der Bachelorarbeit an dem Beispiel eines Planungs- und Bauprojektes in gekürzter Form drehbuchartig durchlaufen.

Der Geodät nimmt im BIM-Prozess eine bedeutende Rolle ein. Aufgrund seines Fachwissens und der Vielfalt seiner Einsatzbereiche gilt er als unverzichtbar für künftige Bauumsetzungen in der BIM-Methodik. Mit steigenden Anwendungsbereichen wachsen ebenfalls die Anforderungen an zukünftige Geodäten. Durch die Zunahme an Hardware, Softwaresystemen und immer mehr Schnittstellen, gerade in Bezug auf das BIM, steigen die Anforderungen an den Geodäten, informatisch zu denken.

SENSITIVITÄTSANALYSE DER NORMIERTEN WERTERMITTLUNGSVERFAHREN (JANA KRAMP,
BETREUER: ALEXANDER DORNDORF, HAMZA ALKHATIB, WINRICH VORS)

Die Immobilienbewertung in Deutschland wird mittels der standardisierten und normierten Methoden nach der Immobilienwertermittlungsverordnung realisiert. Dies sind das Vergleichswertverfahren, das Ertragswertverfahren und das Sachwertverfahren. In den drei Verfahren werden verschiedene Einflussgrößen, wie Kaufpreis, Wohnfläche oder Baujahr, entweder direkt oder indirekt verwendet. Allen drei gemein ist, dass nur die Kaufpreise als Beobachtungen betrachtet werden und alle anderen Informationen als "fehlerfreie" Größen angenommen werden.

Das Ziel dieser Bachelorarbeit war es, realistischere Unsicherheiten für die normierten Methoden abzuleiten und die Güte der Verfahren numerisch zu überprüfen. Für die Realisierung dieser Untersuchung wurde ein Datensatz benötigt, der mit allen drei Verfahren ausgewertet werden kann, bei dem die „wahren“ Verkehrswerte der Objekte bekannt sind und alle relevanten beschreibenden Objektmerkmale fehlerfrei erfasst sind. Diese Anforderungen sind bei den aktuell zur Verfügung stehenden echten Daten nicht gewährleistet, weswegen ein simulierter Teilmarkt erstellt wurde. Der simulierte Teilmarkt entsprach 400 Einfamilienhäusern, die um das Jahr 1990 gebaut wurden. Die objektbeschreibenden Merkmale (bspw. Grundstücksgröße, Wohnfläche, Bodenrichtwert, etc.) wurden zufällig erstellt. Für die Merkmale wurden Restriktionen eingeführt, um möglichst realistische Objekte zu gewährleisten.

Anschließend wurden mehrere Sensitivitätsanalysen mit unterschiedlichen Fehlermodellen für die objektbeschreibenden Merkmale durchgeführt. Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalysen zeigen, dass das Ertragswertverfahren am geringsten von den hier verwendeten Fehlermodellen beeinflusst wird. Am sensibelsten reagiert das Sachwertverfahren auf die

Unsicherheiten in den Eingangsgrößen. Diese Ergebnisse haben allerdings noch keine generelle Aussagekraft. Aufgrund der Komplexität des Simulationsmodells wurden in dieser Arbeit einige Annahmen und Vereinfachungen für die objektbeschreibenden Merkmale, Pseudo-kaufpreise oder auch dem Liegenschaftszins getroffen, da ansonsten der Arbeitsaufwand den Anforderungen an eine Bachelorarbeit nicht mehr entsprochen hätte.

ENTWURF UND REALISIERUNG EINES HOCHPRÄZISEN REFERENZNETZES IM HITEC-LABOR (KIM SARAH JANECKI, BETREUER: FREDERIC HAKE, INGO NEUMANN)

Für die Verifizierung der Messungen eines Multi-Sensor-Systems (MSS) oder eines einzelnen Sensors können z.B. Referenzgeometrien verwendet werden. Hierfür ist es notwendig, dass die Form der Referenzgeometrie mit einem Sensor höherer Genauigkeit bestimmt worden ist. Ein geeigneter Sensor zur Bestimmung von Referenzgeometrien ist der Lasertracker. Lasertrackermessungen werden in der Industrie für verschiedene Anwendungen eingesetzt. Die Vorteile der Lasertrackermessungen liegen in ihrer hohen Messgenauigkeit von $\pm 15\mu\text{m} + 6\mu\text{m}/\text{m}$ (MPE), der dynamischen Messung und dem für industrielle Anwendungen großen Arbeitsbereich. Mittels verschiedener Zieleinrichtungen für die 3D (z.B. Corner Cube) und 6DoF (Degrees of Freedom) Messung (z.B. T-Probe) können die unterschiedlichsten Aufgabenstellungen bearbeitet werden.

Ziel dieser Bachelorarbeit war es, ein hochgenaues Referenznetz im HITec (Hannover Institute of Technology) Labor zu planen und zu realisieren. Dabei sollten die Festpunkte so gewählt werden, dass sie für verschiedenste Messmethoden wie Laserscanning, Lasertracking, Photogrammetrie usw. optimal nutzbar sind. Hierzu wurde eine Standpunktplanung sowie eine Sichtbarkeitsanalyse durchgeführt. Grundlage für die Planung der Festpunkte waren Laserscandaten des HITeclabors. Die Herausforderung bestand darin, eine gute Punktverteilung trotz der Verdeckung durch Rohre, Heizungen und anderen Störelementen zu schaffen.

Nachdem das Referenznetz geplant und vermarktet war, erfolgte eine initiale Bestimmung mit dem Lasertracker von drei Standpunkten sowie eine Analyse der Genauigkeiten.

ANFORDERUNGEN UND VERFAHREN FÜR EFFIZIENTE DEFORMATIONSMESSUNGEN AN BRÜCKENBAUWERKEN (JONAS PAULSEN, BETREUER: JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ, INGO NEUMANN)

Die Notwendigkeit der Überwachung von Infrastrukturbauwerken, wie Brückenbauwerken, ergibt sich für den Betreiber aus der öffentlichen Daseinsvorsorge hinsichtlich einer Aussage zur Stand- und Verkehrssicherheit der Bauwerke. Der zunehmende Verkehr auf den Straßen und die damit verbundene Belastung für die Brückenbauwerke wirft Fragen hinsichtlich eines effizienten geodätischen Monitorings bzw. Deformationsmessungen auf.

In der Bachelorarbeit wurden die Anforderungen und Verfahren für effiziente Deformationsmessungen an Brückenbauwerken diskutiert unter

Einbeziehung von Gesetzen und (DIN) Normen im Umfeld der Brückenüberwachung/-prüfung. Darauf aufbauend wurden die vermessungstechnischen Anforderungen formuliert und eine Diskussion geeigneter Messverfahren, wie Nivellement, Tachymetrie, terrestrisches Laserscanning und GNSS, insbesondere hinsichtlich des Unsicherheitshaushaltes und der Anwendbarkeit im Kontext der effizienten Deformationsmessung an Brückenbauwerken geführt. Die theoretisch gewonnenen Erkenntnisse wurden in einem praktischen Anwendungsfall einer Fußgängerbrücke (Fährmannsbrücke) über die Ihme angewendet und diskutiert.

PARAMETRISIERUNG DES INTENSITÄTS-BASIERTEN STOCHASTISCHEN MODELLS FÜR DEN Z+F IMAGER 5016 (JAN JÜNGERINK, BETREUER: JENS HARTMANN, JENS-ANDRÉ PAFFENHOLZ, INGO NEUMANN)

In der industriellen Produktion, wie z.B. im Schiffbau, erfolgt im Anschluss von einzelnen Produktionsabschnitten eine Qualitätsanalyse. Hierbei wird eine geometrische Überprüfung der gefertigten Abschnitte, bei welcher zum Teil sehr hohe Genauigkeitsanforderungen an die 3D-Objekterfassung ($\sigma_{3D}=1\text{ mm}$) bestehen, durchgeführt.

Als Aufnahmeverfahren kommen sowohl statisches terrestrisches Laserscanning (TLS) als auch kinematisches TLS zum Einsatz. In beiden Fällen erfolgt die initiale 3D-Objektaufnahme durch einen Laserscanner. Als Messgrößen werden dabei für jeden Punkt die horizontale Richtung, der Vertikalwinkel, die Schrägstrecke und die zurückgestrahlte Signalstärke (Intensitätswert) erfasst. Für die Qualitätsbetrachtung der TLS-basierten 3D-Objektaufnahme im Rahmen eines stochastischen Modells sind die Unsicherheiten der einzelnen Messgrößen zu spezifizieren. Für die horizontale Richtung und den Vertikalwinkel liegen im Regelfall Angaben seitens des Herstellers vor. Die Spezifizierung der Streckenmessunsicherheit beim TLS stellt jedoch ein aktuelles Forschungsthema dar.

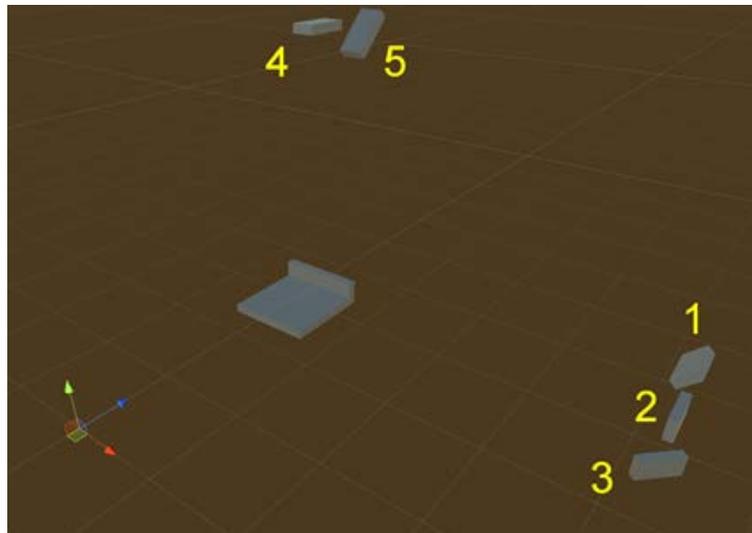
Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde der Zoller + Fröhlich (Z+F) IMAGER5016, der die Streckenmessung mit dem Phasenvergleichsverfahren durchführt, diesbezüglich untersucht. Aufgrund der Tatsache, dass zwischen der Signalstärke und dem Messrauschen ein inhärenter Zusammenhang besteht, ist es möglich, ein intensitäts-basiertes stochastisches Modell für die Streckenmessung abzuleiten. Dazu wurden Paneele (1m x 1m) mit unterschiedlichen Graustufen in unterschiedlichen Distanzen und Ausrichtungen mit Z+F IMAGER5016 auf der EDM-Kalibrierbasis Herrenhausen erfasst. Diese Messungen bilden die Grundlage für die Ableitung eines funktionalen Zusammenhangs zwischen den Intensitätswerten und den Standardabweichungen der Streckenmessung. Auf Basis der durchgeführten Untersuchungen und des ermittelten intensitäts-basierten stochastischen Modells erfolgte eine abschließende Bewertung der Ergebnisse. Die bestimmten Parameter des intensitäts-basierten stochastischen Modells stehen somit für zukünftige Anwendungsszenarien zur Verfügung.

OBJEKTRAUMBASIERTE KALIBRIERUNG UND GEOREFERENZIERUNG EINES UNMANNED AERIAL SYSTEMS (DOMINIK ERNST, BETREUER: JOHANNES BUREICK, HAMZA ALKHATIB, INGO NEUMANN)

In der Ingenieurgeodäsie haben Multisensorsysteme (MSS) die Aufgabe, die zu untersuchende Umgebung hochgenau zu erfassen. Durch den technischen Fortschritt ist im letzten Jahrzehnt zunehmend der Einsatz von Unmanned Aerial Vehicles (UAV) als Plattform für die MSS populär geworden. MSS, die ein UAV als Plattform nutzen, werden als Unmanned Aerial System (UAS) bezeichnet. Für die weitere Datenanalyse und die daraus resultierenden Produkte ist es eine unabdingbare Aufgabe, die genaue Georeferenzierung des MSS oder UAS zu bestimmen. Wichtige Voraussetzung für die genaue Georeferenzierung ist eine genaue Kalibrierung des MSS oder UAS. Mit der Kalibrierung werden die gegenseitige Bestimmung der Position und Orientierung aller verwendeten Sensoren bezeichnet.

Im Rahmen des gemeinsamen DFG-Forschungsprojektes „Hochpräzise Trajektorienbestimmung eines UAS mittels Integration von Kamera- und Laserscannerdaten mit generalisierter Objektinformation“ zwischen dem GIH und dem Institut für Photogrammetrie und GeoInformation, wird ein UAS, welches aus Laserscanner, zwei Kameras, GNSS und IMU besteht, entwickelt.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde die Kalibrierung des Laserscanners gemäß des Ansatzes von Strübing & Neumann (2013) durchgeführt und weiterentwickelt. Der verwendete Laserscanner (Velodyne VLP16) unterscheidet sich von dem in Strübing & Neumann (2013) verwendeten Linienlaserscanner dadurch, dass mit insgesamt 16 Linien eine quasi flächenhafte Abtastung erfolgt. Eine weitere Innovation dieser Arbeit ist die rekursive Auswertung der Kalibrierung mit Hilfe eines iterativen erweiterten Kalman-Filters (IEKF), welches in Vogel et al. (2019) entwickelt worden ist.

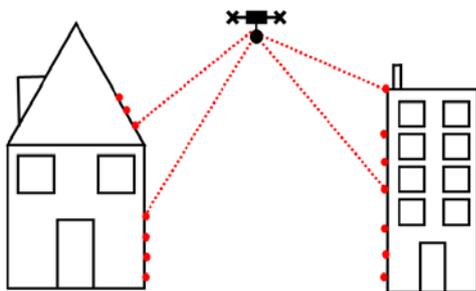


EBENENKONSTELLATION FÜR DIE SIMULATION

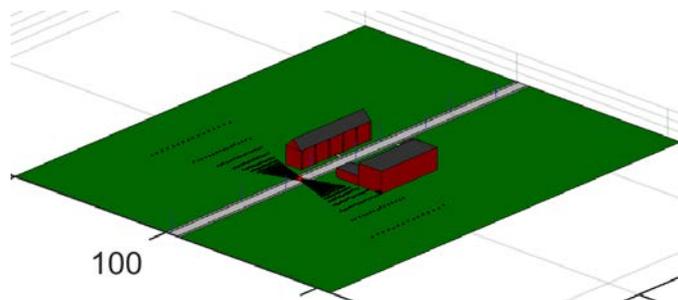
MASTERARBEITEN

KALMAN FILTERING WITH STATE CONSTRAINTS FOR GEOREFERENCING OF MULTI-SENSOR SYSTEMS (ROZHIN MOFTIZADEH, BETREUER: SÖREN VOGEL, HAMZA ALKHATIB, INGO NEUMANN)

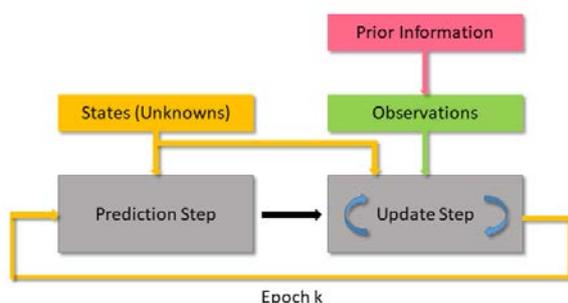
Multi-Sensor-System (MSS) Georeferencing is a challenging task in engineering geodesy, which should be dealt with in the most accurate way possible. An example of a MSS is an autonomous car, which moves through an environment and should be able to safely locate itself. The easiest and most straightforward way of georeferencing is to rely on Global Navigation Satellite System (GNSS) and Inertial Measurement Unit (IMU) data. However, at indoor environments or crowded inner city areas such data lack enough accuracy to be fully relied on. Therefore, appropriate filtering algorithms are required to compensate for existing errors and to improve the results properly. On the other hand, sometimes the environment has additional geometrical information, which could be combined with a filtering technique to increase the accuracy of the results even more. The main idea of the thesis was to utilize geometrical information within Iterated Extended Kalman Filter (IEKF) in order to accurately georeference an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) in a simulated inner city environment. For that matter a number of methods, namely projection, Probability Density Function (PDF) Truncation, and perfect measurements were applied and compared with each other. Final results showed that fusing different sensors data on a MSS platform and imposing geometrical constraints within IEKF can significantly improve the georeferencing results compared to the case in which pure GNSS/IMU data are filtered through Linear Kalman Filter (LKF) or no geometrical constraints are applied within IEKF.



SCHEMATIC VIEW OF SCANNING THE ENVIRONMENT



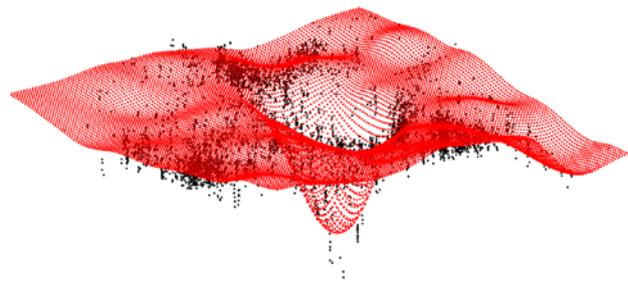
THE SIMULATED ENVIRONMENT USED IN THE THESIS



A GENERAL OVERVIEW OF PERFECT MEASUREMENTS METHOD

SURFACE BASED MODELLING OF GROUND MOTION AREAS IN LOWER SAXONY (BAHAREH MOHAMMADIVOJDAN, BETREUER: HAMZA ALKHATIB, MARCO BROCKMEYER, INGO NEUMANN, CORD-HINRICH JAHN)

Spatial representation of scattered data plays an important role in nowadays measurement procedures, especially in earth surface modelling applications where observations from different sensors and measuring techniques are used. It is necessary to mathematically model these measurements to have a continuous surface. Therefore, the user can do predictions at any position. There are different stochastic and deterministic approaches to deal with this problem. In this thesis, the stochastic method of Kriging and three deterministic methods including B-Splines, B-Splines lofting and Multilevel B-Splines are used. The three deterministic methods are free form surface approximation techniques using B-Spline basis functions. The results of applying the methods to simulated data sets show acceptable results from the two methods of Kriging and Multilevel B-Splines. This thesis investigates the ground motion of specific areas in Lower Saxony through a cooperation between Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) and Geodetic Institute of Leibniz University of Hannover (GIH). For this investigation a time series of measurements from levelling, Global Navigation Satellite System (GNSS) observations and height changes, which are acquired by Persistent Scatterer Interferometry (PSI) technique are taken into consideration. The ground movement is evaluated by employing methods of Kriging and Multilevel B-Splines. Comparison of the results show compatibility between the approximated surface of two approaches.



SURFACE APPROXIMATION OF THE SCATTERED DATA USING MULTILEVEL B-SPLINES

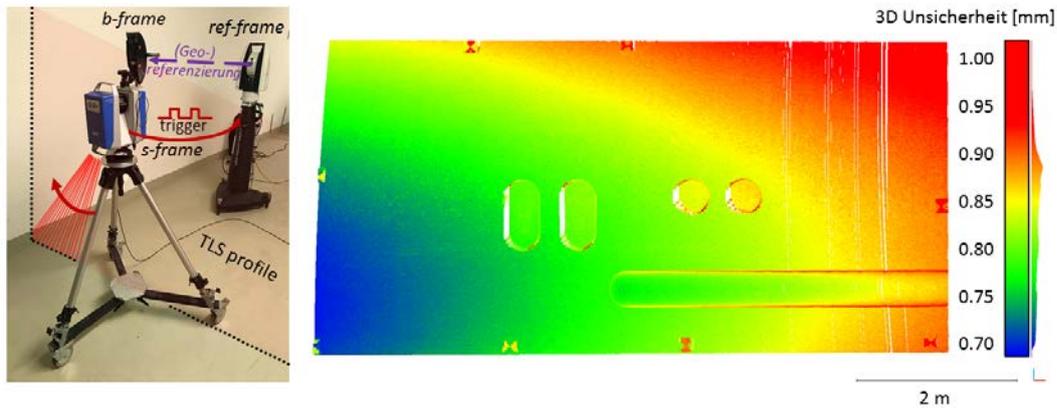
UNSIKERHEITSMODELLIERUNG EINES K-TLS-BASIERTEN MULTI-SENSOR-SYSTEMS (ARNE EHRHORN, BETREUER: JENS HARTMANN, INGO NEUMANN)

In der industriellen Produktion, wie z. B. im Schiffbau, erfolgt im Anschluss einzelner Produktionsabschnitte eine geometrische Überprüfung. Da die Objektbereiche zum Teil eine Ausdehnung von > 100 m und eine komplexe Struktur haben, bietet es sich aus Effizienzgründen an, die 3D Objekterfassung mittels kinematischen terrestrischen Laserscannings (k-TLS) durchzuführen. Bei der industriellen Fertigung sind dabei Genauigkeitsanforderungen an die 3D-Objektaufnahme von bis zu $\sigma_{3D} = 1$ mm zu erfüllen.

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurden die Einzelunsicherheiten der Teilschritte: 3D-Objekterfassung durch einen Profillaserscanner, Systemkalibrierung und Synchronisierung der Sensoren, (Geo-)referenzierung der mobilen Plattform sowie der Stationierung des verwendeten Lasertrackers bestimmt. Die Prozessierung der Gesamtunsicherheit erfolgt durch eine Monte-Carlo-Simulation. Den größten Anteil an der Gesamtunsicherheit haben die Systemkalibrierung und die (Geo-)referenzierung. Als kritisch ist

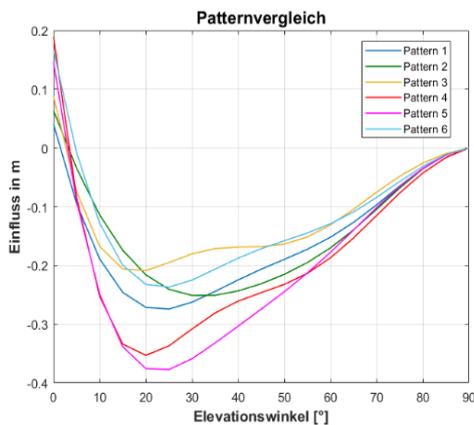
vor allem die Bestimmung der Rotationen zu sehen, da deren Einfluss mit wachsender Entfernung ansteigt. Beispielhaft sei hier erwähnt, dass eine Unisicherheit von 6 mgon in einer Entfernung von 10 m zu einer Abweichung von 1 mm am Objekt führt.

Durch die ermittelten 3D-Gesamtunsicherheiten ist eine qualitative Aussage über die k-TLS-basierte Objekterfassung möglich. Der Operateur kann somit zeitnah nach der Messung entscheiden, ob die Anforderungen erfüllt wurden und der Datensatz für die weitere Prozessierung z. B. die Flächenmodellierung verwendet werden kann.



AUF DER LINKEN SEITE DAS VERWENDETE K-TLS-BASIERTE MSS, AUF DER RECHTEN SEITE EINE FARBCODIERTE DARSTELLUNG DER PROZESSIERTEN 3D-GESAMTUNSICHERHEITEN EINER TESTMESSUNG AN EINEM MOCKUP AUS DEM SCHIFFBAU

VALIDIERUNG VON CODE-PHASEN VARIATIONEN, DIE MIT DEM HANNOVERSCHEN ANSATZ DER ABSOLUTEN ANTENNENKALIBRIERUNG BESTIMMT WURDEN (DENNIS MUSSGNUG, BETREUER: YANNICK BREVA, STEFFEN SCHÖN)



VERGLEICH DER GESCHÄTZTEN AZIMUTAL UNABHÄNGIGEN CPC

Code-Phasenzentrumskorrekturen (CPC) sind antennenabhängige Verzögerung der Code-Phase, die mit der Elevation und dem Azimut variieren. Sie setzen sich aus den Code-Phasenvariationen (CPV) und dem Code-Phasenzentrumsoffset (PCO) zusammen. Solche Korrekturen lassen sich mittels einer absoluten Antennenkalibrierung nach dem Hannoverschen Ansatz am IfE ermitteln.

In dieser Arbeit wurden für eine Ublox Patchantenne sechs unabhängige Kalibrierungen vorgenommen. Die resultierenden CPC-Pattern sind anschließend auf Patternebene (siehe Abbildung), auf Beobachtungsebene, mittels Einfachdifferenzen sowie auf Positionsebene, durch einen eigens programmierten Single Point Positioning (SPP) Algorithmus, verglichen

und validiert worden. Außerdem wurden Studien durchgeführt, bei denen das Verhalten einer nicht nach Norden ausgerichteten Antenne untersucht wurde. Des Weiteren wurde die Auswirkung von CPC in unterschiedlichen geographischen Lagen analysiert.

ZUR SICHTBARKEITSGEOMETRIE UND BEOBACHTUNGSQUALITÄT BEI HOCHSENSITIVEN GNSS-AUSRÜSTUNGEN IM URBANEN UMFELD (KNUT HARTMANN, BETREUER: TOBIAS KERSTEN)

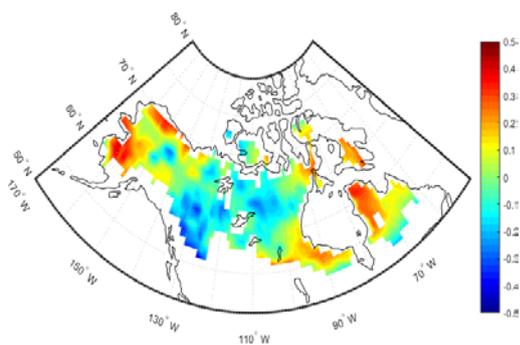
Innerstädtische Umgebungen sind durch schlechte Sichtbarkeitsgeometrien hinsichtlich des direkten Empfangs originärer GNSS-Beobachtungen charakterisiert. Die Herausforderung liegt darin, direkte Satellitensichtbarkeiten [Line-of-Sight (LOS)] vom Empfang indirekter Sichtbarkeiten [non line of sight (NLOS)] anhand eines 3D-Stadtmodells (Hannover Nordstadt) zu trennen und die Auswirkungen der beeinträchtigten elektromagnetischen GNSS-Signale zu bewerten.

Als Ergebnis der Arbeit konnte gezeigt werden, dass die Orientierung der sichtbaren Satelliten einen deutlich geringeren Einfluss hat als erwartet, Beugungseffekte sich aber in Form eines starken Streuens zeigen und in urbanen Bereichen vor allem durch Satelliten hoher Elevation verursacht werden. Es wurden Effekte betrachtet, die auf Reflexionen (parkende Autos, Laternen, Fensterscheiben etc) zurückzuführen sind und häufig mit einer Sinusschwingung erklärt werden können. Basierend auf dem Konzept der Fresnelellipsen wurden zudem erste Schritt in Richtung der Beschreibung reflektierter Signale in innerstädtischen Bereichen begonnen.

BESTIMMUNG VON MASSENVARIATIONEN IM KANADISCHEN PERMAFROSTGEBIET MIT HILFE VON GRACE UND GIA MODELLEN (NINA FLETLING, BETREUER: AKBAR SHABANLOUI, JÜRGEN MÜLLER)

Aufgrund der globalen Erderwärmung ist ein voranschreitendes Auftauen der Permafrostböden weltweit zu verzeichnen. Dabei kommt es zu Massenverlagerungen, die durch Analyse der Schwerefelddaten der Satellitenmission GRACE bestimmt werden können. In dieser Arbeit sollten Veränderungen in Kanada betrachtet werden.

Die Grundlage bildeten GRACE-Daten des GeoForschungsZentrums. Diese mussten zunächst von Korrelationen und insbesondere von Rauschen befreit werden. Daher wurden unterschiedliche Filter mit jeweils verschiedenen Filterradien beziehungsweise Glättungsgraden getestet, um ein optimales Ergebnis der Massenvariationen zu erhalten. GRACE erfasst jedoch nur die Summe aller Veränderungen. Um verschiedene Prozesse unterscheiden zu können, werden Modelle einzelner Komponenten benötigt. In Kanada ist die glazial isostatische Anpassung (GIA) sehr ausgeprägt. Deren Modellierung erfolgte mit Hilfe der Software SELEN. Anschließend wurde die GIA von den geglätteten GRACE-Daten subtrahiert, wobei sich für das gesamte kanadische Permafrostgebiet Massenabnahmen ergaben. Des Weiteren wurden mit Hilfe der Python



KORRELATION ZWISCHEN DEN GEGLÄTTETEN, UM GIA REDUZIERTEN GRACE-DATEN UND DER DICKE DER AUFTAUSCHICHT IM NORDAMERIKANISCHEN PERMAFROSTGEBIET

Toolbox PyMT aus Klimadaten die Dicke der Auftauschicht sowie die Temperatur an der Oberkante des Permafrostes berechnet. Diese Parameter sind sowohl räumlich als auch zeitlich sehr variabel. Es konnte kein eindeutiger Trend über den gesamten beobachteten Zeitraum festgestellt werden. Die Massenverluste, möglicherweise hervorgerufen durch oberflächlichen Abfluss oder Verdunstung von Schmelzwasser im Sommer, scheinen unabhängig von den Tendenzen der Permafrostparameter. Für genauere und detailliertere Ergebnisse müssten noch weitere Prozesse modelliert und angebracht werden.

UNTERSUCHUNGEN ZUR GENAUIGKEIT DES SCINTREX CG-3 AUTOGRAV NR. 3210 (YANNIK PILZ, BETREUER: LUDGER TIMMEN)

In dieser Bachelorarbeit wurde umfassend das Scintrex CG-3M Nr. 3210 getestet (Leihgabe des Leibniz Instituts für angewandte Geophysik), welches ursprünglich 1993 von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe beschafft wurde. Auf der Basis von gravimetrischen Messungen erfolgte eine qualitative und quantitative Bewertung des Gravimeters bzgl. Präzision (kurzzeitige Ablesegenauigkeit und Wiederholbarkeit über Tage oder Wochen) und Maßstabsgenauigkeit und –stabilität (absolute Genauigkeit im Kalibriersystem Hannover). Zur Überprüfung des instrumentellen Luftdruckeinflusses gehörte auch ein Versuchsaufbau mit Hilfe einer Unterdruckkammer, um z.B. die atmosphärische Druckänderung zwischen Hannover und Oberharz zu simulieren (ca. 100 hPa).

Die Übereinstimmung der Kalibrierfaktoren aus den 3 Messepochen im Kalibriersystem Hannover ist sehr zufriedenstellend und bescheinigt, dass das CG-3 Nr. 3210 immer noch ein geeignetes Gravimeter für mikrogravimetrische Netzvermessungen ist.

UNTERSUCHUNGEN ZUR GENAUIGKEIT DES SCINTREX CG-3M AUTOGRAV NR. 4492 (BASIL SAID AHMAD, BETREUER: LUDGER TIMMEN)

Seit 2002 werden am Institut für Erdmessung (IfE) der Leibniz Universität Hannover (LUH) und am Leibniz Institut für Angewandte Geophysik (LIAG, Geozentrum Hannover) für einen Großteil der gravimetrischen Arbeiten in der Forschung und zur Geoidbestimmung automatisierte Landgravimeter vom Typ CG-3 der Firma Scintrex (Ontario, Canada) genutzt. Es sind die ersten Gravimeter am IfE, die eine automatisierte Datenerfassung mit Online-Auswertung im Felde ermöglichen.

Herr Said Ahmad untersuchte umfassend das jetzt als alt geltende Gravimeter CG-3M Nr. 4492 des IfE und kam zu dem Schluss, dass das Instrument für viele Aufgaben in der Geodäsie und Geophysik noch den Genauigkeitsanforderungen entspricht. Nur wenn die höchsten Genauigkeiten gefordert werden, z. B. bei kleinen zeitlichen Änderungen aufgrund von Geotektonik, sollte dieses alte Gravimeter möglichst nicht mehr eingesetzt werden.

MASTERARBEITEN

EFFECT OF DEGREE 3 TIDAL POTENTIAL ON LUNAR EPHEMERIS (VISHWA VIJAY SINGH, BETREUER: JÜRGEN MÜLLER, LILIANE BISKUPEK, FRANZ HOFMANN)

The calculation of ephemeris is a major task undertaken by space agencies and research bodies to be able to aid different space missions and space based missions, such as Lunar Laser Ranging (LLR), which require the accurate positioning of different astronomical objects. The current method of calculation of ephemeris is limited to inclusion of degree 2 tidal deformation potential of the Earth (caused by the Sun and the Moon) on the lunar orbit. In this thesis, the effect of degree 3 tidal deformation potential on the lunar orbit was studied. The accuracy of the ephemeris is of high importance in LLR to achieve lower residuals, when comparing the modelled and the observed Earth-Moon distance and also to generate reliable lunar ephemeris, used for lunar missions. The main focus of this thesis was to determine the effect of degree 3 tidal potential, and compare it with the measurement precision, which is currently at millimeter level. The effect is found to change the Earth-Moon distance by 0.12 cm with an absolute and relative tolerance of 10^{-20} in a model of the solar system. Another part of this thesis focused on the implementation of the algorithm of the current model, and a difference in results of the change in Earth-Moon and Earth-Sun system was observed using two different approaches. Additionally, the LLR residuals were obtained with and without effect of degree 3 tidal deformation effect (in the ephemeris calculation). On comparison, a change of less than 0.15 cm was observed in the LLR residuals with the additional implementation, over the entire time-span of calculation (1969-2020).

GEOZENTRUMSBEWEGUNG UND NON-TIDAL STATION LOADING IM LLR-ANALYSEMODELL
(REBEKKA HANDIRK, BETREUER: FRANZ HOFMANN, LILIANE BISKUPEK, JÜRGEN MÜLLER)

Zur Auswertung der Lunar-Laser-Ranging-Messungen wird am IfE eine eigene Software verwendet. Letzte wesentliche Änderungen wurden bis 2017 eingeführt, als die Modellierung der Monddynamik verbessert wurde. Da die Messgenauigkeit der Observatorien jedoch immer besser wird, wurden im Rahmen dieser Arbeit zwei weitere Effekte in der Auswertung berücksichtigt: Der Einfluss der nicht zeitenabhängigen Auflasten und der Variationen des Geozentrums auf die Stationskoordinaten wurde modelliert und entsprechende Korrekturen an die Koordinaten angebracht. Die Implementierung erfolgte in verschiedenen Programmversionen, bei denen die ermittelten Korrekturen pro Koordinatenachse insgesamt meist nur ca. 20 mm betragen. Insgesamt wurde festgestellt, dass sich keine getestete Version unter allen überprüften Kriterien als die beste erwiesen hat. Die jeweils erzielten WRMS ließen allerdings bei allen Programmversionen daran zweifeln, ob die Ergänzungen überhaupt sinnvoll sind, da sich nicht durchgängig Verbesserungen zeigten. Es sollte deshalb eine Simulation durchgeführt werden, um die Auswirkungen der neu angebrachten Korrekturen weiter zu untersuchen.

