



Veröffentlichungen der DGK

Ausschuss Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

---

**DGK**

**Ausschuss Geodäsie  
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften**

**Jahrbuch 2019**

München 2020

---

Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

ISSN 0938-846X

ISBN 978-3-7696-8932-7





Veröffentlichungen der DGK

Ausschuss Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

---

DGK

Ausschuss Geodäsie

der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

Jahrbuch 2019

München 2020

---

Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

ISSN 0938-846X

ISBN 978-3-7696-8932-7

**Adresse der DGK:**



**Ausschuss Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (DGK)**

Alfons-Goppel-Straße 11 • D – 80 539 München  
Telefon +49 – 331 – 288 1685 • Telefax +49 – 331 – 288 1759  
E-Mail [post@dgk.badw.de](mailto:post@dgk.badw.de) • <http://www.dgk.badw.de>

Dieses Jahrbuch ist im Internet unter <http://dgk.badw.de> elektronisch publiziert.

---

© 2020 Bayerische Akademie der Wissenschaften, München

Alle Rechte vorbehalten. Ohne Genehmigung der Herausgeber ist es auch nicht gestattet,  
die Veröffentlichung oder Teile daraus auf photomechanischem Wege (Photokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen

## Inhalt

|   |     |
|---|-----|
| Vorwort.....                                    | 5   |
| Berichte der Abteilungen.....                   | 7   |
| Gesamtpublikationsliste.....                    | 111 |
| Mitglieder.....                                 | 147 |
| DGK Sitzungen.....                              | 153 |
| Veröffentlichungen durch die DGK (C-Reihe)..... | 171 |
| Geschäftsordnung .....                          | 175 |



## Vorwort

Mit dem vorliegenden Band informiert der Ausschuss Geodäsie - DGK wieder über aktuelle Forschungsfelder und den Stand der universitären Lehre im Fachbereich Geodäsie. Enthalten sind außerdem die Mitgliederlisten, das Protokoll der Jahresversammlung 2019 und die Liste der wichtigsten Publikationen der Ordentlichen Mitglieder. Der Band gliedert sich in die vier Themenschwerpunkte Erdmessung, 3D Oberflächen, Digitale Welten und Immobilienmärkte, die in Ihrer Bedeutung für potenzielle Anwendungen große gesellschaftliche Kraft und Aktualität besitzen. Aktuelle Herausforderungen, wie Klimawandel, Naturgefahren und Risiken für Biodiversität und Ökosysteme werden durch die Geodäsie direkt und indirekt untersucht. Dabei trägt die Geodäsie zu konkreten Lösungen bei. Ein ambitioniertes Ziel der Abteilung Erdmessung, aber auch der gesamten DGK, ist es, die deutsche Geodäsie im internationalen Maßstab „federführend zu positionieren“.

Die Abteilung **Erdmessung** publizierte 2019 ein Konzeptpapier (Müller und Pail 2019), das hier als Zusammenfassung vorliegt. Referenzstationen stellen einen sehr akkuraten globalen Bezugsrahmen bereit, den Positionierungssysteme wie GPS, GLONASS oder Galileo nutzen. Drei Hauptschwerpunkte der Erdmessung liegen in den Bereichen (1) Technologische Entwicklung (Beobachtungssysteme), (2) Methodik, Analyse und Modellbildung und (3) Datenprodukte und Anwendungen. Die GRACE FO Mission zum Beispiel zeigt, dass die berechneten monatlichen Schwerfelder (Juni 2018 - März 2020) eine hohe Genauigkeit aufweisen, aber es auch technische Schwierigkeiten gibt, wie z.B. das Ausfallen des Akzelerometers auf dem zweiten Satelliten (GF2). Andere Themen der Erdmessung lagen in der Erdbebenanalyse, Eisschildmasseveränderungen, Meeresspiegelanstieg, Ozeanerwärmung, Ionosphären-modelle für präzise GNSS-Anwendungen und Test der Relativitätstheorie. Die Abteilung trägt maßgeblich bei zur Bereitstellung eines globalen geodätischen Referenzrahmens im Sinne der UN-Resolution „Global Geodetic Reference Frame for Sustainable Development“ (UN 2015, 2016).

Schwerpunkte der **Abteilung Ingenieurgeodäsie** zum Thema **3D Oberflächen** waren Mess- und Auswerteverfahren für die Erfassung dreidimensionaler Objekte und deren Oberflächen, besonders mittels Lasertracker, Laserscanner und photogrammetrischer Verfahren. Neu entwickelte Kalibrierungsmethoden wurden optimiert und Messsysteme weiter verbessert. Forschungen konzentrierten sich auf den Baubereich und die Landwirtschaft in Bezug auf Bautoleranzen, Rauigkeit, Belastungsversuche aber auch Weinbau und Pflanzenproduktion.

Die **Abteilung Geoinformatik** stellt durch den Themenschwerpunkt **Digitale Welten** die Grundlagen für die Generierung digitaler Repräsentationen der realen Welt bereit. Auch hier steht die Bewältigung großer gesellschaftlicher Herausforderungen im Mittelpunkt, zum Beispiel in der nachhaltigen Landwirtschaft und bei der Entwicklung von Mobilitätskonzepten. Weitere Themen lagen an der Schnittstelle zwischen Kartographie, Informationsvisualisierung und Mensch-Maschine-Interaktion. Maßgeblich eingebracht hat sich die Abteilung Geoinformatik auch bei der Erarbeitung der Informationsstruktur der Zukunft für die Wissenschaft im Rahmen der Nationalen Forschungs-Dateninfrastruktur (NDFI). Ziel ist der Aufbau einer nationalen Forschungsinfrastruktur zum systematischen Managen von wissenschaftlichen Daten und die Entwicklung von Langzeitlösungen für Datenspeicherung, Backup und Datennetzwerke auf nationaler und internationaler Ebene

Die **Abteilung Land- und Immobilienmanagement** fokussierte sich in diesem Jahr auf **Stadt-Land-Beziehungen**. Hier gilt es, a) sozio-ökonomische Veränderungen abzubilden und zu überwachen, b) relevante Informationssysteme zu errichten, c) Ursache und Auswirkungen von Veränderungen, z. B. Klimawandel zu verstehen und d) geeignete Kapazitäten für Fachleute und Forschende zu schaffen. Zu nennen wären die Beratungsstudie zu Öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen (ÖREB), Bodenrichtwertermittlung für einen Teil Hannovers, Käuferverhalten und wertbeeinflussende Parameter bei Immobilien, Entwicklung einer (teil-)automatisierten Erhebung und Verarbeitung von Grundstücksmarktdaten sowie Spieltheoretische Modellierung von Akteursverhalten in der Stadtentwicklung.

Die **Abteilung Lehre** zeigte einen weiteren Rückgang von BA Studierenden auf, der allerdings kompensiert wird durch einen Anstieg an Master-Studierenden, der vor allem auf neu eingerichtete englischsprachige Studiengänge zurückzuführen ist. 2019 begann die Social Media Initiative, um die Diskrepanz zwischen steigendem Bedarf an Geodäten und sinkenden Bachelor-Studierendenzahlen anzugehen. Die Initiative ging aus Bemühungen innerhalb der Interessengemeinschaft BDVI, DVW, AdV, VDV, BKG, FGVK und DGK hervor.

Die Jahressitzung 2019 fand in München statt. Das Schwerpunktthema war im Jahr 2019 die Lehre mit Beiträgen und Diskussionen zu Absolventenzahlen, Anforderungen an die Praxis, Strategien zur Nachwuchsgewinnung und Internationalen Studiengängen. Der Tag der Geodäsie ist jetzt auch über Wikipedia präsent. Aktionen um den Tag der Geodäsie fanden im deutschsprachigen Raum großen Anklang und wurden an über 50 Standorten durchgeführt.

Beim Lesen und Durchblättern wünschen wir Ihnen viel Spaß und informative Momente.

Der Vorsitzende



Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Harald Schuh

Der Ständige Sekretär



Prof. Dr. Urs Hugentobler



## **Forschungsschwerpunkte der Abteilungen der DGK**

### **I.**

#### **Themenbereiche des Jahres 2019**

- 1. Erdmessung (Abteilung Erdmessung, J. Müller)**
- 2. 3D Oberflächen (Abteilung Ingenieurgeodäsie, V. Schwieger)**
- 3. Digitale Welten (Abteilung Geoinformatik, J.-H. Haurert)**
- 4. Immobilienmärkte (Abteilung Land- und Immobilienmanagement,  
W.T. deVries)**

### **II.**

**DGK – Abteilung für Lehre (J. Flury)**



## Erdmessung (Abteilung Erdmessung)

### 0. Einleitung

Die wissenschaftlichen Aufgaben und künftigen Herausforderungen der Erdmessung wurden durch die DGK-Abteilung „Erdmessung“ in einem Konzeptpapier anschaulich zusammengestellt (Müller und Pail 2019); hier ist das Executive Summary aus dem Dokument nochmals wiedergegeben:

Als Erdmessung bezeichnet man die fortlaufende Ausmessung der zeitlich veränderlichen Geometrie von Land- und Meeresoberfläche, des Schwerefeldes der Erde, ihrer Rotation und Orientierung im Weltraum. Da sich Messsignale durch die Neutralatmosphäre und Ionosphäre ausbreiten, ist diese ebenfalls in die weitere Definition mit eingeschlossen. Die Erdmessung stellt mittels ihrer Observatorien und Referenzstationen den hochgenauen globalen Bezugsrahmen zur Verfügung, den Positionierungssysteme wie etwa GPS und Galileo benötigen.

Ein Schwerpunkt der Erdmessung liegt auf dem Monitoring von physikalisch induzierten Prozesskomponenten und deren Wechselwirkungen im System Erde in genäherter Echtzeit. Sie liefert insbesondere Beobachtungen wie Änderungen von Masse, Volumen, Drehimpuls, die in anderen Disziplinen nicht erfasst werden können. Damit trägt die Erdmessung substantiell zur Lösung zahlreicher „Grand Challenges“ unserer Gesellschaft bei, wie die Erfassung von Ursachen und Wirkung des Klimawandels, Risiken von Naturgefahren und Maßnahmen gegen den Verlust von Biodiversität, Lebensraum und Ökosystemfunktionen. Ein operationelles globales geodätisches Beobachtungssystem, das es erlaubt, an jedem Ort der Erde zu jeder Zeit und mit wenigen Kilometern Auflösung relevante Größen zur Adressierung dieser „Grand Challenges“ zu messen, soll bis 2030 realisiert werden. Dabei sollten deutsche Wissenschaftler aufgrund ihrer Expertise weiterhin eine internationale Führungsrolle einnehmen. Dazu ist auch die Unterstützung durch große Forschungseinrichtungen notwendig.

Es werden Herausforderungen in den Bereichen (1) Technologische Entwicklung (Beobachtungssysteme), (2) Methodik, Analyse und Modellbildung und (3) Datenprodukte und Anwendungen identifiziert, um die ambitionierten Ziele zu erreichen und die deutsche Forschung in diesem Kontext international federführend zu positionieren.

Basierend auf umfangreicher Expertise in der konzeptionellen und technologischen Weiterentwicklung der geodätischen Weltraumverfahren, dem Betrieb geodätischer Observatorien sowie der aktiven Beteiligung bei Satellitenmissionen umfassen die aktuellen und zukünftigen Arbeitsfelder im Bereich der *Beobachtungssysteme*:

- Ausbau und Weiterentwicklung geodätischer Observatorien und Beobachtungssysteme zur Erfassung geometrischer und gravimetrischer Messgrößen, unter verstärkter Einbeziehung von flächenhaften Verfahren, wie z.B. SAR/InSAR, und neuen Messkonzepten, wie z.B. GNSS-Reflektometrie;
- Integration und Verknüpfung von Beobachtungsverfahren zur Bereitstellung eines globalen geodätischen Referenzrahmens im Sinne der UN-Resolution „Global Geodetic Reference Frame for Sustainable Development“ (UN 2015, 2016);
- Entwicklung und Anwendung neuer Sensoren, insbesondere Bereitstellung und Übertragung von hochgenauer Zeit- und Frequenzinformation.

Im Bereich von *Methodik, Analyse und Modellbildung* zeichnen sich folgende zukünftige Forschungsfelder ab:

- Konsistente, vollständige Modellbildung zur korrekten Parametrisierung und Modellierung von räumlich und zeitlich variablen Signalen auf allen Skalen;
- Weiterentwicklung von stochastischen Modellen zur Beschreibung von Unsicherheiten;
- Konsistente Kombination und Analyse von geometrischen und gravimetrischen Messgrößen und deren Integration in Erdsystemmodelle;
- Numerisch effiziente Umsetzung auf massiv-parallelen Hochleistungsrechnern.

Im Bereich der *Datenprodukte und Anwendungen* stellen sich folgende Herausforderungen:

- Erstellung integrierter und disziplinübergreifender Produkte;
- Bereitstellung integrierter Referenzrahmen in Lage und Höhe durch die internationalen Dienste der International Association of Geodesy (IAG);

- Bereitstellung von Produkten in genäherter Echtzeit im Rahmen von operationellen Services als zentrales Element einer europäischen Forschungsinfrastruktur.
- Müller, J., Pail, R. (und die DGK-Abteilung Erdmessung): Erdmessung 2030. zfv 1/2019, S. 4-16, 2019

## 1. GRACE-FO

**Frank Flechtner, Deutsches GeoForschungsZentrum (Förderer: BMBF, BMWi, HGF, DLR, GFZ und AEI)**

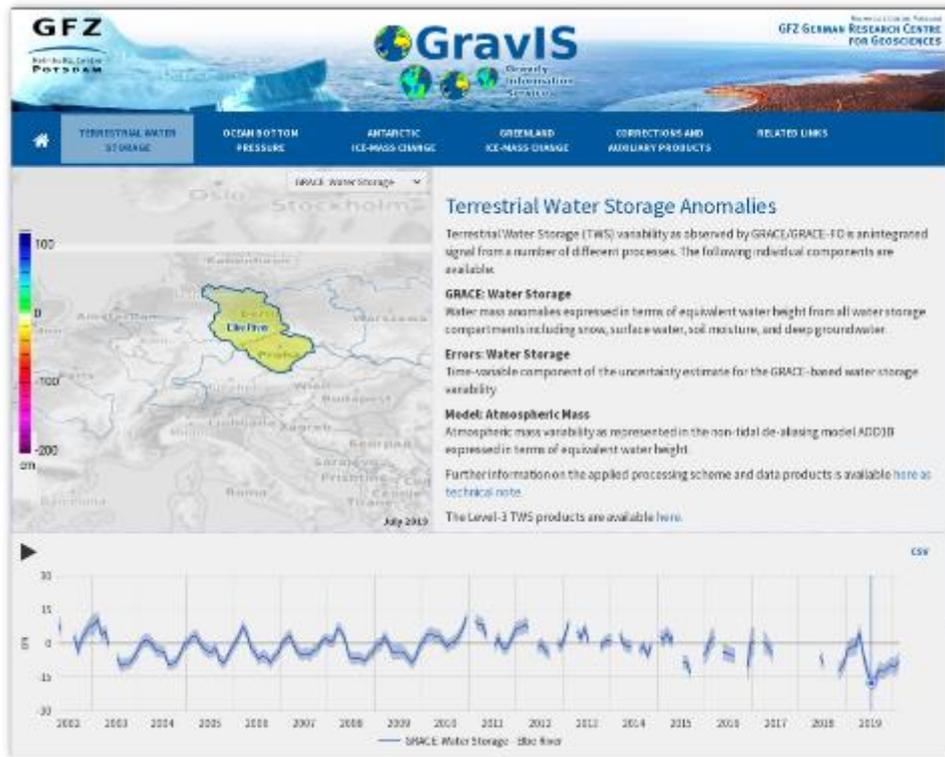
Die GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment) Satellitenmission beobachtete seit 2002 Massenvariationen im System Erde auf monatlichen Skalen. Dadurch konnten wertvolle Beobachtungen von Veränderungen im kontinentalen Wasserkreislauf, zum Abschmelzen von Gletschern z.B. in den Polarregionen oder zum Meeresspiegelanstieg gewonnen werden. Die GRACE-Mission endete nach der dreifachen nominell geplanten Laufzeit von ursprünglich 5 Jahren im Oktober 2017, da die Batterien zum Ende der Mission deutliche Alterungserscheinungen gezeigt hatten und die Instrumente, insbesondere auf GRACE-2, nicht mehr betrieben werden konnten. GRACE-2 verglühte im Dezember 2017, GRACE-1 im März 2018.



Um die Zeitreihen von monatlichen Schwerefeldmodellen nach dem Ende von GRACE zu verlängern, haben die NASA und das Deutsche GeoForschungsZentrum seit 2012 eine Nachfolgemission GRACE-FO (Follow-on) realisiert, die am 22. Mai 2018 erfolgreich gestartet ist. Die Mission beendete am 28.1.2019 ihre „In-Orbit Check-out (IOC) Phase“, in der alle Instrumente angeschaltet und intensiv charakterisiert wurden. Danach begann die „Science Phase“ und im Mai 2019 konnten die ersten Instrumentendaten und monatlichen Schwerefeldmodelle der internationale Nutzergemeinschaft bereitgestellt werden.

Äußerst erfreulich ist, dass das Laser Ranging Interferometer (LRI), deren optische Komponenten in Deutschland gebaut wurden und das als Technologiedemonstrator für zukünftige Schwerefeldmissionen mitfliegt, seine Spezifikationen nicht nur erfüllt, sondern deutlich übertrifft. Damit wird mit dem LRI die Intersatelliten-Abstandsmessung deutlich verbessert und damit auch die Qualität der monatlichen Schwerefeldprodukte gesteigert werden können. Auf der anderen Seite hat es sich gezeigt, dass das Akzelerometer auf dem 2. Satelliten (GF2) nicht wie spezifiziert arbeitet und momentan daher die Beobachtungen von GF1“transplantiert“ werden, um nicht-gravitativ Störbeschleunigungen für GF2 zu bekommen. Zudem gab es für etwa 3 Monate zwischen Juli und Oktober 2018 keine wissenschaftlichen Daten, da die Instrument Processing Unit auf GF2 auf ihre Backup-Einheit geschaltet werden musste.

Die mit den vorhandenen Daten vom US-deutschen Science Data System (SDS, Partner JPL, UTCSR, GFZ) berechneten 20 monatlichen Schwerfelder (Juni 2018 - März 2020) zeigen eine hohe Güte, sind mit den GRACE-Lösungen vergleichbar und die im April 2002 mit GRACE begonnene Überwachung von klimarelevanten Massentransporten im System Erde kann damit fortgesetzt werden. Zur Darstellung dieser Massentransporte und um entsprechende Datenprodukte einem breiteren Nutzerkreis zur Verfügung stellen zu können, wurde am GFZ in Zusammenarbeit mit dem Alfred-Wegener-Institut und der Technischen Universität Dresden das Webportal GravIS (Gravity Information Service: <http://gravis.gfz-potsdam.de/home>) entwickelt. Auf diesem werden maßgeschneiderte Produkte zum Monitoring des terrestrischen Wasserkreislaufs, von Bodendruckvariationen in den Ozeanen sowie von Eismassenveränderungen in der Antarktis und in Grönland visualisiert sowie in nutzerfreundlicher Form (Gitterprodukte, Zeitreihen über einzelne Einzugsgebiete) zum Download angeboten.



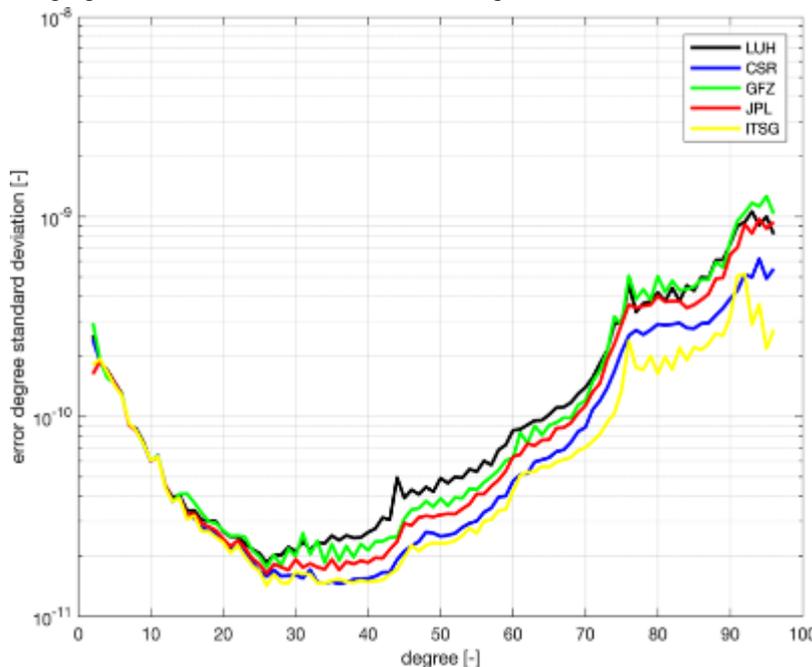
**Abb.** Screenshot des GravIS Portals am Beispiel terrestrischer Wasserspeicherungs-Anomalien für das hydrologische Einzugsgebiet der Elbe

- Tapley, B. D., Watkins, M. M., Flechtner, F., Reigber, C., Bettadpur, S., Rodell, M., Sasgen, I., Famiglietti, J. S., Landerer, F. W., Chambers, D. P., Reager, J. T., Gardner, A. S., Save, H., Ivins, E. R., Swenson, S. C., Boening, C., Dahle, C., Wiese, D. N., Dobslaw, H., Tamisiea, M. E., Velicogna, I. (2019): Contributions of GRACE to understanding climate change. - *Nature Climate Change*, 9, 358-369. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0456-2>
- Dahle, C., Murböck, M., Flechtner, F., Dobslaw, H., Michalak, G., Neumayer, K., Abrykosov, O., Reinhold, A., König, R., Sulzbach, R., Förste, C. (2019): The GFZ GRACE RL06 Monthly Gravity Field Time Series: Processing Details and Quality Assessment. - *Remote Sensing*, 11, 18, 2116. <https://doi.org/10.3390/rs11182116>
- Abich, K., Alexander Abramovici, Bengie Amparan, Brian Bachman Okihiro, David C. Barr, Maxime P. Bize, Christina Bogan, Claus Braxmaier, Michael J. Burke, Ken C. Clark, Christian Dahl, Katrin Dahl, Karsten Danzmann, Mike A. Davis, Glenn de Vine, Joffrey A. Dickson, Serge Dubovitsky, Andreas Eckardt, Thomas Ester, German Fernandez Barranco, Reinholdt Flatscher, Frank Flechtner, Roland Fleddermann, William M. Folkner, Samuel Francis, Martin S. Gilbert, Frank Gilles, Martin Gohlke, Nicolas Grossard, Jerome Hauden, Burghardt Guenther, Frank Heine, Gerhard Heinzl, Mark Herding, James Howell, Mark Katsumura, Marina Kaufer, William Klipstein, Alexander Koch, Micah Kruger, Kameron Larsen, Carl Christian Liebe, Jehhal Liu, Lynette Lobmeyer, Christoph Mahrtdt, Thomas Mangoldt, Kirk McKenzie, Malte Misfeldt, Phillip R. Morton, Vitali Müller, Alexander T. Murray, Don J. Nguyen, Kolja Nicklaus, Robert Pierce, Joshua A. Ravich, Gretchen Reavis, Jens Reiche, Josep Sanjuan, Daniel Schütze, Christoph Seiter, Daniel Shaddock, Benjamin Sheard, Michael Sileo, Robert Spero, Gary Spiers, Gunnar Stede, Michelle Stephens, Andrew Sutton, Joseph Trinh, Kai Voss, Duo Wang, Rabi T. Wang, Brent Ware, Henry Wegener, Steve Windisch, Christopher Woodru, Bernd Zender, and Marcus Zimmermann (2019): In-Orbit Performance of the GRACE Follow-on Laser Ranging Interferometer. - *Physical Review Letters*, 123, 031101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.123.031101>

## 2. Schwerefeldbestimmung aus GRACE Follow-On

**Igor Koch, Mathias Duwe, Akbar Shabanloui, Jakob Flury, Leibniz Universität Hannover (Förderer: Landesmittel)**

Seit der Freigabe der ersten GRACE Follow-On (GRACE-FO) Messdaten im Mai 2019 arbeitet die Gruppe laufend an der Bestimmung und Verbesserung monatlicher GRACE-FO Schwerefeldlösungen aus den K-Band Range Rate Messungen. Die Kräfteemodelle im Hannoveraner Bahn- und Schwerefeldbestimmungsprogramm GRACE SIGMA wurden im Austausch mit anderen Analysis Centers auf den neuesten Stand gebracht. Die Effizienz der Berechnung wurde deutlich gesteigert. Nun können umfangreiche Experimente zur Verbesserung der Parametrisierung (z.B. der empirischen KBR-Parameter und der Skalierungsmatrix für Beschleunigungsmessungen) sowie Tests zur Fortpflanzung weiterer systematischer Instrumentenfehler durchgeführt werden und jeweils die Auswirkung der Veränderungen auf die Lösungen und Ausgleichsresiduen untersucht werden. Die Qualität der Ergebnisse liegt bereits nahe an den besten weltweit verfügbaren GRACE FO Lösungen. Die LUH-Lösungen werden nun auch in den Combination Service for Time-Variable Gravity Field Solutions (COST-G) eingebracht. Erste Experimente mit Range Rate Messungen des Laser Ranging Interferometers (LRI) wurden durchgeführt.



*Abb. Mittlere Gradstandardabweichungen von 17 LUH GRACE FO Monatslösungen gegenüber dem Schwerefeldmodell GOCO06s, im Vergleich mit Ergebnissen anderer Analysezentren. Die Grade bis ca. 25 zeigen eine hohe Übereinstimmung im zeitvariablen Schwerefeldsignal, während die höheren Grade Unterschiede in der Rauschfortpflanzung aufzeigen.*

- Koch I., Flury J., Naeimi M., Shabanloui A. (2020): LUH-GRACE2018: A New Time Series of Monthly Gravity Field Solutions from GRACE. In: International Association of Geodesy Symposia. Springer, Berlin, Heidelberg, doi: 10.1007/1345\_2020\_92
- 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

## 3. The Earth's gravity field as seen by the GOCE satellite — an improved sixth release derived with the time-wise approach (GO\_CONS\_GCF\_2\_TIM\_R6)

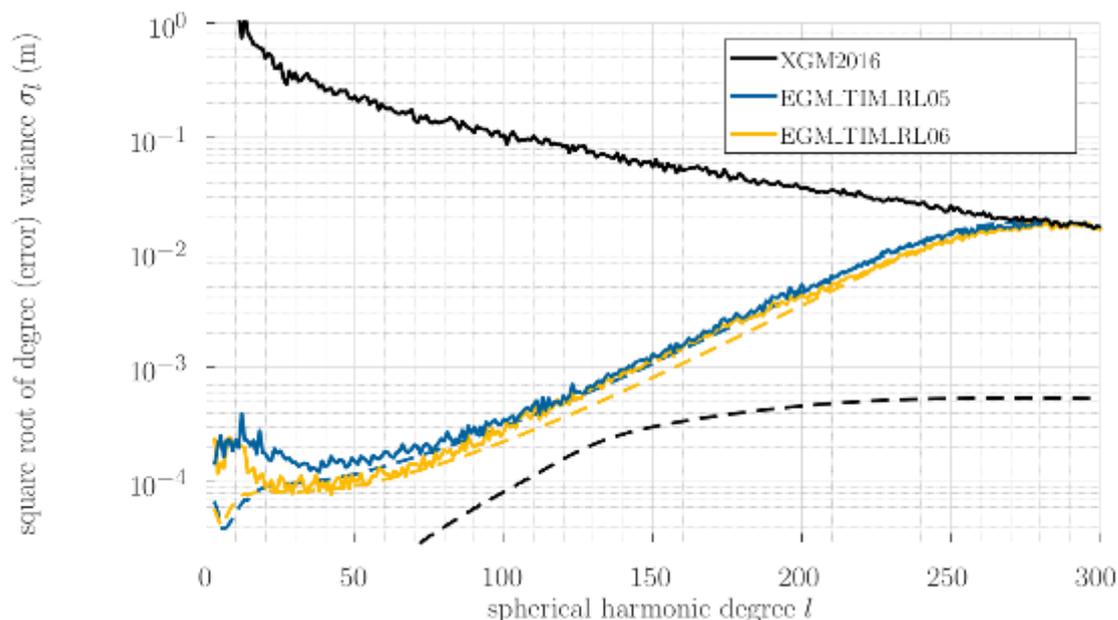
**Jan Martin Brockmann, Till Schubert, Wolf-Dieter Schuh, University of Bonn, Torsten Mayer-Gürr, TU Graz (Förderer: ESA)**

After several studies identified that the gravity gradients as observed by the Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer (GOCE) satellite mission can be significantly improved by an extended calibration procedure, a reprocessing project was issued by the European Space Agency (ESA) and implemented by the GOCE High-Level Processing Facility (HPF) in 2018. Within that campaign, improved global gravity field models were derived from the updated and improved L1B and L2 products. One of those resulting models is the time-wise release six model (GO\_CONS\_GCF\_2\_TIM\_R6) computed in a cooperation of University of Bonn and TU Graz.

Main input for gravity field recovery from GOCE observations are i) the satellite's kinematic orbit, ii) the calibrated gravity gradients and iii) the satellite's orientation. As all of these input products were improved within reprocessing by the entire HPF group, more accurate gravity field models are expected. In addition to the input data which was improved, the analysis procedure of the time-wise approach was improved as well. As a major update, the estimation of the decorrelation filters – which are used as a stochastic model of the gravity gradients – was robustified yielding stable estimates for the stochastic characteristics which are not influenced by suspicious data intervals (Schubert et al. 2019). As a by-product, the procedure directly returns quality flags of the individual gravity gradients as a result from various statistical tests. Usable data segments are identified consistently with the stochastic model. As the time-wise approach uses only GOCE information to derive the global gravity field, it is very well suited to demonstrate the quality improvements of the reprocessing campaign. It does not only provide the model, but a realistic uncertainty description of the model in terms of the full covariance matrix of the model coefficients.

Based on the improved kinematic orbits, satellite-to-satellite tracking in high low mode (SST-hl) determines the long wavelengths of the model. The short-arc integral equation approach is used to setup SST-hl normal equations. Combined on the level of normal equations with the gravity gradient derived normal equations and some regularization to constrain the ill-posed normal equations, the GO\_CONS\_GCF\_2\_TIM\_R6 model reflects the Earth's gravity field as experienced by the GOCE satellite (Brockmann et al. 2019).

Within the analysis of the data and the resulting global gravity field model, it could be shown that the updated solution nicely meets the GOCE mission requirements with a global mean accuracy of below 2 cm in terms of geoid and 0.6mGal in terms of gravity anomalies at the target spatial resolution of 100 km. Compared to its RL05 predecessor, three kinds of improvements are visible and were realized with the RL06 solution: i) the mean global accuracy increases by 10 % to 25 %, ii) the uncertainty description becomes more realistic and iii) a local reduction of systematic errors in the order of centimeters. The systematic errors were caused by ionospheric induced artifacts in the kinematic orbits and the imperfect calibration of the gravity gradients. Based on the time-wise RL06 model, the satellite-only model GOCO06S (Kvas et al. 2019) was derived.



**Abb.** Degree (error) variance (scaled to meter geoid height) of the time-wise RL05 and RL06 solutions compared to the XGM2016 model used as reference. Near zonal coefficients are excluded.

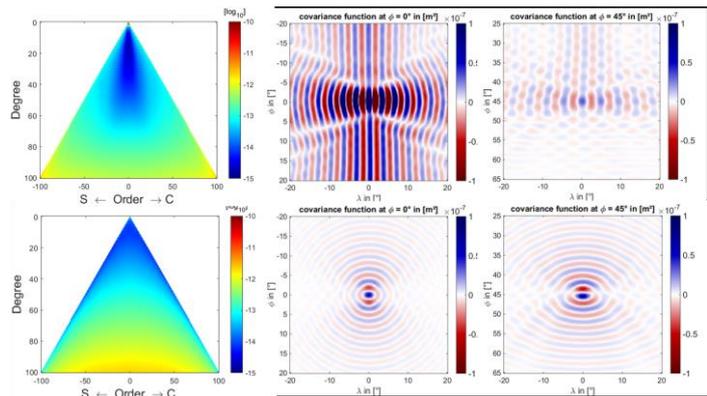
- Brockmann, Jan Martin; Schubert, Till; Mayer-Gürr, Torsten; Schuh, Wolf-Dieter (2019): The Earth's gravity field as seen by the GOCE satellite – an improved sixth release derived with the time-wise approach (GO\_CONS\_GCF\_2\_TIM\_R6). GFZ Data Services. <http://doi.org/10.5880/ICGEM.2019.003>.
- Kvas, Andreas; Mayer-Gürr, Torsten; Krauss, Sandro; Brockmann, Jan Martin; Schubert, Till; Schuh, Wolf-Dieter; Pail, Roland; Gruber, Thomas; Jäggi, Adrian; Meyer, Ulrich (2019): The satellite-only gravity field model GOCO06s. GFZ Data Services. <http://doi.org/10.5880/ICGEM.2019.002>

- Schubert, Till; Jan Martin Brockmann; and Wolf-Dieter Schuh: "Identification of Suspicious Data for Robust Estimation of Stochastic Processes," 2019, 1–9. [https://doi.org/10.1007/1345\\_2019\\_80](https://doi.org/10.1007/1345_2019_80).

#### 4. Satellitengravimetrie und Massenvariationen im Erdsystem - Heute und in Zukunft

**Roland Pail, Thomas Gruber, Markus Hauk, Betty Heller, Anna Purkhauer, Petro Abrykosov, Nikolas Pfaffenzeller, Frank Siegismund, Technische Universität München (Förderer: DFG, ESA, Technische Universität München)**

Der Klimawandel stellt eine der größten gesellschaftlichen Herausforderungen dar. Die Kenntnis der Prozesse, die diesen Klimawandel beeinflussen und sehr häufig auch mit Massentransporten im Erdsystem in Zusammenhang stehen, ist ein Schlüssel zu deren Verständnis. Die Beobachtung des Schwerefeldes der Erde ist die einzige verfügbare Möglichkeit, die Massenverteilung im Erdsystem und deren Variationen global und konsistent zu beobachten. Diese Beobachtungen ermöglichen die Quantifizierung des globalen Wasserkreislaufes, der



Abschmelzung von Eismassen, der Änderung von Ozeanströmungen, des durch Massenverlagerung erzeugten Meeresspiegelanstiegs, und sie liefern darüber hinaus wichtige Randbedingungen zur Modellierung von Erdbebenereignissen. Der Lehrstuhl für Astronomische und Physikalische Geodäsie der Technischen Universität München ist seit vielen Jahren in diese Aktivitäten eingebunden und arbeitet einerseits intensiv an zukünftigen Konzepten von Satellitenmissionen, die Massentransporte im Erdsystem mit höherer räumlicher und zeitlicher Auflösung sowie kürzerer Latenzzeit beobachten können, und andererseits an der Optimierung der Auswertetechniken zur verbesserten Interpretation der mit Satelliten beobachteten Schwerefeldänderungen. Speziell wurden neuartige Beobachtungskonzepte zwischen hoch- und niedrigfliegenden Satelliten (MOBILE Konzept) sowie der Einfluss von neuartigen Techniken von Beschleunigungsmessungen untersucht. Diese neuen Konzepte ermöglichen eine deutlich konsistentere Bestimmung des Schwerefeldes der Erde, wie in der Abbildung verdeutlicht wird. Die Abbildung zeigt oben die spektrale (links) und räumliche (Mitte und rechts) Fehlerstruktur einer Mission vom GRACE Typ (polares Einzelpaar) und unten das Gleiche für eine MOBILE hoch-niedrig Konstellation. Speziell in den räumlichen Fehlerkovarianzen (in der Mitte für 45 Grad Breite, rechts am Äquator) zeigen sich sehr homogene Strukturen, was darauf hinweist, dass die Problematik der Streifen einer polaren Einzelpaarmission quasi eliminieren kann. Im Rahmen einer internationalen Zusammenarbeit wurden auch umfangreiche numerische Simulationen mit bis zu drei Satellitenpaaren durchgeführt und es konnte gezeigt werden, dass speziell bezüglich zeitlicher Auflösung und Latenzzeit hier deutlich bessere Beobachtungen von Massenvariationen in allen Teilbereichen des Erdsystems erzielt werden können. Weitere Arbeiten bezogen sich auf die Mitarbeit in internationalen Forschergruppen, die sich mit der Schätzung von Eismassenbilanzen in Grönland und der Antarktis beschäftigten. Hierzu hat der Lehrstuhl mit einer verbesserten Schätzmethode der gravimetrischen Komponente unter Einbeziehung der Varianz-Kovarianzmatrix beigetragen. Dies ermöglicht eine verbesserte Filterung der monatlichen Schwerefeldlösungen und vermeidet dadurch eine zu starke Reduktion der originären Signale.

- Abrykosov, Petro; Pail, Roland; Gruber, Thomas; Zahzam, Nassim; Bresson, Alexandre; Hardy, Emilie; Christophe, Bruno; Bidel, Yannick; Carraz, Olivier; Siemes, Christian: Impact of a novel hybrid accelerometer on satellite gravimetry performance. *Advances in Space Research* 63 (10), 2019, 3235-3248, <https://doi.org/10.1016/j.asr.2019.01.034>
- Hauk, Markus; Pail, Roland: Gravity Field Recovery Using High-Precision, High-Low Inter-Satellite Links. *Remote Sensing* 11 (5), 2019, <https://doi.org/10.3390/rs11050537>
- IMBIE Team: Mass balance of the Greenland Ice Sheet from 1992 to 2018. *Nature*, 2019, 1-1, <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1855-2>

- Pail, R.; Bamber, J.; Biancale, R.; Bingham, R.; Braitenberg, C.; 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.: Mass variation observing system by high low inter-satellite links (MOBILE) – a new concept for sustained observation of mass transport from space. *Journal of Geodetic Science* 9 (1), 2019, 48-58, <https://doi.org/10.1515/jogs-2019-0006>
- Pail, Roland; Yeh, Hsien-Chi; Feng, Wei; Hauk, Markus; Purkhauser, Anna; Wang, Changqing; Zhong, Min; Shen, Yunzhong; Chen, Qiujie; Luo, Zhicai; Zhou, Hao; Liu, Bingshi; Zhao, Yongqi; Zou, Xiancai; Xu, Xinyu; Zhong, Bo; Haagmans, Roger; Xu, Houze: Next-Generation Gravity Missions: Sino-European Numerical Simulation Comparison Exercise. *Remote Sensing* 11 (22), 2019, 2654, <https://doi.org/10.3390/rs11222654>
- Purkhauser, A. F.; Koch, J. A.; Pail, R.: Applicability of NNGM near-real time simulations in flood detection. *Journal of Geodetic Science* 9 (1), 2019, 111-126, <https://doi.org/10.1515/jogs-2019-0011>
- Purkhauser, Anna F; Pail, Roland: Next generation gravity missions: near-real time gravity field retrieval strategy. *Geophysical Journal International* 217 (2), 2019, 1314-1333, <https://doi.org/10.1093/gji/ggz084>

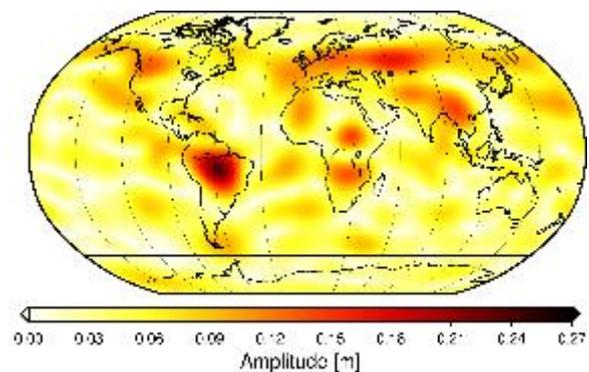
## 5. Satellitengeodäsie und Schwerefeld

**Anno Löcher, Christina Lück, Roelof Rietbroek, Kristin Vielberg, Jürgen Kusche, Universität Bonn (Förderer: DFG)**

Im Rahmen der DFG-Forschungsgruppe Referenzsysteme haben wir uns mit der Bahnbestimmung für den Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) beschäftigt. Mit Hilfe der von LRO mitgeführten Instrumente können Oberflächenmodelle des Mondes sowie physikalische Parameter des Erde-Mond-Systems bestimmt werden. Im Berichtszeitraum wurden aus terrestrischen Beobachtungen verschiedenen Typs die hierfür notwendigen präzisen Bahnen des Orbiters berechnet. Den Nutzern der LRO-Instrumentendaten konnte damit erstmals eine unabhängige Alternative zu den Bahnen des LRO-Betreibers NASA zur Verfügung gestellt werden. Durch konsistente Prozessierung aller Beobachtungstypen war es dabei auch erstmals möglich, eine methodisch fundierte Bewertung der neuartigen Einweg-Lasermessungen zu LRO vorzunehmen.



**Abb.** LRO Satellit



**Abb.** Amplitude jährlicher Massenänderungen bestimmt mit Hilfe von Swarm-Daten

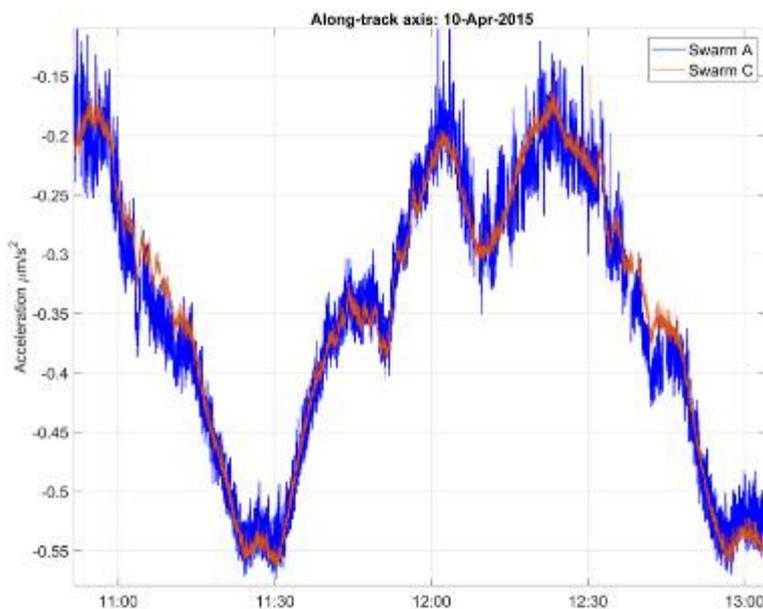
Mit Hilfe der Messdaten der ESA Mission Swarm haben wir uns darüber hinaus auf die Bestimmung der niederfrequenten Anteile des Erdschwerefeldes und seiner zeitlichen Variationen konzentriert. Dabei zeigt der Vergleich mit GRACE Daten, dass Swarm in der Lage ist, die langwelligen Anteile des Erdschwerefeldes gut zu bestimmen. So kann zum einen die 11-monatige Lücke zwischen GRACE und GRACE-FO geschlossen werden und zum anderen können auch in Zeiten mit GRACE(-FO) Daten zusätzliche Informationen über Schwerefeldänderungen gewonnen werden. Wir haben uns intensiv mit Massenänderungen des Ozeans und verschiedener hydrologischer und glazialer Gebiete beschäftigt.

- Löcher, A., Kusche, J. (2019) Assessment of the impact of one-way laser ranging on orbit determination of the Lunar Reconnaissance Orbiter. *Journal of Geodesy*, 93, 2421–2428

## 6. Prozessierung der Swarm Akzelerometerdaten

**Sergiy Svitlov, Akbar Shabanloui, Jakob Flury, Leibniz Universität Hannover (Förderer: ESA)**

Die 3 Satelliten der ESA Erdbeobachtungsmission Swarm tragen elektrostatische 3-Achs-Akzelerometer des tschechischen Herstellers VZLU. Die Sensordaten dienen primär der Ableitung der Thermosphärendichte entlang der Bahn der Satelliten; durch die 3 verschiedenen polaren Bahnebenen ergibt sich ein besonders wertvolles Sampling für Untersuchungen zur Kopplung von Ionosphäre und Thermosphäre, insbesondere während Phasen erhöhter Sonnenaktivität bzw. Ionosphärenstürmen. In dem Projekt werden in Zusammenarbeit mit der ESA und dem Department for Aerospace Engineering der TU Delft Algorithmen zur Reduktion und Kalibration der Beschleunigungsmessungen angewendet und weiterentwickelt. Die zahlreichen Sprünge und Spikes werden mittels empirischer Modelle identifiziert und weitgehend reduziert. Die Instrumentendrift wird über ein thermisches Energieflussmodell und die Kombination mit niederfrequenten Beschleunigungen aus der Bahnmodellierung korrigiert. Die kalibrierten Daten werden über das Payload Data Ground Segment (PDGS) der ESA zur Verfügung gestellt. Um die Sensordaten auch für die Bahn- und Schwerefeldbestimmung zu nutzen, müsste sich die Datenqualität weiter verbessern.