A ROBUST STATE ESTIMATOR USING VISUAL-INERTIAL INFORMATION (LIANGWEI YUE,
BETREUER: BENJAMIN TENNSTEDT)

This thesis presents an EKF-based monocular visual-inertial state estimator. The main purpose of this sensor fusion model is to correct the bias of IMU in long term and recover the scale for monocular camera, so that a robust state estimator is proposed. The prediction step of the system is based on IMU strapdown algorithm and filtering step is based on reprojection model of pin hole camera. Lie theory is introduced to represent the rotation and compute the related Jacobian matrix. IMU initialization is finished with the help of image optical flow and monocular camera initialization is finished with the help of IMU. 3D rotation vector, 3D position vector, 3D velocity vector, 3D accelerometer bias vector and 3D gyroscope bias vector compose the IMU state. Some 3D feature points are triangulated in the process. Ransac algorithm is used to reject the outliers and meanwhile inliers are augmented into state vector. Detected 3D points by camera form observation vector for filtering step. The augmented state is corrected after filtering step. Finally the model is evaluated by different sequences of EuRoC dataset and some analysis based on the result is done. The observability of bias is checked and the scale instability problem is discussed in detail.

ATOMUHRGESTÜTZTE GNSS-GESCHWINDIGKEITSBESTIMMUNG IN INNER-STÄDTISCHEN
BEREICHEN (FABIAN RUWISCH, BETREUER: THOMAS KRAWINKEL)

In innerstädtischen Bereichen stellen Mehrwege-Effekte und Signalabrisse eine besondere Herausforderung für die GNSS-basierte Positions- und Geschwindigkeitsbestimmung dar. Ein Verbesserungsansatz besteht in der geschickten Kombination des GNSS-Empfangssystems mit anderen Sensoren, typischerweise Odometer, Inertialmesseinheit und/oder Laserscanner. Seltener wird hierbei eine externe Atomuhr eingesetzt, die

ein deutlich stabileres Frequenzsignal als der im GNSS-Empfänger verbaute Quarzoszillator liefert.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Ansatz verfolgt, Geschwindigkeiten im urbanen Bereich aus Doppler-Beobachtungen zu bestimmen. Hierfür wurde ein kinematisches Experiment in der Innenstadt von Hannover durchgeführt. Die dabei gewonnenen Daten wurden mit Hilfe eines eigens implementierten linearisierten Kalman-Filters in Matlab ausgewertet. Um das volle Potenzial der eingesetzten externen miniaturisierten Atomuhren auszuschöpfen, wurde das Prozessrauschen der Empfängeruhrfehler (Offset, Drift) physikalisch korrekt entsprechend der Frequenzstabilität der Uhren modelliert. Dieses Vorgehen wird als Empfängeruhrmodellierung bezeichnet. Im Vergleich zu einer konventionellen Lösung ohne Uhrmodellierung ergaben sich hierbei signifikante Verbesserungen in der Präzision der geschätzten Geschwindigkeiten von etwa 80%, hauptsächlich in der vertikalen Komponente. Des Weiteren resultierte daraus eine gesteigerte Zuverlässigkeit der Geschwindigkeitsbestimmung, womit eine erhöhte Robustheit gegen Ausreißer in den Beobachtungsdaten einherging.

EVALUATING THE URBAN TRENCH MODEL FOR IMPROVED GNSS POSITIONING IN URBAN AREAS (LUCY ICKING, BETREUER: TOBIAS KERSTEN)

Many obstruction sources disturb the GNSS signal propagation under urban conditions. This work focuses on an approach that distinguishes visible line-of-sight (LOS) from obstructed non-line-of-sight (NLOS) signals. These are determined in a self-developed and implemented algorithm, assisted by the 3D CityGML-Model, provided by the city of Hannover. The concept is verified by self-conducted measurement campaigns and evaluations.

In addition to signal characterization with respect to LOS/NLOS properties, the open question is investigated to which extent NLOS observations can be used to improve the positioning availability, continuity and precision. Therefore, resection points of NLOS signals are calculated, examined and introduced in a Single Point Positioning (SPP) solution. Additionally, these issues are put in the context of different receivers, each of which has different properties and hence diverse outcomes. Results show that the LOS status can be determined reliably but that the computed detour lengths not always match the Observed Minus Computed (OMC) values. Hence, using reliable OMC improved the code-based positioning under urban conditions. Further findings show that OMC are especially high in street sections that have a perpendicular orientation compared to the satellite's azimuth angle.

ERZEUGEN VON ROUTEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER SONNENEINSTRALUNG (FREYA WITTKUGEL, BETREUER: OSKAR WAGE)

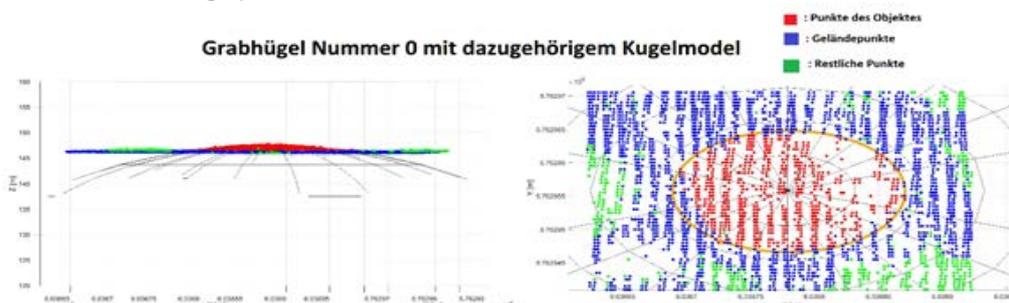
Wie bereits seit 200 Jahren bekannt ist, leiden Bewohner der nördlichen Breiten überdurchschnittlich häufig unter einem Vitamin D Mangel. Um diesem entgegenzuwirken, sollte sich der Mensch dem richtigen Maß an Sonnenstrahlung aussetzen. Für Stadtbewohner ist dieses Ziel während der Arbeitswoche jedoch schwer zu erreichen, da die meiste Zeit des Tages in geschlossenen Räumen verbracht wird. Gelöst werden soll dieses Problem durch ein Routing, welches Fußwege hinsichtlich der Sonneneinstrahlung optimiert. Wichtigste Faktoren sind neben der draußen verbrachten Zeit und der Fläche der von der Sonne bestrahlten Haut die Verschattung durch Gebäude und Vegetation sowie die Orientierung zur Sonne.

Das Routing basiert auf der Kombination zweier Datensätze, mit denen die Verschattung und die Orientierung modelliert werden können: einem Rasterdatensatz, welcher die Exposition für die Blickrichtungen Nord, Ost, Süd, West enthält und einem aus OpenStreetMap extrahierten Routinggraphen. Für jede Kante wurde die Hauptrichtung bestimmt und die Exposition aus dem entsprechenden Raster abgegriffen. Einstrahlungsminimierte Routen können durch Anwendung des Dijkstra-Algorithmus auf den Graphen mit der Exposition als Kantengewicht generiert werden, einstrahlungsmaximierte Routen durch Auswahl der k-ten kürzesten Route (k-shortest-path).

Der Vergleich mit einer Referenzroute ergibt für den einstrahlungsstärksten Zeitpunkt eine um 20% zu hoch ermittelte Exposition. Dies ist auf die fehlende Berücksichtigung der Verschattung durch Vegetation zurückzuführen. Ein solches Routing kann als Routenempfehlung dienen, um eine ausreichende Versorgung mit Vitamin D zu sichern.

AUTOMATISCHE PARAMETRISCHE BESCHREIBUNG VON BODENDENKMALEN (DENNIS ELSCHEN, BETREUER: FRANK THIEMANN)

Ziel der Arbeit war es ein Verfahren zu entwickeln, das aus Airborne Lidar-Daten für Objekte der Klassen Grabhügel, Bombentrichter und Köhlermeilerplateaus automatisch anschauliche Parameter wie Mittelpunkt, Radius und Höhe ableitet. Dazu sollten, ausgehend von der genäherten Position, einfache geometrische Modelle, wie z.B. eine Kugeloberfläche, an die originäre Laserpunktwolke durch RANSAC und Ausgleichung angepasst werden.

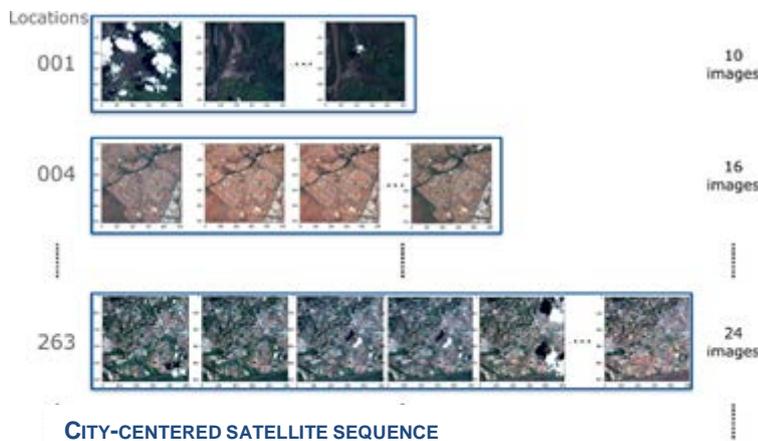


EINPASSEN EINER KUGELOBERFLÄCHE IN DIE PUNKTWOLKE EINES GRABHÜGELS

MASTERARBEITEN

FLOOD DETECTION FROM SATELLITE IMAGES USING DEEP LEARNING (SHUMIN TANG, BETREUER: YU FENG)

Floods destroy valuable resources and are one of the main threats to human life and property. Flood detection can protect lives and property by providing timely damage assessments. MediaEval is a benchmark that presents challenges in multimedia retrieval. In this thesis, methods were presented for the MediaEval 2019 task City-centered satellite sequences, which is aiming to detect flooding in time-based satellite image sequences. We proposed two Deep Learning methods that have been tried during the experiment – Siamese CNNs and CNN LSTM. By Siamese CNNs, a pair of images were put through two identical CNNs. The image pair was randomly chosen from one sequence. By CNN LSTM, CNN first extracts depth features from each individual image of the sequence. The sequential information among frame features is then learned through a LSTM network.



This model is very suitable for learning image sequences. Experimental results showed that Siamese ResNet is not suitable for detecting flooding events from satellite image sequences, but the CNN LSTM could do this kind of task precisely. Significant high accuracy was achieved in flooding events recognition using the proposed DenseNet LSTM method on the MediaEval 2019 Satellite Task dataset.

TRAVEL DELAY ANALYSIS USING VISSIM AND PATTERN RECOGNITION AT REGULATED JUNCTIONS (QINGYUAN WANG, BETREUERIN: STEFANIA ZOURLIDOU)

This thesis explores the travel time and travel delay at T- and four-way junctions under different regulator settings (yield/priority traffic signs and uncontrolled junctions), conducting experiments both with simulation



originated and real data. First this thesis uses VISSIM simulation software to estimate the delay and stop time at yield controlled and uncontrolled T- and four-way intersections. At the second part of the thesis, the same objective is being pursued by using real data. The core methodology to accomplish that is first to determine the dynamic range of the junction based on different movement patterns and then by using regression to estimate the travel time for crossing those locations. The results show that travel time differs across traffic regulators (yieldsign controlled, right-of-way rule) and junction type (T-junction, four-way junction type, one/two-lane road ways).

PATTERN RECOGNITION OF MOVEMENT BEHAVIOR FOR INTERSECTION CLASSIFICATION USING GPS TRACE DATA (JENS GOLZE, BETREUERIN: STEFANIA ZOURLIDOU)



A TRAFFIC LIGHT CONTROLLED JUNCTION SAMPLED FROM DRIVING TRAJECTORIES

The aim of this thesis is to classify different regulator types of traffic road intersections based on GPS trace data. To reach this aim a variety of features is calculated to describe the driving behavior at intersections. These are derived from the measured units of the GPS trace data that compose an individual's movement trajectory. Among other things, the influence of turning trajectories as well as the number of trajectories used for feature calculation on the overall accuracy were investigated. Additionally, various over-sampling methods were tested for overcoming the imbalance of the dataset. A Random Forest classifier trained to identify road regulation at junctions scored over 84% (accuracy score) at the various experimental settings been explored within the scope of the thesis work.

OPTIMALE ZUORDNUNG VON PUNKTWOLKEN MITTELS DEEP LEARNING (STEPHAN NIEHAUS, BETREUER: FLORIAN POLITZ)

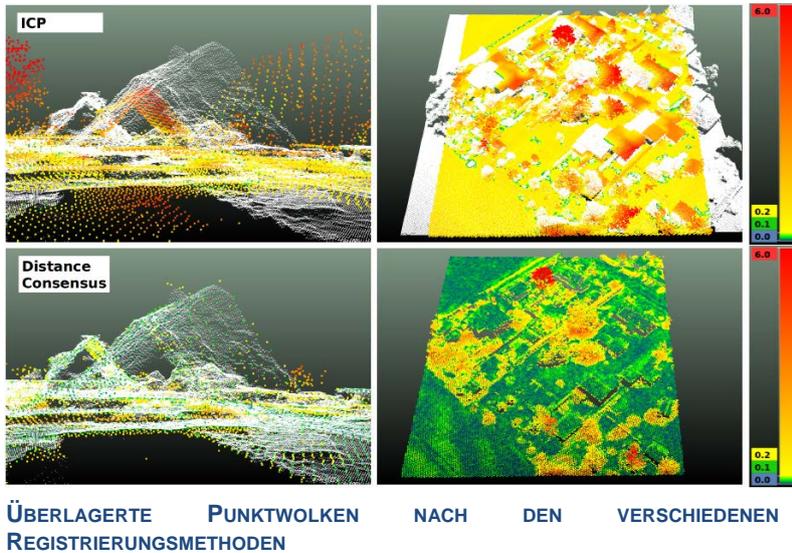
In dieser Arbeit wurde untersucht, ob sich luftgestützte 3D Punktwolken unterschiedlicher Herkunft registrieren lassen. Bei den Punktwolken handelt es sich um Punktwolken, die aus Airborne Laser Scanning (ALS) und aus Dense Image Matching (DIM) abgeleitet wurden. Sie enthalten zwar dieselben Objekte, besitzen jedoch unterschiedliche Eigenschaften, die sich besonders bei der Vegetation ausprägen.

Im Rahmen dieser Arbeit sollte untersucht werden, ob sich eine Registrierung unter Ausschluss der Punkte, die in beiden Punktwolken unterschiedlich dargestellt werden, verbessern lässt. Dafür wurden die Punktwolken zunächst manuell in „gute“ und „schlechte“ Punkte geteilt und dann ein ICP auf die „guten“ Punkte der Punktwolke angewendet. Die so erhaltenen Transformationsparameter der Registrierung wurden wiederum auf die Punktwolke mit allen Punkten angewendet. Anschließend sollte ermittelt werden, ob diese manuelle Einteilung automatisiert werden könnte. Dafür wurde ein Convolutional Neural Network für die Unterscheidung in gute und schlechte Punkte in verschiedenen Setups trainiert und getestet. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigten eine Verbesserung in der Registrierung von ALS und DIM Punktwolken. Eine automatische Klassifizierung in gute und schlechte Punkte für die Registrierung gelang jedoch nicht zu vollster Zufriedenheit und lässt Raum für weitere Folgearbeiten.

ROBUSTE REGISTRIERUNG VON LUFTGESTÜTZTEN PUNKTWOLKEN (JANNIK BUSSE, BETREUER: FLORIAN POLITZ)

Ziel der Arbeit ist die robuste Registrierung von luftgestützten Punktwolken, die aus Airborne Laser Scanning (ALS) und Dense Image Matching (DIM) abgeleitet wurden. Dafür wurde eine grobe, translative Registrierung mittels Maximum Consensus Schätzers entwickelt und mit einem Standard-ICP verglichen. Des Weiteren wurden verschiedene Methoden zur Ausdünnung der Punktwolken untersucht, die besonders die Punkte von Objekten, die in den beiden Punktwolken unterschiedlich dargestellt sind, reduzieren soll.

Eine grobe robuste Registrierung mittels Maximum Consensus Schätzer erwies sich als zielführend und lieferte deutliche Verbesserungen gegenüber einem Standard-ICP.



Eine Kombination zwischen Ausdünnung und ICP erzielte ähnlich gute Ergebnisse für eine Feinregistrierung der beiden Punktwolken. Besonders die Ausdünnung von Randpunkten, Wasserpunkten und Punktpaaren, dessen Punktdistanz größer als ein Schwellwert beträgt, erzielte in den untersuchten Gebieten eine Verbesserung der Registrierungsergebnisse.

A STUDY FOR STATE-OF-THE-ART DL METHODS FOR MIXED TRAFFIC TRAJECTORY PREDICTION (XIN XU, BETREUER: HAO CHENG, PROF. MONIKA SESTER, PROF. MARKUS FIDLER)



TRAJECTORY PREDICTION FOR MIXED TRAFFIC IN THE SHARED SPACE NEAR A TRAIN STATION IN HAMBURG

In recent years, with the increased availability of computational power and large-scale datasets, data-driving approaches, especially Deep Learning (DL) approaches, have been largely used for trajectory modeling. The performance for pedestrian trajectory prediction in crowded spaces has been improved year by year, such as the state-of-the-art Social-LSTM (Alahi et al., 2016) CVAE (Lee et al., 2017), and Social-GAN (Gupta et al., 2018). The goal of this master thesis is to apply such state-of-the-art DL approaches in a more challenging environment—shared space—for trajectory prediction with mixed traffic agents and compare their performance.

MULTI-PATH PREDICTION OF MIXED TRAFFIC TRAJECTORIES IN SHARED SPACES (XINLONG HAN, BETREUER: HAO CHENG, PROF. MONIKA SESTER, PROF. MARKUS FIDLER)

In shared spaces, road signs, signals, and markings are removed to allow mixed traffic directly interact with each other. The traffic engineer Reid defined it as a street encouraging pedestrian movement and reducing the dominance of vehicles without explicit traffic rules. All users have to follow informal social protocols and negotiation to use the road resources, and avoid any potential collisions. The lack of regulations makes interactions between multimodal road users more complex compared with conventional designs. With the availability of large scale datasets and the development of deep learning techniques in sequence modeling and prediction, deep learning approaches are widely used for trajectory prediction.

However, most of the approaches in trajectory modeling output a single deterministic prediction. Surrounded by a dynamic environment (other moving road users), a road user normally has more than one feasible choices under the circumstance he or she encounters. For example, a pedestrian can either choose to pass a stopped vehicle before or behind it. Instead of generating a single deterministic trajectory, generative models output multiple feasible trajectories. The most successful approach is Conditional Variational Auto-Encoder (CAVE). To this end, this master thesis aims at learning CAVE for multi-path prediction of mixed traffic trajectories in shared spaces.

SCENE CONTEXT-AWARE TRAJECTORY PREDICTION IN SHARED SPACE (RUI LIU, BETREUER: HAO CHENG, PROF. MONIKA SESTER, PROF. MARKUS FIDLER)



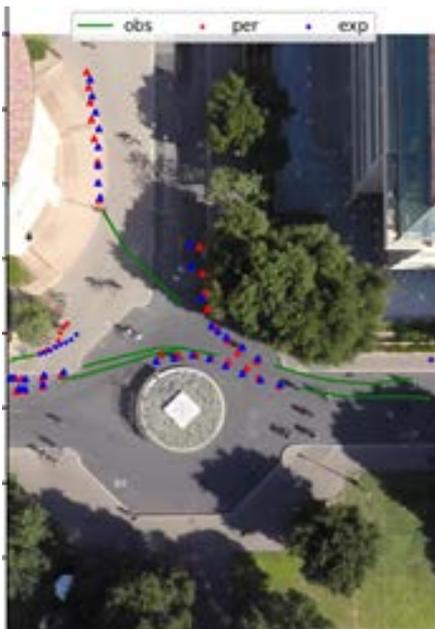
A SHARED SPACE NEAR A TRAIN STATION IN HAMBURG

In shared spaces, road signs, signals, and markings are removed to allow mixed traffic directly interact with each other. At a micro level, understanding how they behave and how we can foresee their behavior after a short observation time are crucial to intent detection and autonomous driving, and traffic management in shared spaces.

Nevertheless, due to heterogeneity of transport mode, dynamic environment, and various demographic attributes (e.g., age, gender, time pressure) of road users, modeling mixed traffic in shared spaces is of great challenge. In this project, we mainly focus on learning the impact of scene context of shared spaces on road users' behavior. The assumption is that the scene context of a given shared space may constrain certain patterns of behavior, which is crucial for estimating the feasibility of predicted trajectories. For example, vehicles normally have to stay on lanes, and vegetation and curbside may direct pedestrians and cyclists to certain paths. The main questions are how can we parse the scene context of shared spaces and how can we leverage this information to adapt predictions of trajectories accordingly.

RESIDUAL LEARNING FOR MIXED TRAFFIC PREDICTION IN SHARED SPACE (YUHAO ZHANG, BETREUER: HAO CHENG, PROF. MONIKA SESTER, PROF. MARKUS FIDLER)

In recent years, with the increased availability of computational power and large-scale datasets, data-driving approaches, especially Deep Learning approaches, have been largely used for trajectory modeling. Nevertheless, predicting mixed traffic trajectories in shared space is not trivial. The decision of an agent (road user) for the next step not only depends on its own motion pattern (past trajectory and destination), but is also impacted by other agents in the vicinity (interaction). Helbing et al. call these factors repulsive and attractive effects. In order to capture these effects, Social LSTM (Alahi et al., 2016) and DESIRE (Lee et al., 2017) use a pooling layer to parse the interactions between the target agent and other neighborhood agents. However, the pooling layer is only based on the existence of the neighborhood agents within in a predefined interactive zone. According to the pooling mechanism, all the neighborhood agents within the zone give the same impact to the target agent. This might not be the case in reality, especially when those neighborhood agents interact with the target agent with different speed (acceleration), distance, and position. On the other hand, they either predict the distribution of the coordinates or directly predict the coordinates of a position at each time step, which is more difficult than



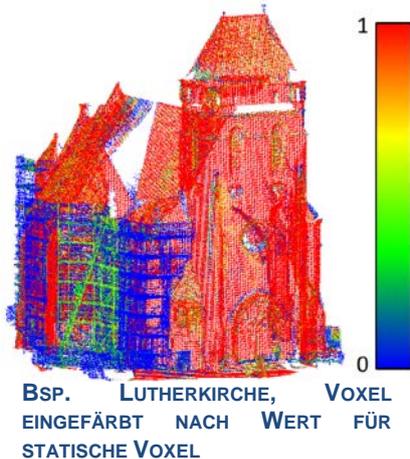
TRAJECTORY PREDICTION FOR PEDESTRIANS AND CYCLISTS IN STANFORD DRONE DATASET

predicting the displacement (residual) between two consecutive steps. To this end, Xu et al. propose to use an LSTM-based model for predicting the relative positions at each time step for a trajectory. Because a relative position can be regarded as speed. The LSTM-based model can extract speed and acceleration information directly from relative positions. This approach achieves better performance with less model complexity for pedestrian trajectory prediction (Xu et al., 2018).

The objective of this master thesis is to implement this model and extend it for mixed trajectories – not only pedestrians, but also cyclists and vehicles. The model will be trained using real-world data extracted from shared spaces with different space layout. Its performance will be evaluated by measuring the displacement errors between the predicted trajectories and true trajectories regarding agent's transport mode.

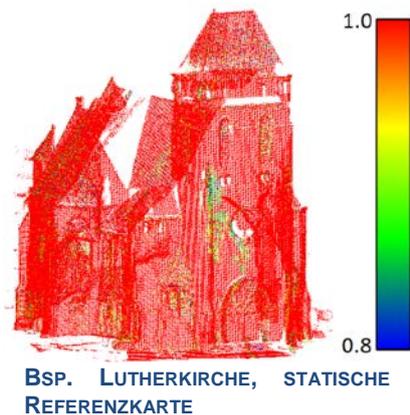
KLASSIFIKATION UND ÄNDERUNGSDETEKTION IN MOBILE MAPPING LIDAR PUNKTWOLKEN (MIRJANA VOELSEN, BETREUER: JULIA SCHACHTSCHNEIDER, PROF. CLAUS BRENNER)

3D-Modelle der statischen Umgebung zu erstellen, ist eine wichtige Aufgabe für das Voranbringen von Fahrerassistenzsystemen und dem autonomen Fahren. Hierzu stehen in dieser Arbeit Mobile Mapping LiDAR Punktwolken aus 14 Messepochen zur Verfügung, die mit Hilfe eines Voxel Grids zu einer Referenzkarte weiterverarbeitet werden.



Der Ablauf der Datenverarbeitung folgt den folgenden Schritten: Segmentierung der Punktwolken mit Hilfe von Region Growing, Berechnung von Merkmalen für jedes Segment, Erstellung von Trainingsdaten, Klassifikation der Segmente mit Random Forest in acht Klassen, Eintragen der Klassen in die jeweiligen Voxel, Erstellung einer statischen Referenzkarte und Heatmaps für dynamische Objekte.

Die Klassifikation erreicht eine Genauigkeit von 94% mit den folgenden acht Klassen: Fassade, Kfz, Person, Stange/Pfosten, Zaun, Verkehrszeichen, Fahrrad und Vegetation. Insgesamt liefert die Kombination der Klassifikation der Segmente mit dem anschließenden Eintragen der Klassen in ein Voxel Grid gute und brauchbare Ergebnisse. Die statische Referenzkarte kann bspw. in Navigationsgeräten verwendet werden.



Auch die Heatmaps veranschaulichen deutlich die Bereiche, in denen die ausgewählten dynamischen Objekte häufig vertreten sind. So sind in der Heatmap für Kfz die Parkstreifen an den Straßenrändern und auch gut besuchte Kreuzungen deutlich zu erkennen. In der Heatmap für Personen und Fahrrad(-fahrer) werden vor allem Bereiche vor Geschäften und Cafés hervorgehoben, was den Erwartungen entspricht.

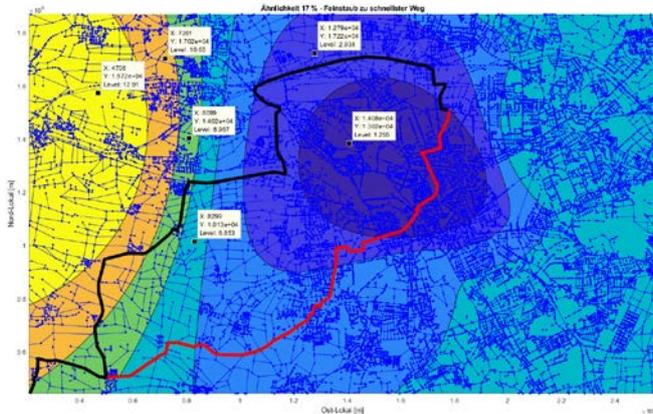
ENTWICKLUNG VON UMWELTGERECHTEN UND STAUVERMEIDENDEN ROUTINGALGORITHMEN MITTELS VERKEHRSSIMULATIONEN (CHRISTIAN HARTBERGER, BETREUER: STEFAN FUEST)

Aufgrund des ständig wachsenden Verkehrsaufkommens in städtischen Umgebungen und damit aufkommender Probleme wie eine erhöhte Luftverschmutzung, spielen Umwelt-orientierte Ansätze zur Erreichung einer besseren Stadtverträglichkeit des Verkehrs eine immer wichtigere Rolle. Diese Arbeit befasst sich mit der Entwicklung von umweltgerechten Routing-Ansätzen basierend auf dem A*-Algorithmus, sowie deren Validierung im Rahmen von Verkehrssimulationen.

Der erste Ansatz bezieht Sensor-basiert Feinstaubwerte in die Routenplanung mit ein, um dem Nutzer eine möglichst gesundheitsschonende Route vorzuschlagen. Hierbei wird ein Kompromiss zwischen der vom Fahrer üblicherweise bevorzugten "schnellsten Route" und einem Beitrag zur Umweltverträglichkeit, gemacht. Ein weiterer Ansatz beschreibt einen Algorithmus auf Basis eines Fahrzeugmodells, welcher den Energieverbrauch senken soll. Der dadurch erwartete Effekt der Kraftstoffeinsparung soll die damit

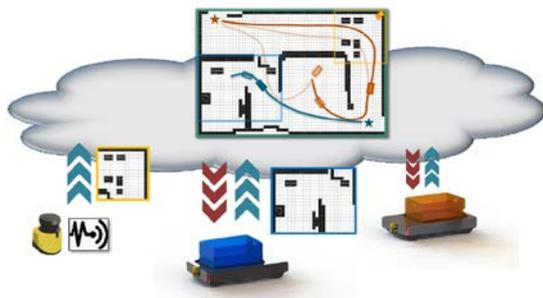
zusammenhängenden Emissionen senken, insbesondere Kohlenstoffdioxid, aber auch eine Kostenersparnis erzielen.

Die Routingalgorithmen stellen Kompromisse zwischen der schnellsten Route und den Zusatzeffekten Feinstaubbelastung und Energie-minimierung dar. Dadurch ergeben sich für den Fahrer z.T. unkonventionelle, aber den geforderten Kriterien entsprechend, logische Routen. Die Abbildung zeigt zwei Routen-Optionen, wobei die schwarz gefärbte Strecke dem "schnellsten Weg" entspricht und die rot gefärbte Strecke als Ergebnis des "Feinstaub-Minimierungs-Algorithmus" berechnet wurde. Die farblich markierten Gebiete entsprechen der interpolierten Feinstaubbelastung (gelb = hohe Werte, dunkelblau = niedrige Werte). Sofern sich das Ziel nicht in einem von Feinstaub belasteten Gebiet befindet, wird dieses immer möglichst umfahren.



SCHNELLSTER WEG UND "FEINSTAUB-MINIMIERUNG" IM VERGLEICH

DEVELOPMENT OF A CLIENT-SERVER MODULE FOR COOPERATIVE MULTI-ROBOT LONGTERM MAP REGISTRATION (JIANG LIWEI, BETREUER: TOBIAS ORTMAIER (IMES), CLAUD BRENNER, STEFFEN BUSCH (IKG), PHILIPP SCHNATTINGER (FRAUNHOFER IPA))



SCHEMATIC ILLUSTRATION OF COOPERATIVE NAVIGATION SYSTEM FROM A "SURVEY OF MAP MERGING TECHNIQUES FOR COOPERATIVE-SLAM"

Nowadays a big amount of robots are used in production and logistic. Due to the large working environment, dynamic objects (e.g. humans or other robots), and semi-static objects (e.g. machine and furniture), a high performance navigation system is required. But only to focus on the high performance long term SLAM on single robot is not enough to guarantee the flexible and accurate performance of whole robot fleet in large changing environment. So, besides the efficient long term SLAM on single robot, considerable attention has been paid to the

cooperative SLAM. In cooperative SLAM, through a central Map-Server, the robots can exchange their maps, which contain observed dynamic changes. In this work, a central Map-Server for cooperative SLAM has been developed to realize the accurate map exchange between two agents (a mobile robot and a static sensor). The agents uploaded their individual maps to Map-Server and these maps were first registered with the global map of Map-Server and then the contained dynamic changes inside would be integrated into the global map of Map-Server.

KLASSIFIZIEREN UND DETEKTIEREN VON VERKEHRSTEILNEHMERN MITTELS NEURONALEN NETZEN UND ACTIVE SHAPE MODELLEN (XIAOYU JIANG, BETREUER: BODO ROSENHAHN (TNT), CLAUD BRENNER, STEFFEN BUSCH (IKG))

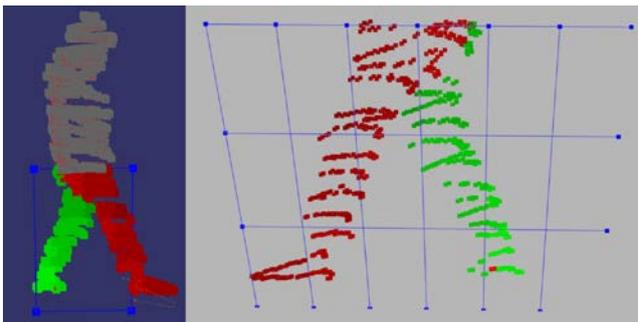
Autonome Fahrzeuge interpretieren ihre Umgebung auf Grundlage ihrer Sensordaten. 360° Laserscanner bieten dabei umfassende und hoch genau Informationen über die Entfernung zu Objekten. Die Vorhersage des



TIEFEN- UND INTENSITÄTSWERTE MIT ERKANNTEN KLASSEN: LKW, AUTO, RADFAHRER UND FUGGÄNGER

Verhaltens von Verkehrsteilnehmern unterscheidet sich zwischen PKWs, LKWs/Bussen, Radfahrern und Fußgängern. Die exakte Position der verschiedenen Verkehrsteilnehmer ist dabei abhängig von ihrer Ausrichtung und ihren geometrischen Ausmaßen. Active Shape Modelle bieten die Möglichkeit, den Mittelpunkt der Objekte durch die Schätzung von deformierbaren Modellen, auf der Basis von CAD-Plänen und unter Berücksichtigung ihrer Ausrichtung, zu schätzen. Diese Arbeit ist Teil des Automatisierungsprozesses, um aus Daten des täglichen Verkehrs spurgenaue Karten zu erstellen. Dazu werden Verkehrsteilnehmer klassifiziert und ihre exakte Position in komplexen Kreuzungs-Szenarien bestimmt. Die Verkehrsteilnehmer werden mittels eines neuronalen Netzes detektiert und klassifiziert und anschließend unter Verwendung von Active Shape Modellen exakt positioniert.