*Abb. Typische Along-Track Beschleunigungen für Swarm A und C. Der Abstand der beiden Satelliten beträgt weniger als 100 km bei einer Bahnhöhe von ca. 450 km. Die hohe Korrelation der beiden Signale (Drag aufgrund Thermosphärendichte) zeigt den sehr guten Erfolg der Kalibrationsalgorithmen*

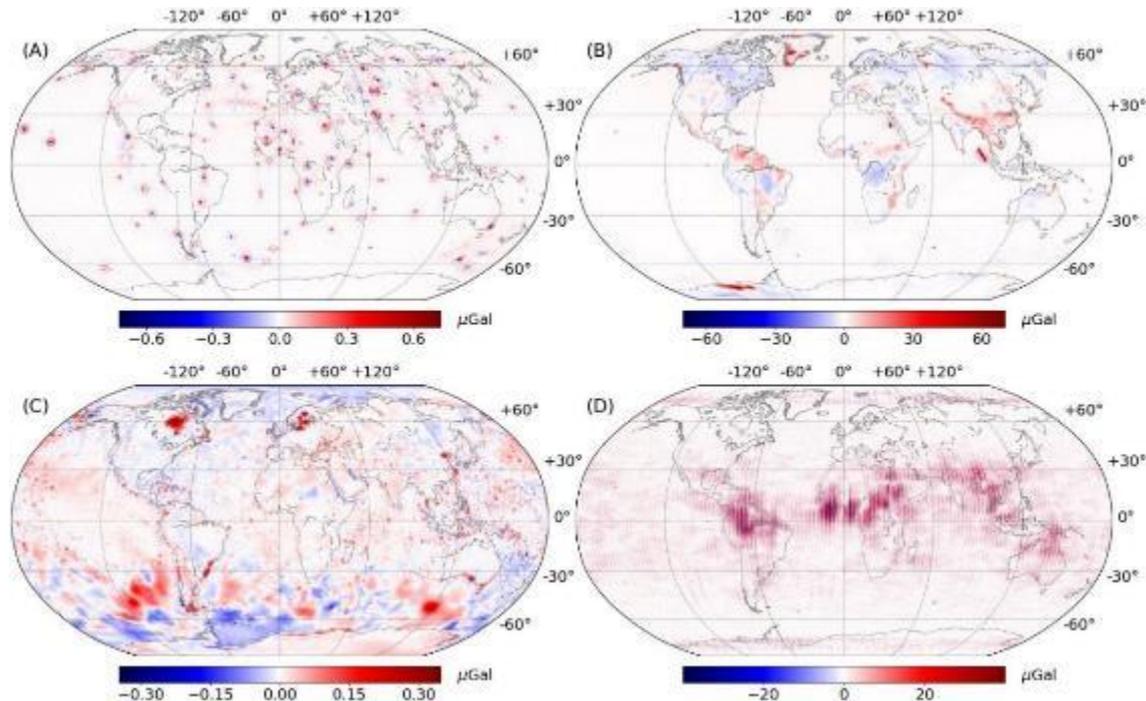
## 7. Analysis of the detectability of earthquakes by a Next Generation Gravity Mission

**Nico Sneeuw, Karim Douch, Universität Stuttgart (Förderer: ESA)**

The success of the Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) mission has established space gravimetry as an irreplaceable means to monitor the Earth's gravity field as well as the mass distribution within the Earth system at a global scale. Currently, a follow-on mission has taken over GRACE after more than 15 years of services and a next generation gravity mission (NGGM) is currently under study to ensure a continuation of the observations. The envisioned future mission will consist of 2 pairs of satellites, as opposed to 1 for GRACE and GRACE Follow-On. The expected effect is an increase of the spatial and temporal resolution of the recovered gravity fields, thereby widening the scope of utility of the mission. In particular, it has been foreseen that reaching the expected spatio-temporal resolution would enable the observation of the co- and post-seismic gravity signature of a larger number of earthquakes. Evaluating and quantifying to what extent this is possible is the objective of the GravSeis project.

The GravSeis project gathers researchers from the Politecnico di Milano, Thales Alenia Space Italia and the Institute of Geodesy of the University of Stuttgart. Our work has consisted in carrying out a closed-loop simulation of an NGGM during its full lifetime in order to evaluate the time series of the realistically degraded, synthetic recovered gravity field. In the forward simulation, a realistic time-variable gravity field is first synthesized, including the signal associated to a variety of earthquakes (different locations, depth, mechanism, orientation etc.), see figure.

Then, the measurements made by the orbiting satellites are simulated and degraded with different kinds of modelling errors and additive sensor noise. In the backward simulation, these measurements are used to recover monthly gravity field models. At the end, a time series of 156 models has been computed, covering a period of more than 11 years during which 291 synthetic earthquakes occurred. Finally, these recovered gravity field models have been analysed to quantify to what extent the gravity signature of earthquakes could be detected and with which accuracy.



**Fig.** Comparison of the magnitude of the different time-variable gravity signals included in the forward simulation (arbitrary epoch): (A) the gravity signature of the synthetic  $M_w = 7$  earthquakes, (B) the contribution of the atmosphere, ocean, hydrosphere, ice and solid Earth, (C) the modelling error of the high-frequency component of the atmosphere and ocean contribution to the time-variable gravity field and (D) the true error degrading a recovered gravity field model.

Depending on the ability to model correctly the AOHIS background signal, our final results show that it is possible to estimate earthquake signal amplitudes with a relative accuracy better than 10 % in most cases for magnitude  $M_w = 7.8$  and larger. In the best case where the AOHIS signal is perfectly modelled, the threshold can be as low as  $M_w = 7$ . A more detailed investigation shows however that this threshold is likely to change depending on the location. In comparison, the lowest earthquake magnitude threshold that has been detected in GRACE is  $M_w = 8.3$ . NGGM would therefore bring unprecedented new insights in the monitoring of a larger number of earthquakes, in particular for those occurring offshore.

- Cambiotti G, K Douch, S Cesare, R Haagmans, N Sneeuw, A Anselmi, AM Marotta, R Sabadini (2020), On the earthquake detectability by the Next Generation Gravity Mission, Surveys in Geophysics, under review

## 8. Optical clocks for detecting the Earth's time-variable gravity signals

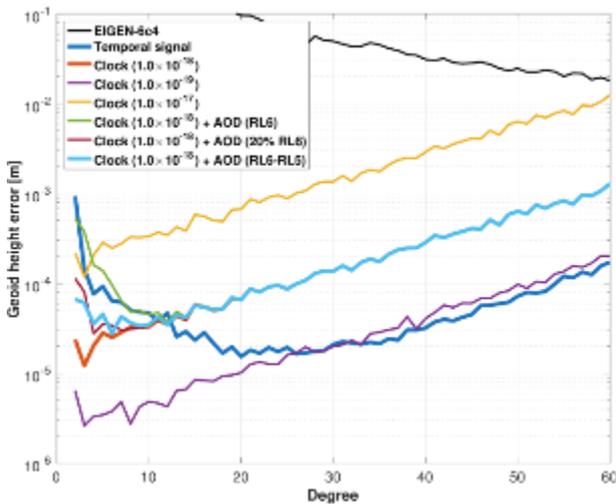
Hu Wu, Jürgen Müller, Leibniz Universität Hannover (Förderer: DFG, SFB geo-Q, EXC QuantumFrontiers)

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.

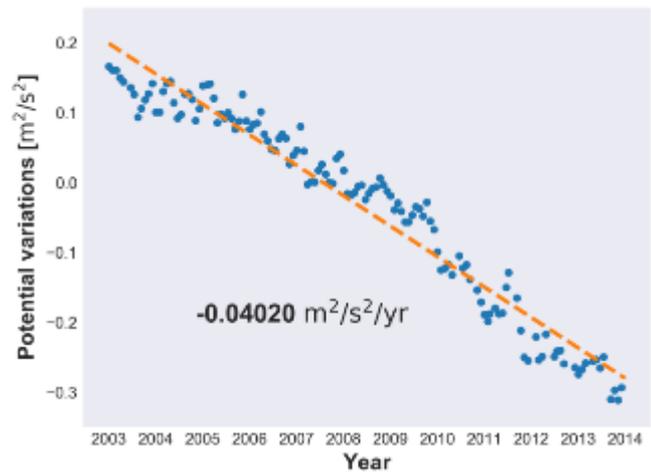
To obtain the measurements with a global coverage, one clock was assumed on a low-orbit satellite, and it was compared to ground reference clocks by direct frequency links or indirect links via some relay satellites or transponders in high

orbits. We performed numerical simulations to rigorously map the measurement errors to gravity 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.

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.



**Abb.** Comparison of monthly gravity field solutions (from simulated clock observations with different measurement and background noise) and temporal gravity signal



**Abb.** Variation of the gravity potential over time at a selected location in Greenland - as an example

- 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
- Philipp, D., Hackmann, E., Lämmerzahl, C., Müller, J. (2020): The Relativistic Geoid: Gravity Potential and Relativistic Effects. Physical Review D, Vol. 101, No. 6, DOI: 10.1103/PhysRevD.101.064032
- 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

## 9. Quantenoptische Sensorkonzepte für Schwerefeldmissionen

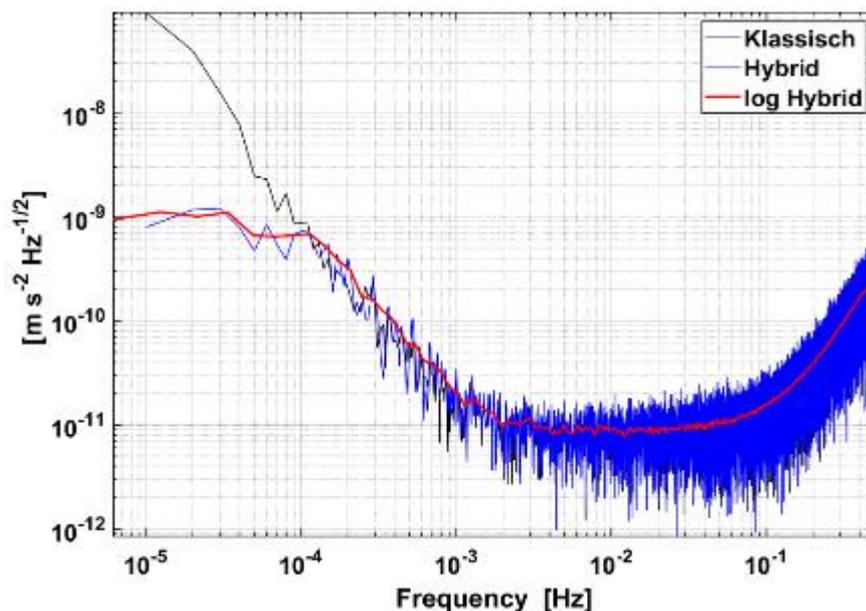
**Manuel Schilling, Annike Knabe, Hu Wu, Jürgen Müller, Leibniz Universität Hannover (Förderer: DFG, SFB geo-Q, EXC QuantumFrontiers, MWK - DLR-SI Ansubfinanzierung)**

Im Rahmen der Ansubfinanzierung zur Einrichtung des DLR-Instituts für Satellitengeodäsie und Inertialsensoren sind im Jahr 2019 erste Arbeiten zur Entwicklung von Schwerefeldsatellitenmissionen 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 driftfreien Messungen - es wird im Allgemeinen von weißem Rauschen des Fehlerverhaltens ausgegangen-, unter anderem eine bessere Bestimmung der niederen Schwerefeld-koeffizienten 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  $10^{-9} \text{ m/s}^2/\sqrt{\text{Hz}}$  angenommen wird. Szenarien wie dieses werden in einem Orbit Simulator getestet und anhand der resultierenden Schwerefeldlösungen bewertet.

- 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



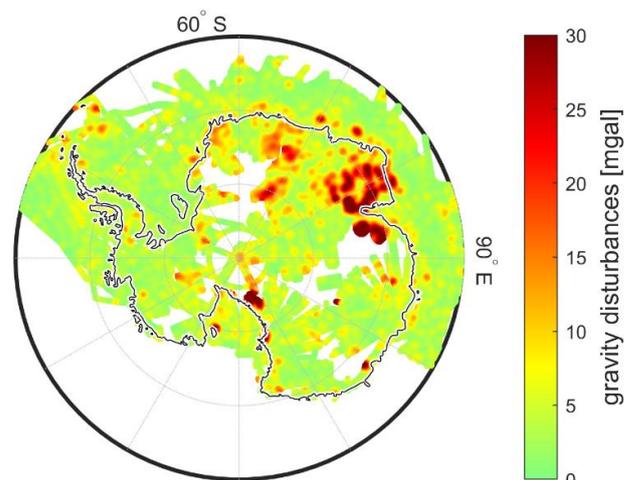
**Abb.**

Amplitudendichtespektrum des Rauschens eines klassischen und hybriden ACC. Plot in rot optimiert für log-Darstellung.

## 10. Das globale Schwerefeld der Erde als Höhenreferenzfläche und Spiegelbild für Erdsystemprozesse

**Roland Pail, Reiner Rummel, Thomas Gruber, Philipp Zingerle, Martin Willberg, Peter Schack, Xanthi Oikonomidou, Technische Universität München (Förderer: DFG, Technische Universität München)**

Das globale Schwerefeld der Erde und das daraus resultierende Geoid repräsentiert die physikalische Referenzfläche für eine Reihe von Prozessen im Erdsystem. Zum Beispiel können aus der hoch genauen Kenntnis des Geoids die mittlere ozeanische Topographie und damit auch die Fließgeschwindigkeiten von Ozeanströmungen abgeleitet werden. Die Ozeanströmungen wiederum beeinflussen den Transport von kaltem und warmem Wasser, der die globalen Klimaprozesse der Erde antreibt. Im Bereich der Kontinente stellt das Geoid eine globale Höhenreferenzfläche dar, die wiederum den Fluss von kontinentalen Wassermassen definiert. Damit stellt das globale Schwerefeld auch hierfür eine Referenzfläche dar, um die Umverteilung von Wasser zu



erfassen. Daneben ist die ausreichend genaue Kenntnis einer globalen Höhenreferenzfläche auch essenziell, um Höhen über Ländergrenzen bzw. über regionale Höhensysteme hinweg kompatibel zu machen. Damit trägt ein hochauflösendes globales Geoid auch zur Definition eines globalen Höhendatums bei, eine relevante Information für die Bestimmung des regionalen und globalen Meeresspiegelanstiegs. Schließlich dient das globale Schwerfeld der Erde auch als einzigartige Informationsquelle, um die Dichtstruktur im Erdinneren zu modellieren. Speziell von Interesse sind hier wiederum die kontinentalen Ränder und assoziierte Subduktionszonen. Am Lehrstuhl für Astronomische und Physikalische Geodäsie der Technischen Universität München werden umfangreiche Arbeiten zur bestmöglichen Modellierung des hochauflösenden globalen und regionalen Erdschwerfeldes sowie zur Bereitstellung einer derartigen Referenzfläche geleistet. Schwerpunkte der Arbeiten waren die Aufbereitung von neu verfügbaren Schweremessungen im Bereich der Antarktis, die Verfeinerung der Techniken zur Validierung von globalen Modellen, die Nutzung von realistischen Fehlerbeschreibungen bei der regionalen Geoidbestimmung mittels Kollokation, sowie die Abschätzung von Fehlereinflüssen für die Vereinheitlichung von Höhensystemen. Die verfügbaren Schwerfeldmessungen im Bereich der Antarktis sind durch Lücken und große Unsicherheiten der boden- und flugzeuggestützten Messungen geprägt. Es wurde eine Technik entwickelt, um mit Hilfe von Satelliten- und Topographiemodellen eine Abschätzung der Unsicherheiten zu erhalten, welche dann im Folgenden für Schätzprozesse zur Schwerfeldbestimmung verwendet werden können. Die Abbildung zeigt die geschätzten Fehler nach Anwendung eines Filters mit 40 km Wellenlänge. Damit wird sichergestellt, dass der Einfluss von fehlerhaften Daten auf globale oder regionale Schwerfeldlösungen minimiert werden kann. Zur Validierung von auf GOCE Daten basierenden hochauflösenden Schwerfeldmodellen wurden die seit vielen Jahren eingesetzten Techniken unter Nutzung von unabhängigen Geoidhöhen an GNSS-Nivellement Stationen weiter verfeinert und zusätzliche Vergleiche auf Basis von Geoidhöhendifferenzen zwischen Referenzpunkten erweitert. Die Ergebnisse zeigen, dass in Gebieten mit guter terrestrischer Datenlage die globalen Modelle eine Genauigkeit von 1-2 cm erreichen können, während in Bereichen wo nur wenige oder ungenaue Daten vorliegen Fehler bis zu einem Dezimeter auftreten können. Im Bereich der regionalen Geoidbestimmung mittels kleinste Quadrate Kollokation wurden Algorithmen und Software erweitert, so dass jetzt die volle Varianz-Kovarianzmatrix des Satelliten-Referenzmodells eingeführt werden kann. Damit kann eine optimale Kombination von Satelliten- und terrestrischer Schwereinformation erreicht werden. Erste Ergebnisse im Rahmen des Colorado Experimentes zur Berechnung eines Internationalen Höhenreferenzsystems zeigen sehr gute Ergebnisse.

- Gruber, T.; Willberg, M.: Signal and error assessment of GOCE-based high resolution gravity field models. *Journal of Geodetic Science* 9 (1), 2019, 71-86, <https://doi.org/10.1515/jogs-2019-0008>
- Rummel, Reiner; Beutler, Gerhard: A Global Height System – Following Heinrich Bruns (1878). *zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement* (1/2019), 2019, 17-24, <https://doi.org/10.12902/zfv-0242-2018>
- Willberg, Martin; Zingerle, Philipp; Pail, Roland: Residual least-squares collocation: use of covariance matrices from high-resolution global geopotential models. *Journal of Geodesy* 93 (9), 2019, 1739-1757, <https://doi.org/10.1007/s00190-019-01279-1>
- Zingerle, P.; Pail, R.; Scheinert, M.; Schaller, T.: Evaluation of terrestrial and airborne gravity data over Antarctica - a generic approach. *Journal of Geodetic Science* 9 (1), 2019, 29-30, <https://doi.org/10.1515/jogs-2019-0004>

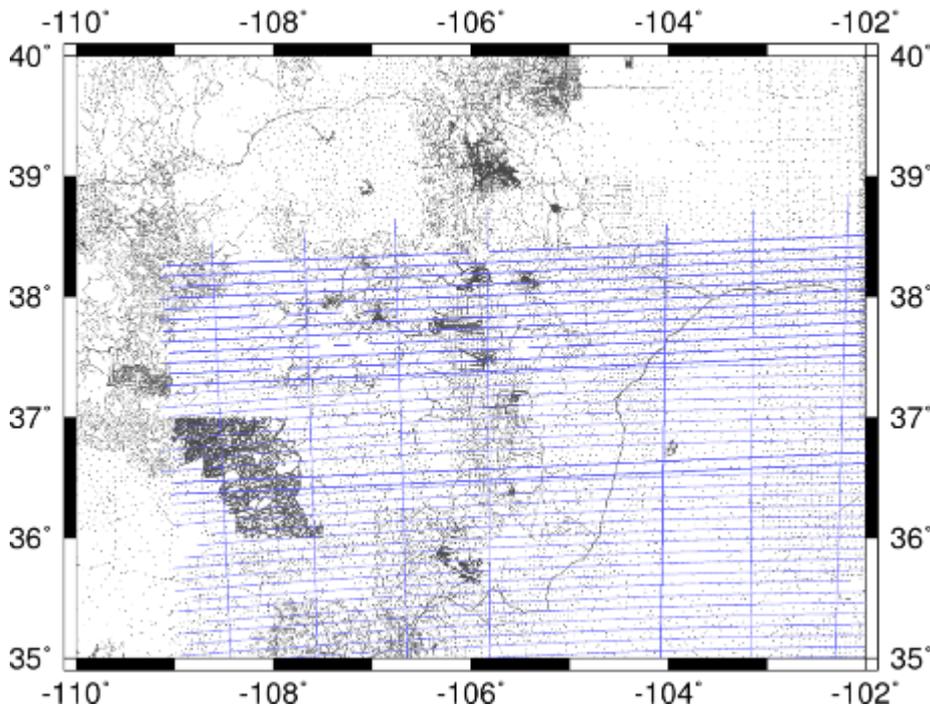
## 11. Geoidberechnung

**Heiner Denker, Lin Miao, Jürgen Müller, Leibniz Universität Hannover (Förderer: Land Niedersachsen, DFG, SFB geo-Q)**

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.



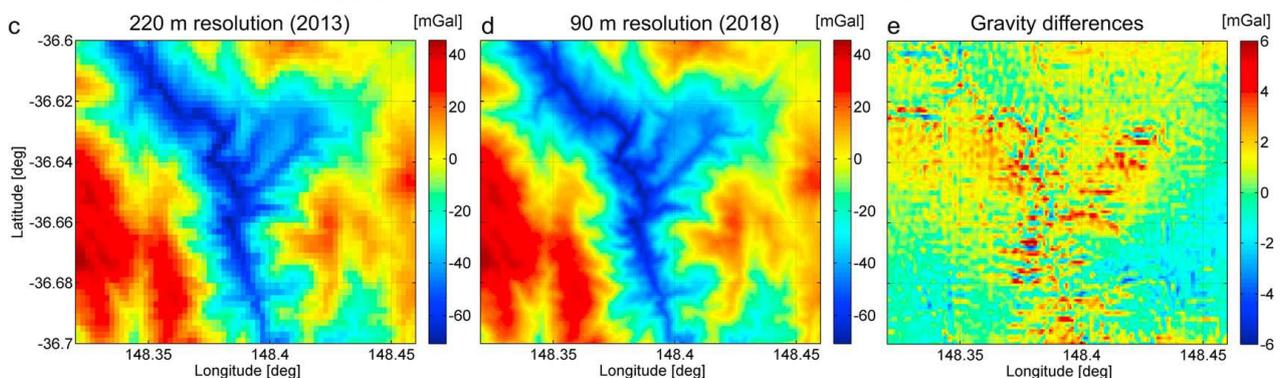
*Abb. Gravimetrische Daten im Testgebiet Colorado in den USA*

*(schwarz: Landmessungen; blau: Flugzeugmessungen)*

- Denker, H. (2019) Regional gravity field modeling: Theory and practical results. Published 06 May 2019, doi: 10.15488/4773
- 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

## 12. Die Topographie und ihre Bedeutung für das Schwerefeld der Erde

Roland Pail, Christian Hirt, Moritz Rexer, Yang Meng, Technische Universität München (Förderer: DFG, Chinese Research Council, Technische Universität München)



Zur vollständigen Modellierung des globalen Schwerefeldes der Erde ist es gängige Praxis, den nicht mit Satelliten bzw. bodengestützten Systemen beobachteten Signalanteil durch Vorwärtsmodellierung des gravitativen Effektes der Topographie der Erde zu modellieren. Hierzu sind hochauflösende und qualitativ hochwertige Modelle der Topographie der Erde notwendig. Zur Modellierung dieses Anteils des Erdschwerefeldes wird in der Regel die sogenannte RTM

(Residual Terrain Modelling) Technik eingesetzt, bei der ein Hochpass-Filter auf das Geländemodell angewendet wird, um nur noch die residuellen Signale, die nicht anderweitig beobachtet wurden, zu erfassen. Am Lehrstuhl für Astronomische und Physikalische Geodäsie der Technischen Universität München wurden die Techniken zur Vorwärtsmodellierung weiter verfeinert sowie die numerischen Ansätze weiterentwickelt so dass auch ultra-hochauflösende Modelle berechnet werden können. Diese Techniken wurden schließlich auf ein sehr hochauflösendes globales Topographiemodell (ca. 90 m) angewendet und es wurde ein reines topographisches Gravitationsfeldmodell der Erde mit gleicher Auflösung berechnet. Dieses Modell namens SRTM2gravity mit ca. 28 Milliarden Berechnungspunkten wurde veröffentlicht und steht zum Herunterladen allen Interessierten zur Verfügung (<http://ddfe.curtin.edu.au/models/SRTM2gravity2018/>). Die Genauigkeit des Modells liegt rein rechnerisch im Bereich von ca. 0,2 mGal und erforderte ca. 1 Million CPU Stunden Rechenzeit auf einem Supercomputer. Die Abbildung zeigt die kurzwelligen topographischen Schwereanomalien eines Vorgängermodells (GGMplus) mit einer Auflösung von ca. 220 m (links), das neue Modell SRTM2gravity mit einer Auflösung von ca. 90m sowie die Differenz der beiden in den Australischen Alpen. Es wird klar ersichtlich, dass die Feinstrukturen speziell in gebirgigen Regionen wesentlich besser dargestellt werden, als dies bisher der Fall war.

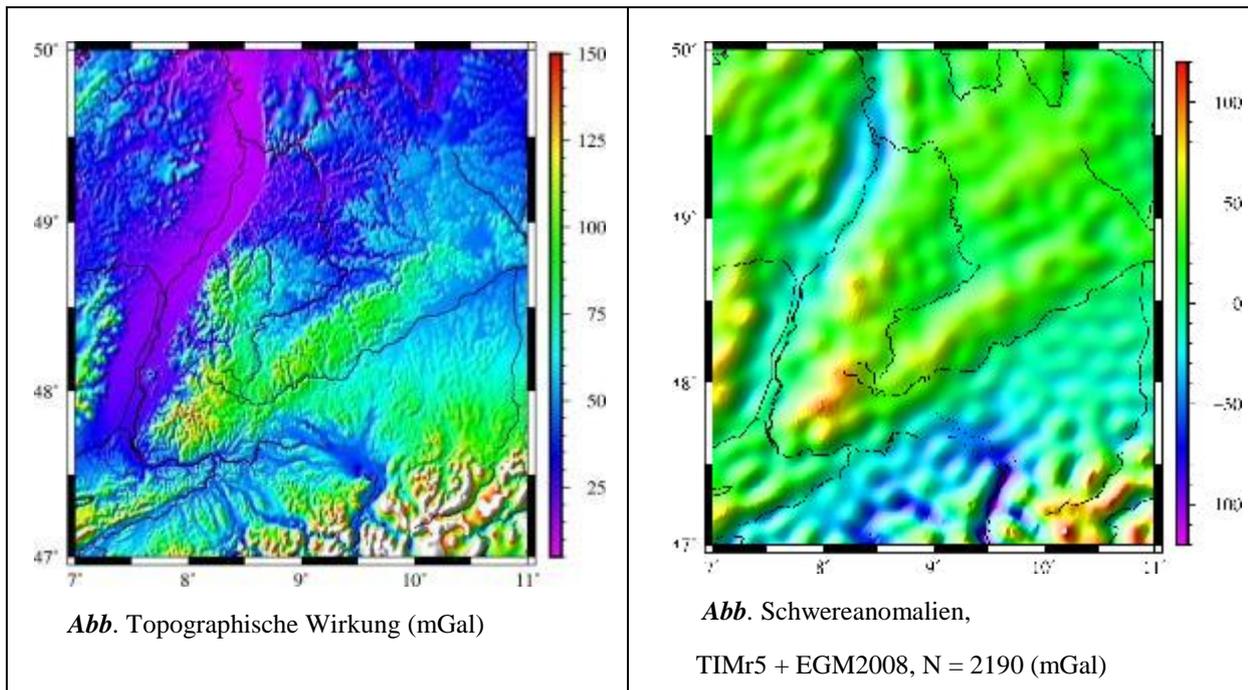
- Hirt, Christian; Bucha, Blažej; Yang, Meng; Kuhn, Michael: A numerical study of residual terrain modelling (RTM) techniques and the harmonic correction using ultra-high-degree spectral gravity modelling. *Journal of Geodesy* 93 (9), 2019, 1469-1486, <https://doi.org/10.1007/s00190-019-01261-x>
- Hirt, Christian; Yang, Meng; Kuhn, Michael; Bucha, Blažej; Kurzmann, Andre; Pail, Roland: SRTM2gravity: An Ultrahigh Resolution Global Model of Gravimetric Terrain Corrections. *Geophysical Research Letters* 46 (9), 2019, <https://doi.org/10.1029/2019gl082521>

### 13. Schwereanomalien in Baden-Württemberg

**Kurt Seitz, Thomas Grombein, Hansjörg Kutterer, Karlsruher Institut für Technologie (Förderer: Karlsruher Institut für Technologie)**

Das Schweresignal der Erde spiegelt die Dichte- und Massenverteilung sowie die Rotation des Erdkörpers wider. Es ist dominiert vom sogenannten Zentralterm der Erde und ihrer Abplattung an den Polen. Mittel- bis hochfrequente spektrale Anteile sind durch Dichteanomalien und topographische Massen induziert.

Für das Gebiet von Baden-Württemberg wurden, basierend auf hochaufgelösten terrestrischen Daten, verschiedenste Schwereanomalien berechnet. Die Wirkung topographischer und isostatischer Massen wurden dabei mit Tesseroiden modelliert. Während die Freiluft- und Faye-Anomalie noch deutlich von der Topographie geprägt sind, zeigen die Bougueranomalien einen geglätteten Verlauf. Nach Anbringen der isostatischen Reduktion sinkt die Variation der Anomalie nochmals deutlich ab. Aus einem Vergleich mit Anomalien, die aus Schwerefeldsatellitenmission abgeleitet sind, ist ersichtlich, dass letztere eine geringere räumliche Auflösung aufweisen. Die Ergebnisse dieser auf hochaufgelösten Daten basierenden Untersuchung sind sehr gut für den Einsatz in der Lehre geeignet.



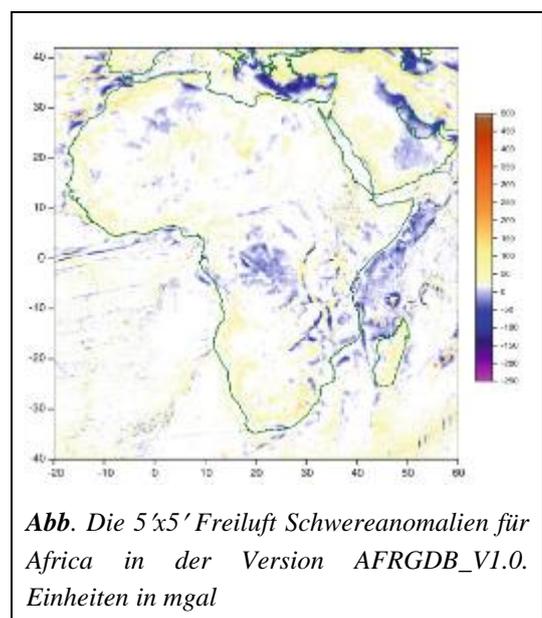
- Marotta, A. M.; Seitz, K.; Barzaghi, R.; Grombein, T.; Heck, B. (2019). Comparison of two different approaches for computing the gravitational effect of a tesseroid. *Studia geophysica et geodaetica*, 63 (3), 321–344. doi:10.1007/s11200-018-0454-2
- Seitz K, T Grombein und H Kutterer (2019): Schwereanomalien in Baden-Württemberg. *zfv*, 144 (4), 260-275. doi:10.12902/zfv-0267-2019

## 14. Schweredatenbasis AFRGDB\_V1.0 für Afrika

**Kurt Seitz, Bernhard Heck, Hansjörg Kutterer, Hussein Abd-Elmotaal, Karlsruher Institut für Technologie (Förderer: Karlsruher Institut für Technologie)**

Seit mehreren Jahren besteht eine intensive Zusammenarbeit mit Prof. Hussein Abd-Elmotaal aus Minia, Ägypten und der Arbeitsgruppe Physikalische Geodäsie des GIK. Wissenschaftlicher Inhalt der Kooperation, die im Rahmen der IAG Sub-Commission 2.4d "Gravity and Geoid in Africa" angesiedelt ist, ist die Bestimmung der Höhenbezugsfläche für den Kontinent Afrika. Im Berichtsjahr wurde insbesondere an der Evaluierung der Datenbasis gearbeitet. Die verfügbaren Schweredaten für Afrika bestehen aus Punktschwerewerten auf dem Kontinent, Daten der Schiffsgravimetrie und aus der Altimetrie abgeleitete Schwereanomalien. Eine große Herausforderung sind signifikant große Datenlücken. Die neue Datenbasis AFRGDB\_V1.0 für Afrika wurde unter Anwendung einer gewichteten kleinsten Quadrate Lösung durchgeführt. Die erwähnten Datenlücken wurden mit geringem Gewichtsansatz durch ein Raster geschlossen, das aus dem GOCE Dir\_R5-Modell generiert wurde.

Die überarbeitete Datenbasis AFRGDB\_V1.0 liegt auf einem 5'x5'



Gitter vor und wurde mit realen Daten validiert. Diese Validierung zeigt, dass die etablierte Basis der Schweredaten für

Afrika eine interne Genauigkeit von etwa 5,5 mgal, und eine äußere Genauigkeit von etwa 7 mgal aufweist. Hieraus wurde eine vorläufige Geoidlösung für Afrika berechnet.

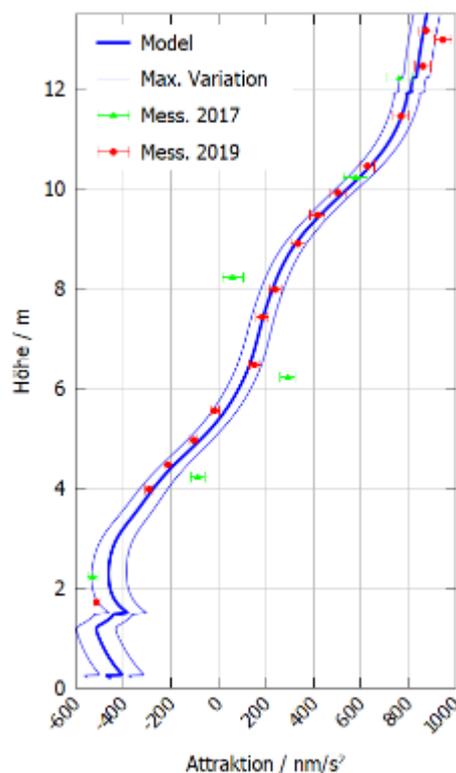
- Abd-Elmotaal, H. A.; Seitz, K.; Kühtreiber, N.; Heck, B. (2019). Evaluation of the African gravity database AFRGDB\_V1.0. International Association of Geodesy (IAG) symposium “Gravity, Geoid and Height Systems 2016”, GGHS 2016; Thessaloniki; Greece; 19 September 2016 through 23 September 2016. Ed.: R. Barzaghi, 87–92, Springer, Cham. doi:10.1007/1345\_2017\_16
- Abd-Elmotaal, H. A.; Seitz, K.; Kühtreiber, N.; Heck, B. (2019). AFRgeo\_v1.0: A Geoid Model for Africa. KIT, Karlsruhe. doi:10.5445/IR/1000097013

## 15. Gravimetrische Messung und Modellierung im HITec

Manuel Schilling, Jürgen Müller, Leibniz Universität Hannover (*Förderer: MWK - DLR-SI Anschubfinanzierung*)

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

**Abb.** 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.

- Schilling, M., Wodey, E., Timmen, L., Tell, D., Zipfel, K., Schlippert, D., Rasel, E., Müller, J. (2020): Vertical Gravity Profile in a 15m Atom Interferometer. Journal of Geodesy, submitted, <http://arxiv.org/abs/2003.04875>

## 16. Datenprodukte zu Eisschild-Massenänderungen aus der Analyse von GRACE- und GRACE-FO-Schwerefeldlösungen

Andreas Groh, Martin Horwath, TU Dresden (*Förderer: ESA Climate Change Initiative*)

Die Professur für Geodätische Erdsystemforschung der TU Dresden aktualisiert regelmäßig Datenprodukte zu Massenänderungen des Antarktischen Eisschildes und des Grönländischen Eisschildes und stellt diese einem großen Nutzerkreis zur Verfügung. Im Rahmen von Projekten der Climate Change Initiative (CCI) der ESA (Greenland Ice Sheet CCI und Antarctic Ice Sheet CCI) wurden dafür Methoden weiterentwickelt, aus GRACE-Monatslösungen Massenänderungszeitreihen für große Eiseinzugsgebiete und, konsistent dazu, regelmäßige Gitter von Massenänderungen abzuleiten. Die auf dem interaktiven Datenportal unter [data1.geo.tu-dresden.de](http://data1.geo.tu-dresden.de) bereitgestellten Produkte wurden bereits 450-mal heruntergeladen. Als Kooperationspartner des GFZ werden vergleichbare gegitterte Produkte auch für den Gravity Information Service ([gravis.gfz-potsdam.de](http://gravis.gfz-potsdam.de)) bereitgestellt.

Als Teil der methodischen Untersuchungen leitete die TU Dresden eine internationale Vergleichsstudie für Eismassenbilanzschätzungen aus GRACE-Daten (Groh u.a. 2019), die auch die Qualität der Ergebnisse der TU Dresden bestätigten. Die GRACE-basierten Schätzungen von Eismassenänderungen trugen sowohl zur internationalen Vergleichsstudie Ice-Sheet Mass Balance Intercomparison Exercise (Shepherd u.a., 2018, 2019), als auch zum Meeresspiegel-Budget-Projekt des World Climate Research Project bei (WCRP Sea Level Budget Group, 2018).

Durch die Analyse von Schwerefeldlösungen von GRACE-FO und die damit verbundene Weiterführung der GRACE-Zeitreihen, lassen sich nun zeitliche Variationen der Eismassen über einen Zeitraum von nahezu 19 Jahren ableiten.

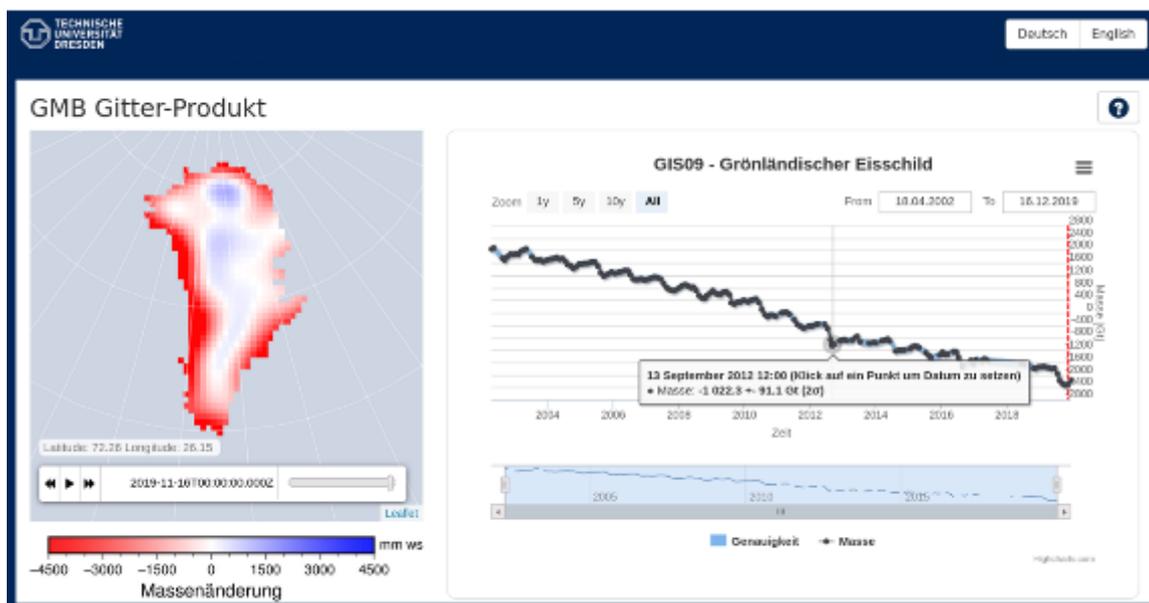


Abb. Detailansicht des Datenportal [data1.geo.tu-dresden.de](http://data1.geo.tu-dresden.de) zur Bereitstellung und Visualisierung von Massenänderungen des Grönländischen Eisschildes.

- Groh, A., Horwath, M., Horwath, A., Meister, R., Sørensen, L. S., Barletta, V. R., Forsberg, R., Wouters, B., Ditmar, P., Ran, J., Klees, R., Su, X., Shang, K., Guo, J., Shum, C. K., Schrama, E., Shepherd, A.2 (2019): Evaluating GRACE Mass Change Time Series for the Antarctic and Greenland Ice Sheet—Methods and Results. *Geosciences*, 9(10), 415. doi: 10.3390/geosciences9100415
- Shepherd, A., Ivins, E., ..., Groh, A., ..., Horwath, A., Horwath, M., ..., Rietbroek, R., ..., Sasgen, ..., Schröder, L.,..., Vishwakarma, B.D., u.a. (2019): Mass balance of the Greenland Ice Sheet from 1992 to 2018. *Nature*. doi: 10.1038/s41586-019-1855-2
- Shepherd, A., Ivins, E., ..., Groh, A., ..., Horwath, A., Horwath, M., ..., Rietbroek, R., ..., Sasgen, ..., Schröder, L.,..., Vishwakarma, B.D. u.a.. (2018): Mass balance of the Antarctic Ice Sheet from 1992 to 2017. *Nature*, 558, 219-222, doi: 10.1038/s41586-018-0179-y.

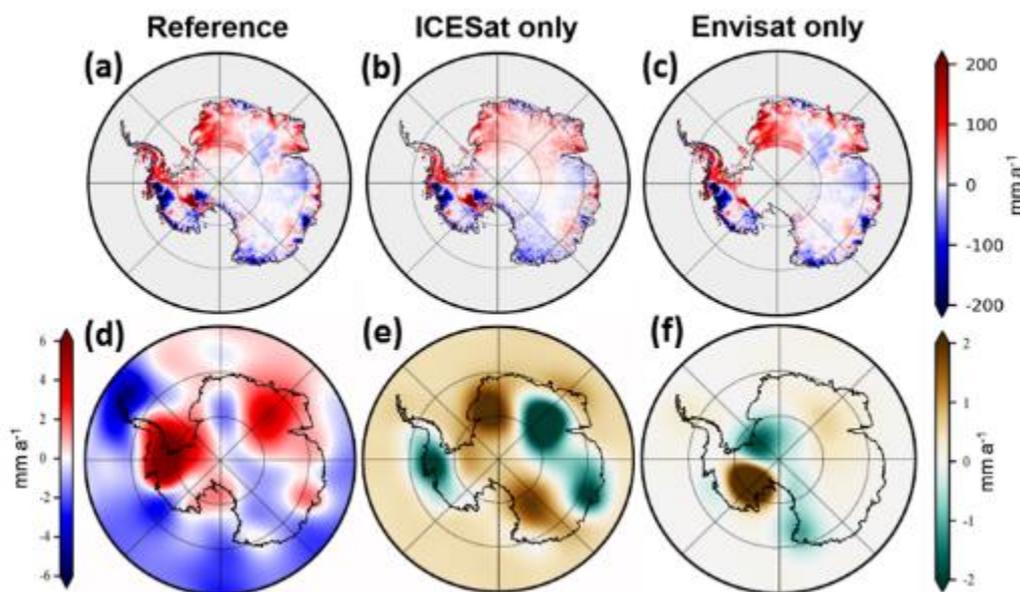
- Cazenave, A., Hamlington, B., Horwath, M., Barletta, V., Benveniste, J., Chambers, D., Döll, P., Hogg, A. E., Legeais, J. F., Merrifield, M., Meyssignac, B., Mitchum, G., Nerem, S., Pail, R., Palanisamy, H., Paul, F., von Schuckmann, K., Thompson, Ph. (2019): Observational requirements for long-term monitoring of the global mean sea level and its components over the altimetry era. *Frontiers in Marine Science*, 6, 582. doi: 10.3389/fmars.2019.00582
- Mottram, R., B. Simonsen, S., Høyer Svendsen, S., Barletta, V. R., Sandberg Sørensen, L., Nagler, T., Wuite, J., Groh, A., Horwath, M., Rosier, J., Solgaard, A., Hvidberg, C. S., & Forsberg, R. (2019): An Integrated View of Greenland Ice Sheet Mass Changes Based on Models and Satellite Observations. *Remote Sensing*, 11(12). doi:10.3390/rs11121407

## 17. Sensitivity analysis for glacial isostatic adjustment estimates over Antarctica from satellite observations and model outputs

Matthias Willen, Martin Horwath, Andreas Groh, TU Dresden (*Förderer: DFG Priority Programme*)

The present-day signal due to glacial isostatic adjustment (GIA) is of special interest for sea level research. GIA is a component of the sea level budget and it leads to gravity changes that need to be carefully considered when evaluating mass changes from time-variable gravity fields. Within the DFG project "Reconciling Ocean Mass Change and GIA from satellite gravity and altimetry" conducted in collaboration with J. Kusche (University of Bonn), we investigated methods to estimate GIA from satellite gravimetry and satellite altimetry observations over ice sheets. In this combination, processes in the snow/firn layer are accounted for by the surface mass balance output from regional climate modelling and the elevation change product from firn densification modelling.

We tested a variety of processing choices and data products. (1) implementing external degree-1 and C20 products in GRACE gravity fields, (2) incorporating various satellite altimeter missions during GRACE observation period (Fig. 1), (3) empirically estimated uncertainties of model outputs, and (4) the correction for apparent biases. Our analysis points out limitations associated to data quality, data processing, and correction for apparent biases. While we estimated the GIA signal from observations over almost the entire GRACE observation, we also demonstrate the significant challenges quantifying the Antarctic ice mass change from combined satellite observations and model outputs.



**Fig. a,b,c** Three alternative datasets (reference, ICESat-only and Envisat-only) of ice surface elevation trends, used as input to the combination. **d:** GIA estimate (vertical land motion) using the reference input for ice surface elevation change. **e,f** deviations of the GIA solution w.r.t the reference results, that arise when using the ICESat-only or the Envisat-only input dataset.