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



ERKENNUNG DER START-BEWEGUNG IM LASERSCANN

Vor dem Hintergrund der Sicherheit im Straßenverkehr wird im Folgenden ein Algorithmus vorgestellt, der auf Basis von Punktwolken eine möglichst genaue Vorhersage über die zukünftige Position von Fußgängern trifft. Ein Kernelement ist dabei, den aktuellen Bewegungszustand der Fußgänger über einen Random Forest zu klassieren. Dabei steht vor allem eine frühe Detektion von Wechseln

zwischen einzelnen Zuständen im Fokus. Zur Klassierung fließen unter anderem Informationen über die Körperhaltung als Merkmal ein, die durch eine Abstandsanalyse der Punkte einer Wolke zu enthaltenen lokalen Ebenen gewonnen werden. Die Schätzung von Position und Dynamik der Fußgänger über ein Interacting Multiple Model Kalman Filter bildet das zweite Kernelement. Mittels Kombination von Filterlösung und Klassierung wird abschließend eine Vorhersage über die zukünftige Position eines Fußgängers getroffen. Es wird gezeigt, dass die Genauigkeit dieser Schätzung die Genauigkeit einer Vorhersage, die ausschließlich auf der Filterlösung beruht, übertrifft.

BACHELORARBEITEN

UNTERSUCHUNGEN ZUR ORTHOPHOTOBERECHNUNG IN NAHBEREICHSPROJEKTEN (AMIR CHOUK, BETREUER: MANFRED WIGGENHAGEN)

Gegenstand dieser Arbeit war es, die Fassade des Wilhelm-Busch Museums ohne störende Gegenstände wie Autos oder Laternen im Vordergrund darzustellen. Dafür sollten verschiedene Kombinationen von digitalen Bildverbänden untersucht werden, um herauszufinden, welche Lagegenauigkeit die daraus berechneten Orthobildmosaiken aufweisen würden. Über Kontrollpunkte an der Fassade konnte nachgewiesen



ORTHOBILDMOSAIK DES WILHELM-BUSCH MUSEUMS

werden, dass aus gering aufgelösten Videosequenzen (1920x1080 pix) Lagegenauigkeiten zwischen 9 bis 16 cm erreicht wurden. Bei hochaufgelösten Aufnahmen (5472x3648 pix) lag die Lagegenauigkeit bei 2 bis 7 cm.

ANALYSE VON HANDSCANNERN ZUR DEFORMATIONSERMITTLUNG BEI CRASHVERSUCHEN (NIKLAS KIRCHNER, BETREUER: MANFRED WIGGENHAGEN)

Die in dieser Arbeit untersuchten Handscanner dienen der Digitalisierung von Objekten in der Fahrzeugentwicklung, im speziellen der Fahrzeugsicherheit bei der Volkswagen AG, Wolfsburg. Durch die flächenhafte Vermessung mit Handscannern und der Rekonstruktion der Messdaten zu einem Oberflächenmodell ist ein flächenhafter Vergleich zwischen Simulationsmodellen und dem Messobjekt möglich. In dieser Arbeit wurden Untersuchungen mit den Handscannern F6 SR und F6 Smart von Mantis Vision durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten, dass der F6 SR für detaillierte Aufgaben im Nahbereich und der F6 Smart eher für großflächige Aufgaben



SCANNER DER FIRMA MANTIS VISION

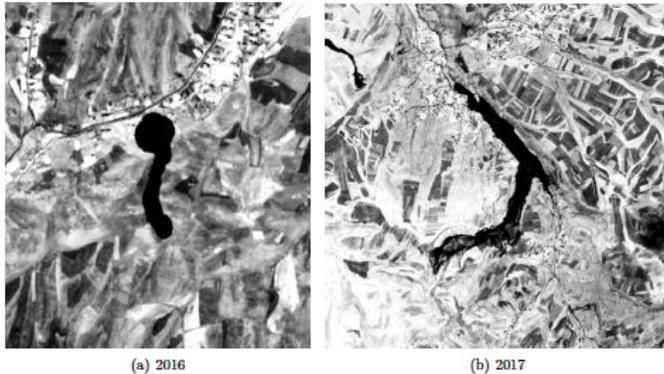
geeignet ist.

VERGLEICH ZWISCHEN KLASSISCHER TOPOGRAPHISCHER GELÄNDEAUFNAHME UND PHOTOGRAMMETRISCHER AUSWERTUNG VON UAS-AUFNAHMEN (TIMO KAMINSKI, BETREUER: MANFRED WIGGENHAGEN)

Die bildbasierte Befliegung mittels unbemannter Luftfahrtsystemen bietet eine kostengünstige Methode zur flächenhaften topographischen Geländeaufnahme. In dieser Abschlussarbeit wurde die Kombinationslösung aus GNSS und tachymetrischer Messungen einer bildbasierten Messung gegenübergestellt. Es wurde gezeigt, dass die Lagekomponenten X und Y nach der Bündelausgleichung um maximal $\pm 3\text{cm}$ von der tachymetrischen Aufnahme abweichen. Die Höhenkomponente Z wich in einem Bereich von maximal $\pm 4\text{cm}$ ab. Für eine topographische Geländeaufnahme können bildbasierte Auswertungen mit als Ergänzungslösung vorgesehen werden.

DETEKTION VON ERDRÜTSCHEN MITTELS HOCHAUFLÖSENDEN OPTISCHEN SATELLITENBILDERN (THIDO BEENING, BETREUER: SANAZ VAJEDIAN, MAHDI MOTAGH)

The thesis focused on developing methods for detecting landslides using Multi-Spectral (MS) optical imagery. Vegetation cover is an important factor



IDENTIFICATION OF TWO LANDSLIDES IN KYRGYZSTAN USING NDVI ANALYSIS OF SENTINEL-2 IMAGES

influencing the occurrence and movement of rainfall-triggered landslides, therefore any changes in vegetation cover often results in modified landslide behavior. By exploiting Landsat 8 and Sentinel-2 imagery, Thido Beening analysed changes in NDVI as a proxy for the site's vegetation density and greenness, and then developed a change detection algorithm to map the extent of landslides using NDVI time-series analysis.

MASTERARBEITEN

ACCURACY ASPECTS OF CAMERA BASED 3D RECONSTRUCTION IN AUTONOMOUS DRIVING (VAHID AGHAJANI, BETREUER: MANFRED WIGGENHAGEN)

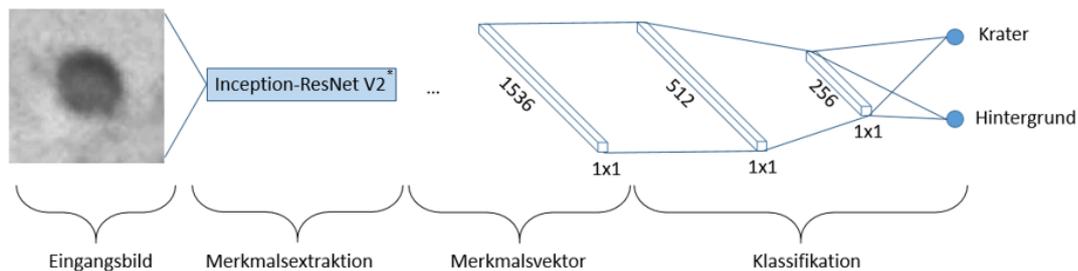
In den letzten Jahren wurden Fahrassistenz-Systeme und teilautomatisierte Systeme wie Spurerkennung, Parkassistent sowie Kollision- und Fußgängerwarnsysteme in viele Autos integriert. In dieser Masterarbeit sollte die erreichbare Genauigkeit eines Kamerasystems untersucht werden, welches speziell für Nutzfahrzeuge die Hinderniserkennung ermöglichen soll. In den Untersuchungen wurde festgestellt, dass die gängigen structure-from-motion Ansätze durch die Kombination mit einer Bündelblockausgleichung optimiert werden können. Für die Hinderniserkennung z.B. bei Durchfahrten wurde eine maximale Abweichung gegenüber den Kontrolldaten von 4 cm ermittelt.

UNTERSUCHUNG VON INTENSITÄTSMERKMALEN IN 3D PUNKTWOLKEN IM KONTEXT DER LOKALISIERUNG HOCHAUTOMATISCHER FAHRZEUGE (SARA BRAKEMEIER, BETREUER: MANFRED WIGGENHAGEN)

Automatisch fahrende Fahrzeuge benötigen eine präzise Kenntnis ihrer Position und Eigenbewegung. Die hochgenaue Eigenlokalisierung stellt in Umgebungen mit wenigen von Sensoren detektierbaren Elementen eine besondere Herausforderung dar. Ein Lösungsansatz für diese Problematik bietet die Feature-basierte Lokalisierung. In dieser Arbeit erfolgte die Implementierung eines Modells zur Generierung von Intensitätsbildern aus Punktwolken. Unter Beachtung der Szenenabhängigkeit und der Abhängigkeit von der Geschwindigkeit konnten exemplarisch Merkmalsbeschreibungen und Keypoint-Extrahierungen zur Lokalisierung innerhalb einer Karte umgesetzt werden.

ÜBERWACHTE DETEKTION VON BOMBENKRATERN IN HISTORISCHEN LUFTBILDERN MITTELS CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS (DOMINIC CLERMONT; BETREUER: CHRISTIAN KRUSE)

Die Folgen der Kampfhandlungen des letzten Weltkrieges sind auch heute noch gegenwärtig. Zahlreiche Fliegerbomben sind nicht explodiert und liegen verborgen im Erdreich. Das automatische Aufspüren solcher Blindgänger kann durch die Detektion von Bombenkratern angegangen werden: Von den Kratern kann auf eine potentielle Belastung durch Blindgänger geschlossen werden. In dieser Arbeit wird eine Methodik zur automatischen Detektion von Bombenkratern in Kriegsluftbildern vorgestellt. Dabei werden zunächst Kraterkandidaten aus einem Luftbild durch einen Blob-Detektor extrahiert. Anhand gegebener Referenzkrater kann für jeden Kandidaten überprüft werden, ob dieser tatsächlich einen Krater darstellt oder nicht. Kandidaten aus verschiedenen Bildern werden zu drei Datensätzen zusammengefasst. Diese Datensätze werden dazu verwendet, Convolutional Neural Networks (CNNs) im Rahmen eines Zwei-Klassen-Klassifikationsproblems zu trainieren, zu validieren und zu testen. Für die CNNs werden unterschiedliche Architekturen untersucht und miteinander verglichen. Außerdem wird die das Lernverhalten bestimmende Verlustfunktion der CNNs an die vorliegende Problematik angepasst. Ein trainiertes CNN kann damit zur Klassifikation von Kraterkandidaten verwendet werden. Die Kombination aus Extraktion von Kraterkandidaten und Klassifikation dieser Kandidaten kann somit zur automatischen Detektion von Bombenkratern genutzt werden.



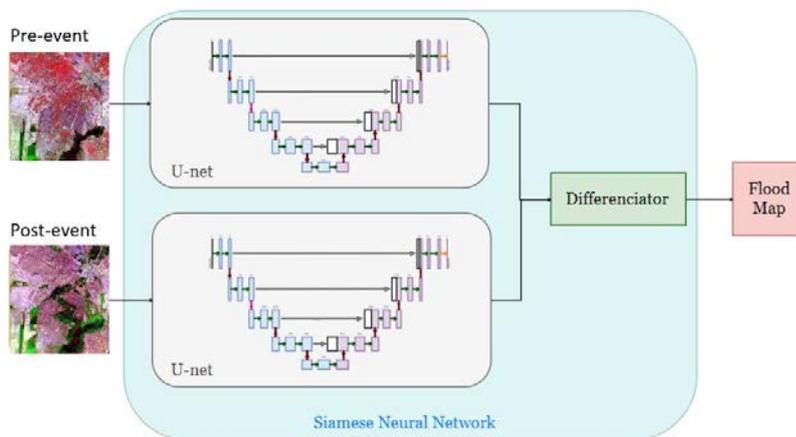
AUFBAU DES VERWENDETEN NEURONALEN NETZES

Die Abbildung zeigt den Aufbau des verwendeten Neuronalen Netzes. Ein Eingangsbild wird durch ein vortrainiertes Inception-ResNet V2 propagiert und anhand extrahierter Merkmale entweder als *Krater* oder *Hintergrund* klassifiziert.

FLOOD DETECTION WITH A DEEP LEARNING APPROACH USING OPTICAL AND SAR SATELLITE DATA (SARA EL AMRANI ABOU EL ASSAD, BETREUER: SANAZ VAJEDIAN)

This study presents an approach to automatically detect flood regions using satellite data. This proposed method is applicable to urban and bare soil areas. For this purpose, data from two sensors with different modalities are used. The first dataset is radar data acquired from Sentinel-1 A/B satellites that provide complex data in the two co- and cross-polarization (VV and VH). The second dataset is optical data acquired from Sentinel-2 A/B satellites that provide multispectral data of 13 bands ranging from visible to short infra-red parts of the electromagnetic spectrum. The use of radar data is advantageous given that it is independent of any kind of weather conditions, unlike optical data that are not able to acquire data in cloudy regions. Moreover, radar data can be useful for flood mapping because

water bodies appear as dark areas due to the backscattering effect of water. On the other hand, the water surface reacts differently in terms of reflection and absorption in different wavelengths from visible to shortwave infra-red. Therefore, multispectral optical data are able to recognize water bodies.



THE FIGURE REPRESENTS THE OVERALL STRUCTURES OF THE SIAMESE NEURAL NETWORK USED IN THIS STUDY. THE NETWORK IS COMPOSED OF TWO U-NETS THAT PERFORM SEMANTIC SEGMENTATION ON A CO-EVENT IMAGES PAIR AND A DIFFERENTIATOR TO CALCULATE THE OUTPUT OF THE FLOOD MAPPING MODEL.

Detecting floods in a fast and precise way is crucial as it helps in improving crisis management and consequently reducing damages to the natural disaster phenomenon. Deep neural networks are demonstrating improvement in their ability to handle big data to implement a variety of tasks such as object detection, change detection, and object classification. In this study, we use a supervised deep

learning network, which is considered as one of the latest trending methods in remote sensing, to map flood areas using radar and optical satellite data. Specifically, we use Siamese neural networks to detect the water bodies resulting from flood events by applying simultaneously semantic segmentation over pre- and post-event images to produce feature maps. The difference between the feature maps derived from pre- and post-event images reveals the flood region. The supervised proposed approach is trained using reference data that was created in this study using the optical and radar data of two different flood regions in Iran. Part of the data was kept for testing, and the results show that the developed methods could detect flood areas with an accuracy of around 94.67% using optical data and an accuracy of around 81%.

GEOMETRIEBASIERTE REGULARISIERUNG FÜR VERFAHREN DER DICHTEN BILDZUORDNUNG (MARK HÖLLMANN, BETREUER: MAX MEHLTRETTER)

Die Rekonstruktion von Tiefeninformation aus einem stereoskopischen Bildpaar ist eine klassische Aufgabe in der Photogrammetrie und der Minimalfall des bekannten „Structure-from-Motion“ Problems. Im Allgemeinen wird dies durch die Identifikation von korrespondierenden Bildpunkten realisiert. Diese Korrespondenzen können jedoch nicht in jedem Fall eindeutig bestimmt werden, was zu fehlerhaften Zuweisungen in der resultierenden Tiefenkarte führen kann.

Im Rahmen dieser Arbeit, wurde daher eine Methodik entwickelt, welche die Zuordnung von korrespondierenden Bildpunkten auf Basis von geometrischen Annahmen bezüglich der abgebildeten Szene unterstützt. Konkret wird der Suchraum der Zuordnungsoperation beschränkt und modifiziert, indem Informationen aus zuverlässig bestimmbar Korrespondenzen in der Nachbarschaft eines Bildpunkts mit einbezogen werden. Zudem wurde ein Konzept erarbeitet, mit dem die gewonnenen Informationen sinnvoll in den Prozess der dichten Bildzuordnung eingebracht werden können.

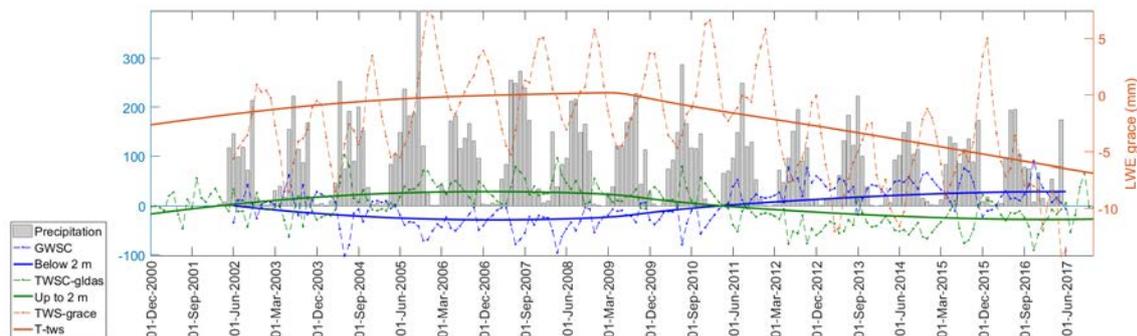
INVESTIGATION ON THE APPLICATION OF COLLABORATIVE VISUAL SLAM USING DYNAMIC GROUND CONTROL POINTS (YI HUANG, BETREUER: PHILIPP TRUSHEIM)

Die Positionierung ist eine der grundlegenden Aufgaben der Navigation. Gerade durch die Entwicklung im Bereich autonomes Fahren wird eine zuverlässige Positionierung immer wichtiger. Häufig verwendete Sensoren in diesem Bereich sind GNSS und IMU, aber auch Laserscanner und Kameras können zur Positionierung eingesetzt werden. Kameras haben den Vorteil, dass sie leicht und günstig sind und auch in Satelliten abgeschirmten Bereichen arbeiten können, sofern genug Licht gegeben ist. Frau Huang erhielt die Aufgabe, eine visuelle SLAM Anwendung zu implementieren, die anstatt statischer Passpunkte dynamische Passpunkte nutzt. Hierzu nutzte Frau Huang zunächst die Näherungswerte der ersten zwei Kamerapositionen, um eine Karte zu initialisieren. Anschließend wiederholte sie die folgenden Schritte: Zunächst berechnete sie die äußere Orientierung, hierzu nutzte sie die Beobachtungen der Passpunkte, die sie Zeitschritt-abhängig einführte, da ihre Position durch die Dynamik zeitabhängig ist und hat die Beobachtungen der bereits in der Karte befindlichen Festpunkte gewichtet anhand ihrer Genauigkeit. Anschließend aktualisierte sie die Karte, indem sie neue Punkte über räumlichen Vorwärtsschnitt initialisiert und bereits vorhandene Punkte über einen Kalman Filter verfeinert hat.

INVESTIGATIONS ON THE WATER BALANCE OF THE UPPER ARKAVATHY CATCHMENT, INDIA, USING REMOTE SENSING PRODUCTS (TEJAS KULKARNI, BETREUER: SANAZ VAJEDIAN, MATHIAS GASSMANN)

This study investigates the benefits and drawbacks remotely sensed products in detangling the socio-hydro dynamics leading to the drying up of Arkavathy River from 1970s in India. The methodology incorporates the assimilation of several products like GRACE, land surface model, groundwater levels and NDVI using the water balance equation to disassociate between the proximate drivers of change in the catchment. The results from long-term remote sensed precipitation and temperature datasets were found to be analogous to observed datasets in terms of showing no major trends in natural climatic driven drought to explain the decline of flows in the river. On the other hand, it was found that GRACE TWS did not capture deep ground water extraction in our area. The assimilation of GRACE with GLDAS still underestimates the groundwater storage changes and evapotranspiration induced by irrigated agriculture. To aggravate the scientific inquiry on groundwater stress, the study notes that even in-situ well data are also not representative of on ground reality in the highly stressed hard rock aquifers. Hence, it was concluded that neither remote sensing nor observational data are very skilful in these highly exploited aquifers and so other metrics need to be incorporated. Furthermore, an assimilation with the land use cover change analysis found that NDVI can a useful tool to understand irrigation dynamics, which can in-turn highlight human influences on water balance. Although this approach could disassociate human drivers, the assimilations were not accurate in the correct quantification of fluxes of the on-ground over-extractive usage. Overall, the use of remote sensing products has been effective to

differentiate between natural drought and human induced water scarcity in the catchment.



GROUNDWATER STORAGE VARIABILITY FOR UAC DERIVED FROM GRACE-GLDAS ASSIMILATION

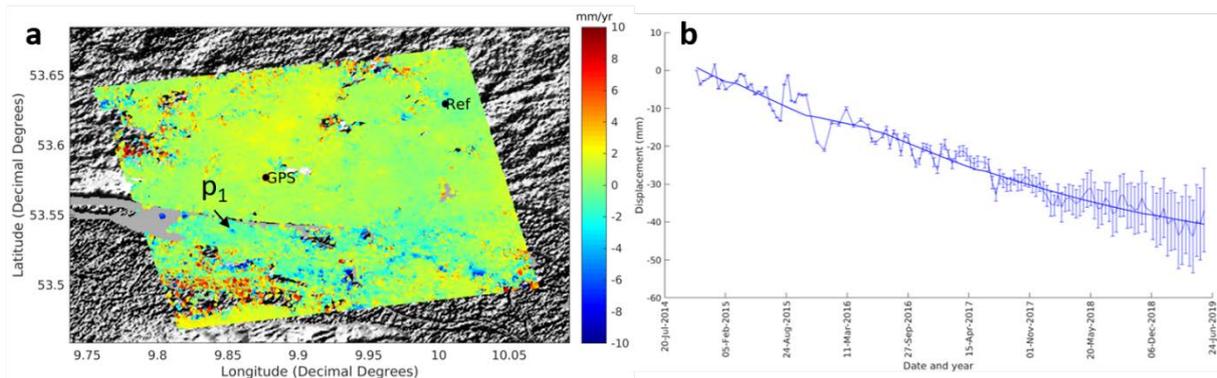
IMAGE SEQUENCE ANALYSIS USING ONBOARD-HIGHSPEED CAMERAS IN VEHICLE SAFETY TESTS (MEHRNOUSH MOHAMMADI, BETREUER: MANFRED WIGGENHAGEN)

Stationäre Kameras sind bei Fahrzeugsicherheitsversuchen seit Jahren im Einsatz und liefern präzise und zuverlässige Ergebnisse. Beschränkungen in der Sichtbarkeit während des Versuchs treten dann auf, wenn die Airbags sich öffnen und die zu messenden Dummyköpfe davon verdeckt werden. In dieser Arbeit wurde untersucht, wie ein Stereosystem aus Onboard-Kameras optimal im Fahrzeug eingebaut werden kann und welche 3D-Genauigkeiten sich damit erzielen lassen. Unter Einsatz eines dreidimensionalen Referenzkörpers konnte gezeigt werden, dass Restklaffungen nach der Ausgleichung von 2 mm erreicht wurden und das Stereosystem mit den Ergebnissen der stationären Kameras vergleichbar ist.

SUBSIDENCE MONITORING IN HAMBURG CITY USING ADVANCES INSAR TIME SERIES ANALYSIS (RAJALAKSHMI NARAYANSAMY, BETREUER: SANAZ VAJEDIAN)

Land subsidence monitoring is a prerequisite in this rapid evolution of urbanization and industrialization, especially in urban areas. Subsidence can be provoked by natural-anthropogenic activities which causing damages both economically and socially more than thousand hundreds of Euros in Germany over these years. As one of the largest metropolitan cities Hamburg has experienced rapid urbanization for the past few decades, due to immigration and development in many industrial sectors. The metropolitan city is a home to many sinkholes and has experienced micro earthquakes over these years. Monitoring such ground surface movement more precisely is possible through Interferometric Synthetic Aperture radar (In-SAR) and SBAS (Time series analyzing technique). Combining these two approaches allow us to generate the mean deformation velocity maps and displacement time series maps. For this study, Sentinel 1A satellite data was observed over a period of 2015-2019 for Hamburg area and the results from SBAS was validated with GPS /level data from three stations. A modified SBAS algorithm has been applied in this study which densifies the deformed pixel over in the decorrelated area when compared to standard method. This study concludes that by monitoring such deformation over a

time period through SBAS-InSAR technology helps as a tool for sustainable urban planning and development.



PART (A) OF THIS FIGURE SHOWS THE ESTIMATED VELOCITY MAP WITH A MAXIMUM RATE OF 10 MM LOCAL SUBSIDENCE. **PART (B)** ILLUSTRATES A TIME SERIES PLOT ONE OF THE LOCAL SUBSIDENCE AREA MARKED BY P1 IN THE VELOCITY MAP (A).

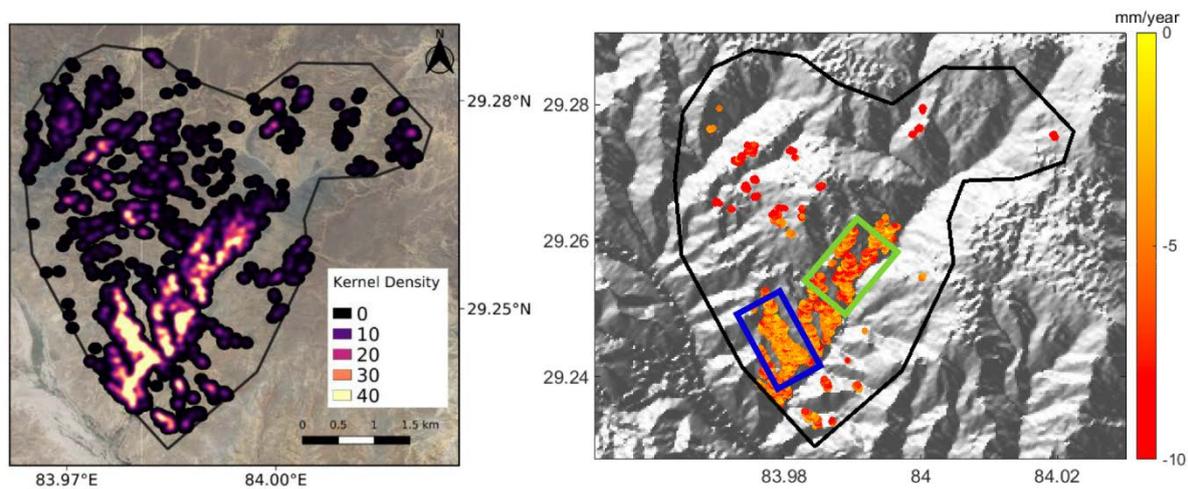
IMAGE BASED IDENTIFICATION OF VEHICLES FOR COLLABORATIVE AUTONOMOUS DRIVING APPLICATIONS (JIA NIU, BETREUER: MAX COENEN)

The collaboration and interaction between automated platforms as e.g. in autonomous driving environments will play an important role in the future, e.g. in form of interactive motion planning or collaborative positioning. To this end, vehicles will be able to communicate messages to share ego state information and sensor observations. To enable perceiving vehicles to make use of the transmitted information, the detection and identification of the transmitting vehicle can be necessary for several use cases. This leads to an association problem of sensor data based vehicle detections and nominal and/or parametrical vehicle descriptions provided in the communication messages. The problem of vehicle identification has been tackled in this master thesis on the basis of image sequences e.g. acquired by vehicle mounted cameras. The goal of this master thesis was the appearance based identification of vehicles from image sequences w.r.t. information provided in their communication messages.

To this end, a concept was developed to detect and identify vehicles based on their color and their vehicle type, which was inferred by the usage of a Convolutional Neural Network (CNN).

RADAR REMOTE SENSING OBSERVATIONS TO INVESTIGATE SLOW-MOVING LANDSLIDES (HASAN SHARIFI, BETREUER: MAHDI MOTAGH, SANAZ VAJEDIAN)

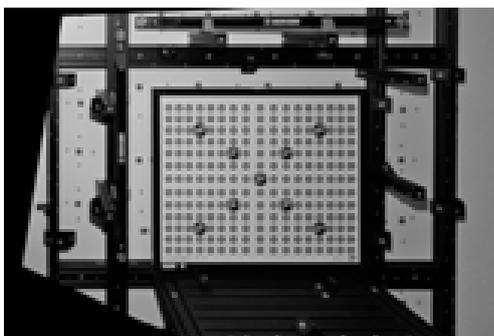
The northern part of Nepal is located on Himalaya Mountains and is prone to have a lot of rain-induced landslides. Assessing the kinematics of landslides in those areas is an important topic to better understand landslide processes and mitigate hazards associated with them.



THE FIGURE ON THE LEFT SHOWS THE KERNEL DENSITY ESTIMATION MAP OF HOTSPOT CLUSTERS IN A SLOW-MOVING LANDSLIDE. THE CLUSTERS WITH HIGH DENSITY HAVE BRIGHT COLOR. THE FIGURE ON THE RIGHT SHOWS THE SLOPE DISPLACEMENT MAP AFTER REMOVING THE LOW DENSITY CLUSTER OF POINTS

In this thesis the potential of SAR data for deriving the kinematics of slow-moving landslides in Annapurna range of the Himalayas close to the Nepal-China border was investigated. Both L-band SAR data from ALOS-1 satellite between the years 2007-2011 and C-band SAR data from Sentinel-1 satellite between 2014 and 2016 were analyzed using Persistent Scatterers Interferometry (PSI) technique to derive spatial and temporal pattern of ground deformation in line-of-sight (LOS) direction from the satellite to the ground. Then, a post-processing strategy was implemented to select the measurement points with higher sensitivity to the satellite's acquisition geometry, and the final results were classified using kernel density estimation into clusters of points to assess the behavior of slow moving landslides.

INVESTIGATIONS FOR INCREASING THE ACCURACY OF POINT-BASED PHOTOGRAMMETRIC MEASURING METHODS (SHI SHENGJIE, BETREUER: MANFRED WIGGENHAGEN)



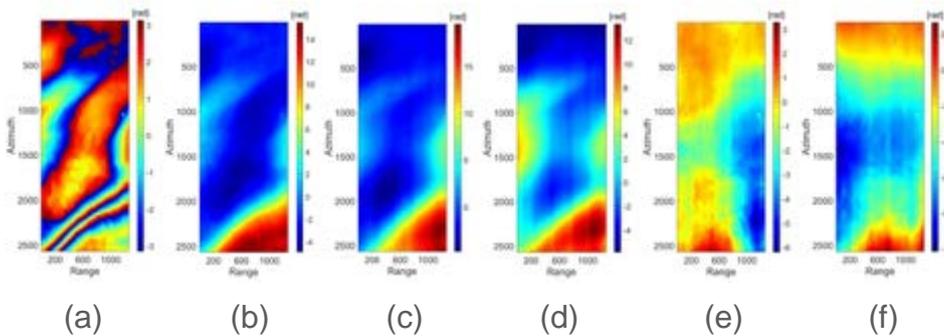
ENTZERRTES MESSBILD DES 3D - PRÜFFELDES

In dieser Arbeit wurde untersucht, wie die gängigen Verfahren zur dreidimensionalen Punktmessung in der optischen Messtechnik optimiert werden können. Hier spielten eine wichtige Rolle die automatisierte Punktmessung in digitalen Bildern, die Berücksichtigung von Linsenverzeichnungen der eingesetzten Kameras und die Korrektur von perspektivischen Verzeichnungen in den Rohdaten.

MITIGATION OF IONOSPHERIC ERRORS IN L-BAND INSAR OBSERVATIONS (ZHIYUAN WANG, BETREUER: MAHDI MOTAGH, SANAZ VAJEDIAN)

Ionospheric propagation delay is one of the most important error sources for low-frequency (L-band, wavelength 24 cm) spaceborne synthetic aperture radar interferometric (InSAR) measurements. In this thesis the performance of several correction methods to mitigate ionospheric errors in interferometric measurements including Residual Phase Removal (RPR), Amplitude Tracking (AT), and Multiple Aperture Interferometry (MAI) were investigated for a number of L-band interferograms made from both stripmap and scanSAR sensors.

Results showed a good ability of RPR method of removing ionospheric phase in ALOS-2 ScanSAR data covering the 2018 earthquake in Ecuador. The method is effective for slope shaped ionospheric phase along a large region. For small scale ionospheric phase distortions that show a relatively more complicated structure, however, both AT and MAI methods are more efficient than RPR. In contrast to MAI, which depends on the phase and thus coherence, the AT technique can be used even when the coherence of image pair is low.



IONOSPHERIC CORRECTION BASED ON AT AND MAI. (A) ORIGINAL INTERFEROGRAM, (B) UNWRAPPED ORIGINAL INTERFEROGRAM, (C) IONOSPHERIC PHASE CALCULATED BY AT, (D) IONOSPHERIC PHASE GENERATED BY MAI, (E) CORRECTED UNWRAPPED INTERFEROGRAM BASED ON AT, AND (F) CORRECTED INTERFEROGRAM BASED ON MAI.

EXKURSIONEN

GROSSE GEODÄTISCHE EXKURSION – SÜDDEUTSCHLAND

INTRODUCTION

The Geodetic Excursion as per the curriculum was an exposure trip to some multinational companies, big organizations and location of the field of study in some part of Germany. The tour program of Leibniz University Hannover was planned by our supervisors for five days. It was a journey from Hannover to the south of Germany (Stuttgart, Freiburg and Frankfurt). We covered almost all important places in between our journey. There are many valuable aspects to this field trip as we were able to understand the behavior and the environment in which a group of people are working together from different background and field of study. The excursion also allowed the students to be able to visit the countryside of Germany. Therefore, the students will be able to express their views, what they have experienced during this trip. The excursion also intended to add variety of information regarding their field of study, motivate them to be able to work in different environment, and get a little experience of what may come the future hold for us in the coming years. Our group was divided into small sub groups to whom a day was given to write a report on a field trip.

MONDAY, 07.10.19

In the morning, we visited Daimler AG in Sindelfingen. They are working on autonomous and safe driving. Therefore, they introduced us some related works of what they do. The idea of autonomous driving is to make our life better and easier than manual driving. The accuracy of autonomous driving depends on the surroundings. If a vehicle is in open space, then the accuracy will be higher as compared to the urban areas because of the multipath effect in the cities. Therefore, additional tasks have to be solved to get it to a more accurate level. Of course, they need map for the navigation of the car for instance where the road is going and where the junctions are. In normal map we get only road information but for autonomous driving we need more enriched map e.g. information per lane instead of per road. Another problem is the ambiguity of the scenes. One part of the world might look similar to the other part, so it is necessary to detect how similar two constellations are in the map. The technique being used at Daimler is called Geometric Hashing:

1. Hash table generation – Generation of n layers that contain information about local environment.
2. Ambiguity detection – Detection of the similar feature patterns by comparing all layers of the hash table and extraction of ambiguity constellations.

These two steps allow for the anticipation of consequential errors due to incorrect feature associations. Besides, they also gave us an overview of some other hot topics in the researching area of autonomous driving, e.g. sensor compatible representation, landmark generation, Graph SLAM etc.