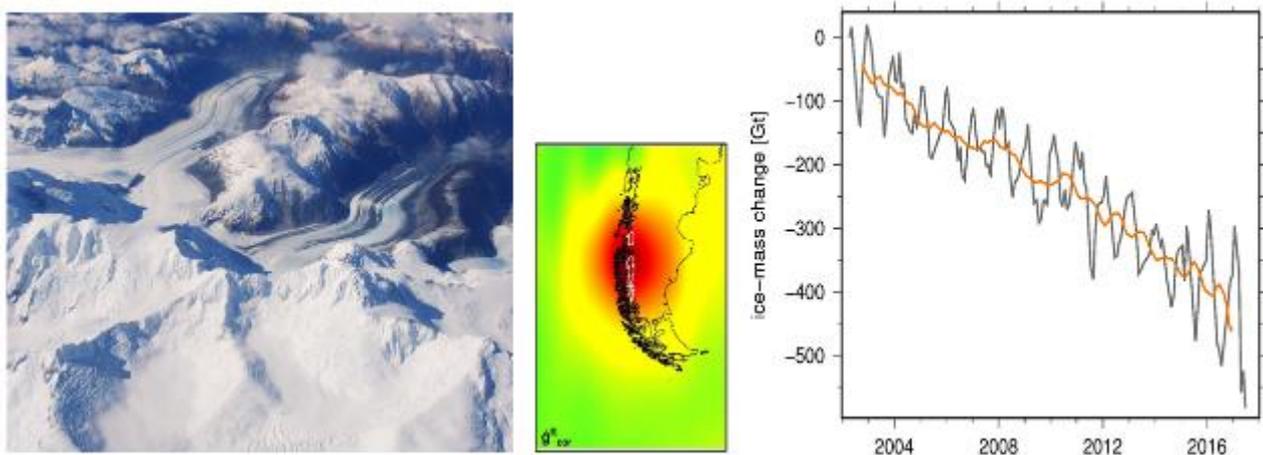
- Willen, M. O., Horwath, M., Schröder, L., Groh, A., Ligtenberg, S. R. M., Kuipers Munneke, P., and van den Broeke, M. R.: Sensitivity of inverse glacial isostatic adjustment estimates over Antarctica, *TC*, 14, 349–366, doi: 10.5194/tc-14-349-2020, 2020

## 18. Eismassenänderungen in Südpatagonien aus GRACE-Daten

Andreas Richter, Andreas Groh, Martin Horwath, TU Dresden (Förderer: DFG Priority Programme)

Das Südliche (SPI) und Nördliche (NPI) Patagonische Eisfeld stellen gemeinsam die größte Eismasse auf der Südhalbkugel außerhalb der Antarktis dar. Gespeist durch den Luftmassen- und Feuchtigkeitstransport der Westwindzone stellen sie einen sensiblen Indikator für Klimaveränderungen an der Südspitze Südamerikas und im südöstlichen Pazifik dar. Die Gletscher rings um die Eisfelder befinden sich auf einem rapiden Rückzug und tragen, verglichen mit ihrem Flächeninhalt, unverhältnismäßig stark zum Meeresspiegelanstieg bei. Eine genaue Bestimmung der Geschwindigkeit sowie des räumlichen Musters des gegenwärtigen Eismassenverlusts stellt eine wichtige Voraussetzung für das Verständnis der Wechselwirkung zwischen Eisauflast und der Reaktion der festen Erde dar. GNSS-Beobachtungen unserer Gruppe hatten am SPI Hebungsraten der Erdoberfläche von bis zu 4 cm/a aufgrund außergewöhnlich intensiver glazial-isostatischer Ausgleichsbewegungen (GIA) offenbart. Regionale GIA-Modelle für Patagonien leiden jedoch gegenwärtig unter erheblichen Unsicherheiten hinsichtlich heutiger Eismassenänderungen.

Das Projekt nutzt den vollständigen Datensatz der GRACE Level-2 Schwerefeldlösungen zur Ableitung einer Zeitreihe monatlicher Eismassenänderungen der Patagonischen Eisfelder von April 2002 bis Juni 2017. Dabei kommt ein speziell entwickelter Auswerteansatz zur Anwendung, welcher die Trennung der Beiträge vielfältiger Massenvariationsprozesse in den unterschiedlichen Erdsystemkomponenten gewährleistet. Über den fünfzehnjährigen Untersuchungszeitraum wurde eine mittlere Eismassenverlustrate von  $-24.4 \pm 4.7$  Gt/a bestimmt (Richter et al. 2019). Die Ergebnisse geben keinen Hinweis auf eine Beschleunigung oder Verzögerung des Eismassenverlusts, und legen nahe, dass das kleinere NPI daran erheblich stärkerer beteiligt ist als bisher angenommen. Die Resultate des Vorhabens fließen in die Arbeitsgruppe "Regional Assessments of Glacier Mass Change (RAGMAC)" der International Association of Cryospheric Sciences (IACS) ein.

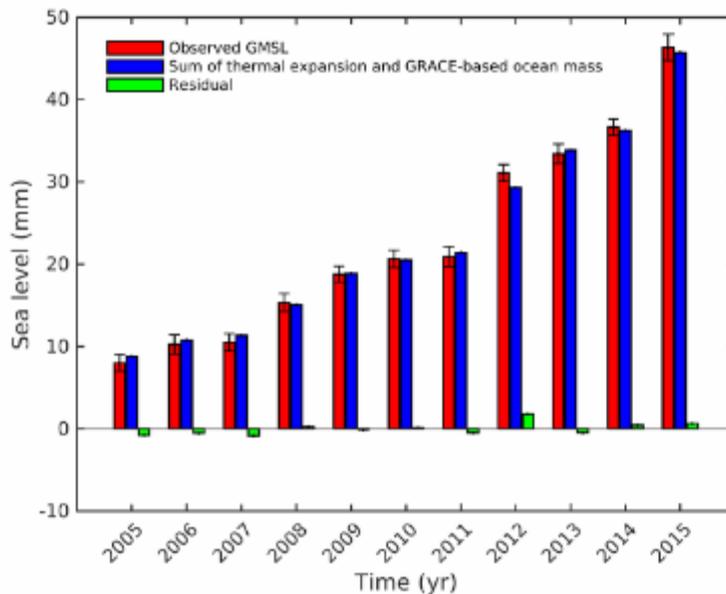


- Richter, A., Groh, A., Horwath, M., Ivins, E., Marderwald, E., Hormaechea, J.L., Perdomo, R., Dietrich, R. (2019). The Rapid and Steady Mass Loss of the Patagonian Icefields throughout the GRACE Era: 2002-2017. *Remote Sensing*, 11(8), 909, doi: 10.3390/rs11080909

## 19. Budgets des globalen und regionalen Meeresspiegels

**Roelof Rietbroek, Bernd Uebbing, Christina Lück, Sophie Stolzenberger, Olga Engels, Jürgen Kusche, Universität Bonn (Förderer: DFG und BMBF)**

Der derzeitige Meeresspiegelanstieg kann durch eine Reihe von Ursachen erklärt werden. Neben dem Beitrag von schmelzenden Gletschern und Eiskappen spielt auch die Ausdehnung des sich erwärmenden Ozeans eine signifikante Rolle. Damit ist der Meeresspiegel ein wichtiger Indikator für den menschgemachten Klimawandel, er beinhaltet aber auch Informationen über die Veränderungen aus der Vergangenheit. Momentan steigt der Meeresspiegel um  $3.1 \pm 0.3$  mm/Jahr an. Zudem ist mittlerweile auch eine deutliche Beschleunigung von etwa  $0.1 \text{ mm/Jahr}^2$  zu erkennen.



**Abb.** Der Meeresspiegel zeigt einen deutlichen Anstieg über die letzte 10 Jahre. Die Ursachen sind sowohl in der Massenzunahme, als auch in thermisch bedingter Ausdehnung zu finden. (Abbildung 14 aus Cazenave et al. 2018)

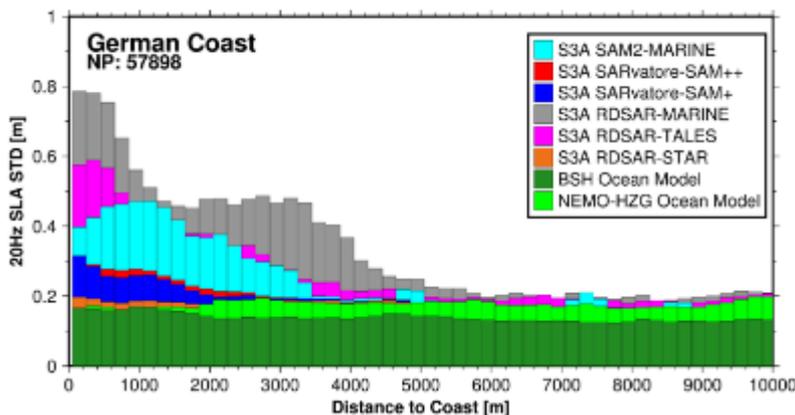
An der Uni Bonn beschäftigen wir uns intensiv mit dem Thema Meeresspiegel durch die Auswertung von unterschiedlichen Satellitenprodukten und Ozeanmessungen. Monatliche Schwerefelder aus der Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) Mission werden benutzt um die Massenanteile des Gesamtanstieges zu bestimmen. Darüber hinaus werden alternative Schwerefelder aus Messungen der ESA Swarm Satelliten gerechnet, um die Datenlücke zwischen GRACE und der Nachfolgemission GRACE-FO zu überbrücken. Ein anderes Forschungsthema, was innerhalb des GROCE Projekts (groce.de) untersucht wird, ist der EiVarnfluss des grönländischen Schmelzwassers auf die Ozeanzirkulation und die daraus resultierenden Meeresspiegeländerungen. Diese Arbeiten werden durch die DFG Schwerpunktprogramme SPP 1778 (Dynamic Earth), SPP 1889 (Sea Level), und das BMBF Projekt GROCE gefördert.

- Uebbing, B., Kusche, J., Rietbroek, R., Landerer, F., W. (2019). Processing choices affect ocean mass estimates from GRACE. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 124, no. 2: 1029–44, doi: 10.1029/2018JC014341
- Shepherd, A., Ivins, E., Rignot, E. and The IMBIE Team (2019) Mass balance of the Greenland Ice Sheet from 1992 to 2018. *Nature* (2019), doi: 10.1038/s41586-019-1855-2

## 20. Variabilität des küstennahen Meeresspiegels und Nutzung der Radaraltimetrie im Landbereich

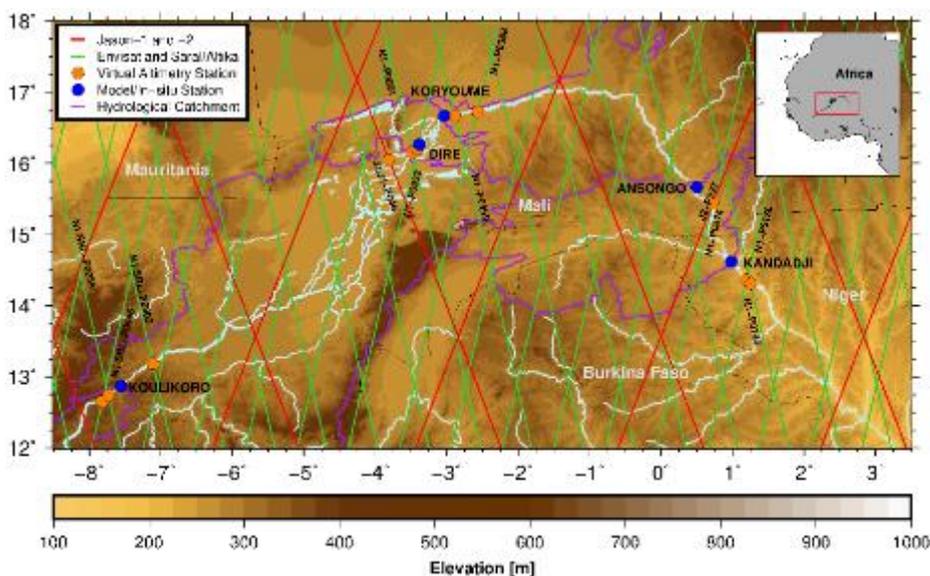
Luciana Fenoglio-Marc, Christopher Buchhaupt, Bernd Uebbing, Makan Karegar, Stefan Schröder, Jürgen Kusche, Universität Bonn (Förderer: ESA)

Für die Abschätzung von Folgen des Klimawandels ist weniger der Anstieg der Meeresspiegel im Bereich des offenen Ozeans, sondern an den Küsten wichtig. Allerdings unterscheiden sich küstennahe Meeresspiegeltrends und –variabilitäten oft stark von den mit Radaralimetern im Ozean gemessenen Werten. Der Grund liegt nicht allein in potentiellen vertikalen Landhebungen, sondern auch in küstennahen ozeanischen Prozessen, aber auch in anderen Fehlereinflüssen in Messsystemen. Diese werden mit der Anwendung der Delay-Doppler Technik in Altimetermissionen in SAR Mode jedoch deutlich verringert, so dass die Variabilität aus Altimeter-, Pegel-Messungen und Ozeanographischen Modellen bis zum zwei Kilometer von der Küste vergleichbar ist (siehe Abbildung) und neue Ergebnisse gewonnen werden können (Fenoglio et al. 2019). Diese Arbeiten wurden u.A. im Rahmen verschiedener ESA-Studien gefördert (Projekts SCOOP und HYDROCOASTAL).



**Abb.** Vergleich der Variabilität (Standardabweichung) von Meereshöhenanomalien entlang der deutschen Küste aus der Delay-Doppler (SA-) und der konventionellen (RDSAR) Technik sowie aus zwei regional Ozeanmodelle (grün) (Fenoglio et al., in review)

Die Satellitenaltimetrie kann im Inlandbereich auch genutzt werden, um Wasserhöhen von Seen und Flüssen abzuleiten, und daraus nachfolgend Abflüsse zu berechnen. Dies ist insbesondere für Regionen ohne ein gut entwickeltes Netz von hydrologischen Messstationen wichtig. Wir haben uns mit der Ableitung von Wasserstandszeitreihen für den Rhein und die Elbe beschäftigt, wofür SAR- Messdaten des Sentinel-3A Verwendung fanden. Die Ergebnisse zeigen, dass Satellitenaltimeter im SAR-Betriebsmodus Wasserstände genauer und mit höherer räumlicher Auflösung als konventionelle Altimeter messen können. Vergleiche gegen Pegel- und Altimetrie-messdaten geben Übereinstimmungen mit Streuungen (RMS) zwischen 0.1 und 0.2 Meter an der Pegel Mainz. In Schröder et al. (2019) wurden Wasserstandszeitreihen der Niger im Afrika aus SAR und konventionelle Altimetre abgeleitet (siehe Abbildung).



**Abb.** Inlandaltimetrie Niger (Schröder et al, 2019, „Virtuelle Pegelstationen“)

Des Weiteren beschäftigen wir uns mit Simulationen und Modellstudien zur Nutzung der SWOT (Surface Water and Ocean Topography) Satellitenmission. SWOT wird aufgrund eines neuartigen Messprinzips von Ende 2021 an erstmals die flächenhafte Erfassung von Wasserhöhen mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung erlauben. Zur Vorbereitung der deutschen Nutzergemeinde wurde im Februar 2019 ein DFG-Rundgespräch an der Universität Bonn initiiert.

- Benveniste, J., et al incl. Fenoglio, L (2019) Requirements for a Coastal Hazards Observing System, in *Frontiers in Marine Science*, Coastal Ocean Processes, doi: 10.3389/fmars.2019.00348
- Hossain, F., M. Bonnema, M. Srinivasan, E. Beighley, A. Andral, B. Doorn, I. Jayaluxmi, S. Jayasinghe, Y. Kaheil, B. Fatima, N. Elmer, L. Fenoglio, J. Bales, F. Lefevre, S. Legrand, D. Brunel, and P. Le Traon, 0: The Early Adopter Program for the Surface Water Ocean Topography Satellite Mission: Lessons Learned in Building User Engagement during the Pre-launch Era. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*
- Klos, A., Kusche, J., Fenoglio-Marc, L., Bos, M., Bogusz, J. (2019) Introducing a vertical land motion model for improving estimates of sea level rates derived from tide gauge records affected by earthquakes. *GPS Solut.*, 23: 102. Doi: 10.1007/s10291-019-0896-1
- Schröder, S., Springer, A., Kusche, A., Uebbing, B., Fenoglio, L., Diekkrüger, B., Pomeon, T. (2019). Niger discharge from radar altimetry: bridging gaps between gauge and altimetry time series *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 23, 4113–4128, 2019, doi: 10.5194/hess-23-4113-2019

## 21. Geostrophische Strömungen in der Grönlandsee

**Denise Dettmering, Felix Müller, Florian Seitz, Technische Universität München, Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut (DGFI-TUM) (Förderer: DFG)**

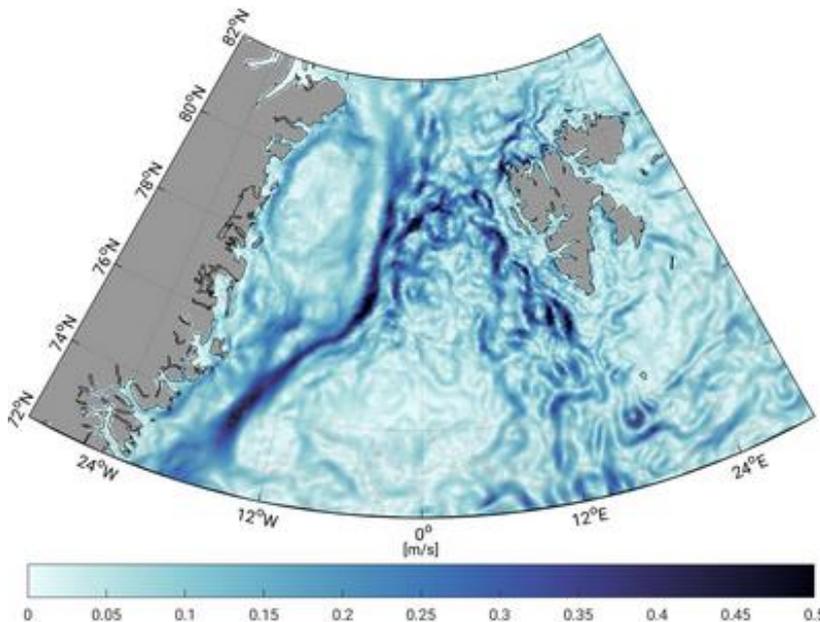
Die genaue Kenntnis der Verläufe und Geschwindigkeiten von Meeresoberflächenströmungen sowie ihrer zeitlichen Veränderungen ermöglicht ein besseres Verständnis der Ozeandynamik und die Erforschung klimabedingter Änderungen. Aus der Kombination von Beobachtungsdaten der Satellitenaltimetrie mit Schwerefeldmodellen lassen sich Rückschlüsse auf die Ozeantopographie und damit auf geostrophische Strömungen ziehen. In Polarregionen sind die Altimetermessungen aufgrund der Meereisbedeckung jedoch unsicherer als im offenen Ozean und Datenlücken sind selbst bei Anwendung spezieller Klassifizier- und Analysemethoden der Radarsignale nicht zu vermeiden. Daher bietet sich eine Kombination der Beobachtungsdaten mit Ozeanmodellen an.

Im Rahmen des DFG-Projektes NEG-Ocean wurde eine Methode entwickelt, um zeitvariable und hochaufgelöste geostrophische Geschwindigkeiten im Bereich der Grönlandsee zu ermitteln. Zeitlich hochaufgelöste Wasserstandsinformationen der Meeresoberfläche unterhalb der Bodenspuren der Altimetersatelliten werden dabei mit räumlich hochaufgelösten Wasserstandsinformationen des FESOM-Modelles (vom Alfred-Wegener-Institut, AWI) kombiniert. Der Kombinationsansatz basiert auf einer Hauptkomponentenanalyse (PCA) und verbindet die schlecht verteilten und lückenhaften Altimeterprofile mit den dominierenden räumlichen Mustern aus FESOM. Langperiodische Signale und Jahresperioden werden vor der Kombination aus beiden Datensätzen entfernt und diejenigen aus der Altimetrie werden am Ende wieder zum kombinierten Datensatz hinzugefügt. Die entstehende dynamische Ozeantopographie weist eine hohe räumliche Auflösung von ca. 1 km auf und wird zur Ermittlung täglicher geostrophischer Strömungen genutzt.

Vergleiche mit in-situ Beobachtungen von Oberflächendriftern zeigen eine gute Übereinstimmung der räumlichen Muster, Geschwindigkeiten und Strömungsrichtungen.

Die durchschnittlichen Differenzen erreichen 0,004 m/s in der zonalen und 0,02 m/s in der meridionalen Komponente. Ein punktwiser Vergleich der kombinierten geostrophischen Geschwindigkeitskomponenten an den Driftermesspunkten zeigt, dass etwa 94% aller Residuen kleiner als 0,15 m/s sind.

- Müller F. L., Dettmering D., Wekerle C., Schwatke C., Passaro M., Bosch



**Abb.** Geostrophische Strömungsgeschwindigkeiten (m/s) im Nordmeer östlich von Grönland

W., Seitz F. (2019): Geostrophic currents in the northern Nordic Seas from a combination of multi-mission satellite altimetry and ocean modeling, *Earth System Science Data*, 11(4), 1765-1781, doi: 10.5194/essd-11-1765-2019, 2019.

- Müller F. L., Wekerle C., Dettmering D., Passaro M., Bosch W., Seitz F. (2019): Dynamic ocean topography of the northern Nordic seas: a comparison between satellite altimetry and ocean modeling. *The Cryosphere*, 13, 611–626, doi: 10.5194/tc-13-611-2019, 2019.

## 22. Gravimetric tides and gravity currents in the North Sea

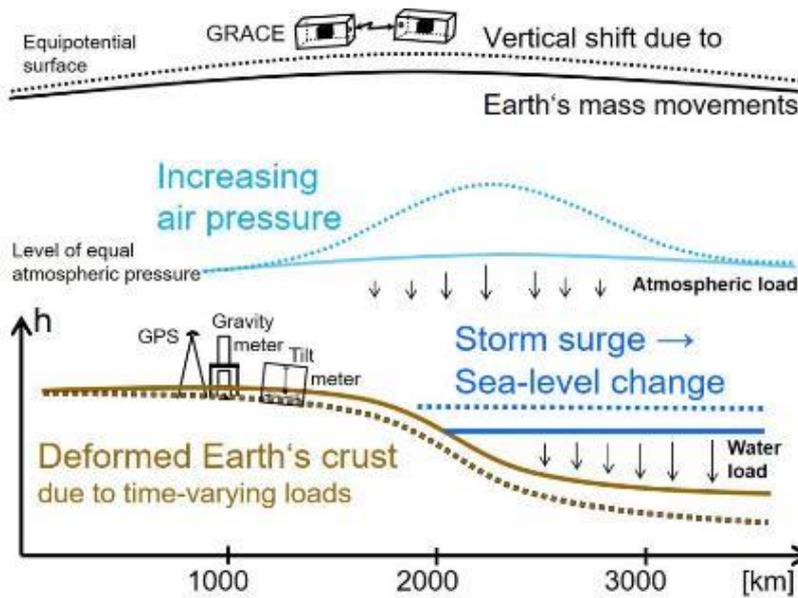
**Ludger Timmen, Adelheid, Weise, Jürgen Müller, Leibniz Universität Hannover (Förderer: Land Niedersachsen, EXC QuantumFrontiers)**

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 aims are 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.



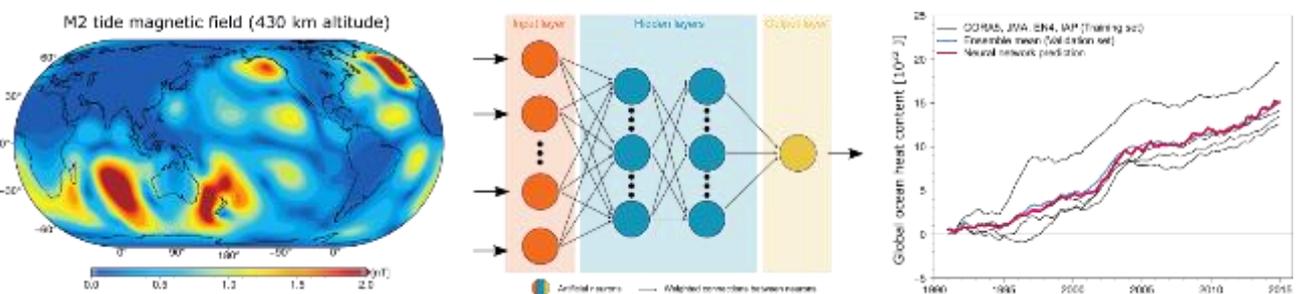
**Abb.** Interaction between Earth's mass movements within the atmosphere, the sea and the solid Earth, and the gravity potential field at the GRACE orbits. The time-varying loads to the ocean bottom affect the continents up to large distances from the coast.

- 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

### 23. Künstliche neuronale Netzwerke zur Beobachtung der Ozeanerwärmung

**Christopher Irrgang, Jan Saynisch-Wagner, Maik Thomas, GeoForschungsZentrum Potsdam (Förderer: Helmholtz-Gemeinschaft)**

Die sich bewegenden Ozeanmassen erzeugen schwache elektromagnetische Signale durch Wechselwirkungen mit dem im Erdkern erzeugten Magnetfeld. Diese Signaturen werden aus dem Ozean in den Weltraum emittiert und seit Ende 2013 mit Hilfe der ESA-Satellitenmission „Swarm“ global aufgezeichnet. Auf diese Weise können geophysikalische Prozesse im Ozean, die durch den Klimawandel beeinflusst werden, mittels magnetischer Signale nachverfolgt werden, die durch ozeanische Tiden erzeugt werden. So sind zum Beispiel mehrjährige Trends in den periodischen magnetischen Signalen der lunaren M<sub>2</sub>-Tide enthalten, die mit dem sich kontinuierlich erwärmenden Ozean in Verbindung stehen. Damit können Langzeitbeobachtungen des induzierten Tidenmagnetfeldes als zusätzliches Maß für das Wärmebudget und die Erwärmung des Ozeans Verwendung finden. Diese künstlichen neuronalen Netzwerke werden als nicht-lineare Inversionsmethoden genutzt, um diesen Zusammenhang zu untersuchen. Mit Hilfe eines neuronalen Netzwerkes, das über den Zeitraum 1990-2015 mit ozeanischen Temperaturdaten und entsprechend simulierten M<sub>2</sub>-Tidenmagnetfeldern trainiert wurde, konnte erstmals der globale ozeanische Wärmegehalt aus Swarm-Satellitendaten abgeleitet werden.



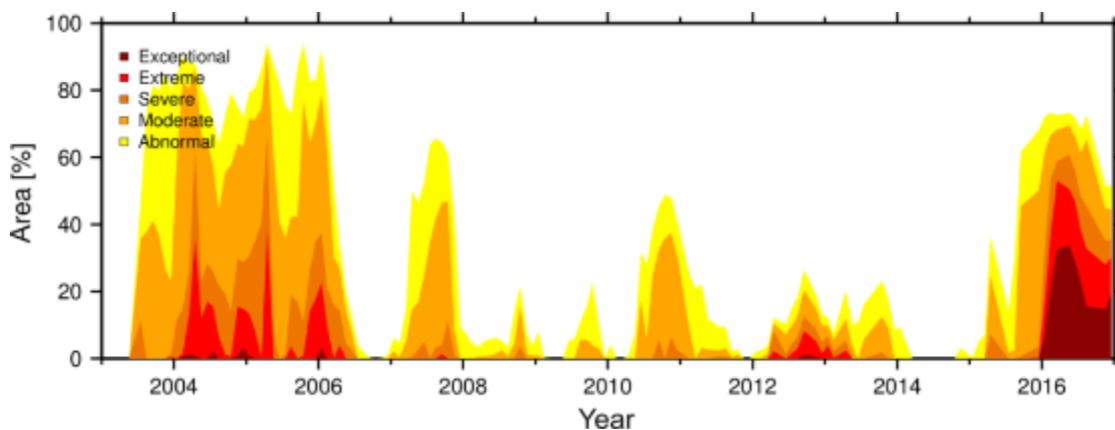
**Abb.** Dateninversion mit einem künstlichen neuronalen Netzwerk: Der globale Wärmehaushalt des Ozeans wird aus Satellitenbeobachtungen des ozeanisch erzeugten Magnetfeldes ermittelt.

- Irrgang, C., Saynisch, J., Thomas, M. (2019): Estimating global ocean heat content from tidal magnetic satellite observations. Sci. Rep., 9, 7893. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44397-8>

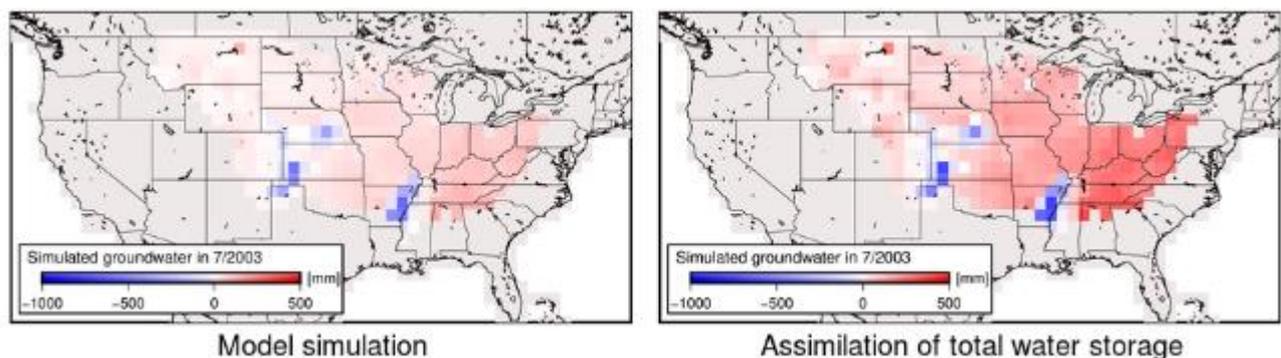
## 24. Terrestrischer Wasserkreislauf

**Olga Engels, Kerstin Schulze, Helena Gerdener, Anne Springer, Jürgen Kusche, Universität Bonn (Förderer: DFG und BMBF)**

Änderungen im kontinentalen Wasserspeicher und im Transport von Wasser durch das Erdsystem sind wichtige Einflussgrößen für die Verfügbarkeit von Süßwasserressourcen, die Entstehung von Dürren und Überschwemmungen sowie für den Erhalt von Ökosystemen. An der Universität Bonn entwickeln wir Methoden zu Detektion und Qualifikation von hydrologischen Dürren (siehe Abbildung) auf der globalen und regionalen Skala (<https://grow-globedrought.net>). Dafür werden Schwerefelddaten der Satellitenmission GRACE mit den Simulationen des globalen hydrologischen WGHM Modells optimal kombiniert mittels der sog. Datenassimilierung. Im GlobalCDA-Projekt (<http://globalcda.de>) werden zusätzlich zu GRACE-Beobachtungen terrestrische Durchflussmessungen sowie aus den Satellitenbeobachtungen abgeleitete Wasserstandshöhen und -volumen, Durchfluss und Wasser/Schneebedeckung in das WGHM-Modell assimiliert, um ein verbessertes Verständnis einzelner Wasserspeicher (siehe Abbildung) auf der globalen und regionalen Skala zu gewinnen.



**Abb.** Prozentualer Anteil von Dürre betroffener Fläche Südafrikas, bestimmt durch einen Dürreindikator, der auf GRACE Gesamtwasserspeicheranomalien basiert (6-monatiger DSIA). Der Schweregrad der Dürre ist in Klassen von abnormaler bis außergewöhnlicher („exceptional“) Dürre angegeben.



**Abb.** Die Assimilierung des Gesamtwasserspeichers aus GRACE-Satellitendaten zeigt kleinräumige Einflüsse auf Modellsimulationen einzelner Wasserspeicher, z.B. wie hier dargestellt auf den Grundwasserspeicher im Flusseinzugsgebiet des Mississippi.

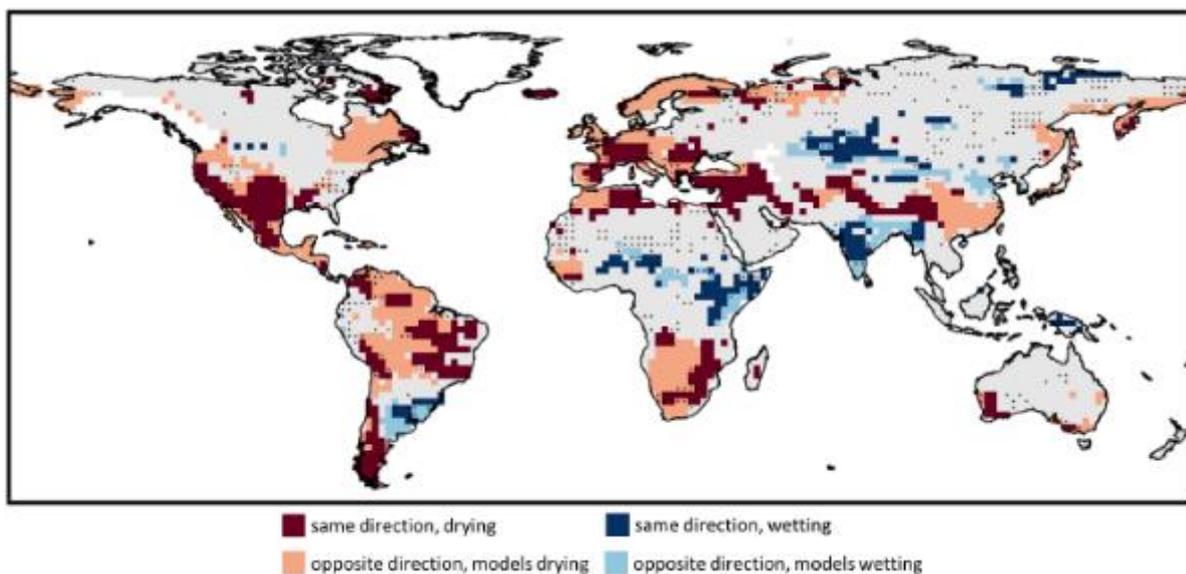
- Gerdener, H., Engels, O., Kusche, J. (2020). A framework for deriving drought indicators from the Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE), *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 24, 227–248, <https://doi.org/10.5194/hess-24-227-2020>.

## 25. Evaluierung langfristiger Wasserspeichertrends in globalen Klimamodellen

Annette Eicker, Laura Jensen, HafenCity Universität Hamburg (Förderer: HCU)

Langzeitprojektionen zur Entwicklung des globalen Wasserkreislaufs, also eine Antwort auf die Frage, wo es auf der Erde feuchter oder trockener wird, unterliegen in globalen Klimamodellen sehr großen Unsicherheiten. In der vorliegenden Studie wurden Langzeittrends der Wasserspeicherung (zusammengesetzt aus den Modellvariablen Bodenfeuchte und Schneespeicher) aus 21 an der CMIP5-Vergleichsstudie beteiligten Klimamodellen analysiert. Dabei konnte eine sehr große Streuung der modellierten Trends festgestellt werden, wodurch die dringende Notwendigkeit unabhängiger Beobachtungen zur Evaluierung der Modellläufe deutlich wird. Es wurde untersucht, inwieweit sich aus GRACE-Daten abgeleitete Wasserspeichertrends zu diesem Zwecke eignen können. Die Herausforderung liegt dabei nicht nur darin, dass in der noch sehr kurzen Zeitreihe von ca. 15 Jahren GRACE-Beobachtungen klimabedingte Langezeiteffekte stark von interannualen Schwankungen überlagert werden, sondern auch in der Tatsache, dass GRACE-Daten neben anderen Wasserspeicherkompartimenten (z.B. Oberflächengewässer) auch den Einfluss direkter antropogener Eingriffe (z.B. Grundwasserentnahmen zur Bewässerung) enthalten.

Es konnten jedoch einige „Hotspot“-Regionen identifiziert werden, in denen zum einen die Klimamodelle große Einigkeit über die Richtung des Trends (trockener oder feuchter) aufweisen und in denen der modellierte Langzeittrend mit der durch GRACE beobachteten Tendenz übereinstimmen. Hier könnten tatsächlich bereits heute klimabedingte Langzeitänderungen des Wasserkreislaufs in der GRACE-Zeitreihe sichtbar sein. Einer dieser Hotspots ist der Mittelmeerraum: Der Studie zufolge ist eine zunehmende Trockenheit speziell im südöstlichen Spanien, Südfrankreich, Norditalien und der Türkei wahrscheinlich. Weitere Hotspots wurden im Südwesten der USA und Mexiko sowie in Zentralasien identifiziert. Die Ergebnisse der Studie zeigen aber auch die Notwendigkeit für längere Beobachtungszeitreihen, da der Einfluss von kurzzeitigen Veränderungen, die nicht notwendigerweise klimabedingt sind, derzeit noch sehr groß ist.



**Abb.** Gebiete in denen GRACE und Klimamodelle bezüglich der Richtung des Langzeittrends im Wasserspeicher übereinstimmen (dunkelrot = trockener und dunkelblau = feuchter) oder sich widersprechen (hellrot und hellblau). Grau: keine Einigkeit in den Modellläufen).

- Jensen, L., Eicker, A., Dobslaw, H., Stacke, T., Humphrey, V. (2019) Long-term wetting and drying trends in land water storage derived from GRACE and CMIP5 models, *Journal of Geophysical Research – Atmospheres*, 124(17-18), 9808-9823, doi:10.1029/2018JD029989

## 26. Spatial downscaling of GRACE water storage change data

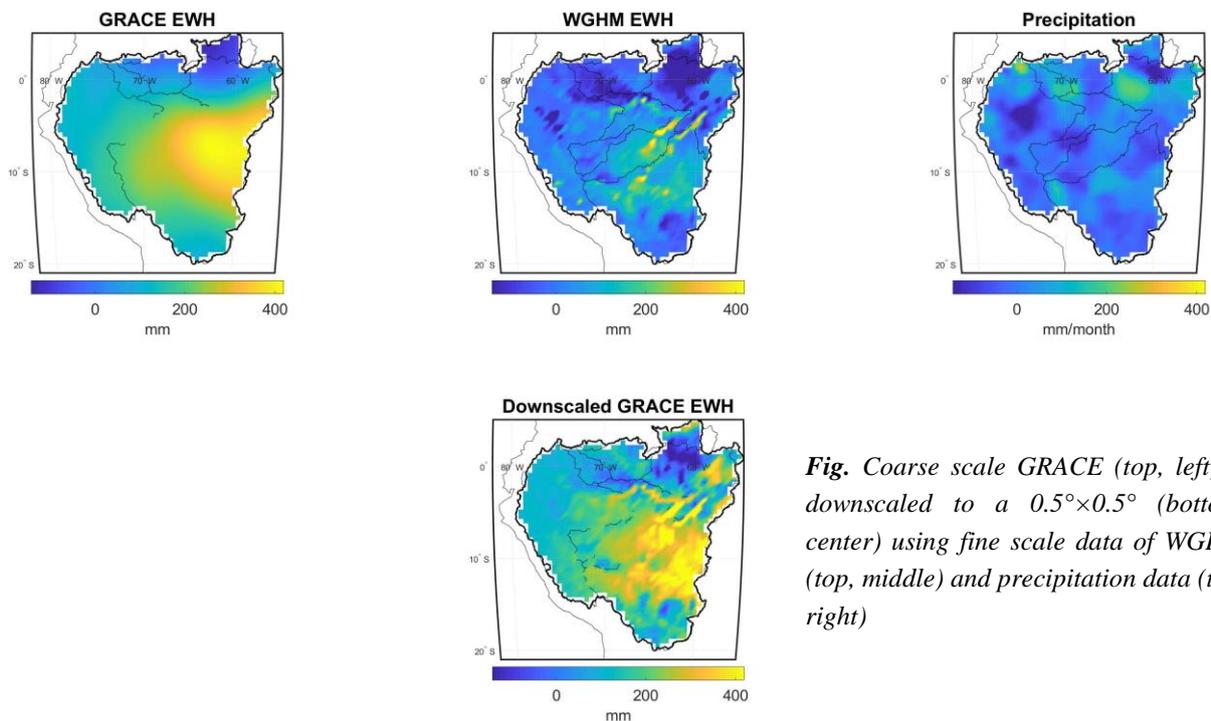
Nico Sneeuw, Mohammad Tourian, Jinwei Zhang, Universität Stuttgart (Förderer: Universität Stuttgart)

The satellite missions GRACE and GRACE FO provided a fundamentally new remote sensing tool for a wide spectrum of Earth science applications. They caused a quantum leap both in hydrological understanding of continental scale systems and their interactions as well as for applications. Nevertheless, in hydrology there is a pressing need for more observational evidence, which arises from the limited knowledge of the spatial and temporal dynamics of the surface freshwater variations and discharges. GRACE and GRACE FO are, however, limited in terms of spatio-temporal resolution.

Although the spatio-temporal resolution of GRACE and GRACE FO is limited by the orbit configuration, water storage variation can be downscaled by assimilating the data of different storage compartments with a higher temporal and spatial resolution. To this end, we downscaled the coarse-scale Equivalent Water Height (EWH) of GRACE  $X_G$  using fine-scale EWH from WaterGAP Global Hydrology Model WGHM  $X_W$  and precipitation data  $X_P$  using the copula method. We first obtained uniformly distributed marginals  $U_G$ ,  $U_W$ ,  $U_P$  by applying a probability integral transform into unit cubes from marginal distributions of each data set  $F_G(X)$ ,  $F_W(X)$ ,  $F_P(X)$ . We then obtained the empirical copula of these three data sets. The copula of  $(X_G, X_W, X_P)$  is defined as the joint cumulative distribution function of  $U_G$ ,  $U_W$ ,  $U_P$

$$C(u_G, u_W, u_P) = \Pr[U_G \leq u_G, U_W \leq u_W, U_P \leq u_P]$$

We then fitted different analytical copulae to the obtained empirical copula and found out that the t-copula fits the best. Using the t-copula, for each month a random field is generated at a fine scale ( $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ ), which follows the marginal distribution of coarse-scale GRACE in  $5^\circ \times 5^\circ$ . The random fields are then turned into GRACE fields by the so-called rank matching approach. The figure shows the result of our downscaling approach for the month April 2004. The downscaled GRACE EWH shows pattern from WGHM, from precipitation and from GRACE original data itself.



**Fig.** Coarse scale GRACE (top, left) is downscaled to a  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  (bottom, center) using fine scale data of WGHM (top, middle) and precipitation data (top, right)

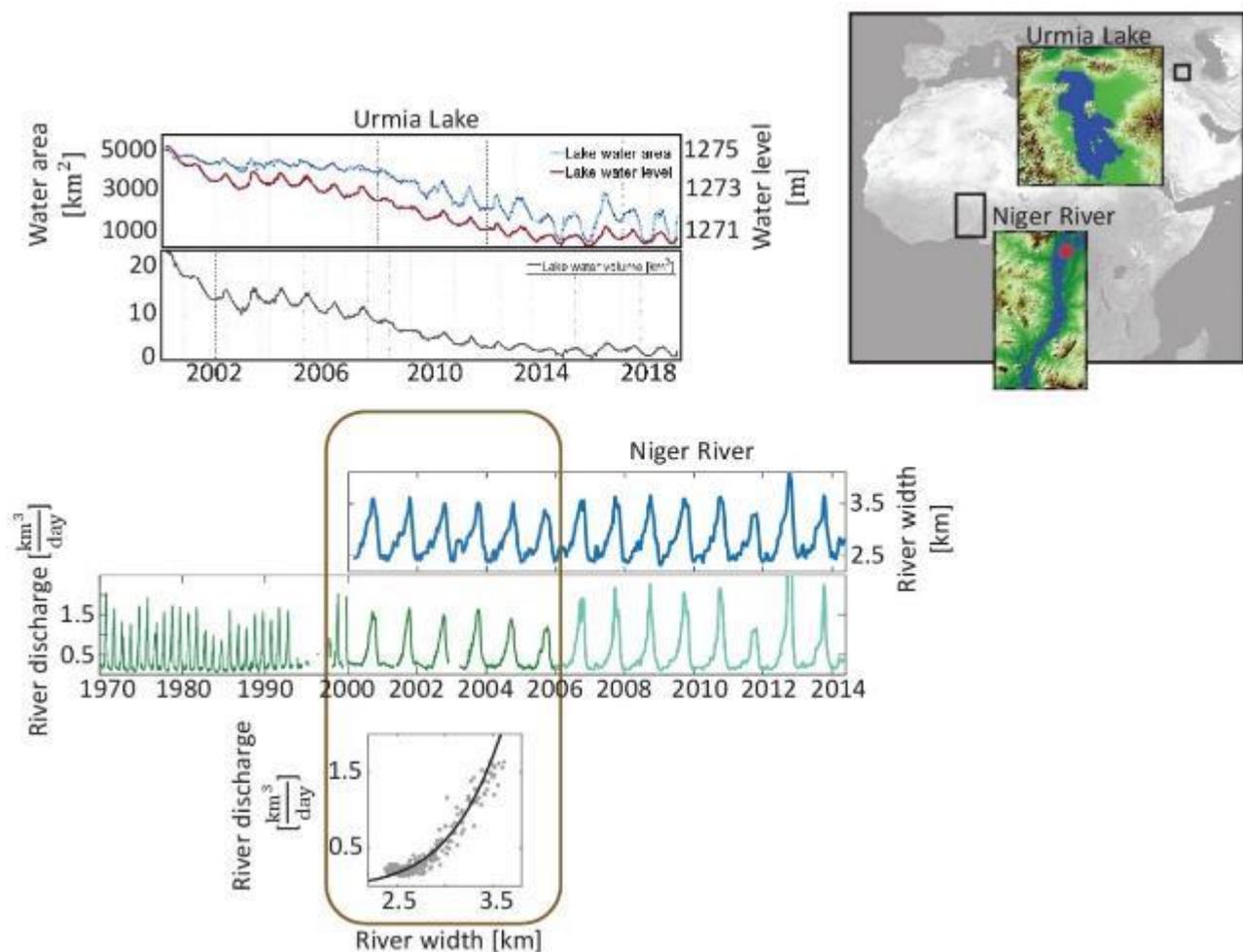
- Zhang J (2019). Assessing the statistical relations of terrestrial water mass change with hydrological variables and climate variability. PhD thesis, University of Stuttgart, DOI 10.18419/opus-10474, DGK series C, No 835

## 27. Estimation of river discharge and surface water storage from spaceborne data: full catchment coverage with optimal space and time resolution

Nico Sneeuw, Omid Elmi, Mohammad Tourian, Universität Stuttgart (*Förderer: DFG, Research Unit FOR*)

Insufficient observational evidence of hydrological parameters at the global scale is a major impediment for progress in hydrological modeling. Although spaceborne sensors offer a synoptic and global view by their very nature, satellite products do have their own limitations in terms of accuracy, temporal resolution and spatial coverage. This project aims to greatly improve the observational database for two key hydrological variables, river discharge and surface water storage, by innovative modeling of results from satellite altimetry (water level) and satellite imagery (surface area). The major research questions that we aim to answer within this project include:

1. How can we modify the existing single-stem densification of altimetric measurements for an entire river basin?
2. How can we methodologically improve the discharge estimation algorithm from multimission altimetry and satellite imagery over full catchments?
3. Can we quantify the amount of surface water storage change within the total storage variation?