In the afternoon, we went to Trimble Inpho in Stuttgart. Their first presentation gave us a brief introduction to the history of Trimble. It is an American company, which is famous and active in the field of geodesy and navigation. Trimble Inpho is a subsidiary and specialized in creating 3D models from images. After that, three activities with different focus were held

separately in small groups:

1. Engineering – In this part some relevant skills and technical prerequisite for working as a software engineer were discussed.
2. Stereo station – In this part they demonstrated a 3D photogrammetric product to us. Using 3D glasses, we could see the stereo surface model in screen and also do some measurement.
3. Supporting – We asked them some questions on how to contact with technicians when we have got some problems in the software.



After that, the last presentation provided us some insights into mobile mapping and the Trimble MX9 system.

TUESDAY, 08.10.19

On the second day, we went to a field trip to visit several major undergoing projects in Stuttgart city. One of them was called STUTTGART INNENENWICKLUNGSMODELL. This project was delivered by one of the members of the organization. In this project, a concept of new city was coming up in the outskirts of Stuttgart. Due to the population increase in the

last 5 years, the government decided to build new housing federations outside Stuttgart. It will be innovative, developed and lot of facilities will be included to make it more modernized. This part of the city will be constructed by replacing the old railway station and some of the old monuments. We also visited the EUROPA CENTER in the heart of the city. It was also one of the projects that was completed in the recent year.



After that, we visited one of the attractive places in Stuttgart known as CONTAINER CITY. The organization, which started this concept was known as KUNSTVEREIN WAGENHALLE. The city was redeveloped from the beginning of 2017 for a period of at least one year. Container City is used as an interim attendant by fifty artists and cultural professionals from all disciplines during the refurbishment of the wagon hall. A planning team from the Kunstverein has developed and realized the project together with the artists and in cooperation with Stuttgart city. Over 100 containers, two wagons and other temporary architectures are set up. The containers are used as studios, rehearsal rooms and offices. This city project of the Kunstverein Wagenhalle also serves as an open platform for residents and guest artists. Every once a week various exhibitions, lectures, performances, film screenings and workshops take place in this city. The outer surfaces are used by the artists as workshops and open-air studios for the purpose of art production. The marketplace is the central meeting place of the small town. Here one can exchange ideas, relax and work together on outdoors projects.



As we started to end our journey, we were lucky to pay a visit to one of the biggest undergoing projects in Stuttgart called STUTTGART 21. This railway project will connect not only the inner city parts but it also links the rest of the neighboring countries. The project will open up unique urban development opportunities in Stuttgart. This will create more green space, new housing complex and jobs opportunities in the city. At the end, we were accompanied by one of the members of the project on the site where

the railway station construction was undergoing. We were given orders not to enter without the safety equipments, which were provided at the project. In the end, it was a tiring day for all of us because we walked a lot at the constructed site but every moment of that trip was really worth it.

WEDNESDAY, 09.10.19

Due to the cancellation of our tour at Black Forest observatory, Prof. Dr.-Ing. habil. Monika Sester arranged a meeting with her sister Mrs. Barbara Sester, who is the manager of Badischer Landwirtschafts-Verlag GmbH.



Mrs. Sester showed us the office of Badischer Landwirtschafts-Verlag GmbH, which is made of wood that is taken from the Black Forest. There is only one concrete wall in the whole building. The building is made of wood and is covered with glass, so the wood is not

damaged. She also showed us the magazines that are printed and sent to the farmers. Later she also informed us about the issues faced by farmers, and how they are working on their magazines and newsletters to the other farmers.

After the meeting, we went around the Freiburg city. We tasted some local wine and cuisine of Freiburg. There was a market by the farmers around the Freiburger Münster, which had fresh farm products.

After the city tour, we went to Rothaus Beer Brewery. We had a 90-minute brewery tour to have a glimpse behind the scene of a brewery process. The tour consisted of an entertaining multimedia show, after which the Sudhaus, the storage cellar and finally the bottling facilities were shown to us. The tour guide shared background information about the brew masters' labor and craftsmanship, as well as the mechanically refined processes within their innovative facility. After the tour we had a Tannenzäpfle in the Zäpflebar.



THURSDAY, 10.10.19

On Thursday, we visited Fraunhofer Ernst-Mach-Institut (EMI) for High-Speed Dynamics in Freiburg. They gave us insightful presentations on these four topics:

1. Human models in crash research:

Firstly, materials are in the focus of research in crash application to determine safety measures and human muscle stiffness when accidents have happened. Humans have to be protected in a variety of possible accident scenarios. For the safety evaluation of various load scenarios, increasingly human models are used in the automotive sector.

2. 3D printing of heavy metals:

Additive manufacturing (3D printing) has developed rapidly in recent years and is increasingly used for small batch production in industry, due to a wide variety of applications. This 3D printing can offer different products which convention machines.

3. ERNST - Technology Development for the New Space:

With the ERNST nanosatellite, Fraunhofer EMI is developing its own modular platform to demonstrate the performance of this satellite class and also to exploit the dynamics of the small satellite market. ERNST, which measures only 236 by 236 by 340 cubic millimetres and weighs 20 kilograms, includes a cryogenic cooled infrared detector for observing rocket launches, a camera for earth observation in the visible range, and a radiation detector developed by Fraunhofer INT.

4. EMI on the side of ESA and NASA:

In 2018, they started the camera screenings that were performed on the Columbus module of the International Space Station ISS. For the first time since the docking ten years ago, the screenings included impact craters of space debris and micrometeoroids on the module protection cover. From these images, Fraunhofer EMI and its project partners want to find more detailed information about the population of space debris.



Afterwards we went to the Schluchsee Dam. The Schluchsee is a reservoir lake in the district of Breisgau-Hochschwarzwald, southeast of the Titisee in the Black Forest near Freiburg in Breisgau, Ger-

many. It has three individual reservoirs. The first one is the main one at 966.5m height and the second one is at 736.5m height. From there, water will be used in a powerplant. The third reservoir is used for storing the used water at 310.8m height. By using revers pumping they send water again 1000m high.



FRIDAY, 11.10.2019

On Friday 11.10.2019, we visited the Federal Agency for Cartography and Geodesy, which is located in Frankfurt, we attended a presentation consisting of three topics.

General orientation and introduction by the deputy head of the Department of Geoinformation: The introduction included information about BKG. The Federal Agency for Cartography and Geodesy is the central service provider of topographic data, cartography, and geodetic reference systems for the German government. It consists of two main departments aside from the Administration department.

Geodesy Department

BKG's department of geodesy supplies, maintains, and updates the reference systems. Gravity measurements, earth rotation and measurements in addition to those supplied by international partners. For example, the Geodetic Observatory Wettzell, located in the Bavarian Forest, uses satellite navigation systems (such as GPS and Galileo), as well as laser ranging to the moon and other satellites, and radio-telescopic measurements to far-off radio source stars (quasars).

Geoinformation Department

Generally responsible for:

- Printed and digital topographic maps
- Digital information systems
- Geo-services such as WebAtlasDE
- Digital landscape models representing the artificial and natural features of a given landscape, such as settlements, transport routes, water bodies, and land cover

- Digital terrain models representing the height and shape of the earth's surface, which may be used in the planning of transportation projects or for the simulation of flooding scenarios
- Internet and smartphone applications that may be used to model three-dimensional terrain

Internal Tasks of the BKG: this topic was about the international activities of BKG as an active player in the international field of Geodesy and Geoinformatics.

Through two main examples; as European example was Eurogeographics Association for National Mapping and Cadaster Agencies NMCA, BKG is sharing by knowledge exchange with other parties in Europe through Eurogeographics Association, sharing products like Euro-boundary map, topographic data sets in medium and small scale and final product is the elevation model for Europe. The other example was geospatial data management through United Nations, the protocol named GGIM Global Geospatial Information Management. BKG is sharing in 2023 program of the United Nations, which contains 17 sustainable goals and there should be measurement and monitoring for those goals achieving process and for that United Nations needs a lot of statistical Geoinformation and geospatial information which is provided by BKG.



PROJEKTSEMINARE IM STUDIENGANG GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK

BODENRICHTWERTERMITTLUNG UND ÜBERPRÜFUNG DER BODENRICHTWERT-ZONEN FÜR DEN INNEREN CITY-RING HANNOVERS

BETREUER: JÖRN BANNERT, WINRICH VOß

Ziele des zweisemestrigen Projektseminars (Sommersemester 2018 und Wintersemester 2018/19) waren die Überprüfung der derzeitigen Bodenrichtwertzonen und ggf. Neuzonierung sofern erforderlich sowie die Bestimmung der Bodenrichtwerte in der Innenstadt Hannovers um den Bereich Kröpcke. Die Bearbeitung dieses Projektes fand in enger Zusammenarbeit mit dem Gutachterausschuss für Grundstückswerte (GAG) Hameln-Hannover statt.

Grundlage bildete eine detaillierte Datenerfassung der Studierenden: Hausumringe, Grundstücksgrenzen, Gebäudenutzung, Stockwerke der Gebäude, Berechnung der Geschossflächenzahl (GFZ), minimale und maximale Geschäftsmieten im Erdgeschoss sowie eine Passantenfrequenzzählung. Darüber hinaus wurden Experteninterviews durchgeführt.

Der erste Arbeitsschritt bestand in der Überprüfung der bestehenden Zonierung. Auf Grundlage der erhobenen Daten haben die Studierenden eine Neuzonierung durchgeführt und diese in Experteninterviews verifizieren lassen.

Auf Grundlage der neuen Bodenrichtwertzonen erfolgte die Bestimmung der Bodenrichtwerte mittels Lagewertverfahren. Hierzu definierten die Studierenden einen Zielbaum: 75% Investmentpotenzial (weitere Unterteilung in Beliebtheit [20%], Gebäudenutzung [25%] sowie Miete [55%]) und 25% Nachbarschaft (weitere Unterteilung in städtebauliche Situation / GFZ [35%], Verkehrsanbindung [20%], Einrichtungen [20%] sowie Zustand [25%]).

Die Kalibrierung erfolgte durch Kauffälle aus der Kaufpreissammlung für ausgewählte Zonen. Durch die Lagewerte konnte für alle Zonen ein Bodenrichtwert bestimmt werden. Dieser wurde durch Anwendung des Mietlageverfahrens verifiziert.

Die erarbeiteten Ergebnisse dienen als Arbeitsgrundlage für die Bestimmung der Bodenrichtwerte des GAG Hameln-Hannover zum Stichtag 01.01.2020.

Studierende: Charles Atakora, Dietlinde Dierks, Lakshman Krishnan, Enite Patrick Omereshone, Johannes Rothert

HIERARCHICAL B-SPLINES FÜR TERRESTRIAL LASER SCANNER

BETREUER: GAEL KERMARREC, HAMZA ALKHATIB

Ziele des zweisemestrigen Projektseminars (Sommersemester 2019 und Wintersemester 2019/20) war die Implementierung von hierarchical B-splines Algorithmus für Beobachtungen von Terrestrial Laser Scanner.

Das terrestrische Laserscannen (TLS) wird in vielen Ingenieurdisziplinen eingesetzt. Beispiele hierfür sind Mobile Mapping, Architekturvermessung, Archäologie sowie Überwachungsmessungen. Eine Möglichkeit zur Verarbeitung von Punktwolken mit dem TLS besteht in der Verwendung

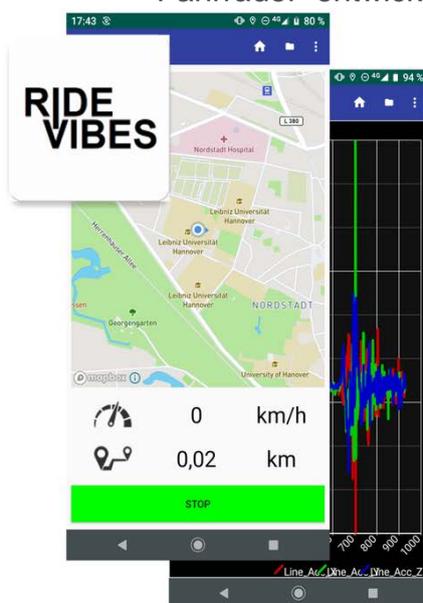
kommerzieller Software wie CloudCompare (www.cloudcompare.org/), 3DReshaper (Hexagon Metrology) oder Geomagic Studio (3DSystems). Eine zweite Möglichkeit ist die Approximation der Punktwolken mit vordefinierten geometrischen Objekten oder allgemeineren mathematischen Kurven / Flächen unter Verwendung von B-Splines-Funktionen. Letztere bieten einen sehr flexiblen Rahmen und sind in der Ingenieurgeodäsie zunehmend beliebt. Die Approximation basiert auf der Bestimmung von sogenannten Kontrollpunkten, die mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate (MkQ) geschätzt werden. Wenn ein normaler Ansatz mit MkQ verwendet wird, wird der Abstand zwischen den verstreuten und verrauschten Punktwolken global minimiert. Diese Strategie erlaubt es nicht, kleine Details auf der Oberfläche zu erfassen, und beeinträchtigt die Erfassung und Prüfung der Verformung mit der mathematischen Approximation. Eine Möglichkeit, diesen Nachteil zu beheben, besteht in der Verwendung der hierarchischen B-Splines. In diesem Projektseminar haben die Studierenden das Konzept der lokalen „mesh refinement“ implementiert und anhand von Beobachtungen einer historisch gemauerten Bogenbrücke über den Fluss Aller bei Verden in Deutschland gezeigt, wie hierarchische B-Splines für reale Daten verwendet werden können.

Studierende: Jan Hartmann, Knut Hartmann, Lixian Chen, Hannes Faust, Reza Besharat, Gad Samuel

RIDE VIBRATIONS

BETREUER: UDO FEUERHAKE, OSKAR WAGE, CHRISTIAN KOETSIER

Das Fahrrad als alltägliches Fortbewegungsmittel wird immer beliebter. Doch viele Städte sind darauf noch nicht ausreichend eingestellt. Fahrradwege fehlen, enden plötzlich oder sind schlecht gepflegt. Wo Fahrradwege verlaufen, können Radler meist aus gängigen Kartendiensten ableiten. Wie schnell und wie bequem sie auf diesen Wegen ans Ziel gelangen, aber nicht. Daher wird von Studierenden in dem IKG-Projektseminar „Ride Vibrations“ eine spezielle Navigationsanwendung für Fahrräder entwickelt, die komfortable Alternativrouten bereitstellen soll.

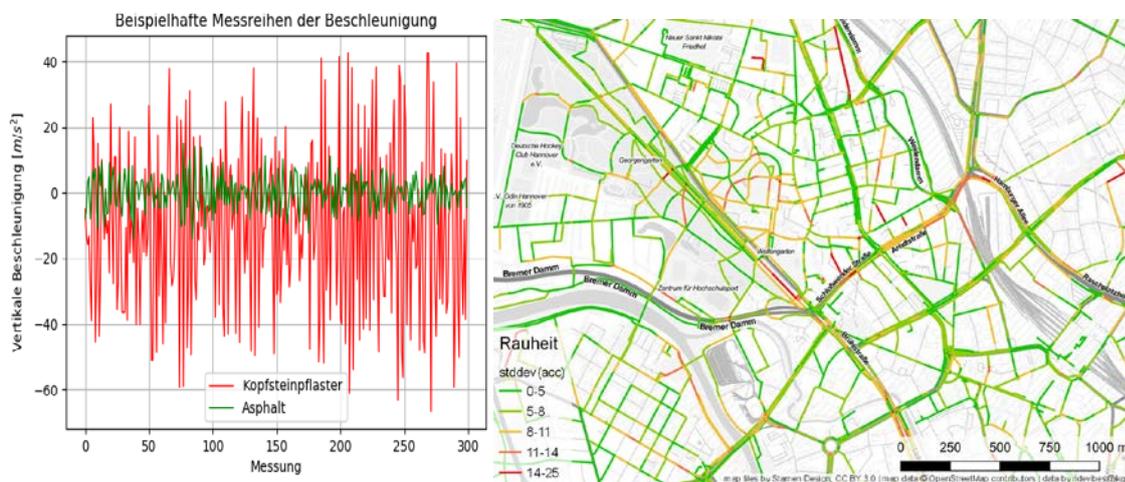


LINKS: PROJEKT-LOGO UND NUTZEROBERFLÄCHE DER ENTWICKELTEN SMARTPHONE-APP. RECHTS: DER VERSUCHSAUFBAU IN DER PRAXIS: EIN SMARTPHONE MIT DER APP KANN IM ALLTAG MITTELS EINMAL MONTIERTER HALTERUNG VOR JEDER FAHRT FLEXIBEL AM FAHRRAD BEFESTIGT WERDEN.

Grundlage ist eine für Android-Smartphones selbst entwickelte App "RideVibes". Sie zeichnet die Fahrdynamik ohne zusätzlich am Fahrrad angebrachte, spezielle Sensorik auf. Das Smartphone muss dabei lediglich während der Fahrt in einer Halterung am Fahrradlenker fixiert sein. Die App zeichnet dann automatisch per GNSS-Dienst (z.B. GPS) verortete Daten wie die auf das Smartphone wirkenden Beschleunigungen auf. Diese können nach der Fahrt selektiv und anonymisiert zur Analyse hochgeladen werden.

Aus den auf diese Weise gewonnenen Daten werden letztendlich die Komfortfaktoren, zu denen u.a. auch die Oberflächenrauigkeit zählt, abgeleitet, um die Wegsegmente bei zukünftigen Routenberechnungen passend zu gewichten.

Geowerkstatt-Artikel: http://go.lu-h.de/gw_dez19



LINKS: EIN EXEMPLARISCHER VERLAUF ZWEIER MESSREIHEN UNTERSCHIEDLICHER INTENSITÄTEN DER VERTIKALEN BESCHLEUNIGUNGSKOMPONENTE AUF KOPFSTEINPFLASTER (ROT) UND ASPHALT (GRÜN). RECHTS: EINE KARTENDARSTELLUNG DER ERMITTELTEN VERTIKALEN BESCHLEUNIGUNGEN. DIE WERTE WURDEN SUBJEKTIV VON GLATT (DUNKEL GRÜN) NACH UNEBEN (DUNKEL ROT) EINGEORDNET.

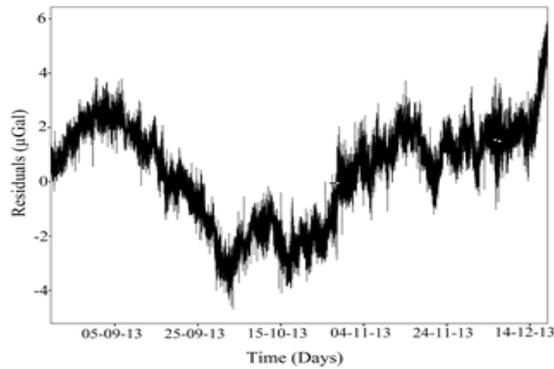
Studierende:

SS19: Dingxin Jin, Md Abdullah Al Faisal, Deepak Savanur

WS19/20: Thido Beening, Samsondeen Dare, Anne Ponick, Niklas-Maximilian Schild

**TIME-VARIABLE GEODETIC SIGNALS AT THE IFE OBSERVATORY (RUTHE / SARSTEDT)
BETREUER: AKBAR SHABANLOUI, IGOR KOCH, MANUEL SCHILLING UND JAKOB FLURY**

Understanding the hydrological signal is important to improve the gravity data. In this project, the main interest is to study the hydrological signal for a groundwater aquifer in Ruthe station, which is located in Sarstedt, Germany, and see if there is an effect of the change of this groundwater level on the gravity field or not. To do this, datasets from a gravimeter, GRACE and GLDAS are analyzed and compared with data from groundwater monitoring. This groundwater data is acquired from a groundwater gauge with sampling rate of 6 cycles per day for 350 days duration, starting from 15th May 2013 till the end of April 2014, the data is a measure of the distance from the surface of the water table to the Earth's surface. The other components of the hydrological part are limited just to P,



GRAVIMETRICAL VARIATIONS (μGal) AT STATION RUTHE BASED ON GPHONE-98

E and R or (PER) because they have the largest influence in Ruthe station. To measure PER the data acquired from GLDAS (The Global Land Data Assimilation System) is used. GLDAS gives the data for each component alone for each day. In order to make this data usable in this project an interpolation technique is applied for each day observation with respect to the latitude and longitude of Ruthe station. This step is repeated for the precipitation, evaporation and runoff, then the PER is calculated by summing up P, E and R for each day. The groundwater level and the PER both

together describe the hydrological part in Ruthe.

In order to see what is the contribution of the groundwater in the change of the gravity field, gravimeter data are analyzed and compared with the hydrological signals. The used gravimeter “gPhone-98 “ gives raw gravity observations (μGal), which should be corrected for some factors in order to be used in real applications, but first the data files have been transferred from ASCII files to TSF files to analyze it using Tsoft, which is a software developed by the Royal Observatory of Belgium in 1997, to process the gravity data. First the instrument calibration factor is applied for the data which is in this case (1.0026), then the data is corrected for the instrumental drift, which occurs due to the ageing of the spring, by applying multilinear regression. After that a tidal correction and an atmospheric correction is applied. The obtained signal after applying the corrections called “the residuals” or the corrected gravity, the variation for this resultant signal is $\pm 5 \mu\text{Gal}$ and it still contains some periodicity and trend, which could be due to the nonperfect tidal model, or the calibration factor is not accurate. To solve this issue further data analysis techniques are used. In this case, least squares adjustment (LSA) is applied using MATLAB with three chosen frequencies. After this, the variation of the residual signal is reduced to $\pm 3 \mu\text{Gal}$. The equivalent water height (EWH) data from GRACE is also analyzed to see if there is any correlation between EWH and groundwater level. The results of comparing the gravity data with PER and groundwater is that the gravimeter data is correlated to the PER data but not to the groundwater levels. This could be due to the accuracy of the used instrument “gPhone-98” which is up to few μGal . It could be also due to removing the hydrological part from the signal during the analyzing process when the drift correction was applied.

Students: Samaa Al-Khrisha, Himanshu Gupta, Swapnil Singh, Anjan Kar

PERFORMANCE ANALYSE VON VERSCHIEDENEN RTK-SYSTEMEN

BETREUER: YANNICK BREVA, JOHANNES KRÖGER

Ziel des zweisemestrigen Projektseminars (Sommersemester 2019 und Wintersemester 2019/20) war die Untersuchung und Bewertung zweier RTK-Systeme in verschiedenen statischen sowie kinematischer Szenarien.

In der Praxis werden heutzutage oftmals Real Time Kinematic (RTK) Systeme eingesetzt, um schnelle und präzise globale Koordinaten und deren Standardabweichung mittels differentiellm GNSS zu erhalten. Möglich wird dies, indem durch einen Speziellen Dienst (in Niedersachsen z.B. SAPOS®-HEPS) Korrekturdaten über das Mobilfunknetz zum Nutzer übertragen werden, sodass eine Genauigkeit der Nutzerposition von 1-3 cm erreicht werden kann.

Um die Performance der beiden RTK-Systeme zu testen, wurden im Sommersemester von den Studierenden



RTK-MESSUNG IN ABGESCHATTETER UMGEBUNG VOR DEM HAUPTGEBÄUDE DER LEIBNIZ UNIVERSITÄT

praktische, statische Messungen in unterschiedlichen Umgebungen (ohne Abschattung unter Laborbedingungen, unter einem Baum, an einer Hauswand) geplant und durchgeführt. Zusätzlich wurde die Neigungskompensation der neueren RTK-Anlage analysiert, indem die Antenne mittels eines Roboters in kontrollierte Schrägstellungen gebracht wurde. Mittels der verbauten IMU ist es möglich, Messungen durchzuführen, bei denen der Antennenstab nicht mehr lotrecht gehalten

werden muss, da die Neigung kompensiert wird. Für alle Messungen wurden neben den Koordinatenlösungen der Systeme als Zeitreihen auch jeweils die Rohdaten mit 1 Hz aufgezeichnet, um beispielsweise Satellitensichtbarkeiten und Signalstärken analysieren zu können.

Die Messungen und Analysen unter Laborbedingungen zeigten, dass 96% der Koordinatenlösungen innerhalb der 3D RTK Genauigkeit von 3 cm lagen, wohingegen dies bei der älteren Anlage 86% waren. Die Ergebnisse der Messungen unter dem Baum zeigten Sprünge und starke Streuung in den Koordinatenzeitreihen, was unter anderem durch viele Signalunterbrechungen aufgrund der Belaubung erklärt werden konnte. Aufgrund einer höheren Standardabweichung der Ausreißer wird der Nutzer im Feld allerdings auf diese "schlechteren" Messungen hingewiesen. Auch bei den Messungen mit unterschiedlichen Distanzen zur Fassade zeigte sich eine höhere Streuung, wobei bei einem Abstand von 20 m keine Auffälligkeiten erkannt werden konnten.

Die Auswertung der Neigungskompensation der neuen RTK-Anlage ergab präzise sowie genaue Messungen von ± 2 cm.

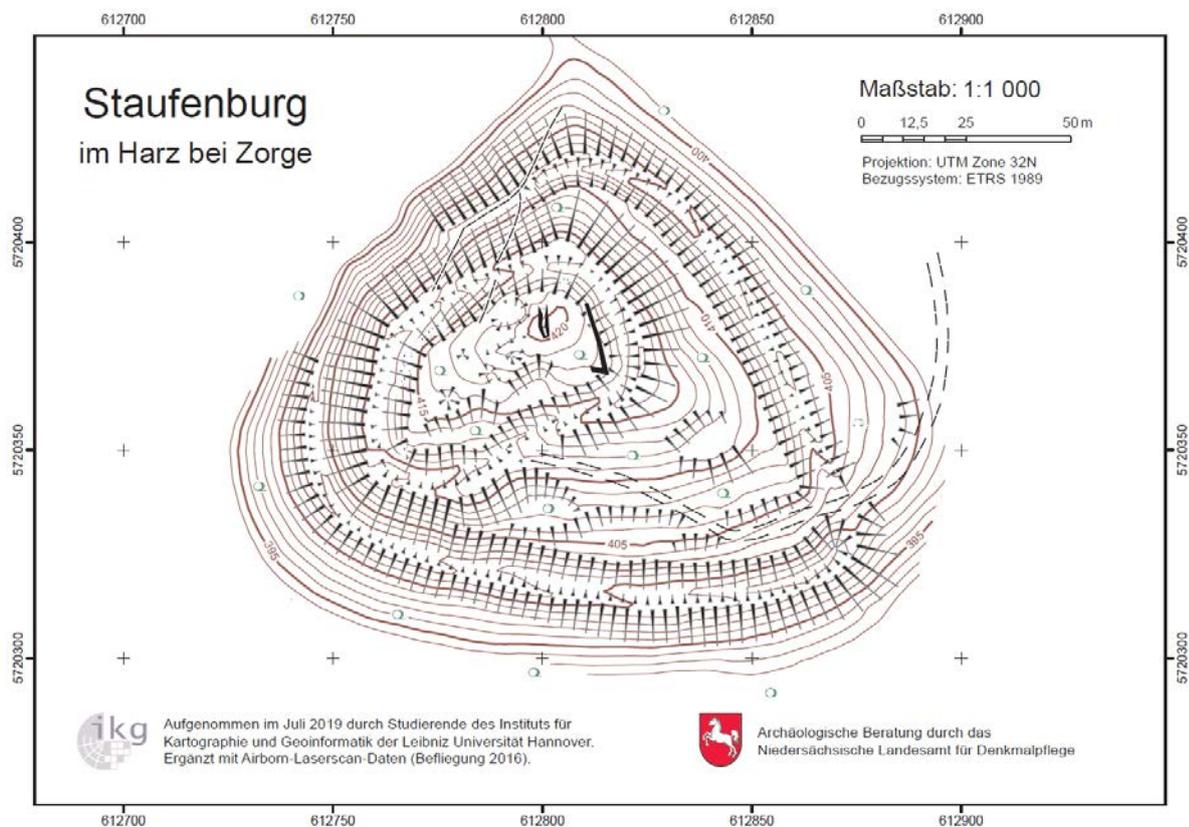
Studierende: André Jensen, Vanessa Koppmann, Julia Mainz, Christopher Nagel, Andreas Piter

PRAXISPROJEKTE IM STUDIENGANG GEODÄSIE UND GEOINFORMATIK

PRAXISPROJEKT TOPOGRAPHIE (IKG) – “STAUFENBURG BEI ZORGE”

BETREUER: FRANK THIEMANN, MALTE SCHULZE

Das Praxisprojekt Topographie fand vom 15. bis 26. Juli in Walkenried statt. Die nur ein Hektar große Staufenburg befindet sich auf dem 420 m hohen Kleinen Staufenberg westlich des Ortsteils Zorge. Die Burg wurde 1243 durch Graf Dietrich von Honstein illegal auf dem Besitz des Klosters Walkenried erbaut. Zehn Jahre später, nach dem Tod des Erbauers, wurde das Gelände durch das Kloster mit dem Recht auf Abbruch der Burg zurückgekauft.



HÖHENLINIENPLAN DER STAUFENBURG

Die 16 Studierenden des zweiten Semesters führten die komplette Aufnahme der Burg vom Polygonieren und Nivellieren des Festpunktnetzes bis zur Polaraufnahme selbst durch. Die rechnerische Auswertung und Kartierung erfolgte im Feldbüro in der ehemaligen Grundschule in Zorge. Beim Besuchertag in der zweiten Woche konnten wir zusammen mit dem Niedersächsischen Landesamt für Denkmalpflege (NLD) die Vermessungsergebnisse präsentieren. Anschließend führte Herr Dr. Blaiich (NLD) die Studierenden über die nahegelegene Burg Sachsenstein und erläuterte eindrucksvoll die Bedeutung der Anlage.

PRAXISPROJEKT INGENIEURGEODÄSIE (GIH)

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

Zum fünften Mal in Folge führte das Praxisprojekt die Studierenden und Betreuer in den Kurort Bad Salzdetfurth und die umliegenden "Sauberge". Dieses Jahr wurden die insgesamt 11 Studierenden des 4. Bachelorsemesters in der ersten Woche von den Studierenden des 6. Bachelorsemesters und dem Praxisprojekt des IFE begleitet.

Rechenbüro und Nachtquartier richteten die Studierenden am 15.07.2019 in 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.

In Bad Salzdetfurth und Umgebung sind durch langjährige Salzgewinnung Bodensenkungen zu detektieren. Auch dieses Jahr galt es diese Bodensenkungen mit verschiedenen Messmethoden zu bestimmen.

Durch die gute Zusammenarbeit der beiden Praxisprojekte von IFE und GIH konnten dabei Synergien erzielt werden. Die Aufnahme ausgewählter Festpunkte mittels satellitengestützter Verfahren wurde durch das Praxisprojekt des IFE übernommen. Daran schlossen die Studierenden des 4. Bachelorsemesters ihren 5,2 km langen Polygonzug zwischen dem Ort Wehrstedt, dem Gipfelpunkt der Sauberge und dem Ort Wesseln an. Der Koordinatenvergleich für den Gipfelpunkt zwischen GNSS und Tachymetrie betrug wenige Zentimeter.



STUDIERENDE AUF DEM GIPFEL DER SAUBERGE

Des Weiteren wurden ca. 19 km nivelliert. Als stabiler Höhenanschluss diente dabei ein Nivellementspond 1. Ordnung in Wesseln. Auch in diesem Jahr konnten die bereits in den Vorjahren auftretenden Abweichungen zu den Sollhöhen bestätigt sowie die Höhe der Bodensenkungen quantifiziert werden.

Zusätzlich erstellten die Studierenden des 4. Bachelorsemesters eine 3D-Punktwolke eines denkmalgeschützten Förderturms der Salzgewinnung.

Die Auswertung der Messungen wurde zeitnah im Rechenbüro durchgeführt. Die wichtigsten Ergebnisse wurden in einem studentischen Vortrag am 26.07.2019 in der Leibniz Universität Hannover präsentiert. Durch die aufeinanderfolgende Präsentation der Ergebnisse beider Praxisprojekte konnte eine große Anzahl an Zuhörern gewonnen werden.

PRAXISPROJEKT LANDESVERMESSUNG (IFE)

BETREUER: YANNICK BREVA, JOHANNES KRÖGER, TOBIAS KERSTEN

Das Praxisprojekt wurde von 23 Studierenden des 6. Bachelorsemesters der Leibniz Universität Hannover am Institut für Erdmessung (IFE) durchgeführt. Das Projekt, welches im Zeitraum vom 15.07.19 bis zum 26.07.19 stattfand, untergliederte sich in eine praktische Woche, die in Bad Salzdetfurth durchgeführt wurde und einer detaillierten Analyse der erhobenen Daten in der zweiten Woche im CAD-Pool des GIH. Die Studierenden wurden dabei von drei Betreuern und einer studentischen Hilfskraft sowie den Studierenden des Praxisprojekts des GIH begleitet. Die erzielten Ergebnisse sind in einem Abschlussbericht zusammengefasst und am 26.07.19 in der Leibniz Universität Hannover vor Publikum aus den Landesvermessungen von Brandenburg und Niedersachsen präsentiert worden.

Das GIH besucht den Kurort und die umliegenden Sauberge schon seit vier Jahren und konnte dabei Bodenbewegungen feststellen, die durch langjährige Salzgewinnung zustande gekommen sind. Dieses Jahr fand auch das Praxisprojekt IFE in dem Kurort statt, um die Bodenbewegung mittels kurzzeit- und langzeitstatischer GNSS-Messungen zu detektieren. Durch die gute Zusammenarbeit der beiden Praxisprojekte konnten die ermittelten GNSS-Höhen auch mit den aus einem klassischen Nivellement Verfahren ermittelten Höhen verglichen werden.

Die Studierenden haben innerhalb von drei Tagen ein GNSS-Netz mit insgesamt 19 Punkten in drei Sessions, die jeweils drei Stunden dauerten, vermessen. Die Referenzstation an der Sothenbergschule wurde dauerhaft besetzt. Zusätzlich dazu wurden kurzzeitstatische Messungen mittels RTK durchgeführt, um in der Analyse einen Vergleich zwischen kurzzeit- und langzeitstatischen GNSS-Messungen durchführen zu können. In der zweiten Woche wurden die erhobenen Daten der beiden Messverfahren im Detail analysiert. Die Studierenden sollten sich in Detailuntersuchungen mit verschiedenen Aspekten der GNSS-Messdatenauswertung in Gruppen auseinandersetzen und dabei in der Auswertung mit Basislinien, der Datumsfestlegung, Auswertestrategien und der Beurteilung von Qualitätsmaßen intensiv geschult werden. Für die Auswertung der langzeitstatischen Messungen wurde das Programm Leica GEO Office verwendet, mit dem unter anderem eine Analyse der Mehrdeutigkeiten sowie auftretender Cycleslips möglich ist. Die kurzzeitstatische RTK-Messung wurde für alle Punkte in drei Sessions mit einer Messdauer von 15 Minuten durchgeführt. Diese Daten sind anschließend in einer Zeitreihenanalyse hinsichtlich Genauigkeit, Präzision und Wiederholbarkeit untersucht wurden. Es hat sich gezeigt, dass die RTK-Messungen zwar ein wirtschaftlich effektives Mittel sind, wiederholbare Koordinaten zu realisieren, jedoch Umgebungsfaktoren (lokale Sichtbarkeiten, etc.) nur durch eine längere Beobachtungsdauer, wie in den langzeitstatischen GNSS-Messungen, reduziert und die Koordinatenqualität verbessert werden kann. Ein Vergleich der GNSS-Höhen und der nivellierten Höhen vom GIH ergab Unterschiede im Zentimeterbereich. Auch Bodenbewegungen zu der Vorjahresepoche vom GIH sind festzustellen, jedoch sind diese unter besonderer Berücksichtigung zu bewerten, da vor allem die Messdauer mit 45 Minuten pro Session wesentlich geringer und somit kein konsistenter Vergleich durchführbar ist.

PRAXISPROJEKTE IM STUDIENGANG NAVIGATION UND UMWELTROBOTIK

PRAXISPROJEKT NUUR I: „NAVIGATION UND ORTUNG MIT MINDSTORMS ROBOTERN“

BETREUER: STEFFEN BUSCH (IKG), PHILIPP TRUSHEIM (IPI), BENJAMIN TENNSTEDT (IFE), JOHANNES BUREICK (GIH)

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

Die Studierenden **unter Leitung des IFE** haben sich in diesem Wintersemester mit dem **Tracking eines Schiffes auf dem Mittellandkanal** beschäftigt. Während auf offener See die Navigation mittels GNSS völlig ausreicht, wird in der Binnenschifffahrt die Sicht zu den Navigationssatelliten oft durch Brücken unterbrochen. Ein bewährtes Verfahren für die "Überbrückung" dieser Bereiche ist die Verwendung einer inertialen Messeinheit, mit welcher autonom und insbesondere kurzfristig mit relativ hoher Genauigkeit navigiert werden kann.

So wurde bereits im vergangenen Praxisprojekt 2 ein einfacher Trackingalgorithmus für die MS-Wissenschaft umgesetzt, auf welcher IMU und GNSS-Daten während ihrer Fahrt von Hannover nach Haste aufgezeichnet worden sind. Der zuvor entwickelte Tracking-Algorithmus wurde nun zu einem erweiterten Kalman-Filter mit diversen Besonderheiten



SCHIFFSTRAJEKTORIE AUF DEM MITTELLANDKANAL

aufgerüstet. Zunächst wird der kinematische Zustand des Schiffes über ein "constant turn rate and velocity" (CTRV) Modell prädiziert,

welches die hochgenauen Drehraten-Messungen des faseroptischen Kreisels der IMU als Steuergröße verwendet. Im Update-Schritt werden folgend sowohl Geschwindigkeits-Inkrementen der geglätteten Accelerometer-Messdaten der IMU, als auch Position und Orientierung der GNSS-Beobachtungen eingeführt, welche den gefilterten Zustand des Schiffes stabil halten.

Das Projekt unter der **Betreuung des IPI** beschäftigt sich mit der **bildbasierten 3D Rekonstruktion von Fahrzeugen**. Hierzu gilt es, ein deformierbares 3D Fahrzeugmodell aus vorhandenen CAD Daten zu erlernen und in Beobachtungen, die aus Stereobildern abgeleitet werden können, einzupassen. Im vorausgehenden Praxisprojekt II wurden Fahrzeuge mit Hilfe eines CNN detektiert und eine 3D Punktwolke für jedes Fahrzeug aus den Stereobilddaten generiert. Das deformierbare 3D Modell wurde so in die Punktwolke eingepasst, dass die Distanz der 3D Punkte zur Oberfläche des Fahrzeugmodells minimiert wurde.

Im sich anschließenden Forschungs- und Entwicklungsprojekt wurden semantische Fahrzeug-Keypunkte in den Bildern detektiert, über welche im Anschluss die Einpassung des Fahrzeugmodells erfolgen sollte. Hierzu wurde eine Ausgleichung aufgestellt, in welcher die Distanz zwischen detektierten und von 3D ins Bild zurückprojizierten Keypunkte minimiert wurde, um die gewünschten Parameter für Fahrzeugpose und -form zu erhalten.

Unter der **Leitung des IKG** haben dieses Jahr zwei Gruppen an den Themen Detektieren von Verkehrsteilnehmern in 360° Laserscans und Autonome Flottenvermessung gearbeitet. Das erste Thema, das **“Detektieren von Verkehrsteilnehmern”** startete bereits im Sommersemester mit einer Analyse verschiedener neuronaler Netzwerke auf ihre Eignung bezüglich eines Benchmark-Datensatzes. Außerdem wurden aufeinander folgende Detektionen desselben Fahrzeuges per ICP registriert, um mittels eines Active Shape Models eine möglichst genaue Schätzung des Fahrzeugmodells zu erhalten. Dieses Modell wurde für eine hoch genaue Schätzung der Pose verwendet.

Im Wintersemester wurden den Studierenden weitere gerade veröffentlichte Datensätze zur Verfügung gestellt, um eine Domainadaption vorzunehmen. Obwohl eine hohe Segmentierungsgenauigkeit mit neuronalen Netzen erreicht werden konnte, beschränkt sich diese nur auf die zum Training verwendeten Datensätze, bzw. auf die Scanner und Setups. Die Ergebnisse, welche mit Daten, die die Netzwerke während des Trainings nie gesehen haben, validiert wurden, konnten nicht auf anderen Laserscans reproduziert werden. Selbst bei identischen Scannertypen schnitten die Netzwerke datensatzübergreifend schlecht ab. Die Studierenden kombinierten die verschiedenen Datensätze während des Trainings und verwendeten Augmentation (künstliche, leichte Verzerrung der Scans) und Überklassen, um die verschiedenen Labels der Datensätze zu fusionieren. Das Ergebnis dieser Gruppe ist ein trainiertes Netzwerk, das auf mehreren Datensätzen ähnlich gute Ergebnisse erzielt wie zuvor die Netzwerke für einzelne Datensätze.

Die zweite Gruppe startete mit Ihrem Thema **“Autonome Flottenvermessung”** im Wintersemester. Ziel des Projektes war es, einen Flur hochgenau und vollautonom zu vermessen. Den Studierenden wurden dazu verschiedene Roboter und Laserscanner zur Verfügung gestellt. Mit dem Roboter Operating System konnten sie schnell eine Karte, basierend auf dem Laserscanner, mittel SLAM erstellen. Die Herausforderung des Projektes ist es, diese Karte durch die Verwendung mehrerer Roboter zu verbessern.



**FLOTTENVERMESSUNG:
VERMESSUNGS VOLKSBOT- UND
LANDMARKEN NXT-ROBOTER**

Dazu steuert der “Vermessungsroboter” eine Flotte aus Landmarkenrobotern, welche er nutzt, um die unzureichend angeordneten Landmarken der Umgebung zu ersetzen. Der Vermessungsroboter lokalisiert die Landmarkenroboter in seinem Laserscan und optimiert ihre Anordnung anschließend mittels Markov Chain Monte Carlo Simulation. Anschließend übermittelt er die neue Sollposition an die Landmarkenroboter und überwacht mittels Tracking ihre Fahrt. Sobald die Landmarken fix an ihren neuen Positionen stehen, bewegt sich der Vermessungsroboter auf eine neue Position und lokalisiert sich mit Hilfe seiner Landmarken. Auf diese Weise bewegen sich Landmarken und “Vermesser” immer abwechselnd, um ihre jeweilige Position wechselseitig zu stabilisieren und eine hochgenaue Karte ihrer Umgebung zu generieren.

AUS DER GESELLSCHAFT

BERICHT ÜBER DIE MITGLIEDERVERSAMMLUNG DER GESELLSCHAFT

Der Vorsitzende, Herr Dieter Stündl, eröffnet die Mitgliederversammlung 2019 um 17:13 Uhr und begrüßt die anwesenden Teilnehmer (insg. 31). Es wird die ordnungsgemäße Einladung und Beschlussfähigkeit festgestellt.

Die Versammlung gedenkt der verstorbenen Mitglieder des zurückliegenden Geschäftsjahres:

Herr Klaus Wehlau

Herr Paul Feldhaus

Herr Horst Suhre

Herr Ludwig Oelfke

Herr Ulrich Schultz

Am Samstag, den 12.01.2019, wurden bei der Absolventenfeier u.a. auch die besten Absolventen des Jahrganges 2018 durch die Förderergesellschaft geehrt. Der Preis für den besten Bachelorabschluss wurde an Vanessa Koppmann verliehen. Für den Masterabschluss wurde Mareike Marianne Dorozynski geehrt. Jedem wurde eine Urkunde zusammen mit einem Buchgutschein (60,-€) von Herrn Stündl verliehen.

Verbunden mit dem verstärkten Engagement von Jürgen Ruffer ist die Vorstandsarbeit intensiviert worden. Um ein aktiveres Auftreten der Förderergesellschaft zu gewährleisten, wird der Internetauftritt der Förderergesellschaft erneuert. Damit wird auch die erforderliche technische Anpassung der Webseiten (neues Design durch die Universität) berücksichtigt. Herr Ruffer stellt den aktuellen Entwicklungsstand vor, verweist darauf, dass zukünftig auch eine englische Version vorliegen wird, und dass fördernde Organisationen zukünftig ebenfalls aufgeführt werden sollen. Ältere Berichtshefte der Gesellschaft (evtl. 5 Jahre) sollen nicht mehr zum Herunterladen vorgehalten werden.

Der zukünftige Sitz der Förderergesellschaft soll am Geodätischen Institut sein und nicht mehr am Institut für Erdmessung.

Herr Stündl erläuterte, dass im letzten Jahr die Studierenden des 3. und 5. Semesters gezielt angesprochen wurden, um sie auf die Förderergesellschaft aufmerksam zu machen. Das geschah innerhalb von regulären Lehrveranstaltungen während des Semesters. Im 2. Quartal 2020 ist ein „Speed-Dating“ für Unternehmen, Behörden und Freiberufler sowie für Studenten des 6. Semesters und für Masterstudierende und Doktoranden geplant, welches innerhalb der Universität stattfinden sollte.

MITGLIEDEREHRUNGEN

Für ihre 50-jährige Mitgliedschaft wurden bereits in der vorangegangenen Kolloquiumsveranstaltung folgende Personen geehrt:

Herr Jörg Gebauer

Herr Walter Lindstrot

Herr Ludwig Oelfke

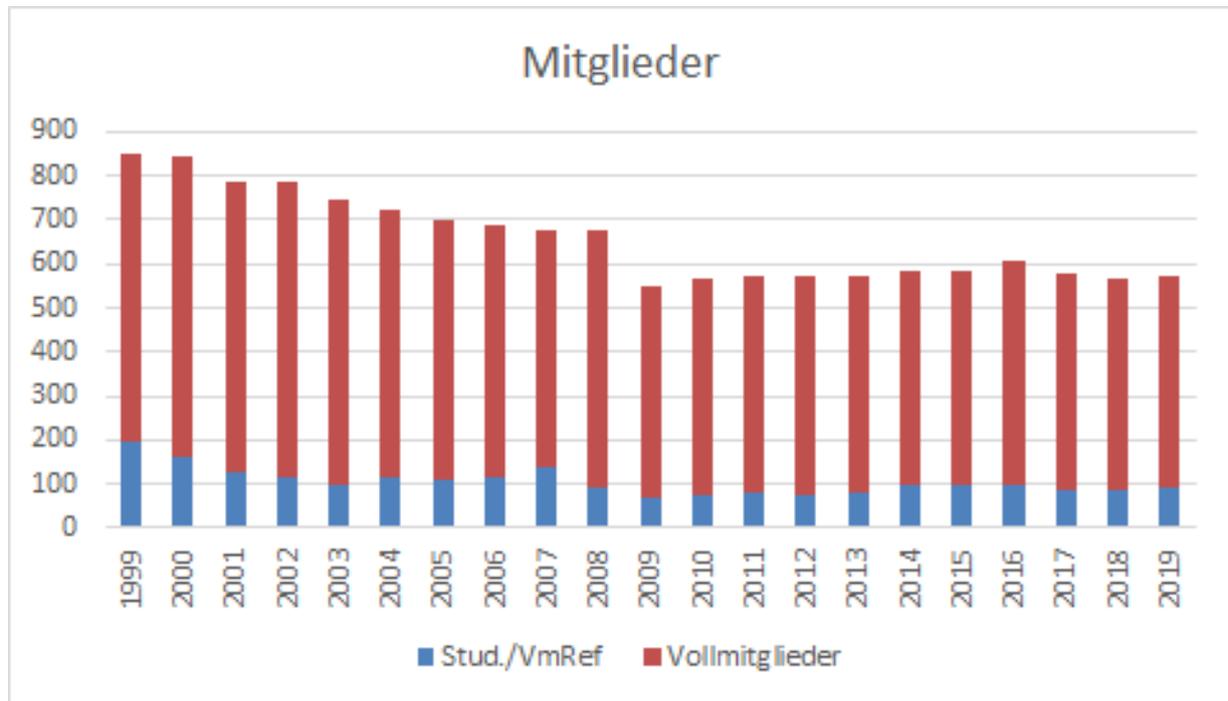
Herr Kurt Ulrich Schulz

Herr Dr.-Ing. Bernd Wegener

Herr Prof. Dr.-Ing. Werner Ziegenbein

MITGLIEDERENTWICKLUNG

Der bisherige Schatzmeister, Herr Wilhelm Zeddies, gibt im Folgenden einen Überblick über die Mitgliederentwicklung, die sich wie folgt darstellt:



MITGLIEDERENTWICKLUNG 1999-2019

Bestand lt. Verzeichnis des Schatzmeisters Okt. 2019: 482 Vollmitglieder, 92 Studierende/Vermessungsreferendare (insgesamt 574)

KASSENBERICHT

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

Jahresabschluss 2018-2019 (in Euro)

Bestand Girokonto am 01.10.2018	2.614,94
Summe Einnahmen	13.244,33
Summe Ausgaben	14.323,82
Bestand Girokonto am 30.09.2019	4.535,45
(nach Umbuchung von 3.000,-€ vom Festgeldkonto)	
Bestand TopZins-Konto am 01.10.2018	15.300,83
Zinseinkünfte	0,00
Umbuchung von Festgeld- auf Girokonto	-3.000,00
Bestand Topzins-Konto am 30.09.2019	12.300,83
Gesamtbestand am 30.09.2019	16.836,28 €

BERICHT DER KASSENPRÜFER, ENTLASTUNG DES VORSTANDES

Der Jahresabschluss per 30.09.2019 wurde von den Kassenprüfern Thorsten Hoberg und Dr. Stefan 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 2019/2020

Der bisherige Schatzmeister präsentiert den Haushaltsplan 2019/2020, wie in der folgenden Tabelle gezeigt. Herr Zeddies stellt folgenden Beschlussantrag: „die Mitgliederversammlung stimmt dem Haushaltsplan 2019/2020 zu“. Dieser Antrag wird ohne Gegenstimme angenommen. Der Haushaltsplan für das Geschäftsjahr 01.10.2019-30.09.2020 ist wie folgt genehmigt:

Bestand am 1.10.2019 (Giro-/Festgeldkonto)	16.836,28 €
<hr/>	
Einnahmen	
Mitgliedsbeiträge	12.000,00
Sonstiges (Zuschuss von der Leibniz-Universitätsgesellschaft, Spenden, Zinsen)	1.550,00
Summe Einnahmen (gerundet)	13.550,00
Ausgaben	
Walter-Großmann-Preis	2.000,00
Bachelor-Preis 2019/2020	500,00
Sonderpreis-Rizkallah	250,00
Förderung der Geodätischen Exkursion 2019/20	3.000,00
Förderung der Fachschaft	3.000,00
Förderung der 4 Institute	500,00
Personelle Unterstützung Fachrichtung	1.500,00
Neuerstellung der Webseite mit Einrichtung Newsletter	2.000,00
Förderung Auslandsaufenthalt	1.000,00
Mitgliedsbeitrag Leibniz-Universitätsgesellschaft	1.800,00
Fördererheft (Druckkosten und Versand)	3.000,00
Summe Ausgaben	18.550,00
Voraussichtlicher Bestand am 30.09.2020 (gerundet)	11.850,00 €

WAHLEN

Sowohl der Vorstand mit den Beisitzern als auch einer der Kassenprüfer werden neu gewählt. Der bisherige Vorsitzende Dieter Stündl kandidiert diesmal für den Posten des stellvertretenden Vorsitzenden, während Jürgen Rüffer bereit ist, den Vorsitz zu übernehmen. Beide werden ohne Gegenstimme gewählt. Als neue Schatzmeisterin stellt sich Anette Rietdorf zur Wahl und wird ohne Gegenstimme gewählt. Laut Satzung vom November 2018 ist ein 4. Vorstandsmitglied vorgesehen, welches als stellvertretender Vorsitzender mitwirkt. Ludger Timmen wird dazu ohne Gegenstimmen gewählt. Stefan Willgalis wird als Kassenprüfer einstimmig bestätigt. Bei der Besetzung der 5 Beisitzerpositionen gibt es ebenfalls

Änderungen. Zum einen steht Bernd Wegener nicht mehr zur Verfügung, zum anderen kann der bisher vakante Beisitzerposten wiederbesetzt werden.

Die folgenden Personen erklären, dass sie ihre Wahl annehmen:

- Jürgen Rüffer als Vorsitzender
- Dieter Stündl als stellvertretender Vorsitzender
- Dr. Ludger Timmen als stellvertretender Vorsitzender
- Anette Rietdorf als Schatzmeisterin
- Dr. Stefan Willgalis als Kassenwart
- Matthias Adam als Beisitzer
- Dr. Mark Hampe als Beisitzer
- Sandra Rausch als Beisitzerin
- Dr. Cord-Hinrich Jahn als Beisitzer
- Dr. Andreas Rietdorf als Beisitzer

Herr Thorsten Hoberg ergänzt den Vorstand als weiterer Kassenprüfer, der bereits in 2018 für 2 Jahre gewählt wurde.

Christine Bödeker, Verwaltungsmitarbeiterin am Geodätischen Institut, wird zukünftig die Verwaltungs- und organisatorischen Arbeiten innerhalb der Gesellschaft mittragen. Sie stellt sich der Mitgliederversammlung kurz vor.

Der neue Vorsitzende Jürgen Rüffer bedankt sich ausdrücklich bei Wilhelm Zeddies für seine lange Mitarbeit als Schatzmeister.

BERICHT DER FACHRICHTUNG

Der Bericht aus der Fachrichtung wird in diesem Jahr durch Prof. Christian Heipke vom IPI gegeben. Auf eine ausführliche Darstellung des Inhaltes dieses Vortrags, insbesondere was die Institutsaktivitäten (Projektarbeiten) betrifft, kann hier im Protokoll verzichtet werden, da die vielen Einzelbeiträge mit Details im nächsten Jahresberichtsheft der Gesellschaft publiziert werden.

Prof. Heipke geht ausführlich auf die Vielzahl der englischsprachigen Studierenden im Masterstudiengang ein und zeigt die Vorteile auf, die für die Fachrichtung (hohe Studierendenzahlen) und auch für die deutsche Wirtschaft (qualifizierte Nachwuchskräfte) entstanden sind. In der Diskussion mit den Mitgliedern wurde darauf hingewiesen, dass auch heimische deutschsprachige Mitarbeiter in den Behörden und vielen Unternehmen benötigt werden.

Christian Heipke schließt damit, dass sich die Fachrichtung über die unterstützenden Beiträge der Förderer sehr bedankt. Besonderer Dank geht an den bisherigen Schatzmeister Wilhelm Zeddies für seine langjährige enge Zusammenarbeit mit der Fachrichtung und sein persönliches Engagement zur Lösung von Problemen.

Als Vorsitzender der PR-Kommission der Fachrichtung berichtet Philipp Trusheim über die vielen Aktivitäten, um die Nachwuchsgewinnung für den Studiengang Geodäsie und Geoinformatik zu fördern. Dabei geht es u.a. auch um die Zusammenarbeit mit Schulen und Berufsschulen. Im nächsten Jahresberichtsheft wird sich eine Darstellung zur Öffentlichkeitsarbeit der Fachrichtung während des letzten Jahres wiederfinden.

BERICHT DER FACHSCHAFT

Für die Fachschaft Geodäsie und Geoinformatik berichtet Joel Erfkamp über die Aktivitäten des letzten Jahres bis November 2019. 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 Universität, Stadtrallye, Frühstück auf dem Messdach), die Veranstaltung des ERSI-Workshops (Infoveranstaltung für Erstsemester) und die Organisation des Fußballturniers der Geodäten.

Im Rahmen der allgemeinen Selbstverwaltung in der Fachrichtung stellen die Geodäsiestudierenden Mitglieder im Fachschaftratsrat der Fakultät. 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 nehmen an den jährlichen Treffen IGSM teil (International Geodetic Student Meeting), die eine Woche dauern und fachliche Arbeitsgruppen mit Fachvorträgen und auch kulturelle Veranstaltungen/Exkursionen beinhalten. KonGeoS ist die Konferenz der GeodäsieStudierenden der Universitäten und Fachhochschulen in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Themen bzgl. Nachwuchs- und Öffentlichkeitsarbeit, Web, Vereine und Verbände sowie Studium und Lehre werden behandelt. Die Möglichkeiten der Kontakte zu Kommilitonen anderer Hochschulen werden dabei ausgebaut.

Die erhaltenden Fördermittel der Förderergesellschaft werden im Wesentlichen für die An- und Abreise zu den internationalen und nationalen Veranstaltungen verwendet.

Im Namen der Fachschaft Geodäsie und Geoinformatik bedankt sich Joel Erfkamp herzlich für die Unterstützung durch die Gesellschaft.

BERICHT ZUR GROßEN GEODÄTISCHEN EXKURSION 2019

Andreas Piter, Masterstudierender, stellt die Große Geodätische Exkursion vor, die in diesem Jahr nach Süddeutschland führte. 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 noch nicht festgelegt. (Im Nachgang wird als Termin Dienstag, 17.11.2020, festgelegt). Die Mitgliederversammlung endet um 19:30 Uhr.

ABSETZBARKEIT VON MITGLIEDSBEITRÄGEN

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

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

AUFRUF BACHELOR-PREIS 2021 DER FÖRDERERGESELLSCHAFT

Die Förderergesellschaft ruft Studierende der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der LUH, die in diesem Jahr erfolgreich den Bachelorabschluss erlangt haben, dazu auf, sich um den Bachelor-Preis 2021 zu bewerben. Die Vorschläge sind bis zum Ende des Jahres an den Vorstand der Förderergesellschaft zu richten und sollen spätestens am 31. Dezember bei Dr. Ludger Timmen oder Christine Bödeker eingereicht werden.

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

AUSLANDSAUFENTHALT AM ÖFFENTLICHEN GEOWISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNGSZENTRUM IRLANDS

PRAKTIKUM GEOLOGICAL SURVEY OF IRELAND, PAULA LIPPMANN, 01.03.-05.05.2019

Nachdem meine Bachelorarbeit abgeschlossen war, wollte ich gerne noch ein bisschen praktische Erfahrung sammeln, bevor es mit dem Master weitergehen soll. Ich habe mich daher für einen Auslandsaufenthalt entschieden und wurde nach meiner Bewerbung direkt beim Geological Survey of Ireland aufgenommen.

Der Geological Survey of Ireland (GSI) ist Irlands öffentliches geowissenschaftliches Forschungszentrum. Es gliedert sich in unterschiedliche Bereiche, wie Grundwasser, Geophysik, Mineralien aber auch die Marine Abteilung. Hier habe ich mich auf einen Praktikumsplatz beworben. Im Studium machen wir fast nichts im Bereich der Hydrographie und daher wollte ich einfach mal in diesen Bereich reinschnuppern. Die "Marine and Coastal Unit" des GSI befasst sich derzeit mit verschiedenen Projekten, dazu gehören unter anderem INFOMAR und CHERISH. INFOMAR steht für **IN**tegrated Mapping **FO**r the Sustainable Development of Ireland's **MA**rine Resource und das Hauptziel dieses Programmes ist es, unerkanntes Meeresgebiet in Irland zu vermessen und eine Reihe von integrierten Kartierungsprodukten über die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften des irischen Meeresbodens zu erstellen. Zusätzlich dienen die erfassten bathymetrischen Daten auch zur

Aktualisierung von Karten für die Seefahrt. Ein Teil meines Praktikums war auf das INFOMAR Programm ausgelegt.

Zunächst wurden mir die grundlegenden Informationen über die verwendeten Sensoren, das Aufnahmeprinzip und die Datenverarbeitung gezeigt. Jedes Vermessungsboot besitzt ein multibeam Sonar Echolot, eine GNSS Antenne mit Receiver, eine IMU und ein "Sound Velocity Profil" Messgerät. Das Echolot befindet sich unter dem Boot und sendet Schallimpulse aus. Je nach Intensität der Rückstrahlung und Dauer des Signalweges können Rückschlüsse auf die Tiefe und die Art des Untergrundes gemacht werden. Zur Kontrolle der Art des Untergrundes werden in verschiedenen Bereichen Sedimentproben genommen. Um auf die Tiefe zurückschließen zu können, muss zusätzlich die Geschwindigkeit des Schalls im Wasser bekannt sein. Mit Hilfe des "Sound Velocity Profil" Messgerätes werden Leitfähigkeit und Temperatur auf einzelne Wassertiefen bezogen gemessen. Dazu wird das Gerät in den Messgebieten bis auf den Meeresgrund heruntengelassen. Der Rückschluss auf die Wassertiefe erfolgt dabei über den Druck im Wasser. Anschließend können die vom Echolot erfassten Daten korrigiert werden. Um die erfassten Daten vom lokalen in das übergeordnete System zu bringen, wird die Position des Bootes bestimmt und die Bewegungen der IMU erfasst. Durch eine vorherige Systemkalibrierung ist die Lage und Verdrehung der Systeme zueinander bekannt. Im Postprocessing wird die Näherungstrajektorie des Bootes über die GNSS und IMU Daten korrigiert. Zusätzlich werden die Daten auf einen Roll oder Pitch Offset überprüft, je nachdem wie sich die Multibeam Daten optisch überschneiden.

Während meines Praktikums durfte ich bei der Datenprozessierung helfen und habe die Chance bekommen, mir den Aufbau an Bord der Boote anzusehen. Außerdem habe ich mich mit dem verwendeten vertikalen Referenzsystem beschäftigt und in diesem Bereich eine Karte erstellt. Während der Vermessung des Seebodens werden manchmal auch Schiffswracks gefunden. Diese werden dann ebenfalls genauer untersucht. Auch hier durfte ich aktiv mithelfen. Leider konnte ich aufgrund des Wetters und kleineren Problemen an den Booten keine Messung live beobachten.



EINRICHTEN EINER GNSS BASISSTATION FÜR DAS POSTPROCESSING DER DROHNENDATEN FÜR DIE DURCHFÜHRUNG EINES DROHNENFLUGES RUND UM KILMICHAEL POINT, SÜDLICH VON DUBLIN



STATISTISCHES LASER-SCANNING MIT EINER TRIMBLE SX10TOTALSTATION AUF LAMBAY ISLAND

Das zweite Projekt an, dem ich beteiligt war, ist **CHERISH** (**C**limate, **H**eritage and **E**nvironments of **R**eefs, **I**slands and **H**eadlands). Dieses Projekt ist eine Zusammenarbeit zwischen Irland und Wales. Ziel ist es, das Verständnis für die Auswirkungen von Klimawandel, Sturm und extremen Wetterereignissen auf Regionalmeere und -küsten (Irland, Wales) zu stärken. In diesem Projekt habe ich an der Vermessung und topographischen Aufnahme von Küstenregionen mitgeholfen. Dafür werden verschiedenste Sensoren verwendet. Mit einer Drohne werden Luftbilder des Küstenbereichs aufgenommen. Einzelne Küstenabschnitte werden zusätzlich mit dem Laserscanner erfasst. Und zur Kontrolle der Daten werden mit einem integrierten GNSS System einzelne Linien des Gebietes topographisch aufgenommen. In der Datenverarbeitung wird aus den Luftbildern ein 3D Modell erstellt.

Im Moment wird außerdem daran gearbeitet, die Daten der Küste mit den Gezeitendaten und Wasserhöhen zu kombinieren, um daraus Modelle zu entwickeln, die die Erosion an den Küsten sichtbar machen. Aber auch Einflüsse von Hochwasser sollen so dargestellt werden können.

Neben dem Praktikum hatte ich natürlich auch freie Zeit. Die habe ich genutzt, um Dublin zu erkunden und einiges vom Land zu sehen. Dublin hat kulturell viel zu bieten und die meisten Museen sind kostenlos. Der Besuch im Pub und das Guinness dürfen natürlich auch nicht fehlen. Am Strand von Bull Island und in Howth kann man gut der Hektik der Stadt entfliehen. Ich habe Tages- und Wochenendausflüge nach Belfast, Galway und

Newgrange gemacht. Ich war im Connemara Nationalpark spazieren, habe einen Teil des Wild Atlantic Ways befahren und mir natürlich ein spannendes Hurlingspiel angesehen. Mein Auslandsaufenthalt hat mir insgesamt gut gefallen.



KILLARY FJORD, DER EINZIGE FJORD IRLANDS

VERLEIHUNG DES BACHELORPREISES 2019



HERR DIETER STÜNDL ÜBERREICHT FRAU VANESSA KOPPMANN DIE URKUNDE UND DEN BACHELOR-PREIS

Beim Geodätischen Kolloquium am 21. Mai 2019 hat die Förderergesellschaft Frau B.Sc. Vanessa Koppmann den Bachelorpreis Geodäsie und Geoinformatik 2019 verliehen. Dieser Preis ist mit 500,- € dotiert und ehrt ihre Leistungen für die Allgemeinheit in besonderer Anerkennung ihrer Schlüsselkompetenzen. Seit 2010 ehrt die Förderergesellschaft jährlich eine/n Bachelorabsolventin oder –absolventen unserer Fachrichtung, die/der sich im Studium im Sinne der sozialkommunikativen Schlüsselkompetenzen erfolgreich engagiert hat. Der Preis wird gemeinsam mit der Leibniz Universitätsgesellschaft e.V. verliehen.

VERLEIHUNG DES WALTER-GROßMANN-PREISES 2019



HERR DIETER STÜNDL ÜBERREICHT FRAU MELANIE ARENDT DEN MIT 2000 € DOTIERTEN WALTER-GROßMANN-PREIS

Die diesjährige Preisträgerin M. Sc. Melanie Arendt wurde im Rahmen des Geodätischen Kolloquiums am 19. November 2019 mit dem Walter-Großmann-Preis geehrt.

Den mit 2000,- € dotierten Preis erhielt Frau Arendt aufgrund ihres exzellenten Studienabschlusses und ihres hervorragend geschriebenen Presseartikels. Dies ist eine Anerkennung der wissenschaftlichen Arbeit "Evaluation des Modells der Kosten- und Wirkungsanalyse von Flurbereinigungsverfahren in Niedersachsen" und der publizistischen Darstellung "Kosten und Nutzen stets im Blick". Der Beitrag wird im Folgenden wiedergegeben.

KOSTEN UND NUTZEN STETS IM BLICK

(AUTORIN: MELANIE ARENDT)

In der heutigen Zeit ist das Thema „Wirtschaftlichkeit“ allgegenwärtig. Überall geht es darum, Kosten und Nutzen genau abzuwägen und die zur Verfügung stehenden Ressourcen möglichst gewinnbringend einzusetzen. Das gilt für private Unternehmen ebenso wie für die öffentliche Verwaltung. Die Behörden stehen dabei besonders unter Beobachtung. Immer wieder erscheinen Pressemitteilungen wie „Behörden verschwenden Millionen“, die bei den Steuerzahlern Frust und Empörung auslösen.

In Niedersachsen werden rund 60% der Landesfläche landwirtschaftlich genutzt. Für unser eher ländlich geprägtes Bundesland spielt daher die Entwicklung des ländlichen Raums eine besondere Rolle. Hierfür werden Gelder der Europäischen Union bereitgestellt, die z.B. für Flurbereinigungsverfahren eingesetzt werden.

Flurbereinigungsverfahren dienen dazu, im ländlichen Raum Grundstücke neu zu ordnen und eine bessere Nutzbarkeit der Flächen (Natur- und Landschaftsschutz, Landwirtschaft, Siedlung, Infrastruktur usw.) zu ermöglichen. Für die Grundstückseigentümer bedeutet so ein Verfahren zum Beispiel, dass ihre Bewirtschaftungsflächen zusammengelegt werden und das Wegenetz verbessert wird. Dadurch können ihre Flächen einfacher bewirtschaftet werden. Auch Projektträger von Fachplanungen wie z.B. dem Bau einer Umgehungsstraße profitieren von der Durchführung eines Flurbereinigungsverfahrens. Ihre Projekte können beispielsweise deutlich schneller realisiert werden. Für die Region kann ein Flurbereinigungsverfahren z.B. eine Verbesserung des Landschaftsbildes bedeuten. Durch zusätzliche Wege, die zum Spazieren oder Radfahren genutzt werden können, steigt auch der Naherholungswert des Gebietes. Hochwasserschutzmaßnahmen wie z.B. Deichverbreiterungen können angrenzende Bereiche frühzeitig vor Überschwemmungsschäden schützen. Auch ökologische Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerqualität und zum Artenschutz können im Rahmen eines Flurbereinigungsverfahrens umgesetzt werden.

Da die finanziellen Mittel für die Durchführung von Flurbereinigungsverfahren begrenzt sind, können nicht alle geplanten Maßnahmen realisiert werden. Vor der Genehmigung neuer Verfahren wird beim Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz daher eine Rangfolge der Verfahren erstellt. Eine entscheidende Rolle spielt dabei das Verhältnis von Kosten und Nutzen (Wirtschaftlichkeit). Daher werden seit ca. 10 Jahren vorab für jedes Verfahren die zu erwartenden Kosten und Wirkungen berechnet und gegenübergestellt. Somit hat das Ministerium die Kosten und den Nutzen im Blick und kann auf dieser Grundlage das wirtschaftliche Handeln der Behörde nachweisen.