**Fig.** Top panel: the time series of lake water area from satellite imagery and water level from satellite altimetry measurements. Lake water volume variations can be calculated by combining these observables. Bottom panel: estimated river discharge using river width measurements from satellite imagery. The river gauge (red dot in figure) ceased operations in 2006. River width measurements from the MODIS images are available from 2000 onwards. So, a rating curve can be determined in the overlap period 2000–2006. As a result, the time series of river discharge can be continued after 2006 by using the width measurements and the developed model.

- Elmi O (2019). Dynamic water masks from optical satellite imagery. PhD thesis, University of Stuttgart, DOI 10.18419/opus-10597, DGK series C, No 834
- Tourian MJ, C Schwatke, N Sneeuw (2017). River discharge estimation at daily resolution from satellite altimetry over an entire river basin, *Journal of Hydrology* 546:230–247, DOI 10.1016/j.jhydrol.2017.01.009

## 28. Wassermonitoring in Zentralasien – Das CAWa-Netzwerk

**Frank Flechtner, Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum, (Förderer: Auswärtiges Amt, HGF und GFZ)**

Zentralasien ist eine der Forschungsschwerpunktregionen des Deutschen GeoForschungsZentrums. Das „Global Change Observatory Central Asia (GCO-CA)“ des GFZ und das CAWa-Projekt ([www.cawa-project.net](http://www.cawa-project.net)) vereinen hier unterschiedliche methodische und instrumentelle Ansätze, darunter auch den Aufbau eines hydrometeorologischen und geodätischen Monitoring-Netzwerks zur Überwachung des Systems Erde. Das Forschungsprojekt „Wasser in Zentralasien – CAWa“, spannt einen Bogen zwischen den Themen Wasserverfügbarkeit und Wassernutzung und unterstützt den Aufbau eines regionalen Netzwerks zwischen deutschen und zentralasiatischen Forscherinnen und Forschern und Nutzern im Wassermanagement. CAWa wurde im Zeitraum 2008 bis 2019 als Teil der „Deutschen Wasserinitiative für Zentralasien“ (sog. „Berliner Prozess“) vom Auswärtigen Amt der Bundesrepublik Deutschland gefördert.

Das Relief Zentralasiens ist durch die bis zu mehr als 7000 m hohen Gebirgsketten von Pamir und Tien Shan bis hin zu den weiten Ebenen der Steppen geprägt. Die Gletscher und die Schneeschmelze in den Bergregionen speisen die großen Flüsse, die wiederum die Ebenen Zentralasiens und den Aralsee mit Wasser versorgen. Im Bereich des Wassermanagements steht die Region vor zahlreichen Herausforderungen. Degradierete Monitoring-Systeme, ineffiziente Bewässerungsmethoden und -infrastrukturen, die zu hohen Wasserverlusten führen, und ein starkes Bevölkerungswachstum bilden die Basis für Konflikte. Hinzu kommen konkurrierende Nutzungsinteressen zwischen den Oberliegerstaaten Tadschikistan und Kirgisistan, die die Wasserressourcen verstärkt zur Stromgewinnung im Winter nutzen möchten, und den Unterliegerstaaten Usbekistan, Kasachstan und Turkmenistan, die das Wasser für die Bewirtschaftung ihrer landwirtschaftlichen Flächen im Sommer benötigen.



*Abb. Abflussmessstation in Usbekistan. Die Daten werden von den nationalen hydrologischen Diensten der Region für Wasservorhersagen genutzt*

Als geodätischer Beitrag hat das GFZ in den vergangenen Jahren das Netzwerk von Stationen in den Hochgebirgsregionen

des Tien Shan und Pamir aufgebaut und erweitert. Diese Stationen erfassen, neben den hydrometeorologischen Parametern (Meteorologie, Abfluss, Schnee), auch GNSS, und sind tlw. mit Seismometern und Kameras zur Gletscherüberwachung erweitert. Das Netzwerk arbeitet automatisiert und nahezu ununterbrochen. Die hydrometeorologischen Stationen werden regelmäßig an ein Datenzentrum (sdss.caiag.kg) übertragen und von dort unmittelbar als synoptische Beobachtungen in regionale und internationale Datenströme eingebunden.

Als Ergänzung der bodenbasierten Messungen wird seit 2015 verstärkt die Radaraltimetrie zur Erfassung von See- und Reservoirwasserständen genutzt. Für ausgewählte Wasserkörper Zentralasiens werden regelmäßig alle 10/27 Tage Wasserstände abgeleitet. Für eine signifikante Anzahl von Wasserkörpern wurden seit 2018 die hypsometrischen Kurven aus Fernerkundungsdaten abgeleitet, wodurch die altimetrischen Informationen in Volumenänderungen überführt wurden. Die Daten sind ebenfalls über das Datenzentrum (sdss.caiag.kg) abrufbar. Seit 2016 wurde am Issyk Kul in Kirgistan ein Netzwerk von Pegeln und Umweltmessstationen aufgebaut. Mit diesem Netz, das durch GNSS-Messungen des Seespiegels von Bojen und Schiffen aus in den Jahren 2017, 2018 und 2019 ergänzt wurde, werden aktive Altimetermissionen (u.a., Jason-3, Sentinel-3A/B) hochgenau und ganzjährig überwacht. Der Issyk Kul wurde auch für die Überwachung der SWOT Mission ab 2021 ausgewählt, die wissenschaftlichen Arbeiten dazu werden derzeit durchgeführt.

- (2019) Schöne, T., Zubovich, A., Zech, C., Illigner, J., Sharshedaev, A., Mandychev, D., Shakirov, A., Stolarczuk, N., Haghshenas Haghghi, M., Gerlitz, L., Gafurov, A., Moldobekov, B., Lauterjung, J.: In Situ and Remote Water Monitoring in Central Asia — The Central Asian Water (CAWa) Network. - In: Müller, L., Eulenstein, F. (Eds.), Current Trends in Landscape Research, (Innovations in Landscape Research), Cham: Springer, 599-610, [https://doi.org/10.1007/978-3-030-30069-2\\_27](https://doi.org/10.1007/978-3-030-30069-2_27), 2019

## 29. STREAM: SaTellite Based Runoff Evaluation and Mapping

Nico Sneeuw, Hassan Hashemi Farahani, Universität Stuttgart (*Förderer: ESA*)

The STREAM project aims at estimating runoff in river basins from satellite data. Project partners are the Institute for Geo-hydrological Protection- National Research Council (IRPI) and the Institute of Geodesy of the University of Stuttgart (GIS). The project's main objective is to estimate fresh water stored on and below landmasses. To that end, it develops a data-driven approach based on satellite measurements of soil moisture, precipitation, and terrestrial water storage anomalies (TWSA). It focuses on five river basins: Mississippi, Amazon, Murray-Darling, Niger, and Danube. The role of GIS is to estimate the baseflow component of runoff using TWSA, observed by Gravity Recovery And Climate Experiment (GRACE), and ground discharge measurements. We obtain TWSA from the NASA's Goddard Space Flight Center (GSFC) global mascon model.

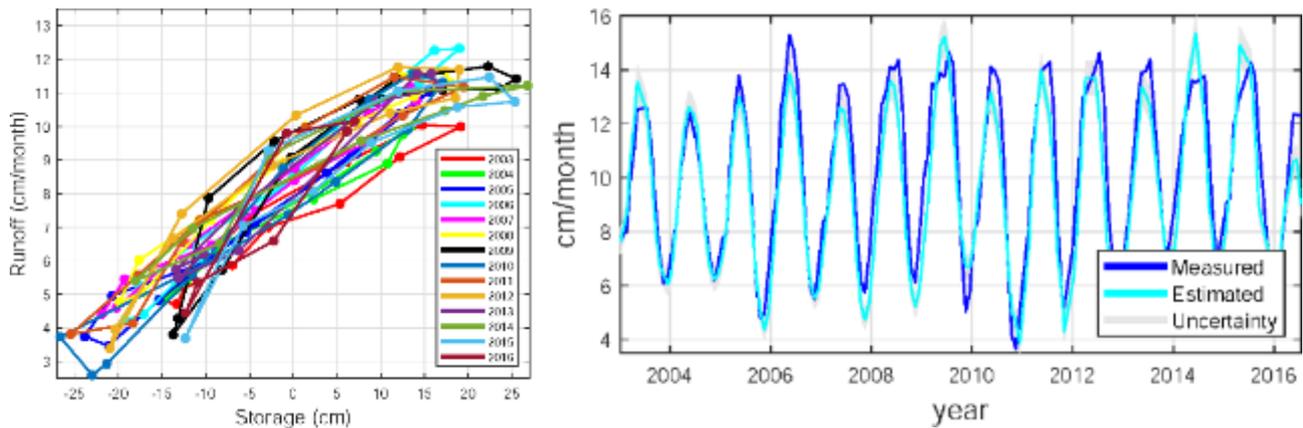
To estimate the baseflow runoff, we exploit the runoff-storage (R-S) relationship method, e.g. (Tourian et al. 2018). It uses two sets of measurements as input: (i) ground discharge measurements; and (ii) GRACETWSA time series. The method can be applied if a linear relationship can be established between the baseflow component of ground runoff measurements RBS and TWSA ( $S$ )

$$R_{BS}(t) = \frac{1}{\tau} S(t).$$

Herein,  $\tau$  is an unknown. The storage itself is characterized with an unknown bias ( $S_0$ ). Furthermore, storage always produces runoff with a delay  $\Delta t$ , which causes a phase shift between  $R_{BS}$  and  $S$ , which is an unknown, too, and is estimated and accounted for with a Hilbert transformation. The final R-S relationship reads as

$$R(t) = \frac{1}{\tau} (S_0 + \Delta S (t + \Delta t)).$$

Estimating the three unknowns yields the function necessary to transform GRACE-observed storage into the baseflow component of runoff. Such a linear relationship can be successfully established in Amazon river basin. This can be identified if monthly pairs of the baseflow runoff and the time-shifted storage are shown in a single picture (figure, left).



**Fig.** Monthly time series of time-shifted storage for the Amazon basin and that of baseflow runoff measurements at the Obidos station (left). Linear mapping between these two observables allows for a prediction of runoff based on GRACE (right).

The shifted storage time series and time series of baseflow runoff are used in a weighted least-squares according to the Gauss-Helmert model to estimate the remaining unknowns:  $\hat{\tau}$  and  $\hat{S}_0$ . Their estimates are used to deliver the baseflow runoff. The results are summarized in the figure (right), in which estimated baseflow runoff together with total runoff measurements collected at the Obidos station are shown. Uncertainties estimated for the runoff solution are supplied, too.

- Tourian MJ, Reager JT, Sneeuw N (2018) The total drainable water storage of the Amazon river basin: A first estimate using GRACE, *Water Resources Research*, 54: 3290 – 3312, DOI 10.1029/2017WR02167

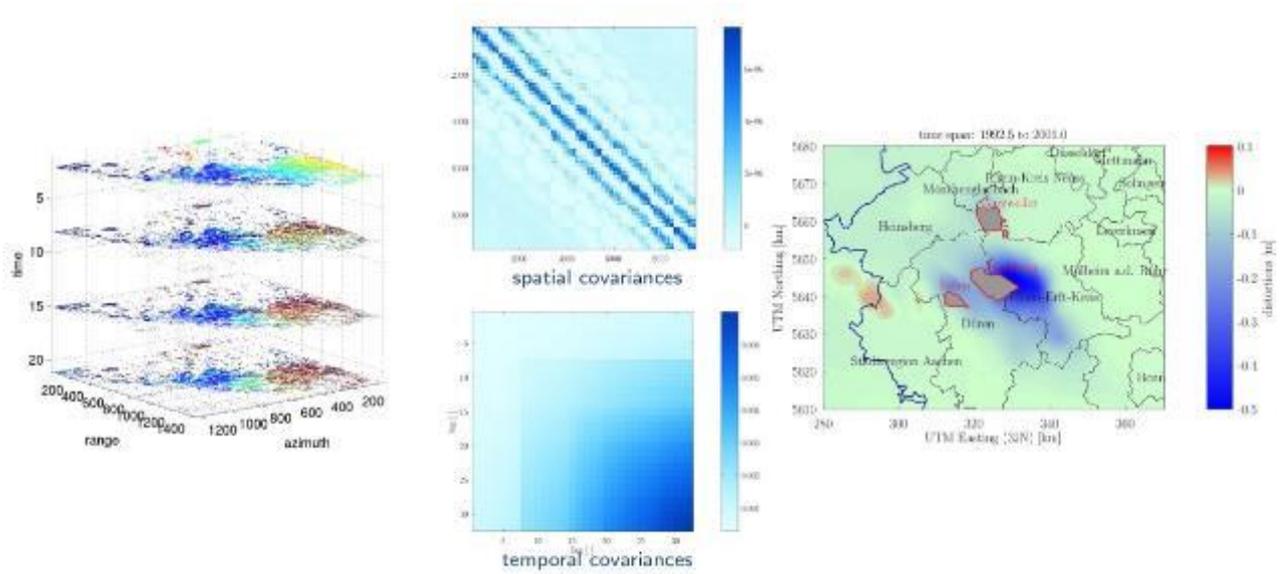
### 30. Nonstationary stochastic processes in least squares collocation - NonStopLSC

**Wolf-Dieter Schuh, Jan Martin Brockmann, Johannes Korte, Till Schubert, University of Bonn (Förderer: DFG)**

Through inverse modeling and adjustment techniques, the geodesists try to derive mathematical models from their measurements to get a better understanding of the processes in the system Earth. Sophisticated deterministic and stochastic models are developed to achieve the best possible reflection of reality and the remaining uncertainty. While deterministic modeling has been improved by much effort, there are still serious weaknesses in the applied stochastic models and representations. Especially in the collocation approach a remove-restore technique is often used to, on the one hand side, guarantee stationarity and, on the other side, get better access to the different frequency contents, which is often hidden in the empirical covariance sequence. Within this research, the representation of stochastic signals with autoregressive processes is important because they are able to describe the complete frequency spectrum. It shall be highlighted that this is not only the case for stationary processes, but also for time-variable signals. But in theory, this process representation is restricted to equispaced infinite measurement series. Therefore, both representations - the covariance and the process representation - have their pros and cons. A framework for the fusion of the pros is applied here.

The main focus of this research study is a further development of stochastic model representations, which can reflect the full signal content and have the capability to switch from the usual assumption of time-stationary to time-variable stochastic models. We build up and extend a methodical framework to connect the filter and the covariance approach represented by autoregressive processes and least squares collocation. We do this in a strictly formalized way using the 'Magic Square' mechanism which opens the possibility to switch between these two approaches. The extension from the time-discrete processes to stochastic ordinary differential equations opens the way to derive continuous covariance functions from discrete covariance sequences. As a result, a family of covariance functions can be established, which are able to describe the entire signal content as well as the time-variability of stochastic processes.

To study this methodical framework with real applications we try to refine the analysis of real measurement series from geodetic data sets (e.g. from dedicated geodetic satellite missions GOCE, GRACE, GRACE/GRACE-FO or GRAV-D airborne gravity data or D-InSAR point clouds) especially with respect to their time-variable stochastic signal characteristics.



*Fig. From a D-InSAR point cloud stack to spatiotemporal distortion model by Least Squares Collocation with a stationary isotropic spatial covariance function and a time-variable temporal covariance function derived from a time-variable AR(1) process.*

- Loth, I., B. Kargoll, W.-D. Schuh (2019): Non-Recursive Representation of an Autoregressive Process within the Magic Square. Sneeuw, N., P. Novák, M. Crespi, F. Sansò, (Edt.), IX. Hotine-Marussi-Symposium, IAG Symposia, Lecture Notes in Earth Science. Springer. doi:10.1007/1345\_2019\_60.
- Schubert, T., J. Korte, J. M. Brockmann, W.-D. Schuh (2020): A Generic Approach to Covariance Function Estimation using ARMA-Models. Mathematics, 8(4). ISSN 2227-7390. doi:10.3390/math8040591.
- Schubert, T., J. M. Brockmann, W.-D. Schuh (2019): Identification of suspicious data for robuste estimation of stochastic processes. Sneeuw, N., P. Novák, M. Crespi, F. Sansò, (Edt.), IX. Hotine-Marussi-Symposium, IAG Symposia, Lecture Notes in Earth Science. Springer. doi:10.1007/1345\_2019\_80.
- Schuh, W.-D., J. Brockmann (2018): Numerical treatment of covariance stationary processes in least squares collocation. Freeden, W., (Edt.), Handbuch der Geodäsie, Band Mathematical Geodesy Springer Reference Naturwissenschaften. Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-662-46900-2\_95-1.

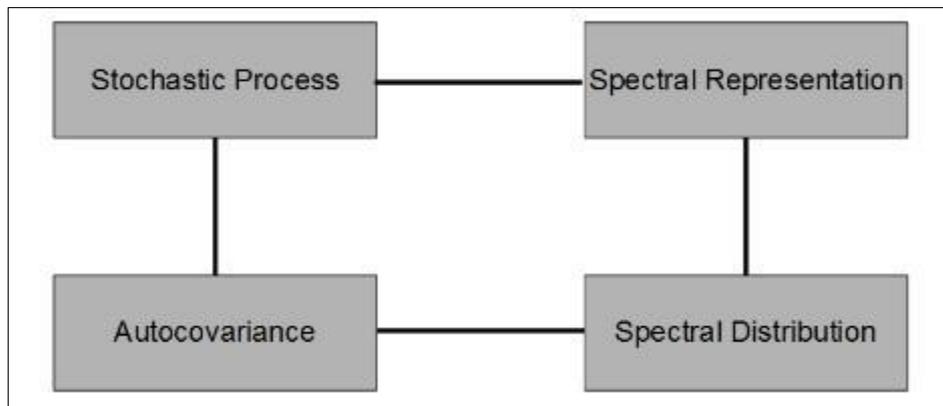
### 31. Magic Square of Real Spectral and Time Series Analysis with Applications

**Ina Loth, Wolf-Dieter Schuh, University of Bonn (Förderer: ESA and University of Bonn)**

In practice many phenomena with random characteristics exist, which cannot be represented by deterministic functions. In these cases, stochastic processes often allow for a sufficient description. Applications of stochastic processes in geodesy tend to focus on analysis within the time domain at the level of the measurements themselves. In contrast, the usage of the relationships of a process with its spectral representation, autocovariance function and spectral distribution (or density) function is less popular, or even done incorrectly. One reason for this is that the mathematics and thus the computational aspects of these relationships and representations are rather intricate and oftentimes not readily available for a specific type of process to be used in a practical situation.

To remedy this problem the four different quantities in the time and frequency domain of a stochastic process ((1) the process itself, (2) its autocovariance function, (3) the spectral representation of the stochastic process and (4) its spectral distribution or the spectral density function, if it exists) can be clearly represented by the “Magic Square”, where the quantities build the corners of this square and the connecting lines indicate the transformations into each other.

This representation is applied to well-known real-valued, one-dimensional, discrete-time, covariance-stationary stochastic processes, for instance white noise, autoregressive process of order  $p$  (AR( $p$ ) process) or moving average process of order  $q$  (MA( $q$ ) process).



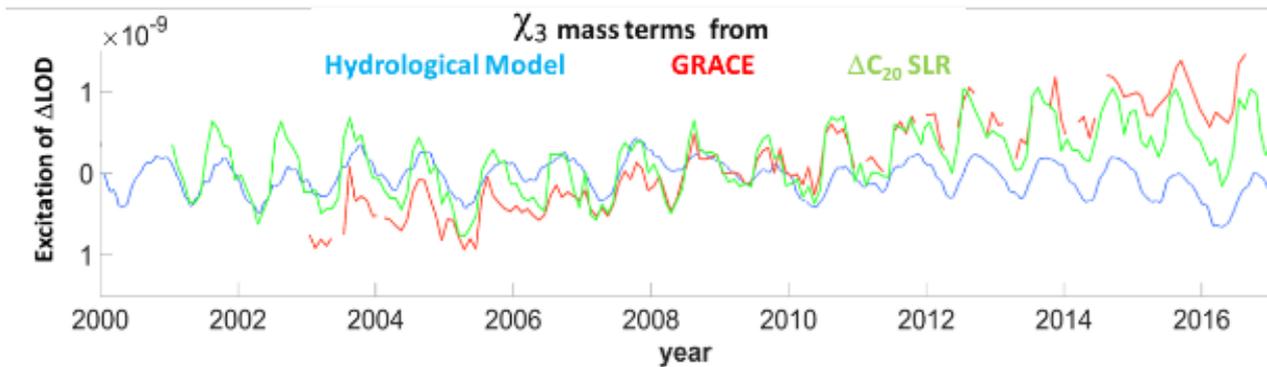
**Fig.** Schematic representation of the Magic Square. The lines between the corners indicate the mathematical operations for the transformations.