Bei den Wirkungen handelt es sich um Vorteile wie beispielsweise die finanziellen Ersparnisse der Landwirte durch die Verbesserung der Agrarstruktur. Diese können konkret berechnet werden. So lässt sich für jedes Verfahren bereits vor der Genehmigung bestimmen, wie viel Geld die landwirtschaftlichen Betriebe z.B. durch die Neuordnung der Agrarflächen sparen. Die Summe aller ermittelten Wirkungen (Nutzen) wird anschließend den Kosten gegenübergestellt.

Aber können die Kosten und der Nutzen der Projekte im Vorfeld wirklich realitätsnah bestimmt werden? Allmählich sind die ersten Verfahren, für die vorab die Kosten und Wirkungen berechnet wurden, beendet. Somit ist erstmals eine Überprüfung der damaligen Angaben möglich. Daraus können wichtige Erkenntnisse zur Optimierung der Berechnungen gewonnen werden.



ÖKOLOGISCHEN MAßNAHMEN SIND Z.B. DIE AUSWEISUNG VON RANDSTREIFEN AN GEWÄSSERN, SODASS WENIGER SCHADSTOFFE IN DAS WASSER GELANGEN UND DIE SANIERUNG DES DÜMMERS (SEE+ZUFLUSS), BILD:[NOZ]

Weiterhin stellt sich die Frage, ob wirklich alle relevanten Wirkungen der Flurbereinigung angemessen berücksichtigt werden. Diese Frage muss vor allem in Hinblick auf die sich ständig ändernden politischen und gesetzlichen Zielvorgaben gestellt werden. Der Schutz unserer Natur ist immer weiter in den Fokus unserer Gesellschaft gerückt. Aufgrund der steigenden gesellschaftlichen

Bedeutung soll dieser Aspekt auch angemessen bei dem positiven Nutzen der Flurbereinigungsverfahren berücksichtigt werden, wenn z.B. entsprechende Maßnahmen zum Naturschutz vorgenommen werden. Zurzeit werden die positiven Wirkungen dieser Maßnahmen zwar genannt, ihr Nutzen wird jedoch größtenteils nicht beziffert. Somit haben Verfahren mit vielen ökologischen Maßnahmen eine geringere Realisierungschance als Infrastrukturprojekte, da der monetäre Nutzen von Infrastrukturmaßnahmen größer ist. Daher ist es wichtig, Ansätze zu entwickeln, mit denen der Nutzen von Maßnahmen zum Schutz unserer Umwelt finanziell hervorgehoben werden kann.

Insgesamt kann durch die Vielzahl an entwickelten Handlungsempfehlungen sowohl die Schätzung der Kosten als auch die Berechnung der Wirkungen optimiert werden. Dadurch ist es möglich, die Wirtschaftlichkeit geplanter Verfahren künftig besser abzuschätzen. Es werden außerdem konkrete Ansätze vorgestellt, um besonders wichtige Wirkungen stärker zu gewichten. Ein zentrales Beispiel dafür ist die Bestimmung von Geldbeträgen für den positiven Nutzen für die Natur und Umwelt – ein kleiner Beitrag, der zu mehr Nachhaltigkeit führen kann.

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. **Franziska Altemeier**, DFG-Graduiertenkolleg i.c.sens (ab 01.11.2019)

Dr. **Kwabena Obeng Asiana**, Flächen- und Immobilienmanagement (ab 15.08.2019)

M.Sc. **Keno Bakker**, Interoperabilität von Geodaten am Beispiel aktueller Aufgaben der Wertermittlung (Innenministerium Niedersachsen) (bis 31.07.2019)

M.Sc. **Jörn Bannert**, Flächen- und Immobilienmanagement

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

M.Sc. **Johannes Bureick**, Echtzeitfähige Bestimmung der Flugtrajektorie eines UAS (DFG) (bis 31.12.2019)

M.Sc. **Dmitri Diener**, Weiterentwicklung eines Systems zur kinematischen Positionierung und Echtzeitauswertung eines selbstfahrenden Schienenmesswagens und UAV-Sensorplattform (bis 31.10.2019)

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

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

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

Dipl.-Ing. **Jens Hartmann**, Entwicklung neuer Konzepte für das hochgenaue kinematische terrestrische Laserscanning (BMW) (bis 31.08.2019)

Dr.-Ing. **Boris Kargoll**, AG-Leiter im Bereich "Geodätische Auswertemethoden" (bis 30.09.2019)

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

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

M.Sc. **Rozhin Moftizadeh**, DFG-Graduiertenkolleg i.c.sens (ab 01.10.2019)

M.Sc. **Bahareh Mohammadivojdan**, Flächenhaftes Monitoring von Bodenbewegungen (ab 01.11.2019)

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

Dr.-Ing. **Jens-André Paffenholz**, AG-Leiter im Bereich „Ingenieur-geodäsie“ (bis 31.10.2019)

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

Dr.-Ing. **Markus Schaffert**, Branding von Stadt-Land-Regionen durch Kulturlandschaftscharakteristika (BMBF), AG-Leiter im Bereich “Flächen- und Immobilienmanagement“ (bis 30.06.2019)

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 (bis 31.08.2019)

Dr. **Hao Yang**, Parametrische Identifikation beim Monitoring (bis 31.08.2019)

EXTERNE DOKTORANDEN

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

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

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”

M.Sc. **Xin Zhao**, TLS-basierten Deformationsanalyse (bis 30.09.2019)

GÄSTE

M. Eco. Amani Uisso, Stipendiat (15.04.-03.05.2019)

Prof. **Vladislav Kreinovich**, Mercator-Fellow im DFG-Graduiertenkolleg i.c.sens (30.06.-14.07.2019)

FWJ-FREIWILLIGES WISSENSCHAFTLICHES JAHR

Piet Hannes Maaß, Freiwilliges Wissenschaftliches Jahr (bis 30.06.2019)

Kamiel-Karl Heidberg, Freiwilliges Wissenschaftliches Jahr (ab 01.09.2019)

MITGLIEDSCHAFTEN IN NATIONALEN UND INTERNATIONALEN FACH-GREMIEN

Alkhatib, H.: Mitglied im Ausschuss „Geodätische Instrumente und Geräte“ am Deutschen Institut für Normung (DIN) (seit 02/2015)

Mitglied in der Arbeitsgruppen ISO/TC 172/SC 06/WG 04 „Field procedures and ancillary devices“ und ISO/TC 172/SC 06/WG 05 am Internationale Organisation für Normung (ISO) (seit 01/2019)

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“

Vorstandsmitglied der Graduiertenakademie der Leibniz Universität Hannover

Mitglied der ständigen Kommission des Fakultätentages „Bauingenieurwesen, Geodäsie und Umweltingenieurwesen“

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 as well as new period starting from 2020)

Gewähltes Mitglied des DVW-Arbeitskreises 4 "Ingenieurgeodäsie" (01/2015-12/2018 sowie 01/2019-2022)

Mitglied im Vorstand des DVW Niedersachsen/Bremen e. V.; Wahrnehmung des Amtes des Schriftführers (06/2007-12/2019) und Vorsitzenden (ab 01/2020)

Kongressdirektor INTERGEO 2021 in Hannover (www.intergeo.de)

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 im DVW – AK 6 "Immobilienwertermittlung"

Mitglied im Editorial Board der ZfV, Bereich Landmanagement

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

Mitglied des Beirates für Kommunalentwicklung Rheinland-Pfalz

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

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

INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

MITARBEITER

Prof. Dr.-Ing. **Jürgen Müller**, Physikalische Geodäsie (Geschäftsführender Leiter)

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. **Saniya Behzadpour**, SFB: Globale Schwerfeldbestimmung aus GRACE-Daten, in Kooperation mit der TU Graz (bis 30.06.2019)

Dr.-Ing. **Liliane Biskupek**, SFB/Exzellenzcluster: Lunar Laser Ranging, relativistische Geodäsie

M.Sc. **Yannick Brevé**, GNSS und Navigation, Antennenkalibrierung

M.Sc. **Hani Dbouk**, DFG-GRK i.c.sens: Alternative Integritätsmaße mittels Intervallmathematik

Dr.-Ing. **Heiner Denker**, Schwerfeldmodellierung, PI SFB

M. Sc. **Mathias Duwe**, Sensordatenfusion und Erdschwerfeld (seit 01.08.2019)

M.Sc. **Nicolas Garcia Fernandez**, DFG-GRK i.c.sens: Optimale kollaborative Positionierung

M.A. **Petra Heldt-Bertrand**, Sekretariat, Sekretariat GRK i.c.sens

Dipl.-Soz.wiss. **Ulrike Hepperle**, Sekretariat (freigestellt)

Dr.-Ing. **Franz Hofmann**, DFG: Mondreferenzsysteme, Zeitsysteme (bis 30.06.2019)

M.Sc. **Lucy Icking**, DFG-GRK i.c.sens: Kollaborative Navigation, Navigation in städtischen Bereichen (seit 15.10.2019)

Dr. **Ankit Jain**, BMWI: GNSS und Uhren (seit 15.05.2019)

Dr.-Ing. **Tobias Kersten**, Kinematischer Teststand Navigation

M.Sc. **Annike Knabe**, Schwerfeldbestimmung mit Satelliten

M.Sc. **Igor Koch**, Schwerfeldmodellierung

M. Sc. **Ali Karimidoona**, DAAD-Stipendiat im DFG-GRK i.c.sens: Integre kinematische Positionsbestimmung (seit 01.11.2019)

Klaus-Dieter Köhling, (15%) IT-Support: System- und Anwendungsbetreuung (seit Juni 2019)

Dr.-Ing. **Thomas Krawinkel**, BMWI: GNSS und Uhren

M.Sc. **Johannes Kröger**, GNSS und Navigation, Antennenkalibrierung

Dr.-Ing. **Miao Lin**, SFB: Geoid- und Schwerfeldmodellierung (bis 30.06.2019)

Dr. rer. nat. **Katja Lohmann**, GRK i.c.sens: Geschäftsführung

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

Bärbel Miek, Sekretariat

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

Dr.-Ing. **Manuel Schilling**, DLR: klassische und atom-interferometrische Gravimetrie

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

M.Sc. **Vishwa Singh**, Lunar Laser Ranging (seit 1.12.2019)

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

M.Sc. **Benjamin Tennstedt**, BMWI: Quantensensoren für die Inertialnavigation

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

Dr.-Ing. **Adelheid Weise**, Exzellenzcluster: Gravimetrie (seit 15.3.2019)

Dr.-Ing. **Matthias Weigelt**, SFB/Exzellenzcluster: Geschäftsführung

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

B.Sc. **Mingyue Zhang**, Stipendium aus China, Lunar Laser Ranging (seit Jan. 2019)

GÄSTE

Dr. **Xiopeng Li**, National Geodetic Survey, NOAA, Silver Spring, MD, USA (23.-27.09.2019)

MITGLIEDSCHAFTEN IN NATIONALEN UND INTERNATIONALEN FACHGREMIEN

Biskupek, L.: Mitglied der IAG Sub-Commission 1.4 joint with IAU Commission A2 and IERS Joint Working Group on Consistent realization of TRF, CRF, and EOP

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 - bis Juni 2019

Ordentliches Mitglied der Leibniz-Sozietät der Wissenschaften zu Berlin

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)

International Association of Geodesy (IAG) Fellow

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

Präsident des IAG-Projektes Novel Sensors and Quantum Technology for Geodesy (QuGe)

Sprecher der GGOS Standing Committee on Satellite Missions (2015-2019)

International Laser Ranging Service (ILRS): Lunar Analysis Center

Mitglied im Europäischen GRACE-FO 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

Dr. **Mohamed Abdelaal**, Network Control System for autonomous cars (DFG i.c.sens)

M. Sc. **Steffen Busch**, dynamische kooperative Karten (DFG-SPP)

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**, Visuelle Kommunikation von Routenempfehlungen (DFG-SocialCars)

M. Tech. **Vinu Kamalasan**, Visualisierung von Verkehrsregeln im Shared Space (DAAD - 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 (BMBF)

B.Sc. **Anna Malinovskaya**, Räumliche und raum-zeitliche GARCH Modelle (DFG)

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)

Evelin Schramm, Institutssekretärin, allgemeiner Geschäftsbetrieb, Mittelüberwachung, Haushaltsmanagement, vorbereitende Buchhaltung, Personalangelegenheiten

Dipl.-Ing. **Malte Jan Schulze**, Systemadministration, Geodatenintegration, Geländemodellierung

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

M.Sc. **Yajie Chen**, 3D Punktwolkeninterpretation – Betreuung zusammen mit IPI

GÄSTE

M. Sc. Juntao Yang, China University of Geosciences, 01.09.2019-31.08.2020

Prof. Reza Malek, K.N.Toosi Universität Teheran, November 2019

FREIWILLIGES WISSENSCHAFTLICHES JAHR

Marlin Franke (seit 01.09.2018 bis 31.08.2019)

Wie bereits in den vergangenen Jahren beteiligte sich unser Institut am freiwilligen wissenschaftlichen Jahr und ermöglichte einer Abiturientin einen 12-monatigen Einblick in das wissenschaftliche Arbeiten an der Universität.

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) (bis Juli 2019)

Vorsitzende der DFG-Senatskommission für Erdsystemforschung

Mitglied des Senats der Helmholtz-Gemeinschaft (seit September 2018)

Vorsitzende des Wissenschaftlichen Ausschusses des ZGeoBW

Otto, P.: Schatzmeister und Mitglied des Vorstands der Deutschen Statistischen Gesellschaft

Mitglied der Fachgruppe Stochastik (Deutsche Mathematiker Vereinigung), American Statistical Association, German Data Science Society

AUSLANDSAUFENTHALTE

Hao Cheng forschte vom 07.07.2018 bis zum 28.10.2018 an der Universität Nagoya in the Graduate School of Informatics für Anomaly Detection of Pedestrian/Cyclist—Vehicle Interaction at Intersections. Der Aufenthalt wurde im Rahmen des DFG-Graduiertenkollegs SocialCars finanziert.

Statistics show that accidents between vehicles and vulnerable road users (VRU, i.e., pedestrians and cyclists) often occur at intersections in different countries. Monitoring and understanding how vehicles and VRU interact at intersections are critical for safety control, autonomous driving and traffic management. Among various behavior patterns, the rarity, absence of expectation and uncertainty of abnormal behavior can lead to risky or even fatal consequences. One way to predict those undesirable consequences is anomaly detection. For example, jaywalking by pedestrians, a sudden U-turn of a vehicle, distraction from a phone and violation of right-of-way are not normal but very risky behavior at intersections. If these anomalous behavior can be automatically detected in advance, a prompt signal might be sent to prevent a potential accident.

This study was carried out under the supervision of Prof. Takatsugu Hirayama and Prof. Hiroshi Murase from Murase Lab in Nagoya University. A Sequence-to-Sequence AutoEncoder for anomaly detection using camera data recorded from a busy intersection in a Japanese city is proposed. Interactions are classified into different levels. At the early stage, the model can differentiate no interactions from interactions automatically. It will be extended to differentiate normal interactions to dangerous interactions.

Yu Feng forschte vom 01.11.2019 bis zum 01.12.2019 am Ordnance Survey in Southampton, Vereinigtes Königreich. Im „Business Change & Innovation“ Team arbeitete er zum einen an der Erstellung von generalisierten Gebäudekarten in verschiedenen Maßstäben, welche aus Klassifikations-ergebnissen von Luftbildern mittels Deep-Learning Modellen klassifiziert wurden. Zum anderen hat er ein vom Ordnance Survey implementiertes Modell zur Klassifikation der Landnutzung im Hinblick auf eine bessere Modellkapazität weiterentwickelt. Der Aufenthalt wurde durch das EU Marie Skłodowska-Curie RISE Projekt VOLTA finanziert.

Torben Peters arbeitete vom 01.11.2019 bis 20.12.2019 im Rahmen eines Forschungsaufenthalts an der ETH Zürich im Institut „Photogrammetry and Remote Sensing“. Er forschte an dem Thema, 3D Punktwolken mittels Deep Learning zu vervollständigen. Als Beispiel wurden Fahrzeuge gewählt, die in den Daten des Mobile Mapping Systems des ikg immer nur von einer bis maximal drei Seiten zu sehen sind. Die besondere Schwierigkeit der Arbeit bestand darin, die Vervollständigung ohne „ground truth“ – also selbstüberwacht – zu lösen. Dafür wurde eine Datenbank mit über zehntausend Punktwolken mit Autos automatisch erstellt. Das entwickelte System konnte schlussendlich anhand von Gemeinsamkeiten zwischen den unvollständigen Autos auf die fehlenden Teile schließen, um diese zu komplettieren. Das System ist nicht auf Autos beschränkt und lässt sich auf weitere Objekte übertragen. Nach unserem Stand ist es die erste Deep Learning Lösung, die dies vollständig selbstüberwacht löst. Des Weiteren wurde an semantischer Segmentierung, also der punktwisen Klassifikation von Punktwolken geforscht. Das Thema wird auch weiterhin in Kooperation mit der ETH beforscht. Der Aufenthalt erfolgte im Rahmen des DFG Graduiertenkollegs i.c.sens.

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 (bis 31.08.2019)

Uwe Breitkopf, M.Sc. Systemadministration

Lin Chen, M.Sc., Punktmerkmale und -deskriptoren

Dominic Clermont, M.Sc., Deep Learning Bildanalyse (seit 01.04.2019)

Maximilian Coenen, M.Sc., Analyse von Stereobildsequenzen

Mareike Dorozynski, M.Sc., Convolutional Neural Networks

Philomena Humburg, M.Sc., Straßenaktualisierung aus Luft- und Satellitenbildern (bis 31.07.2019)

Dr.-Ing. **Karsten Jacobsen**, Geometrie von Luft- und Satellitenbildern

Christian Kruse, M.Sc., Erkennung von Kriegsschäden in Luftbildern

Alina Maas, M.Sc., Änderungdetektion aus Luft- und Satellitenbildern (bis 14.10.2019)

Max Mehlretter, M.Sc., Zuverlässige stereoskopische 3D Rekonstruktion

Uyen Nguyen, M.Sc., Personenverfolgung in Bildsequenzen

Dipl.-Ing. **Andreas Paul**, Transferlernen in der Bilddatenklassifikation (bis 31.12.2019)

Annette Radtke, Sekretariat ISPRS

Claudia Sander, Sekretariat

Artuom Sledz, M.Sc., Auswertung von Thermalaufnahmen für Fernwärmeanwendungen

Philipp Trusheim, M.Sc., 3D Punktbestimmung in dynamischen Netzen

Jakob Unger, M.Sc., Photogrammetrie mit UAV (bis 31.12.2019)

Dr.-Ing **Sanaz Vajedian**, Radarinterferometrie

Mirjana Voelsen, M.Sc., Aktualisierung topographischer Datenbanken mit Fernerkundungsdaten (seit 01.06.2019)

Dr.-Ing. **Manfred Wiggenhagen**, Nahbereichsphotogrammetrie

Dennis Wittich, M.Sc., Deep learning

Chun Yang, M.Sc., Convolutional Neural Networks

STIPENDIATEN UND EXTERNE DOKTORANDEN

Gregor Blott, M.Sc., Personenwiedererkennung in Bildsequenzen (Bosch, bis 31.12.2019)

Yajie Chen, M.Sc., 3D Punktwolkeninterpretation

Dr.-Ing. **Mahmud Haghshenas Haghighi**, Radarfernerkundung (GFZ Potsdam, bis 30.06.2019)

Dipl.-Geogr. **Andre Kalia**, Permanent Scatterer Interferometrie (BGR)

Junhua Kang, M.Sc., Wuhan University, Digitale Bildzuordnung

Akram Mahan, M.Sc., Radarinterferometrie (seit 01.11.2019)

Dipl.-Ing. **Murat Ürün**, Nahbereichsphotogrammetrie (VW-Nutzfahrzeuge)

Magdalena Vassileva, M.Sc., Radarinterferometrie

Xin Wang, M.Sc., Orientierung ungeordneter Bilddaten

GÄSTE

Xiao Teng, M.Sc. Wuhan University, Jan.-Dez., Robust relative orientation

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 Nat. Centre of Cartography, Feb./März 2019, Geospatial database updating

Charis Doidge, M.Sc., Ordnance Survey GB, Southampton, Feb./März 2019, Deep learning

Dipl.-Ing. **Dragos Badea**, University of Bukarest, März und November 2019, Digital Photogrammetry and Remote Sensing

Alana Neves, M.Sc., INPE, Sao José dos Campos, Juni-Dezember 2019, Deep learning for vegetation mapping

Prof. **Ye Qin**, Tongji University, Shanghai, Juli-August 2019, 3D point cloud registration

Prof. **Gilson da Costa**, UERJ, Rio de Janeiro, August 2019-Juli 2020, Deep learning for remote sensing

Aishwarya Gujrathi, B.Sc., IIT Bombay, September 2019-Februar 2020, Deep learning image analysis

Vamshi Krishna Rao Karanam, B.Sc., IIT Roorkee, Okt. 2019-März 2020, Radarinterferometrie

Shagun Garg, B.Sc., IIT Bombay, Okt. 2019-März 2020, Radarinterferometrie

Prof. **Miroslaw Marceta**, Universität Belgrad, Humboldt-Stipendium, Okt. 2019, Digital Photogrammetry and Remote Sensing

Antonio Ruiz, Ing., ICGC Barcelona, Oktober-November 2019, Deep learning for building delineation and reconstruction

EHRUNGEN



ALINA MAAS (RECHTS) NEBEN DER ALTEN ASPRS PRÄSIDENTIN ANNE HILLYER UND DEM NEUEN PRÄSIDENTEN TOMMY JORDAN BEI DER PREISÜBERGABE

Im Januar 2019 wurde **Alina Maas**, M.Sc., während der ASPRS Annual Conference and International Lidar Mapping Forum in Denver (Colorado, USA) für ihren zusammen mit Franz Rottensteiner, Abdalla Alobeid und Christian Heipke 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**.

Prof. **Gottfried Konecny** wurde im Juni 2019 für sein Lebenswerk mit dem Großen Sudetendeutschen Kulturpreis der Sudetendeutschen Landsmannschaft ausgezeichnet.

Für ihren zusammen mit Koautoren verfassten und 2012 erschienenen Beitrag *Kaartinen et al.: An International Comparison of Individual Tree Detection and Extraction Using Airborne Laser Scanning* erhielten Prof. **Christian Heipke** und Dr. **Bernd-Michael Wolf** den 10th Anniversary Best Paper Award 2009-2018, Rank 2, der Zeitschrift *Remote Sensing* für den Zeitraum 2009-2018.



MARKUS MÜLLER (KIT), DENNIS WITTICH (JE EIN BEST PAPER AWARD) UND PIA ORGANISATOR PROF. UWE STILLA, TU MÜNCHEN

Im September 2019 erhielt **Dennis Wittich**, M.Sc. in München für den mit Prof. **Franz Rottensteiner** verfassten Beitrag *Adversarial domain adaptation for the classification of aerial images and height data using convolutional neural networks* den **Best Paper Award der Photogrammetric Image Analysis (PIA) Konferenz 2019**.

Der DVW – Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Land Management hat **Mareike Dorozynski**, M.Sc., als beste Absolventin des Masterstudienganges *Geodäsie und Geoinformatik* der Leibniz Universität Hannover im Jahrgang 2018/19 mit dem Harbert-Buchpreis ausgezeichnet.

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 der Europäischen Akademie der Wissenschaften und Künste

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 Special 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 Zeitschriften *Journal of Geodynamics* und *Remote Sensing*

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

Xin Wang hat im Rahmen des EU-Projektes „innoVation in geOspatial and 3D daTA (VOLTA)“ einen Forschungsaufenthalt vom 07.01.-08.03.2019 bei der Firma Vexcel Imaging GmbH in Graz, Österreich verbracht.

Chun Yang hat im Rahmen des EU-Projektes „innoVation in geOspatial and 3D daTA (VOLTA)“ einen Forschungsaufenthalt vom 18.03.-10.05.2019 beim Ordnance Survey Ltd. in Southampton, Großbritannien verbracht.

Christian Kruse hat im Rahmen des EU-Projektes „innoVation in geOspatial and 3D daTA (VOLTA)“ einen Forschungsaufenthalt vom 01.07.-23.08.2019 bei der Firma Vermessung AVT-ZT-GmbH in Imst, Österreich verbracht.

WORKSHOPS

Jacobsen, K.: Durchführung des Fortbildungskurses „Height models for urban planning and adaption to climate change“, Geological Survey of Bangladesh, Dhaka, 06.-18.04.2019

Jacobsen, K.: Durchführung des Fortbildungskurses “Ortho-Rectification of CORONA Satellite Images “, Geological Survey of Bangladesh, Dhaka, 20.09.-03.10.2019

PUBLIKATIONEN UND VORTRÄGE

GEODÄTISCHES INSTITUT

BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Alkhatib, H.; Omidalizarandi, M.; Kargoll, B. (2019): A Bootstrap Approach to Testing for Time-Variability of AR Process Coefficients in Regression Time Series with t-Distributed White Noise Components, In: International Association of Geodesy Symposia. Springer, Berlin, Heidelberg. DOI:10.1007/1345_2019_78
- Becker, Th.; Fischer, L.; Keysselitz, B.; Kühn, U.; Kuntosch, A.; Lippelt, J.; Locherer, V.; Penski, F.; Schaffert, M.; Schlagwein, W.; Türck-Hövener, F.-J., Weltecke, Ch. (2019): Bilder und Erzählungen einsetzen. In: Schön, S. et al. (Hg.): Nachhaltige Landnutzung managen. Akteure beteiligen - Ideen entwickeln - Konflikte lösen. WBV, S. 37-48
- Bureick, J.; Alkhatib, H.; Neumann, I. (2019): Fast converging elitist genetic algorithm for knot adjustment in B-spline curve approximation, Journal of Applied Geodesy 13 (4), 317–328. DOI:10.1515/jag-2018-0015
- Bureick, J.; Vogel, S.; Neumann, I.; Unger, J. Alkhatib, H. (2019): Georeferencing of an unmanned aerial system by means of an iterated extended Kalman filter using a 3D City Model, Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science (PFG). DOI:10.1007/s41064-019-00084-x. ISSN: 2512-2819
- Dorndorf, A.; Kargoll, B.; Paffenholz, J.-A.; Alkhatib, H. (2019): A Bayesian Nonlinear Regression Model Based on t-Distributed Errors, In: International Association of Geodesy Symposia. Springer, Berlin, Heidelberg. DOI:10.1007/1345_2019_76
- Garcia-Fernandez, N.; Alkhatib, H.; Schön, S. (2019): Collaborative navigation simulation tool using Kalman filter with implicit constraints, ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., IV-2/W5, 559-566, <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-2-W5-559-2019>, 2019. DOI:10.5194/isprs-annals-IV-2-W5-559-2019
- Kargoll, B.; Omidalizarandi, M.; Paffenholz, J.-A.; Neumann, I.; Kermarrec, G.; Alkhatib, H. (2019): Bootstrap tests for model selection in robust vibration analysis of oscillating structures, Proceedings of the 4th Joint International Symposium on Deformation Monitoring (JISDM), Athens, Greece, 2019
- Kermarrec, G.; Alkhatib, H.; Bureick, J.; Kargoll, B. (2019): Impact of mathematical correlations on the statistic of the congruency test case study: B-splines surface approximation from bridge observations, Proceedings of the 4th Joint International Symposium on Deformation Monitoring (JISDM), Athens, Greece, 2019
- Kermarrec, G.; Neumann, I.; Alkhatib, H.; Schön, S. (2019): The stochastic model for Global Navigation Satellite Systems and terrestrial laser scanning observations: A proposal to account for correlations in least squares adjustment, Journal of Applied Geodesy, Band 13, Heft 2, S. 93-104. DOI:10.1515/jag-2018-0019
- Kermarrec, G.; Paffenholz, J.-A.; Alkhatib, H. (2019): How Significant Are Differences Obtained by Neglecting Correlations When Testing for deformation: A Real Case Study Using Bootstrapping with Terrestrial Laser Scanner Observations Approximated by B-Spline Surfaces, Sensors 2019, 19(17), 3640. DOI:10.3390/s19173640
- Landmann, J.; Ongsiek, T.; Goseberg, N.; Heasman, K.; Buck, B.; Paffenholz, J.-A.; Hildebrandt, A. (2019): Physical Modelling of Blue Mussel Dropper Lines for the Development of Surrogates and Hydrodynamic Coefficients, JMSE (Journal of Marine Science and Engineering) 7 (3), p. 65, 2019. DOI:10.3390/jmse7030065
- Loth, I.; Schuh, W.-D.; Kargoll, B. (2019): Non-recursive representation of an autoregressive process within the Magic Square, IAG Symposia (First Online), Springer. DOI:10.1007/1345_2019_60
- Omidalizarandi, M.; Kargoll, B.; Paffenholz, J.-A.; Neumann, I. (2019): Robust external calibration of terrestrial laser scanner and digital camera for structural monitoring, Journal of Applied Geodesy, Jg. 13, Heft 2, S. 105-134. DOI:10.1515/jag-2018-0038
- Soot, M.; Dorndorf, A.; Alkhatib, A.; Weitkamp, A. (2019): Möglichkeiten und Grenzen der Integrationsfähigkeit unterschiedlicher Daten für die Bewertung in realen kaufpreisarmeren Lagen, allgemeine Vermessungsnachrichten (avn), 10/2019, S. 247-258
- Sun, L.; Alkhatib, H.; Kargoll, B.; Kreinovich, V.; Neumann, I. (2019): Ellipsoidal and Gaussian Kalman Filter Model for Discrete-Time Nonlinear Systems, Mathematics. DOI:10.3390/math7121168

- Vogel, S.; Alkhatib, H.; Bureick, J.; Moftizadeh, R.; Neumann, I. (2019): Georeferencing of Laser Scanner-Based Kinematic Multi-Sensor Systems in the Context of Iterated Extended Kalman Filters Using Geometrical Constraints, In: *Sensors* 2019, 19(10), 2280, p. 22. DOI:10.3390/s19102280
- Xu, W.; Xu, X.; Yang, H.; Neumann, I. (2019): Optimized finite element analysis model based on terrestrial laser scanning data, *Composite Structures*, Volume 207, 1 January 2019, Pages 62-71. DOI:10.1016/j.compstruct.2018.09.006
- Yang, H.; Xu, X.; Kargoll, B.; Neumann, I. (2019): An automatic and intelligent surface modeling optimal method for composite tunnel structures, *Composite Structures*, Vol. 208, S. 702-710. DOI:10.1016/j.compstruct.2018.09.082
- Zhang, Y.; Topa Gomes, A.; Beer, M.; Neumann, I.; Nackenhorst, U.; Kim, C.-W. (2019): Reliability analysis with consideration of asymmetrically dependent variables: Discussion and application to geotechnical examples, *Reliability Engineering and System Safety*, Volume 185, May 2019, Pages 261-277. DOI: 10.1016/j.ress.2018.12.025
- Zhao, X.; Kermarrec, G.; Kargoll, B.; Alkhatib, H.; Neumann, I. (2019): Influence of the simplified stochastic model of TLS measurements on geometry-based deformation analysis, *Journal of Applied Geodesy*, Band 13, Heft 3. DOI:10.1515/jag-2019-0002

NICHT BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Bureick, J.; Vogel, S.; Neumann, I.; Diener, D.; Alkhatib, H. (2019): Geo-Referenzierung von Unmanned Aerial Systems über Laserscannermessungen und 3D-Gebäudemodelle, In: DVW e. V. (Hg.): *Terrestrisches Laserscanning 2019 (TLS 2019)*. DVW-Schriftenreihe, Band 96, Wißner-Verlag, Augsburg, 2019, S. 63-74
- Hartmann, J.; Gösseln, I. von; Schild, N.; Dorndorf, A.; Paffenholz, J.-A.; Neumann, I. (2019): Optimisation of the calibration process of a k-tls based multi-sensor-system by genetic algorithms. In: *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. XLII-2/W13*, S. 1655–1662. DOI:10.5194/isprs-archives-XLII-2-W13-1655-2019
- Hesse, C.; Holste K.; Neumann, I. (2019): 3D HydroMapper, ein innovatives Über- und Unterwasserscansystem zur Bauwerksinspektion, In: DVW e. V. (Hg.): *Terrestrisches Laserscanning 2019 (TLS 2019)*. DVW-Schriftenreihe, Band 96, Wißner-Verlag, Augsburg, 2019, S. 53-62
- Hesse, C.; Holste, K., Neumann, I., Hake, F.; Alkhatib, H.; Geist, M.; Knaack, L., Scharr, C. (2019): 3D HydroMapper: Automatisierte 3D-Bauwerksaufnahme und Schadenserkenkung unter Wasser für die Bauwerksinspektion und das Building Information Modelling, *Hydrographische Nachrichten*, Jg: 113, S. 26-29, 06/2019 ISSN: 1866-9204
- Holste, K.; Hesse, C.; Neumann, I.; Bassen, S. (2019): 3D HydroMapper – digitale Inspektion von Bauwerken über und unter Wasser, In: *Bautechnik*, 96/2019. DOI:10.1002/bate.201900097
- Kemkes, E.; Rüffer, J.; Omidalizarandi, M.; Diener, D.; Paffenholz, J.-A.; Neumann, I. (2019): Ein neues Verfahren zum MEMS-basierten Brückenmonitoring - Zielsetzung und Statusbericht. In: Alkhatib, H.; Paffenholz, J.-A. (Hrsg.): *Tagungsband GeoMonitoring 2019*. GeoMonitoring. Hannover, 14-15 März, 2019, S. 215–226. DOI:10.15488/4524
- Kermarrec, G.; Alkhatib, H.; Paffenholz, J.-A. (2019): Original 3D-Punktwolken oder Approximation mit B-Splines: Verformungsanalyse mit CloudCompare. In: Alkhatib, H.; Paffenholz, J.-A. (Hrsg.): *Tagungsband GeoMonitoring 2019*. GeoMonitoring. Hannover, 14.-15. März, 2019, S. 165–176 DOI:10.15488/4520
- Neumann, I., Alkhatib, H. (2019): Normen, Richtlinien und Merkblätter für die Qualitätssicherung in der Geodäsie, *Hydrographische Nachrichten*, In: DVW e. V. (Hg.): *Qualitätssicherung geodätischer Mess- und Auswerteverfahren*. DVW-Schriftenreihe, Band 95, Wißner-Verlag, Augsburg, 2019, S. 31-38
- Omidalizarandi, M.; Neumann, I.; Kemkes, E.; Kargoll, B.; Diener, D.; Rüffer, J.; and Paffenholz, J.-A. (2019): MEMS based Bridge Monitoring Supported by Image-Assisted Total Station. In: *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XLII-4/W18, 833–842. DOI:10.5194/isprs-archives-XLII-4-W18-833-2019
- Paffenholz, J.-A.; Wujanz, D. (2019): Spatio-temporal monitoring of a bridge based on 3D point clouds - A comparison among several deformation measurement approaches, *Proceedings of the 4th Joint International Symposium on Deformation Monitoring (JISDM)*, Athens, Greece, 2019
- Ritlewski, T.; Sante, H.; Krümming, S.; Dennig, D. (2019): Ingenieuraufgaben beim Fahrweg der „Neuen Bahnbrücke Kattwyk“, *Der Eisenbahningenieur*, 05/2019: 37-43
- Steinhoff-Knopp, B.; Eltner, A.; Hake, F.; Paffenholz, J.-A. (2019): Methoden zur skalenübergreifend hochaufgelösten Erfassung und Quantifizierung von Bodenerosion durch Wasser, In: Alkhatib, H.;

Paffenholz, J.-A. (Hrsg.): Tagungsband GeoMonitoring 2019. GeoMonitoring. Hannover, 14.-15. März, 2019, S. 75–89. DOI:10.15488/4514

Wieser, A.; Paffenholz J.-A.; Neumann, I. (2019): Sensoren, Features und Physik – Zum aktuellen Stand der Entwicklung bei Laserscannern, In: DVW e. V. (Hg.): Terrestrisches Laserscanning 2019 (TLS 2019). DVW-Schriftenreihe, Band 96, Wißner-Verlag, Augsburg, 2019, S. 9-22

DISSERTATIONEN

Ali, B. (2019): Optimierte Verteilung von Standorten der Schulen unter dem Einfluss des demografischen Wandels am Beispiel Grundschulen, Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Universität Hannover, Nr. 352

Bureick, J. (2019): Robuste Approximation von Laserscan-Profilen mit B-Spline-Kurven, Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Universität Hannover, Nr. 355

Zhao, X. (2019): Terrestrial Laser Scanning Data Analysis for Deformation Monitoring, Deutsche Geodätische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Reihe C, Nr. 839

BÜCHER/BUCHBEITRÄGE

Alkhatib, H.; Paffenholz, J.-A. (Hrsg.) (2019): Tagungsband GeoMonitoring 2019, GeoMonitoring. Hannover, 14-15 März, 2019

Becker, T.; Fischer, L.; Keysselitz, B.; Kühn, U.; Kuntosch, A.; Lippelt, J.; Locherer, V.; Penski, F.; Schaffert, M.; Schlagwein, W.; Türck-Hövener, F.J.; Weltecke, C. (2019): Bilder und Erzählungen einsetzen. In: Schön, S.; Eismann, C.; Wendt-Schwarzburg, H.; Ansmann, T. (Hrsg.): Nachhaltige Landnutzung managen – Akteure beteiligen – Ideen entwickeln – Konflikte lösen (S. 37-48). Bielefeld, Deutschland: wbv Verlag

VORTRÄGE (AUSWAHL)

Neumann, I. (2019): Kinematische Multi-Sensor-Systeme in der Ingenieurgeodäsie - qualitätsgesicherte Massendaten, aber bitte sofort! Eingeladener Vortrag auf der Jahressitzung des Ausschusses Geodäsie bei der Bayrischen Akademie der Wissenschaften, Carl Friedrich von Siemens Stiftung, München, 28.11.2019

Neumann, I. (2019): Aktuelle Ingenieurvermessung 2019 an der Hochschule: prozessorientiert, effizient und qualitätsgesichert. Eingeladener Vortrag auf dem VDV-Seminar zur „Aktuellen Ingenieurvermessung 2019“, Dortmund, 18.10.2019

Neumann, I. (2019): Deformation measurements of large-scale experiments with laser scanning and laser tracking. Eingeladener Key-Note auf der Geospatial Conference der ISPRS, Karaj (Teheran), 12.10.2019

Neumann, I. (2019): On the Methodology of Surface based Monitoring of Arbitrary Objects. Vortrag auf dem Joint-Workshop zwischen der Leibniz Uni Hannover und der K.N. Toosi-University of Technology, Teheran, 08.05.2019

Neumann, I. (2019): Hochgenaue und dynamische Überwachung des Großversuches einer Gleisverwerfung. Eingeladener Vortrag auf den Allsat Open, Hannover, 04.04.2019

Neumann, I. (2019): Deformationsmessungen bei Großversuchen mittels Laserscanning und Lasertracking. Eingeladener Vortrag auf dem Geodätischen Kolloquium der Universität Stuttgart, Stuttgart, 10.01.2019

Paffenholz, J.-A.; Wujanz, D. (2019): Spatio-temporal monitoring of a bridge based on 3D point clouds - A comparison among several deformation measurement approaches, Presentation. 4th Joint International Symposium on Deformation Monitoring (JISDM), Athens, Greece, 17.05.2019

Xu, W.; Neumann, I. The automatic numerical fusion model with the use of multi-sensors. In: 5th International Conference on Mechanics and Composites. Lisbon, 01.07.2019

INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Behzadpour, S., Mayer-Gürr, T., Flury, J., Klinger, B., and Goswami, S. (2019): Multiresolution wavelet analysis applied to GRACE range-rate residuals, *Geosci. Instrum. Method. Data Syst.*, 8, 197–207, doi: 10.5194/gi-8-197-2019
- Dbouk, H., Schön, S. (2019): Reliability and Integrity Measures of GPS Positioning via Geometrical Constraints, *Proceedings of the 2019 International Technical Meeting of The Institute of Navigation*, Reston, Virginia, January 2019, pp. 730-743, doi: 10.33012/2019.16722
- Delva, P., Denker, H., Lion, G. (2019): Chronometric geodesy: methods and applications. Monograph in: Puetzfeld D., Lämmerzahl C. (eds), *relativistic Geodesy, Fundamental Theories of Physics*, Vol 196: 25-85, Springer, Cham. doi: 10.1007/978-3-030-11500-5_2
- Gabriel, G., Kobe, M., Weise, A., Timmen, L. (2019): Monitoring of Subrosion Induced Mass Changes by Time-Lapse Gravity Surveys – Two Case Studies from Germany. Conference paper, *Near Surface Geoscience Conference & Exhibition 2019*, 8-12 September 2019, The Hague, Netherlands. DOI: 10.3997/2214-4609.201902357
- Garcia Fernandez, N., Schön, S. (2019): Optimizing Sensor Combinations and Processing Parameters in Dynamic Sensor Networks, *Proceedings of the 32nd International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation (ION GNSS+ 2019)*, Miami, Florida, September 2019, pp. 2048-2062
- Garcia Fernandez, N., Alkhatib, H. and Schön, S. (2019): Collaborative navigation simulation tool using Kalman filter with implicit constraints, *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, IV-2/W5, 559-566, doi: 10.5194/isprs-annals-IV-2-W5-559-2019
- Jäggi, A., Weigelt, M., Flechtner, F., Güntner, A., Mayer-Gürr, T., Martinis, S., Bruinsma, S., Flury, J., Bourgoigne, S., Steffen, H., Meyer, U., Jean, Y., Susnik, A., Grahsl, A., Arnold, D., Cann-Guthauser, K., Dach R., Li Z., Chen Q., van Dam T., Gruber C., Poropat L., Gouweleeuw B., Kvas A., Klinger B., Lemoine JM., Biancale R., Zwenzner H., Bandikova T., Shabanloui A. (2019): European Gravity Service for Improved Emergency Management (EGSIEM) - from concept to implementation, *Geophysical Journal International*, Volume 218, Issue 3, September 2019, Pages 1572–1590, doi: 10.1093/gji/ggz238
- Lin, M., Denker, H. (2019): On the computation of gravitational effects for tesseroids with constant and linearly varying density. *Journal of Geodesy* 93: 723–747, doi: 10.1007/s00190-018-1193-4
- Lin, M., Denker, H., Müller, J. (2019): A comparison of fixed- and free-positioned point mass methods for regional gravity field modeling. *Journal of Geodynamics*, vol. 125, p. 32-47, 2019, doi: 10.1016/j.jog.2019.01.001
- Mai, E., Müller, J., Oberst, J. (2019): Application of an Evolution Strategy in Planetary Ephemeris Modeling. *Advances in Space Research*, Vol. 63, p. 728–749, doi: 10.1016/j.asr.2018.09.011
- Müller, J., Murphy, T., Schreiber, U., Shelus, P., Torre, J., Williams, J., Boggs, D., Bouquillon, S., Bourgoigne, S., Hofmann, F. (2019): Lunar Laser Ranging – A Tool for General Relativity, *Lunar Geophysics and Earth Science*. *Journal of Geodesy*, Vol. 93, p. 2195-2210, doi: 10.1007/s00190-019-01296-0
- Müller, J., Pail, R. (und die DGK-Abteilung Erdmessung): *Erdmessung 2030*. zfv 1/2019, S. 4-16, 2019
- Olsson, P.-A., Breili, K., Ophaug, V., Steffen, H., Bilker-Koivula, M., Nielsen, E., Oja, T., Timmen, L. (2019): Postglacial gravity change in Fennoscandia - three decades of repeated absolute gravity observations. *Geophysical Journal International*, Volume 217, Issue 2, May 2019, Pages 1141–1156, <https://doi.org/10.1093/gji/ggz054>
- Pail, R., Bamber, J., Biancale, R., Bingham, R., Braitenberg, C., Cazenave, A., Eicker, A., Flechtner, F., Gruber, T., Güntner, A., Heinzl, G., Horwath, M., Longuevergne, L., Müller, J., Panet, I., Savenije, H., Seneviratne, S., Sneeuw, N., van Dam, T., Wouters, B. (2019): Mass variation observing system by high low inter-satellite links (MOBILE) – a new concept for sustained observation of mass transport from space. *GGHS 2018 proceedings*. *Journal of Geodetic Science*, Vol. 9(1), p. 48-58, doi: 10.1515/jogs-2019-0006
- Trimeche, A.; Battelier, B.; Becker, D.; Bertoldi, A.; Bouyer, P.; Braxmaier, C.; Charron, E.; Corgier, R.; Cornelius, M.; Douch, K.; Gaaloul, N.; Herrmann, S.; Müller, J.; Rasel, E.; Schubert, C.; Wu, H.; Pereira dos Santos, F. (2019): Concept study and preliminary design of a cold atom interferometer for space gravity gradiometry. *Classical and Quantum Gravity*, Vol. 36, 215004, doi: 10.1088/1361-6382/ab4548
- Wu, H., Müller, J., Lämmerzahl, C. (2019): Clock networks for height system unification: a simulation study, *Geophysical Journal International*, Vol. 216(3), p. 1594-1607, doi: 10.1093/gji/ggy508

NICHT BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Breva, Y., Kröger, J., Kersten, T., Schön, S. (2019): Estimation and validation of receiver antenna codephase variations for multi GNSS signals, 7th International Colloquium on Scientific and Fundamental Aspects of GNSS, September 4-6, Zürich, Switzerland
- Denker, H., Timmen, L., Völkens, C. (2019) Report on levelling and GNSS results for stations on the MPQ campus in Garching. Published 17 Dec. 2019, doi: 10.15488/9163
- Denker, H. (2019): Regional gravity field modeling: Theory and practical results. Published 06 May 2019, doi: 10.15488/4773
- Görres, B., Kersten, T., Schön, S., Zimmermann, F., Wanninger, L. (2019): Zur Neubearbeitung des GNSS-Antennen-Merkblatts, DVW e.V. (Hrsg.), Beiträge zum 180. DVW-Seminar am 27. und 28. Juni 2019 in Stuttgart, DVW-Schriftenreihe, Band 95, Augsburg, 2019, pp. 103-105, Wißner-Verlag, Augsburg
- Grotti, J., Koller, S.B., Herbers, S., Benkler, E., Al-Masoudi, A., Schwarz, R., Dörscher, S., Waterholter, T., Koke, S., Kuhl, A., Grosche, G., Lisdat, C., Timmen, L., Denker, H., Vishnyakova, G., Holzwarth, R., Maisenbacher, L., Giunta, M., Matveev, A., Udem, T., Hänsch, T.W. (2019): Progress with the PTB transportable 87Sr optical lattice clock for chronometric levelling. Paper MoPoS.72, IFCS-EFTF 2019, Orlando, Florida, USA, 14-18 April 2019
- Kenyeres, A., Bruyninx, C., Sacher, M., Denker, H., Fernandes, R. (2019): EUREF's pan-European geodetic infrastructures in support of geosciences. Geophysical Research Abstracts, Vol. 21: EGU2019-15310, EGU General Assembly 2019, Vienna, Austria, 07-12 April 2019
- Kersten, T., Weise, A., Timmen, L., Gabriel, G., Schön, S., Vogel, D. (2019): Urbanes Monitoring erdfallinduzierter Deformationen: Grenzen und Chancen bei der Kombination von GNSS, Nivellement und Gravimetrie, Tagungsband Geomonitoring 2019, Leibniz Universität Hannover, Deutschland, doi:10.15488/4512
- Kersten, T., Weise, A., Timmen, L., Gabriel, G., Schön, S., Vogel, D. (2019): Urbanes Monitoring erdfallinduzierter Deformationen: Grenzen und Chancen bei der Kombination von GNSS, Nivellement und Gravimetrie, Markscheidewesen 2/2019, 126(2):11-19, GDMB-Verlag, Deutschland
- Kobe, M., Weise, A., Gabriel, G., Timmen, L. (2019): Nachweis von subrosionsinduziertem Massentransfer in urbanen Gebieten mittels gravimetrischem Monitoring, Tagungsband Geomonitoring, S. 63-74, doi: 10.15488/4513
- Krawczyk, C., Dahm, T., Gabriel, G., Polom, U., Becker, D., Schön, S., Kersten, T., Timmen, L., Werban, U., Kaufmann, G., Börner, F., Weise, A., Mai, F., Vienken, T., Romanov, D., Schuck, A. (2019): Verbundprojekt SIMULTAN (Sinkhole instability: integrated multi-scale monitoring and analysis; Subrosion und Erdfall-Instabilität: integrierte multi-skalige Überwachung und Analyse) - Schlussbericht zum BMBF-Verbundvorhaben - Förderkennzeichen FKZ 03G0843 (A bis J), Schlussbericht, Technische Informationsbibliothek und Leibniz Universität Hannover, Hannover, Deutschland Weitere Informationen, doi:10.15488/5153
- Kröger, J., Breva, Y., Kersten, T., Schön, S. (2019): Determination of Phase Center corrections for Galileo Signals, 7th International colloquium on scientific and fundamental aspects of GNSS, September 4-6, ETH Zurich, Switzerland
- Lisdat, C., Grotti, J., Koller, S.B., Herbers, S., Benkler, E., Al-Masoudi, A., Schwarz, R., Dörscher, S., Huntemann, N., Lange, R., Abdel-Hafiz, M., Tamm, C., Peik, E., Waterholter, T., Koke, S., Kuhl, A., Grosche, G., Timmen, L., Denker, H., Vishnyakova, G., and the Chronometric Levelling Team PTB-MPQ (2019): Using a transportable optical lattice clock for chronometric levelling. Geophysical Research Abstracts, Vol. 21: EGU2019-14630, EGU General Assembly 2019, Vienna, Austria, 07-12 April 2019
- Margolis, H.S., Denker, H., Voigt, C., Timmen, L., Grotti, J., Koller, S., Vogt, S., Häfner, S., Sterr, U., Lisdat, C., Rolland, A., Baynes, F.N., 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. (2019): Optical Atomic Clocks: From International Timekeeping to Gravity Potential Measurement. Conference on Lasers and Electro-Optics, CLEO, San Jose, California, USA, 5–10 May 2019, Optical Society of America, p. SM1F.3, doi: 10.1364/CLEO_SI.2019.SM1F.3
- Müller, J., Hofmann, F., Biskupek, L. (2019): Warum man den Abstand zum Mond misst. BWG-Jahrbuch 2018, J. Cramer Verlag, Braunschweig, S. 17-28, https://publikationsserver.tu-braunschweig.de/receive/dbbs_mods_00066555
- Riedel, F., Al-Masoudi, A., Benkler, E., Dörscher, S., Gerginov, V., Grebing, C., Häfner, S., Huntemann, N., Lipphardt, B., Lisdat, C., Peik, E., Piester, D., Sanner, C., Tamm, C., Weyers, S., Denker, H.,

Timmen, L., Voigt, C., Calonico, D., Cerretto, G., Costanzo, G. A., Levi, F., Sesia, I., Achkar, J., Guéna, J., Abgrall, M., Rovera, D., Chupin, B., Shi, C., Bilicki, S., Bookjans, E., Lodewyck, J., Le Targat, R., Delva, P., Bize, S., Baynes, F. N., Baynham, C. F. A., Bowden, W., Gill, P., Godun, R. M., Hill, I. R., Hobson, R., Jones, J. M., King, S. A., Nisbet-Jones, P. B. R., Rolland, A., Shemar, S. L., Whibberley, P. B., Margolis, H. S. (2019): Direct comparisons of European primary and secondary frequency standards via satellite techniques. arXiv: 1910.06736

Schirmer, U., Schwabe, J., Liebsch, G., Denker, H. (2018): Modellierung des Quasigeoids GCG2016. Abschnitt 11 in: Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland, Arbeitskreis Raumbezug, Projektgruppe "Erneuerung des DHHN": DHHN2016 – Die Erneuerung des Deutschen Haupthöhennetzes und der einheitliche integrierte geodätische Raumbezug, 197-225 & 237-239, Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg, Potsdam, https://doi.org/10.5675/Raumbezug_2016_Hauptdokument

Tennstedt, B., Schubert, C., Schlippert, D., Schön, S. and Rasel, E.M. (2019): Impact of uncertainties in atom interferometry on strapdown navigation solutions, Proceedings of DGON Inertial Sensors and Systems (ISS), Braunschweig, 10-11 September 2019, doi: 10.1109/ISS46986.2019.8943632

BÜCHER/BUCHBEITRÄGE

Delva, P., Denker, H., Lion, G. (2019): Chronometric geodesy: methods and applications, Monograph in: Puetzfeld D., Lämmerzahl C. (eds), Relativistic Geodesy, Fundamental Theories of Physics, Vol 196: 25-85, Springer, Cham, doi:10.1007/978-3-030-11500-5_2

DISSERTATIONEN

Schilling, M. (2019): Kombination von klassischen Gravimetern mit Quantensensoren, Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover, Nr. 350, ISSN 0174-1454 (gleichzeitig veröffentlicht in: Deutsche Geodätische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Reihe C, Nr. 831, München 2019), doi:10.15488/4710, ISBN: 978-3-7696-5243-7

SONSTIGE BEITRÄGE

Kersten, T., Schön, S. (2019): Dataset: Urban GNSS campaigns from 2015-2017 in Hamburg Groß-Flottbek from SIMULTAN project, Data Repository Leibniz University Hannover and Leibniz University IT Service (LUIS), doi:10.25835/0050677

Kersten, T., Schön, S. (2019): Dataset: Urban GNSS campaigns from 2015-2017 in Bad Frankenhausen (Thuringia) from SIMULTAN project, Data Repository Leibniz University Hannover and Leibniz University IT Service (LUIS), doi:10.25835/0084648

Kröger, J., Brevi, Y., Kersten, T., Schön, S. (2019): Robot based phase centre corrections for new GNSS signals, Data Repository Leibniz University Hannover and Leibniz University IT Service (LUIS), doi:10.25835/0075279

Müller, J.: Grenzenlos vermessen. zfv 1/2019, editorial, S. 1, 2019

Müller, J.: Geodäsie – nach der Transformation ist vor der Transformation. zfv 6/2019, editorial, S. 1, 2019

Müller, J., Peron, R. (2019): Scientific Highlights of Event H0.5 "Applications (Geodesy, Metrology, Navigation, and others)". Space Research Today. Vol. 204, p. 33-35, doi: 10.1016/j.srt.2019.03.014

Pearlman, M., Torre, J., Lemoine, F., Merkwitz, S., Müller, J., Schreiber, U.: Satellite and Lunar Laser Ranging, NASA handout (related to 50th anniversary of Apollo 11), 2019

VORTRÄGE UND POSTER

Biskupek, L., Hofmann, F., Müller, J., Zhang, M (2019): Benefit of new high-precision LLR data for the determination of relativistic parameters. AGU General Assembly, San Francisco, USA, 9.-13.12.2019

Brevi, Y., Kröger, J., Kersten, T., Schön, S. (2019): Validation of Phase Center Corrections for new GNSS-Signals obtained with absolute antenna calibration in the field, Geophysical Research Abstracts 21, Poster, EGU2019-14143, doi:10.15488/4681

Brevi, Y., Kröger, J., Kersten, T., Schön, S. (2019): Estimation and validation of receiver antenna codephase variations for multi GNSS signals, In: 7th International Colloquium on Scientific and Fundamental Aspects of GNSS, September 4-6, Zurich, Switzerland, doi: 10.15488/5233

- Breva, Y., Kröger, J., Kersten, T., Schön, S. (2019): Konzept und Analyse von Codephasenvariationen für Multi-GNSS-Signale, *Frontiers of Geodetic Science*, September 17-19, Stuttgart
- Dbouk, H., Schön, S. (2019): Interval-based Fault Detection and Exclusion for GNSS, *Book of Abstracts of the 12th Summer Workshop on Interval Methods, SWIM 2019*
- Denker, H. (2019): European gravimetric (quasi)geoid models developed at IfE/LUH. EUREF Governing Board Meeting, Budapest, Hungary, 12-13 February 2019
- Flury, J., Svitlov, S., Shabanloui, A., Koch, I. (2019): Investigating sensor data on geodetic satellite missions: recent findings and progress, *ESA Living Planet Symposium 2019*, Milano, Italy
- Garcia Fernandez, N. (2019): Collaborative navigation simulation tool using Kalman filter with implicit constraints, *ISPRS Geospatial Week*, Enschede, Netherlands
- Garcia Fernandez, N. (2019): Optimal Collaborative Positioning, *Summer school on Cooperative Interactive Vehicles (CIV)*, Nouan-le-Fuzelier, France
- Grotti, J., Koller, S.B., Herbers, S., Benkler, E., Al-Masoudi, A., Schwarz, R., Dörscher, S., Waterholter, T., Koke, S., Kuhl, A., Grosche, G., Lisdat, C., Timmen, L., Denker, H., Vishnyakova, G., Holzwarth, R., Maisenbacher, L., Giunta, M., Matveev, A., Udem, T., Hänsch, T.W. (2019): Progress with the PTB transportable ^{87}Sr optical lattice clock for chronometric levelling. Paper MoPoS.72, *IFCS-EFTF 2019*, Orlando, Florida, USA, 14-18 April 2019
- Hofmann, F., Müller, J. (2019): Lunar interior parameters from IfE LLR analysis, *The Core of the Moon Workshop*, Marseille, France, 20.-22.05.2019
- Jain, A., Schön, S. (2019): Simulation studies to evaluate the impact of receiver clock modelling in flight navigation, *Frontiers of Geodetic Science*, 17-19 September, Poster, Stuttgart, Germany, doi:10.15488/5367
- Kenyeres, A., Bruyninx, C., Sacher, M., Denker, H., Fernandes, R. (2019): EUREF's pan-European geodetic infrastructures in support of geosciences. *EGU General Assembly 2019*, Vienna, Austria, 07-12 April 2019
- Kersten, T., Kröger, J., Breva, Y., Schön, S. (2019): Deficiencies of Phase Centre Models: Assessing the impact on geodetic parameters, *Geophysical Research Abstracts 21*, Poster, EGU2019-10153-1, doi:10.15488/4653
- Kersten, T., Kröger, J., Breva, Y., Schön, S. (2019): Consistency and impact of mixed receiver antenna phase centre models in regional GNSS networks, *EUREF Symposium 2019*, Presentation, May 22-24, Tallinn, Estonia, doi: 10.15488/4852
- Kersten, T., Weise, A., Timmen, L., Gabriel, G., Schön, S., Vogel, D. (2019): Urbanes Monitoring erdfallinduzierter Deformationen: Grenzen und Chancen bei der Kombination von GNSS, Nivellement und Gravimetrie, *Tagungsband Geomonitoring 2019*, Presentation, Leibniz Universität Hannover, Deutschland
- Knabe, A., Douch, K., Müller, J. (2019): The Potential of Satellite Gradiometry to recover the Time-variable Gravity Field, *27th IUGG General Assembly*, July 8-18, 2019, Montreal, Canada
- Knabe, A., Douch, K., Müller, J. (2019): Die Bedeutung von Kontrollsystemen für zukünftige Schwerefeldmissionen, *Frontiers of Geodetic Science*, 17.-19.09.2019, Stuttgart
- Koch, I., Flury, J., Shabanloui, A. (2019): GFR processing standards at IfE, *First COST-G International Team Meeting (ISSI)*, January 14-18, Bern, Switzerland, doi: 10.15488/4465
- Koch, I., Shabanloui, A., Flury, J. (2019): Impact of accelerometer parametrizations on GRACE post-fit residuals, *April 07-12*, Vienna, Austria
- Koch, I., Flury, J., Shabanloui, A. (2019): GRACE and GRACE-FO monthly gravity field solutions using IfE's GRACE-SIGMA software, *GRACE Follow-On Science Team Meeting 2019*, October 8-10 2019, Pasadena, USA
- Koch, I., Flury, J., Shabanloui, A. (2019): GRACE-FO monthly solutions using the GRACE-SIGMA software, *AGU Fall Meeting 2019*, December 9-13 2019, San Francisco, USA
- Krawinkel, T., Schön, S. (2019): Improved Carrier Phase-based GNSS Position and Velocity Determination Using a Transportable Passive Hydrogen Maser, *7th International Colloquium on Scientific and Fundamental Aspects of GNSS*, September 4-6, Zurich, Switzerland
- Kröger, J., Breva, Y., Kersten, T., Schön, S. (2019): Phase Center Corrections for new GNSS-Signals, *Geophysical Research Abstracts 21*, Presentation, EGU2019-14173, doi: 10.15488/4682
- Kröger, J., Breva, Y., Kersten, T., Schön, S. (2019): Bestimmung und Validierung von Phasenzentrumskorrekturen für Multi-GNSS-Signale, *Frontiers of Geodetic Science*, 17-19 September, Poster, Stuttgart, Germany, doi: 10.15488/5368
- Kröger, J., Breva, Y., Kersten, T., Schön, S. (2019): Phase Center Corrections for new GNSS-Signals, *Geophysical Research Abstracts 21*, Presentation, EGU2019-14173, doi:10.15488/4682

- Kröger, J., Breda, Y., Kersten, T., Schön, S. (2019): Determination of Phase Center corrections for Galileo Signals, In: 7th International colloquium on scientific and fundamental aspects of GNSS, September 4-6, ETH Zurich, Switzerland, doi:10.15488/5239
- Lisdat, C., Grotti, J., Koller, S.B., Herbers, S., Benkler, E., Al-Masoudi, A., Schwarz, R., Dörscher, S., Huntemann, N., Lange, R., Abdel-Hafiz, M., Tamm, C., Peik, E., Waterholter, T., Koke, S., Kuhl, A., Grosche, G., Timmen, L., Denker, H., Vishnyakova, G., and the Chronometric Levelling Team PTB-MPQ (2019): Using a transportable optical lattice clock for chronometric levelling. EGU General Assembly 2019, Vienna, Austria, 07-12 April 2019
- Lück C., Ren L., Kusche J., Schön S., Rietbroek R. (2019): Influence of orbit filtering strategies on Swarm time-variable gravity fields, Presentation, EGU General Assembly 2019, April 7.-12., Vienna, Austria
- Margolis, H.S., Denker, H., Voigt, C., Timmen, L., Grotti, J., Koller, S., Vogt, S., Häfner, S., Sterr, U., Lisdat, C., Rolland, A., Baynes, F.N., Zampaolo, M., Thoumany, P., Pizzocaro, M., Rauf, B., Bregolin, F., Tampellini, A., Barbieri, P., Zucco, M., Costanzo, G.A., Clivati, C., Levi, F., Calonico, D. (2019): Optical Atomic Clocks: From International Timekeeping to Gravity Potential Measurement. Conference on Lasers and Electro-Optics, CLEO, San Jose, California, USA, 5-10 May 2019
- Müller, J.: Earth observation based on quantum optics and relativity. PTB Quantum Technology Workshop, Braunschweig, 22.01.2019
- Müller, J.: Erdbeobachtung mit Quanten und Relativität. Wissenschaftliche Sitzung der Leibniz-Sozietät, Berlin, 14.02.2019
- Müller, J.: Geodesy and Earth observation based on quantum optics and relativity. EPS-GPD Conference on Gravitation, Rom, Italien, 19.02.2019
- Müller, J.: Height systems and clock measurements. QuantumFrontiers LW1, Fintel, 05.03.2019
- Müller, J.: Application of clock measurements in geodesy. ISSI Workshop on Spacetime Metrology, Clocks and Relativistic Geodesy, Bern, Schweiz, 25.-28.03.2019
- Müller, J.: Earth observation based on quantum optics and relativity. AEI China Workshop, Hannover, 23.04.2019
- Müller, J.: Space gravimetry based on quantum optics and relativity. CNES-DLR Meeting, Bonn, 02./03.05.2019
- Müller, J.: Test der Einsteinschen Relativitätstheorie mit Lasermessungen zum Mond. Kolloquium Mondforschung der Leibniz Sozietät, Berlin, 09.05.2019
- Müller, J., Wu, H., Knabe, A.: Clock networks for modelling the Earth's gravity field. IUGG General Assembly, Montreal, Kanada, 08.-18.07.2019
- Müller, J., Wu, H.: Towards an International height Reference Frame Using Clock Networks. IUGG General Assembly, Montreal, Kanada, 08.-18.07.2019 (Poster)
- Müller, J., Weigelt, M.: Geodesy and Earth observation based on quantum optics and relativity. IUGG General Assembly, Montreal, Kanada, 08.-18.07.2019
- Müller, J.: Lunar Laser Ranging - forever young. GGOS Splinter meeting at IUGG General Assembly, Montreal, Kanada, 08.-18.07.2019
- Müller, J.: IAG Project – Novel Sensors and Quantum Technology for Geodesy (QuGe). IAG Splinter meeting at IUGG General Assembly, Montreal, Kanada, 08.-18.07.2019
- Müller, J.: Erdbeobachtung mit Quanten und Relativität. Geodätisches Kolloquium, Oldenburg, 05.12.2019
- Müller, J.: Gravimetric Earth observation based on quantum optics and general relativity. AGU General Assembly, San Francisco, US
- Ren L., Lück C., Schön S., Rietbroek R., Kusche J. (2019): Mitigation of ionospheric effects on Swarm GPS observations and kinematic orbits, Poster, EGU General Assembly 2019, April 07.-12., Vienna, Austria
- Schilling, M. (2019): Nutzung öffentlicher Klimadaten - Früher war mehr Schnee, Vortrag, 36. Chaos Communications Congress, 27.-30.12.2019, Leipzig
- Schilling, M., Wodey, É., Timmen, L., Tell, D., Zipfel, K., Rasel, E.M., Müller, J. (2019): A Gravimetric Support Network for Very Long Baseline Atom Interferometry, Poster, AGU Fallmeeting, 09.-13.12.2019, San Francisco, doi: 10.15488/8241
- Schön S. (2019): Inertialsensorik mit klassischen und Quantensensoren. Airbus BlueSky Meeting Hannover 22.03.2019

- Schön S. (2019): GNSS in Urban Areas – Benefits and Limits of Collaborative Positioning, ISPRS Working Week Enschede 13.06.2019
- Schön S. (2019): GNSS et horloges atomiques –Concepts – Expériences et Visions pour améliorer le positionnement et la navigation collaborative 16.07.2019 Université de Laval Québec
- Schön S. (2019): I.C.Sens: Integrity and Collaboration in Dynamic Sensor Networks, I.C.Sens Workshop Aachen 24.09.2029
- Schön S. (2019): I.C.Sens: Integrity and Collaboration in Dynamic Sensor Networks, 6th mobilEM Colloquium Aachen 05.11.2019
- Schön S. (2019): Master-Studiengang Geodäsie und Geoinformatik Leibniz Universität Hannover. DGK Jahressitzung München 17.11.2019
- Tennstedt, B., Schubert C., Schlipper D., Schön S. and Rasel E.M. (2019): Impact of uncertainties in atom interferometry on strapdown navigation solutions, DGON Inertial Sensors and Systems (ISS), Braunschweig, Germany, 10. September 2019, doi: 10.1109/ISS46986.2019.8943632
- Tennstedt, B. and Schön, S. (2019): Ein automatisches Flurfahrzeug für Algorithmen- und Sensortests, In: Proceedings of POSNAV ITS 2018, Presentation, November 15.-17., Berlin, Germany, doi: 10.15488/4959
- Tennstedt, B. and Schön, S. (2019): Some practical considerations of quantum inertial sensors in navigation, DPG Fall Meeting, Freiburg, 23.-27. September 2019, doi: 10.13140/RG.2.2.16165.86247
- Tennstedt, B. and Schön, S. (2019): From inertial sensing to inertial navigation – A comparison of CAI to conventional INS, Quantum Metrology Beyond the Standard Model, Hannover, 11.-14. Juni 2019, doi: 10.13140/RG.2.2.25626.90565
- Wu, H., Knabe, A., Müller, J.: Exploring the potential of optical clocks for detecting the Earth's time-variable gravity signals, EGU General Assembly, Wien, Österreich, 07.-12.04.2019
- Wu, H., Müller, J., Knabe, A.: Determining the Earth's gravity field using space-borne clocks. ACES Workshop, Paris, Frankreich, 28./29.10.2019
- Zhang, M., Müller, J., Biskupek, L.: Test of the Equivalence Principle for the Galaxy's Dark Matter Using Lunar Laser Ranging Post-fit Residuals. Frontiers of Geodetic Science, Stuttgart, 17.-19.09.2019

INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK

BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Bock F., Di Martino S., Sester M. (2019): What Is the Impact of On-street Parking Information for Drivers? In: Kawai Y., Storandt S., Sumiya K. (eds) *Web and Wireless Geographical Information Systems. W2GIS 2019. Lecture Notes in Computer Science*, vol 11474. Springer, Cham
- Bock, F., Di Martino, S., & Origlia, A. (2019): Smart Parking: Using a Crowd of Taxis to Sense On-Street Parking Space Availability, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*.
- Busch, S. and C. Brenner (2019): Discrete Reversible Jump Markov Chain Monte Carlo Trajectory Clustering, In *Proc. IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*, Auckland, New Zealand, October 2019.
- Cheng, H., Li, Y., & Sester, M. (2019): Pedestrian Group Detection in Shared Space, *2019 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)* (pp. 1707-1714). IEEE.
- Czioska, P., Kutadinata, R., Trifunović, A., Winter, S., Sester, M., Friedrich, B. (2019): Real-world meeting points for shared demand-responsive transportation systems, *Public Transport*, DOI:10.1007/s12469-019-00207-y
- Feng, Y., F. Thiemann and M. Sester (2019): Learning Cartographic Building Generalization with Deep Convolutional Neural Networks, *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2019, 8(6), 258, DOI:10.3390/ijgi8060258
- Fuest, S. and Sester, M. (2019): A framework for automatically visualizing and recommending efficient routes, *Proceedings of the ICA (Vol. 2)*. Tokyo, Japan. DOI: 10.5194/ica-proc-2-34-2019
- Gijsman, R., Otto, P., Schlurmann, T., Viesscher, J. (2019): Statistical analysis of Syllt's coastal profiles using a spatiotemporal functional model. *Smart Statistics for Smart Applications*, Pearson Proceedings, pp. 331-338
- Kazimi, B., Thiemann, F. and Sester, M. (2019a): Semantic Segmentation of Manmade Landscape Structures in Digital Terrain Models. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 4.
- Kazimi, B., Thiemann, F. and Sester, M. (2019b): Object Instance Segmentation in Digital Terrain Models. In *International Conference on Computer Analysis of Images and Patterns* (pp. 488-495). Springer, Cham.
- Kazimi, B., Malek, K., Thiemann, F. and Sester, M. (2019): Semi Supervised Learning for Archaeological Object Detection in Digital Terrain Models. *CHNT 19. International Conference on Cultural Heritage and New Technologies*.
- Leichter, A., & Werner, M. (2019): Estimating Road Segments Using Natural Point Correspondences of GPS Trajectories. *Applied Sciences*, 9(20), 4255.
- Merk, Miryam S., Philipp Otto (2019): Estimation of Anisotropic, Time-Varying Spatial Spillovers of Fine Particulate Matter Due to Wind Direction, *Geographical Analysis*, DOI: 10.1111/gean.12205
- Otto, P., Schmid, W. & Garthoff, R. (2019): Stochastic properties of spatial and spatiotemporal ARCH models, *Statistical Papers*, 1-16, DOI: 10.1007/s00362-019-01106-x
- Otto, P. (2019): spGARCH: An R-Package for Spatial and Spatiotemporal ARCH and GARCH models, *The R-Journal*, DOI: 10.32614/RJ-2019-053
- Otto, P. (2019): Modeling Spatial Dependence in Local Risks and Uncertainties, *Proceedings of the 29th European Safety and Reliability Conference*, DOI:10.3850/978-981-11-2724-3_0890-cd
- Schewe, F., H. Cheng, A. Hafner, M. Sester, and M. Vollrath (2019): Occupant Monitoring in Automated Vehicles: Classification of Situation Awareness Based on Head Movements While Cornering, *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, DOI:10.1177/1071181319631048
- Siqueira-Gay, J., M. Abrantes Giannotti, M. Sester (2019): Learning about spatial inequalities: Capturing the heterogeneity in the urban environment, *Journal of Cleaner Production*, DOI:10.1016/j.jclepro.2019.117732, ISBN: ISSN 0959-6526
- Tempelmeier, N., Feuerhake, U., Wage, O. and Demidova, E. (2019): ST-Discovery: Data-Driven Discovery of Structural Dependencies in Urban Road Networks, *Proceedings of the 27th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems (SIGSPATIAL '19)*, Farnoush Banaei-Kashani, Goce Trajcevski, Ralf Hartmut Güting, Lars Kulik, and Shawn Newsam (Eds.). ACM, New York, NY, USA, 488-491, DOI: 10.1145/3347146.3359109
- Zourlidou, S., and Sester, M. (2019): Traffic Regulator Detection and Identification from Crowdsourced Data—A Systematic Literature Review, *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(11), 491. DOI: 10.3390/ijgi8110491

Zourlidou S., Fischer C. and Sester M. (2019): Classification of street junctions according to traffic regulators, 22nd Conference on Geo-information Science, 17-20 June, Limassol, Cyprus

NICHT BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

Busch, S. (2019): Active shape model precision analysis of vehicle detection in 3D Lidar point clouds, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-2/W13, 21-26, DOI:<https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W13-21-2019>

Koetsier, C., S. Busch and M. Sester (2019): Trajectory Extraction for Analysis of unsafe driving behaviour, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-2/W13, 1573-1578, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W13-1573-2019

Politz, F. and Sester, M. (2019): Joint classification of ALS and DIM point clouds, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-1, 347-354. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W13-1113-2019

Peters, T. & C. Brenner (2019): Automatic Generation of Large Point Cloud Training Datasets Using Label Transfer, 39. Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der DGPF e.V., 20.-22. Februar 2019 in Wien, Thomas P. Kersten (Hrsg.), ISBN: ISSN 0942-2870

SONSTIGE BEITRÄGE

Fuest, S., & Sester, M. (2019): Using schematic maps for visually communicating efficient routes, 2nd Schematic Mapping Workshop. Vienna, Austria

Otto, Philipp, Wolfgang Schmid (2019): Spatial and Spatiotemporal GARCH Models -- A Unified Approach, arXiv: 1908.08320

HERAUSGABEN

Sester, M. (2019): Geoinformatik: Handbuch der Geodäsie, herausgegeben von Willi Freeden und Reiner Rummel. Springer-Verlag

VORTRÄGE UND POSTER

Brenner, C. (2019): Localization and Mapping: Adjustment and Interpretation of LIDAR Data, K.N. Toosi Universität Teheran, 02.05.2019

Otto, P. (2019): Estimation of the spatial weighting matrix for spatiotemporal data under the presence of structural breaks, Workshop on Stochastic Models, Statistics and Applications, Dresden

Otto, P. (2019): - , DAGStat Conference 2019, Munich

Otto, P. (2019): Spatial GARCH-type models - a unified approach. Invited talk, research seminar, TU Dresden

Otto, P. (2019) - , CMStatistics 2019, London

Otto, P. (2019): Parallized monitoring of dependent spatiotemporal processes, 17th Workshop on Quality Improvement Methods, Dortmund

Otto, P. (2019): - , CODE - Geospatial Data Analysis, Quo Vadis, Munich

Otto, P. (2019): - , Workshop on Intelligent Statistical Quality Control, Hongkong

Sester, M. & Cheng, H: Techniksalon: Verhalten von Verkehrsteilnehmern in Shared Spaces, 17.01.2019

Sester, M.: Data Analysis: Trajectories and VGI Data, K.N. Toosi Universität Teheran, 02.05.2019

Sester, M.: Deep learning Projects at the ikg, DGK-Abteilungssitzung Geoinformatik, 16.05.2019

Sester, M.: Analyse von Umgebungsdaten mittels Deep Learning, DLR-Symposium Künstliche Intelligenz: Made in Germany, 05.06.2019

Sester, M.: Stadt-Monitoring mittels moderner Sensoren und Auswertemethoden, Geodätisches Kolloquium Leibniz Universität Hannover, Förderertag Geodäsie und Geoinformatik, Hannover, 19.11.2010

Sester, M: Monitoring cities with modern sensors and analysis methods, Baarda Lecture, ITC, Holland, 21.11.2019

Zourlidou, S., Idahl M., and Sester M. (2019): A spatiotemporal approach for detecting street intersections, 22nd Conference on Geo-information Science, 17-20 June, Limassol, Cyprus.

INSTITUT FÜR PHOTOGRAMMETRIE UND GEOINFORMATION

BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Aflaki, M., Mousavi, Z., Ghods, A., Shabaniyan, E., Vajedian, S., Akbarzadeh, M. (2019): The 2017 Mw 6 Sefid Sang earthquake and its implication for the geodynamics of NE Iran. *Geophysical Journal International*, 218(2), 1227-1245
- Aldosari, A., Jacobsen, K., 2019: Quality of Height Models Covering Large Areas, PFG Volume 87, Issue 4, pp 177-190, <https://link.springer.com/article/10.1007/s41064-019-00072-11>
- Blott, G.; Yu, J.; Heipke, C. (2019): Multi-View Person Re-Identification in a Fisheye Camera Network with different viewing directions, PFG – Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science, Vol. 87 (5-6), 263–274, DOI: [10.1007/s41064-019-00083-y](https://doi.org/10.1007/s41064-019-00083-y).
- Bureick, J.; Vogel, S.; Neumann, I.; Unger, J.; Alkhatib, H. (2019): Georeferencing of an Unmanned Aerial System by Means of an Iterated Extended Kalman Filter Using a 3D City Model, In: PFG – Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science, Volume 87, Issue 5-6, 2019, pp. 229-247, DOI: 10.1007/s41064-019-00084-x
- Coenen, M.; Rottensteiner, F. (2019): Probabilistic Vehicle Reconstruction Using a Multi-Task CNN. In: Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision Workshops
- Coenen, M.; Rottensteiner, F.; Heipke, C. (2019): Precise vehicle reconstruction for autonomous driving applications. In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences IV-2/W5, pp. 21-28, DOI: 10.5194/isprs-annals-IV-2-W5-21-2019
- Dorozynski, M.; Clermont, D.; Rottensteiner, F. (2019): Multi-task deep learning with incomplete training samples for the image-based prediction of variables describing silk fabrics. In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences IV-2/W6, pp. 47–54, DOI: 10.5194/isprs-annals-IV-2-W6-47-2019
- Kang, J.; Chen, L.; Deng, F.; Heipke, C. (2019): Context Pyramidal Network for Stereo Matching Regularized by Disparity Gradients. *JPRS* (157), 201-215. DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2019.09.012
- Li, M.; Rottensteiner, F.; Heipke, C. (2019): Modelling of buildings from aerial LiDAR point clouds using TINs and label maps; *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 154:127–138, DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2019.06.003
- Maas, A.; Rottensteiner, F.; Heipke, C. (2019): A label noise tolerant random forest for the classification of remote sensing data based on outdated maps for training; *Computer Vision and Image Understanding* 188:102782. DOI: 10.1016/j.cviu.2019.07.002
- Mehltretter, M.; Heipke C. (2019): CNN-based Cost Volume Analysis as Confidence Measure for Dense Matching, ICCV, 2nd Workshop on 3D Reconstruction in the Wild (3DRW2019), Proceedings
- Nguyen, U.; Rottensteiner, F.; Heipke, C. (2019): Confidence-aware pedestrian tracking using a stereo camera. In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences IV-2/W5, pp. 53-60, DOI: 10.5194/isprs-annals-IV-2-W5-53-2019
- Sefercik, U., Buyukslih, G., Jacobsen, K., Karakis, S., 2019: DSM Quality of Korean Satellite Kompsat-3 in Comparison to AW3D30 and Sentinel-1A in Respect of Airborne Laser scanning, *Korean Society Journal Civil Engineering* **23**, 3162–3173. <https://doi.org/10.1007/s12205-019-2462-3>
- Topan, H., Jacobsen, K., Cam, A., Ozendi, M., Oruç, M., Bakioğlu, O., Bayık, C., Taşkanat, T., 2019: Comprehensive evaluation of Pléiades-1A bundle images for geospatial applications, *Arabian Journal of Geosciences*, 2019, 12:223, 16 pages (ISSN Print:2328-5974 ISSN Online: 2328-5982) <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12517-019-4353-9.pdf>
- Vajedian, S., & Motagh, M. (2019): Extracting sinkhole features from time-series of TerraSAR-X/TanDEM-X data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 150, 274-284
- Wang, X.; Rottensteiner, F.; Heipke, C. (2019): 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. (2019): Robust Structure from Motion Based on Relative Rotations and Tie Points. In: *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 85(5): pp. 347-359
- Wang, X.; Xiao, T.; Gruber, M.; Heipke, C. (2019): Robustifying relative orientations with respect to Repetitive Structures and Very Short Baselines for Global SfM. In: Proceedings of CVPR workshop, 2019
- Wittich, D.; Rottensteiner, F. (2019): Adversarial domain adaptation for the classification of aerial images and height data using convolutional neural networks. In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences IV-2/W7, pp. 197–204, DOI: 10.5194/isprs-annals-IV-2-W7-197-2019

NICHT BEGUTACHTETE PUBLIKATIONEN

- Chen, L.; Zhao, D.; Heipke C. (2019): Complementary Features Learning from RGB and Depth Information for Semantic Image Labelling. In: Kersten T. (Ed.), 2019: Dreiländertagung der DGPF, OVG und SGPF, Wien – Publikationen der DGPF, Band 28, pp. 375-386
- Clermont, D.; Kruse, C.; Rottensteiner, F.; Heipke, C. (2019): Supervised detection of bomb craters in historical aerial images using convolutional neural networks. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-2/W16, pp. 67–74, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W16-67-2019
- Dorozynski, M.; Wittich, D.; Rottensteiner, F. (2019): Deep Learning zur Analyse von Bildern von Seidenstoffen für Anwendungen im Kontext der Bewahrung des kulturellen Erbes. 39. Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der DGPF und Dreiländertagung der OVG, DGPF und SGPF in Wien, Publikationen der DGPF Band 28, S. 387-399
- Heipke, C. (2019): CIPA – to 50 years of successfully integrating culture and technology. In: Stylianidis, E. (Ed.), CIPA - Heritage Documentation: 50 Years: Looking Backwards. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLII-2/W14, 3-4, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W14-1-2019
- Heipke, C. (2019): Reviewing – Nuisance or Necessity? GIM International, (33) 1/2, 2019, p. 42
- Heipke, C.; Gamba, P. (2019): LAGIRS 2020 – Another opportunity for cooperation between ISPRS and GRSS. GIM International, (33) 7/8, 2019, p. 41
- Kang, J.; Chen, L.; Deng, F.; Heipke, C. (2019): Encoder-Decoder network for local structure preserving stereo matching Illumination. In: Kersten T., (Ed.), 2019: Dreiländertagung der DGPF, OVG und SGPF, Wien – Publikationen der DGPF, Band 28, pp. 363-374
- Kruse, C.; Rottensteiner, F.; Heipke, C. (2019): Marked point processes for the automatic detection of bomb craters in aerial wartime images. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-2/W13, pp. 51-60, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W13-51-2019
- Li, M.; Rottensteiner, F. (2019): Vision-based indoor localization via a visual SLAM approach. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-2/W13, pp. 827-833, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W13-827-2019
- Vajedian, S. (2019): Coseismic deformation and source parameters of 12 December 2017 Mw 6.2 Hojedk Iran earthquakes, 3rd Transdisciplinary Research on Iranian Geology, Geodynamics, Earthquake and Resource (TRIGGER) International Conference, 2 p.
- Yang, C.; Rottensteiner, F.; Heipke, C. (2019): Towards better classification of land cover and land use based on convolutional neural networks. In: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-2/W13, pp. 139-146, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W13-139-2019

BÜCHER, BUCHKAPITEL

- Egels Y., Heipke C., Héno R., Polidori L. (2019): La photogrammétrie avant la première guerre mondiale: l'action de Laussedat. In: Polidori L. (Ed.), Aimé Laussedat (1819-1907) - Le précurseur de la photogrammétrie, Editions Publi-Topex, ISBN 978-2-919530-14-4, pp. 61-80
- Polidori L., Heipke C. (2019): Le rayonnement international de Laussedat. In: L. Polidori (Ed.), Aimé Laussedat (1819-1907) - Le précurseur de la photogrammétrie, Editions Publi-Topex, ISBN 978-2-919530-14-4, pp. 101-108

DISSERTATIONEN

- Haghighi, M. H. (2019): Local and Large Scale InSAR Measurement of Ground Surface Deformation, Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover, Nr. 354, ISSN 0174-1454 (gleichzeitig veröffentlicht in: Deutsche Geodätische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Reihe C, Nr. 840, München 2019), ISBN 978-3-7696-5252-9

VORTRÄGE UND POSTER

- Heipke, C. (2019): Promises and challenges of deep learning for remote sensing image exploitation, Geospatial World Forum – Data Science Summit, Amsterdam, 04.04.2019
- Heipke, C. (2019): Le rayonnement international de Laussedat, Journée du bicentenaire Aimé Laussedat (1819-1907), Conservatoire Nationale des Arts et Métiers (CNAM), Paris, 30.04.2019
- Heipke, C. (2019): Deep learning for photogrammetry and remote sensing, DFG-Workshop, Teheran, 03.05.20219
- Heipke, C. (2019): Deep learning for photogrammetry and remote sensing, DGK-Abteilungssitzung Geoinformatik, 16.05.2019
- Heipke, C. (2019): ISPRS – serving society with geoinformation, International Optic Polarized Observation and New Photogrammetry Workshop for ISPRS, Peking University, Beijing, 17.06.2019
- Heipke, C. (2019): Research and development in photogrammetry and remote sensing - and the role of ISPRS, 60 Years Chinese Academy of Surveying and Mapping (CASM), Tianjin, 18.06.2019
- Heipke, C. (2019): Deep learning for photogrammetry and remote sensing, Seminar, Southwest Jiaotong University, Chengdu, 20.06.2019
- Heipke, C. (2019): Research and development in photogrammetry and remote sensing, Seminar, Szechuan Society of Surveying, Mapping and Geoinformation, Chengdu University, 21.06.2019
- Heipke, C. (2019): Flugroboter zur Umgebungserfassung, Techniksalon Leibniz Universität Hannover, 27.06.2019
- Heipke, C. (2019): Image sequence analysis: pedestrian tracking and re-identification, eingeladener Vortrag, 57. Photogrammetrische Woche, Stuttgart, 11.09.2019
- Heipke, C. (2019): Automatic image interpretation in Earth Observation – Deep learning and Artificial Intelligence, Opening Key Note, ISPRS International Joint Conference (5th SMPR and 3rd GIResearch), University of Teheran, 12.10.2019
- Heipke, C. (2019): UAV technology for a smart future, Key Note, 39thAsian Conference on Remote Sensing, Daejeon, 14.10.2019
- Heipke, C. (2019): Big data and deep learning for remote sensing, Key Note, International Conference on Geomatics in the Big Data Era, Guilin, 15.11.2019
- Heipke, C. (2019): Photogrammetric image sequence analysis, International Conference on Geomatics in the Big Data Era, Guilin, 16.11.2019
- Heipke, C. (2019): Satellitenfernerkundung für Aufgaben der Landesvermessung, Seminar Fernerkundung LGN, Hannover, 06.12.2019
- Heipke, C. (2019): Pedestrian tracking for self-driving cars, ZongMu Seminar, Xiamen, 15.12.2019
- Jacobsen, K. (2019): Height model generation from CORONA satellite images, Geological Survey of Bangladesh, 17.04.2019
- Jacobsen, K. (2019): Height models based on CORONA images, EARSeL Salzburg, 02.07.2019
- Jacobsen, K. (2019): Introduction to ortho-rectification of CORONA satellite images, Geological Survey of Bangladesh, 02.10.2019
- Konecny, G. (2019): New technical enabling tools for data acquisition and maintenance of topographical data of urban and high mountain areas, Guilin, 16.11.2019
- Konecny, G. (2019): How to write a proposal (WEC Seminar), Guilin 16.11.2019
- Vajedian, S., Motagh, M., Hojati, A. (2019): Sinkholes in Hamedan, Iran: Morphological analysis and ongoing deformation, ESA living planet symposium
- Vajedian, S., Motagh, M., Mousavi, Z. (2019): InSAR and geophysical interpretation of Mw 7.3 2017 Sarpol-e Zahab and Mw 6.2 2017 Hojedk and, Iran, earthquakes, ESA living planet symposium, 2019

GEODÄTISCHE KOLLOQUIEN

WINTERSEMESTER 2018 /19

Dienstag, 20.11.2018: **Prof. Dr.-Ing. Ingo Neumann**, Geodätisches Institut, Leibniz Universität Hannover, Thema: Effizient, vernetzt, teilautonom: Kinematische Objekterfassung 4.0

Dienstag, 18.12.2018: **Jun. Prof. Dr. Philipp Otto**, Institut für Kartographie und Geoinformatik, Leibniz Universität Hannover, Antrittsvorlesung, Thema: Statistische Modelle bei räumlicher und räumlich-zeitlicher Abhängigkeit

Dienstag, 15.01.2019: **Dr. André Streilein**, Leiter Bereich Topographie, swisstopo - Bundesamt für Landestopographie, Schweiz, Thema: Alles sofort und alles gratis – Vermessungsorganisationen im Zeitalter der digitalen Transformation

Dienstag, 22.01.2019: **Dr. Thomas Hartmann**, Associate Professor, Wageningen University & Research, Environmental Sciences, Land Use Planning Group, Wageningen, The Netherlands, Thema: Aktuelle Entwicklungen der niederländischen Bodenpolitik - braucht Holland die Baulandumlegung?

Dienstag, 29.01.2019: **Prof. Dr. Frank Flechtner**, Sektion Globales Geomonitoring und Schwerefeld, Department Geodäsie, Helmholtz-Zentrum Potsdam - Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Thema: Status und erste wissenschaftliche Ergebnisse der Schwerefeld-Satellitenmission GRACE Follow-On

SOMMERSEMESTER 2019

Dienstag, 21.05.2019: **Prof. Dr. Georg Bareth**, Geographisches Institut, Universität zu Köln, Thema: Potential und Grenzen von Nah- und Fernerkundung in der Landwirtschaft

Dienstag, 28.05.2019: **Prof. Dr.-Ing. Markus Gerke**, Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, TU Braunschweig, Thema: Die Geodäsie interdisziplinär in Lehre und Forschung an der TU Braunschweig - von InSAR bis BIM

Dienstag, 02.07.2019: **Dr.-Ing. Christoph Averdung**, CPA Geo-Information, Sankt Augustin, Thema: Von der Datengewinnung bis zur Fahrerassistenz - objektorientiertes und echtzeitfähiges 3D-Geodatenmanagement auf mobilen Endgeräten

Dienstag, 09.07.2019: **Prof. Dr. Kai Bongs**, School of Physics and Astronomy, University of Birmingham, Thema: Quantensensorik und ihre Anwendungen

Dienstag, 16.07.2019: **Dr.-Ing. Christian Hesse und Dipl.-Ing. Karsten Holste**, Dr. Hesse und Partner Ingenieure, Hamburg sowie WKC Hamburg GmbH, Planungen im Bauwesen, Thema: Bauwerksinspektion 4.0: Fusion von Geodäsie und Bauwesen in Binnen- und Seehäfen

LEHRVERANSTALTUNGEN

GEODÄTISCHES INSTITUT

LEHRVERANSTALTUNGEN BACHELOR WS 18/19 UND SS 19

INGENIEURGEODÄSIE UND GEODÄTISCHE AUSWERTEMETHODEN

Lehrveranstaltung	Dozent/Assistent	Se m.	V	Ü
Sensorik	Dr. Paffenholz / Diener / Hake	1	4	1
Grundlagen geodätischer Auswertemethoden	Prof. Neumann / Dr. Alkhatib / Kermarrec	2	3	2
Ausgleichsrechnung und Statistik	Prof. Neumann / Dr. Alkhatib	3	3	1
Mess- und Rechenverfahren in der Ingenieurgeodäsie	Dr. von Gössehn / Hake	3	3	2
Ingenieurgeodäsie	Dr. Paffenholz / Dr. von Gössehn	4/6	3	2
Schätz- und Prädiktionsverfahren	Prof. Neumann / Dr. Alkhatib	4	3	1
Praxisprojekt Ingenieurgeodäsie	Dr. Paffenholz / Bureick/ Diener	4	10 Tage	
Schätz- und Prädiktionsverfahren	Prof. Neumann / Dr. Alkhatib	5	1	1
Multi-Sensor-Systeme	Dr. Paffenholz / Omidalizarandi	5	2	2

FLÄCHEN- UND IMMOBILIENMANAGEMENT

Grundlagen der Stadt- und Regionalplanung	Dr. Wolf / Bakker	1/3	2	1
Immobilienmanagement	Prof. Voß / Bannert	2/4	2	1
Land- und Dorfentwicklung	Dr. Schaffert	5	1	-

LEHRVERANSTALTUNGEN MASTER IM WS 18/19 UND SS19

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	Kermarrec / Dorndorf	1 N	2	1
Projektseminar: „Validation of LiDAR Mobile Mapping Data“	Dr. Paffenholz / Diener / Prof. Brenner / Schachtschneider (ikg)	2 G	-	8
Projektseminar: „Fitting of TLS Point Clouds with hierarchical b splines“	Dr. Alkhatib / Kermarrec	2 G	-	8
Industrial Surveying (W)	Prof. Neumann / Xu	2 G	1	2
Filterung im Zustandsraum (W)	Dr. Alkhatib	2 G	2	1
Inertialnavigation und Filterung (anteilig: Filterung im Zustandsraum)	Dr. Alkhatib / Vogel	2 N	2	1
Selected Topics of Geodetic Data Analysis (W)	Dr. Alkhatib / Dr. Kargoll / Dorndorf	2/3G	2	1
Kalibrierung von Sensorsystemen (W)	Prof. Neumann / Bureick	2 G	1	1
Ingenieurgeodäsie, Aktuelle Aspekte (W)	Prof. Neumann	3 G	1	-
Analysis of Deformation Measurements (W)	Prof. Neumann / Xu	3 G	1	1

FLÄCHEN- UND IMMOBILIENMANAGEMENT

Lehrveranstaltung	Dozent/Assistent	Sem.	V	Ü
Land Management and Real Estate Economics II	Prof. Voß / Bannert	1/2 G	2	1
Land Tenure and Land Policy (W)	Prof. Voß /Dr. Schaffert	2/3 G	-	2
Rural and Village Development	Prof. Voß /Dr. Schaffert	2/3 G	2	-
Städtebauliche Projektentwicklung (W)	Dr. Wolf	3 G	2	-
Real Estate Economics (W)	Prof. Voß	3G	1	-
Flächenmanagement III (W)	Prof. Voß	3 G	1	1

(W) Wahlpflichtveranstaltung, G: Master GuG, N: Master Navigation und Umweltrobotik

LEHRVERANSTALTUNGEN FÜR EXTERNE IM WS 18/19 UND SS19

Lehrveranstaltung	Dozenten	Sem.	V	Ü
Wirtschaftlichkeitsbewertung von Immobilien (EX: Bauingenieurwesen und Wirtschaftsingenieurwesen Bau, TU Braunschweig)	Prof. Voß	1	2	-

(EX) Lehreexport für andere Fachrichtungen

INSTITUT FÜR ERDMESSUNG

Lehrveranstaltungen Bachelor im WS 18/19 und SS 19

Lehrveranstaltung	Dozent / Assistent	Sem.	V	Ü
Grundlagen der Erdmessung	Prof. Flury / Duwe	3	4	1
Grundlagen der GNSS und Navigation	Prof. Schön / Breva	4	2	2
Mathematische Geodäsie	Dr. Denker / Knabe	5	1	1
GNSS II	Prof. Schön / Dr. Krawinkel	5	1	1
Physikalische Geodäsie	Prof. Müller / Dr. Timmen / Knabe	5	2	1
Gravimetrie I	Dr. Timmen	5	1	-
Geodätische Weltraumverfahren und Praxisprojekt	Prof. Müller / Knabe	6	3	2
Landesvermessung	Dr. Jahn / Dr. Krawinkel	6	2	1
Praxisprojekt Landesvermessung und GNSS	Dr. Kersten / Breva / Kröger	6	10 Tage	

Lehrveranstaltungen Master im WS 18/19 und SS 19

Lehrveranstaltung	Dozent / Assistent	Sem.	V	Ü
Positionierung und Navigation	Prof. Schön / Dr. Krawinkel	1 N	2	1
Methods and Applications of Physical Geodesy	Prof. Flury / Mitarbeiter	1 G	2	1
Approximation Methods and Numerical Techniques (W)	Prof. Flury	2+3 G	3	1
NuUR-Praxisprojekt I	Busch / Coenen / Tennstedt / Vogel	1 N	-	2

NuUR-Praxisprojekt II, NuUR-FuE	Busch / Coenen / Tennstedt / Vogel	1+2 N	-	4/4
Projektseminar: Geodäsie und Geoinformatik IfE/LLR	Prof. Müller / Dr. Hofmann	2+3 G	-	4/4
Projektseminar: Geodäsie und Geoinformatik IfE	Dr. Shabanloui	2+3 G	-	4/4
Projektseminar: Geodäsie und Geoinformatik IfE/PosNav	Prof. Schön / Brevia / Kröger	2+3 G	-	4/4
Orbit Calculation and Relativistic Modelling in Geodesy (W)	Prof. Müller	2+3 G	2	2
Inertialnavigation (W)	Prof. Schön / Tennstedt	2+3 G/N	2	2
GNSS Receiver-Technologie (W)	Prof. Schön	3 G	2	2
Vertiefung GNSS: Spezielle Anwendungen und Modelle (W)	Prof. Schön	2 G	2	-
Signalverarbeitung in der Erdmessung (W)	Dr. Denker / Dr. Timmen	2 G	2	2
Concepts of Geodesy and Geodetic Methods	Prof. Flury / Koch Prof. Schön / Kröger	3 G	2	1
Physikalische Geodäsie und Gravimetrie II (W)	Dr. Denker / Timmen	2 G	3	1
Aktuelle Satellitenmissionen (W)	Prof. Müller	3 G	2	2
Advanced Concepts for Positioning and Navigation	Prof. Schön / Ren / Brevia	1+2 G	2	1
Geodynamik und Geokinematik	Dr. Shabanloui	2+3 G	3	1
Geodetic Astronomy (W)	Prof. Flury	3 G	1	1

(W) Wahlpflichtveranstaltung; G: Master GuG, N: Master Navigation und Umweltrobotik

INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND GEOINFORMATIK
Lehrveranstaltungen Bachelor im WS 18/19 und SS 19

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	
Geoinformationssysteme I / Geländemodellierung	Prof. Sester / Feng	4	2	1
Bachelorprojekt	Politz / Prof. Otto	5	-	4
Geoinformationssysteme II	Prof. Sester / Fischer	5	2	1

(W) Wahlpflichtveranstaltung

Lehrveranstaltungen Master im WS 18/19 und SS 19

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)	Dr. Willgalis	2 G	2	-
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 / Leichter	3 G/N	1	1
SLAM und Routenplanung	Prof. Brenner	3 G/N	2	1
Geosensornetze	Prof. Sester / 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	Prof. Otto / Koetsier	2 G/N	2	-
Modelling Spatio-temporal and Network Data	Prof. Otto	G	4S	
Projektseminar "RideVibes - Fahrradrouting"	Dr. Feuerhake, Koetsier, Wage	2+3 G	-	4/4

(W) Wahlpflichtveranstaltung, G: Master GuG, N: Master Navigation und Umweltrobotik

Lehrexporte für andere Fachrichtungen im WS 18/19 und SS 19

Lehrveranstaltung	Dozenten	V	Ü
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 18/19 und SS 19

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
Grundlagen der Photogrammetrie	Prof. Heipke / Prof. Rottensteiner	3	3	1
Luftbildphotogrammetrie	Prof. Heipke / Prof. Rottensteiner	4	2	1
Fernerkundung	Prof. Heipke / Kruse	6	2	2
Bachelorprojekt	Prof. Heipke und Mitarbeiter	5	-	4

Lehrveranstaltungen Master im WS 18/19 und SS 19

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
Mathematic Aspects of Computer Vision (W)	Dr. Bulatov	3 G/N	1	1
Optische 3D Messtechnik (W)	Dr. Wiggenhagen	2 G	2	1
Operat. Fernerkundung (W)	Dr. Storch	3 G	1	-
Radarfernerkundung (W)	Prof. Motagh	2 G	2	1
Forschungsprojekt (W)	Dr. Vajedian	4 G	-	2
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	2 G	-	2
Projektseminar	Prof. Heipke und Mitarbeiter	2+3 G	-	4/4
Praxisprojekt und stud. Forschungsprojekt Navigation und Umweltrobotik	Prof. Heipke und Mitarbeiter	1 N 2 N 3 N	-	2 4 4
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 18/19 und SS 19

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, Geowissenschaften, Wasser-, Umwelt- und Küsteningenieurwesen, WATENV, B.Sc. und M.Sc.)	Dr. Vajedian	div.	1	1
Labor Mechatronik und Robotik (EX: Mechatronik & Robotik, M.Sc.)	Dr. Wiggenhagen	div.	-	1

(EX) Lehrexport für andere Fachrichtungen

ANMERKUNG

Eine Reihe der Veranstaltungen aus dem B.Sc.- und M.Sc.-Studium Geodäsie und Geoinformatik sowie Navigation und Umweltrobotik ist offen für Studierende anderer Fächer (u.a. Informatik, Elektrotechnik, Maschinenbau, Mechatronik und Robotik, Computational Engineering, 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

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

Prof. Dr.-Ing. habil. Hansjörg Kutterer (Bestellung: 2011), ehemals Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt, jetzt KIT, Karlsruhe

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. Hans Werner Schenke (Bestellung: 2010), Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven

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)

LEHRBEAUFTRAGTE

Dr.-Ing. Dimitri Bulatov (seit 2014), Fraunhofer Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung, Karlsruhe/Ettlingen. Vorlesung: Mathematical Aspects of 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

Dr.-Ing. Werner Mayr (seit 2017), Welzheim. Vorlesung: Führung als Qualifikation im Ingenieurberuf

Dr. Tobias Storch (seit 2018), Institut für Methodik der Fernerkundung, DLR, Oberpfaffenhofen. Vorlesung: Operationelle Fernerkundung

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), im Ruhestand, ehemals Landeshauptstadt Hannover, Fachbereich Planen und Stadtentwicklung. Vorlesung: Städtebauliche Projektentwicklung und Grundlagen der Stadt- und Regionalplanung

Dr.-Ing. Stefan Willgalis (seit 2019), Nieders. Ministerium für Inneres und Sport, Ref. 44 Vermessung, Geoinformation und Kampfmittelbeseitigung. Vorlesung: Geodateninfrastrukturen