- Loth, I., B. Kargoll, and W. Schuh (2019), “Non-Recursive Representation of an Autoregressive Process Within the Magic Square,” in *IX Hotine-Marussi Symposium on Mathematical Geodesy*, Berlin, Heidelberg. doi:10.1007/1345\_2019\_60
- Schuh, W.-D., J. Brockmann (2018): Numerical treatment of covariance stationary processes in least squares collocation. Freedon, W., (Edt.), *Handbuch der Geodäsie, Band Mathematical Geodesy* Springer Reference Naturwissenschaften. Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-662-46900-2\_95-1.

## 32. Hochfrequente Änderungen der Erdorientierung – Analyse, Modellierung und Prädiktion

**Henryk Dobslaw, Robert Dill, Maik Thomas, Deutsches GeoForschungsZentrum, Potsdam (Förderer: ESA)**

Zeitliche Variationen der Tageslänge und der Position des terrestrischen Rotationspols werden in erster Linie durch Massenumverlagerungen in den oberflächennahen Fluidsystemen der Erde verursacht. Dazu gehört neben Atmosphäre und Ozean auch die terrestrische Hydrosphäre mit ihren vielfältigen Wasserspeichern auf und unterhalb der Erdoberfläche. Langjährige Beobachtungen des zeitlich variablen Erdschwerfeldes durch die Satellitenmissionen GRACE und GRACE-FO ermöglichen eine direkte Validation der von globalen hydrologischen Modellen simulierten vertikalen und lateralen Transporte von Wasser. Insbesondere die jüngst realisierten Verbesserungen in der Genauigkeit der Schwerfeldmodelle der mittlerweile 6. Generation lieferten neue Erkenntnisse (Śliwińska et al., 2020). Die dadurch erzielte Verringerung der Unsicherheiten im masseninduzierten Anregungsbudget der Erdrotation kann unter anderem dazu genutzt werden, mögliche systematische Fehler in den deutlich schlechter quantifizierbaren Relativdrehimpulsen zu untersuchen. Erste Ergebnisse deuten so auf eine systematische Unterschätzung der zonalen troposphärischen Winde im operationellen Modell des Europäischen Wetterzentrums hin (Dill und Dobslaw, 2019), welche zumindest in Teilaspekten durchaus a posteriori parametrisch korrigierbar sind. Die so gewonnenen Erkenntnisse fließen unter anderem unmittelbar in eine Verbesserung der Kurzfristvorhersage von Erdorientierungsparametern ein (Dill et al., 2019), die gegenwärtig gemeinsam mit Kollegen von DGFI-TUM und BKG im Auftrag der Europäischen Raumfahrtagentur ESA für den operationellen Einsatz vorbereitet wird.



**Abb.** Vergleich des saisonalen Signals der hydrologischen Anregung der Tageslängenschwankung  $\Delta LOD$ : Hydrologisches Modell inkl. globaler Massenbilanz Land-Ozean (blau), Satellitenbeobachtung GRACE (rot) und SLR Multi-Satellite-Solution (grün).

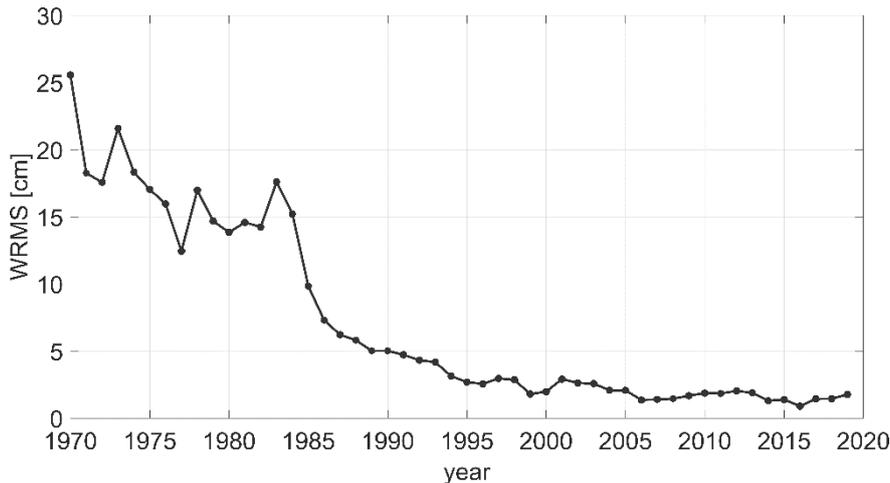
- Dill, R., Dobsław, H. (2019): Seasonal variations in global mean sea level and consequences on the excitation of length-of-day changes. *Geophysical Journal International*, 218(2), 801–816. <https://doi.org/10.1093/gji/ggz201>
- Dill, R., Dobsław, H., Thomas, M. (2019): Improved 90-day Earth orientation predictions from angular momentum forecasts of atmosphere, ocean, and terrestrial hydrosphere. *Journal of Geodesy*, 93(3), 287–295. <https://doi.org/10.1007/s00190-018-1158-7>

### 33. Test der Relativitätstheorie mit Lunar Laser Ranging

**Liliane Biskupek, Jürgen Müller, Leibniz Universität Hannover (Förderer: DFG, EXC QuantumFrontiers)**

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.



*Abb. Gewichtete jährliche LLR Residuen*

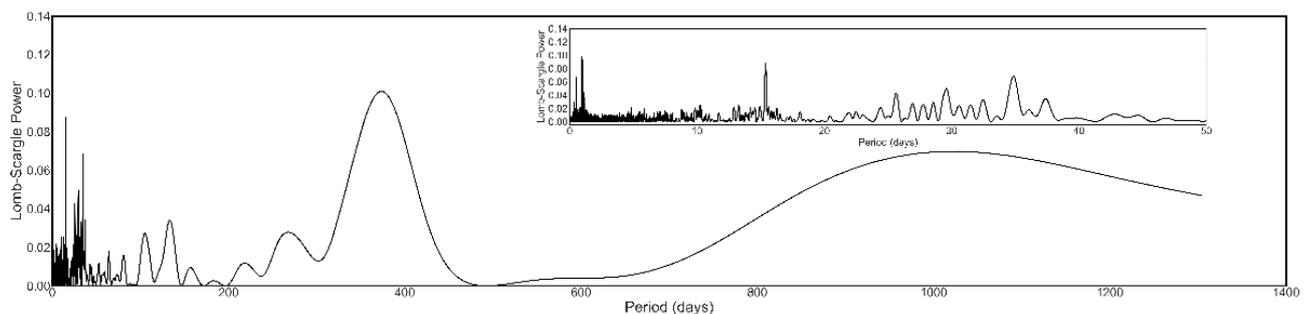
- Mai, E., Müller, J., Oberst, J (2019): Application of an Evolution Strategy in Planetary Ephemeris Modeling. *Advances in Space Research*, Vol. 63, p. 728–749, doi:10.1016/j.asr.2018.09.011
- Müller, J., Hofmann, F., Biskupek, L. (2019): Warum man den Abstand zum Mond misst. *BWG-Jahrbuch 2018*, J. Cramer Verlag, Braunschweig, S. 17-28, [https://publikationsserver.tu-braunschweig.de/receive/dbbs\\_mods\\_00066555](https://publikationsserver.tu-braunschweig.de/receive/dbbs_mods_00066555)
- Müller, J., Murphy, T., Schreiber, U., Shelus, P., Torre, J., Williams, J., Boggs, D., Bouquillon, S. Bourgoïn, F. Hofmann (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

### 34. Test of the equivalence principle for galaxy's dark matter by lunar laser ranging

Mingyue Zhang, Jürgen Müller, Liliane Biskupek, Leibniz Universität Hannover (Förderer: DFG, EXC QuantumFrontiers, Chinese Academy of Sciences)

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.  $0.6 \pm 1.0$  mm (realistic error). It gives a strict limit for a possible violation of the EP of galaxy's dark matter.



**Fig:** Spectrum of LLR post-fit residuals for the French station OCA from 03/2015 to 10/2018

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.

- Zhang, M., Müller, J., Biskupek, L. (2020): Test of the equivalence principle for galaxy's dark matter by lunar laser ranging. *Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy*, DOI: 10.1007/s10569-020-09964-6

### 35. Realisierung des Globalen Terrestrischen Referenzsystems: Wo ist der beste Standort für eine neue SLR-Station?

Alexander Kehm, Mathis Bloßfeld, Florian Seitz, Technische Universität München, Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut (DGFI-TUM) (Förderer: DFG)

Satellite Laser Ranging (SLR) ist eines der vier geodätischen Weltraumverfahren, die zur Berechnung terrestrischer Referenzrahmen (TRF) sowie zur Bestimmung der Erdrotation beitragen. Die Verfügbarkeit hochgenauer Referenzrahmen und Erdrotationsparameter ist grundlegend für die hochgenaue Positionsbestimmung auf der Erde und im Weltraum, für die Feststellung, Quantifizierung und Erforschung von Prozessen im Erdsystem und der Auswirkungen des Klimawandels sowie für die Realisierung hochgenauer Zeitsysteme. SLR basiert auf der Messung der Zwei-Wege-Laufzeit von Laserpulsen zwischen SLR-Stationen auf der Erdoberfläche und Satelliten in unterschiedlichen Orbits.

Als Voraussetzung für die umfassende Beschreibung auch kleinster Veränderungen im Erdsystem fordert die Internationale Assoziation für Geodäsie (IAG) im Rahmen ihres Globalen Geodätischen Beobachtungssystems (GGOS) für die Datumparameter des Referenzsystems eine Genauigkeit von 1 mm bzw. eine Langzeitstabilität von 0,1 mm/Jahr. SLR ist hierfür eine Schlüsseltechnik, da es das einzige geodätische Weltraumverfahren ist, das die Realisierung des TRF-Ursprungs direkt und mit hoher Genauigkeit ermöglicht. Dass die geforderte Genauigkeit derzeit noch nicht erreicht werden kann, liegt unter anderem am inhomogenen globalen SLR-Stationsnetz. Zur Verdichtung des SLR-Stationsnetzes müssen aber neben den geographischen Gesichtspunkten auch der hohe finanzielle Aufwand und politische Gegebenheiten berücksichtigt werden; eine detaillierte Vorabuntersuchung der potentiellen Vorteile einer neuen SLR-Station ist als Grundlage für entsprechende Entscheidungen unerlässlich.

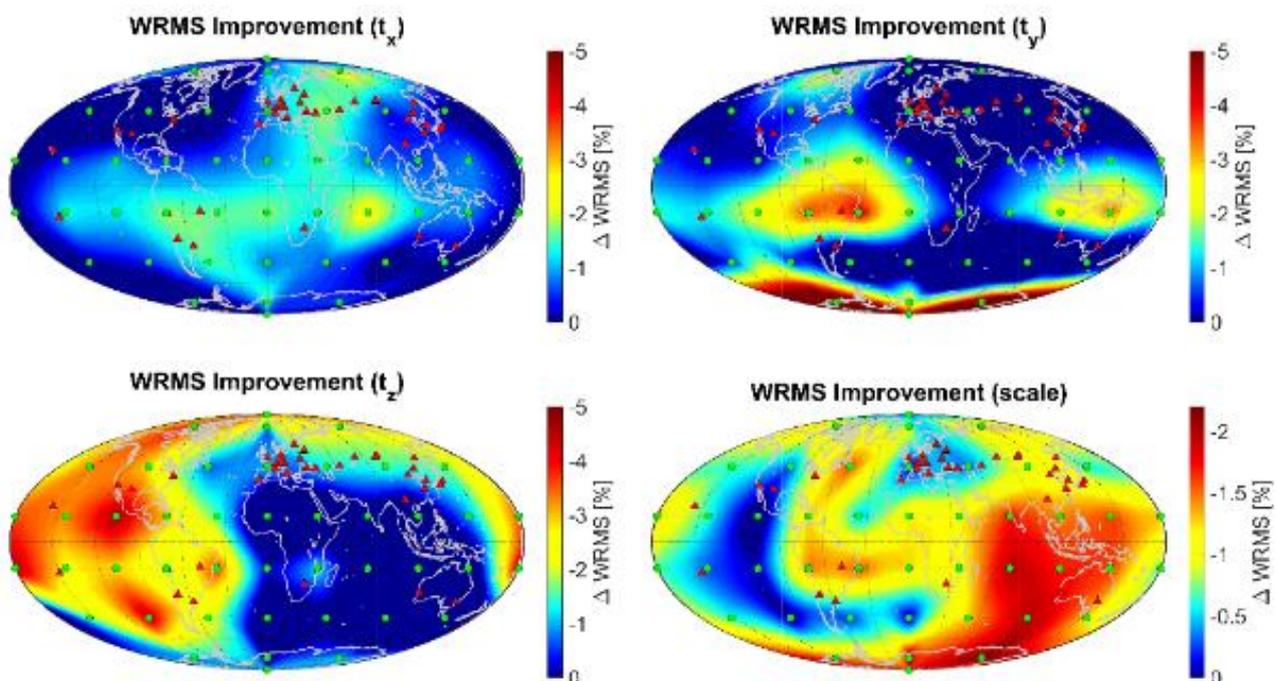


Abb. WRMS-Reduktion [%] der TRF-Datumparameter durch eine zusätzliche SLR-Station. Das Bestandsnetz ist in Form von roten Dreiecken, die angenommenen zusätzlichen Stationen als grüne Kreise dargestellt.

Im Rahmen seiner Mitarbeit im GGOS Standing Committee on Simulation Studies and Architectural Trade-Offs (GGOS-PLATO) hat das DGFI-TUM eine Simulationsstudie mit dem Ziel durchgeführt, abhängig von den geodätischen Zielparametern den optimalen Standort für eine zusätzliche SLR-Station zu bestimmen. Es wurden 42 Szenarien für global verteilte Standorte simuliert, wobei jeweils eine zusätzliche Station zum existierenden Netz hinzugenommen, und eine Berechnung für dieses erweiterte Netz mit einer Berechnung für das bestehende Netz verglichen wurde. Am wertvollsten hat sich dabei ein zusätzlicher Stationsstandort in der Antarktis herausgestellt. Aufgrund der signifikant verbesserten Beobachtungsgeometrie würde dieser zu einer deutlichen Steigerung der Qualität von TRF-Datumsparametern, Satellitenbahnen und Erdrotationsparametern führen.

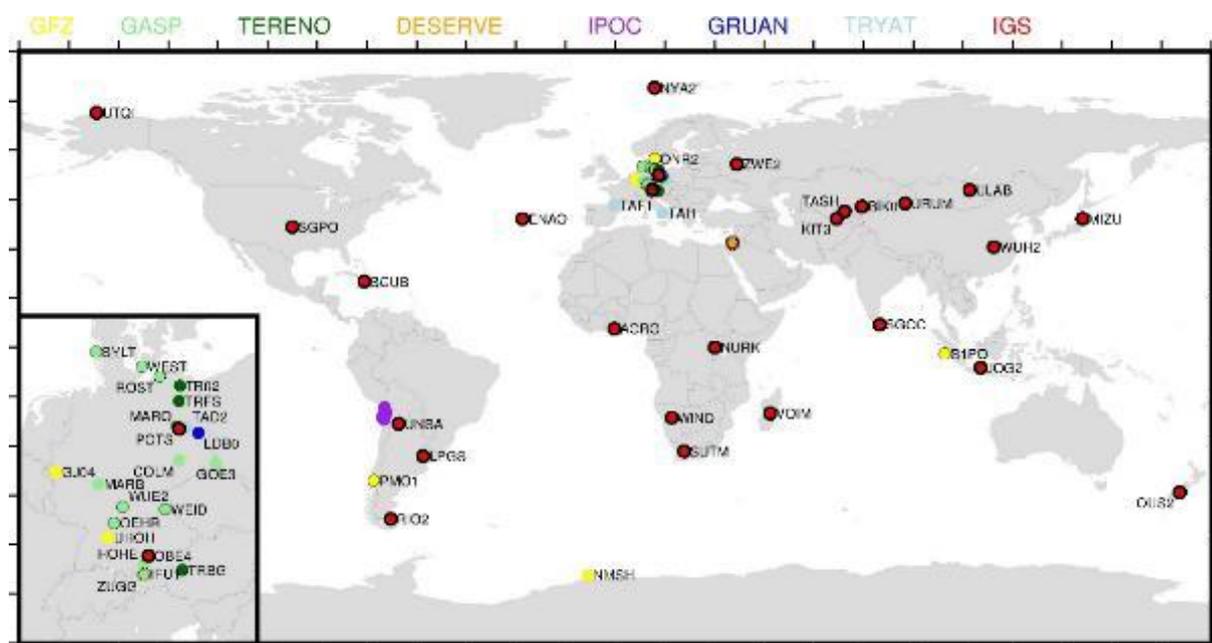
- Kehm A., Bloßfeld M., König P., Seitz F. (2019): Future TRFs and GGOS - where to put the next SLR station? *Advances in Geosciences*, 50, 17–25, <https://doi.org/10.5194/hess-24-227-2020>.

### 36. Das GFZ GNSS Stationsnetz

**Benjamin Männel, Markus Ramatschi, Markus Bradke, Harald Schuh, GFZ Potsdam (Förderer: GFZ)**

Seit 1993 betreibt das GFZ Potsdam als Teil der Modularen Erdbeobachtungsinfrastruktur ein globales GNSS Messnetz mit derzeit über 70 Stationen. Ausgewählte Stationen gehören zu den internationalen Stationsnetzen des International GNSS Service (IGS) und des EUREF Permanent GNSS Network (EPN) sowie zu den GFZ Observatorien in Deutschland (TERENO), Chile (IPOC) und dem Nahen Osten (DESERVE). Die aufgezeichneten Daten werden am GFZ operationell zur Bestimmung der GNSS-Satellitenorbits und Uhrkorrekturen sowie des atmosphärischen Wasserdampfgehalts genutzt. Außerdem liefern sie wichtige Beiträge zur Realisierung des Terrestrischen Referenzrahmens, zu geodynamischen Untersuchungen und zum Monitoring regionaler und lokaler Deformationen (z.B. Männel et al., 2019).

Die einzelnen Stationen sind überwiegend mit modernen Javad oder Septentrio Empfängern und individuell robotorkalibrierten geodätischen Chokering-Antennen sowie Vaisala Meteosensoren ausgestattet. Entsprechend der verwendeten Hardware und Örtlichkeit liefern die Stationen Beobachtungen aller Satellitenkonstellationen einschließlich der regionalen Systeme QZSS und NAVIC/IRNSS. Alle GFZ Stationen strömen ihre Beobachtungen in Echtzeit über lokale Internetverbindung / GSM / VSAT an das GFZ Datenzentrum, dort werden die Rohdaten zu RINEX Dateien konvertiert. Über die Website des GNSS Stationsnetzes (<https://isdc.gfz-potsdam.de/gnss-station-network/>) besteht Zugang zu RINEX Daten von 50 Stationen (Datenrate: 1sec and 30 sec, Ramatschi et al., 2019). Stationsspezifische Metadaten stehen über das Metadatenportal SEMISYS zur Verfügung.



**Abb.** GFZ Stationsnetz; zahlreiche Orte sind mit mehreren Stationen ausgestattet (projektbezogene Farbkodierung entsprechend der Hauptnutzung, umrandete Stationen sind über die Daten-DOI verfügbar)

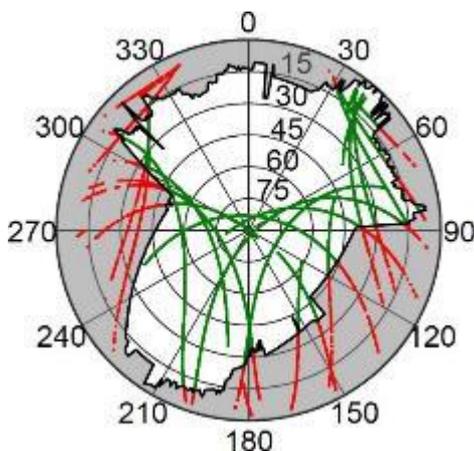
- Männel, B., Dobslaw, H., Dill, R., Glaser, S., Balidakis, K., Thomas, M., Schuh, H. (2019) Correcting surface loading at the observation level: impact on global GNSS and VLBI station networks. *J Geod* 93, <https://doi.org/10.1007/s00190-019-01298-y>
- Ramatschi, M; Bradke, M; Nischan, T; Männel, B (2019): GNSS data of the global GFZ tracking network. V. 1. GFZ Data Services, [doi.org/10.5880/GFZ.1.1.2020.001](https://doi.org/10.5880/GFZ.1.1.2020.001)

### 37. Analyse und Verbesserung der Qualität von GNSS-Permanentstationen

**Florian Zimmermann, Heiner Kuhlmann, Universität Bonn (Förderer: EU/JRP)**

Präzise Stationskoordinaten sind eine Grundvoraussetzung für qualitativ hochwertige Referenzstationsnetze und darauf basierende Anwendungen. Da neben anderen Beobachtungsverfahren auch GNSS-Beobachtungen für die Koordinatenbestimmung herangezogen werden, sind in diesen Fällen die sogenannten stationsspezifischen Abweichungen häufig als genauigkeitsbegrenzender Faktor anzusehen. Diese treten meist in Verbindung mit Abschattungen auf, welche durch Störobjekte in der Antennenumgebung erzeugt werden und trotz einer sorgfältigen Stationsauswahl nicht immer vermieden werden können. Die stationsspezifischen Abweichungen sind in den Mehrweg aus dem Fernfeld, die Signalbeugung, den sogenannten NLOS-Empfang sowie Antennennahfeldeffekte und die damit in enger Beziehung stehende Antennenkalibrierung zu untergliedern. Die besondere Herausforderung bei dem Umgang mit diesen Effekten liegt darin, dass sie in aller Regel aufgrund der stationsspezifischen Charakteristik nicht durch gebräuchliche Auswertestrategien, wie bspw. Differenzbildung der Beobachtungen, minimiert werden können.

Ziel dieses Projektes ist es, durch geeignete Selektionsstrategien die betroffenen Satellitensignale im Vorfeld zu detektieren und von der Positionsbestimmung auszuschließen. Hierfür werden 3D-Umgebungsinformationen in Form von Punktwolken terrestrischer Laserscanner oder 3D-Gebäudemodellen herangezogen. Die Entscheidungsgrundlage der Satellitenselektion bilden letztlich daraus abgeleitete Elevationsmasken, welche adaptiv an die vorliegende Antennenumgebung angepasst werden. Insbesondere bei nicht optimalen GNSS-Bedingungen kann so eine signifikante Genauigkeitssteigerung in der Positionsbestimmung erreicht werden. Desweiteren sollen die 3D-Informationen zur Analyse der Mehrwegebelastung der Antennenumgebung genutzt werden. Der wesentliche Schritt liegt hierbei in der Identifikation potentieller Reflektorflächen auf Basis der Theorie der Signalausbreitung elektromagnetischer Wellen.



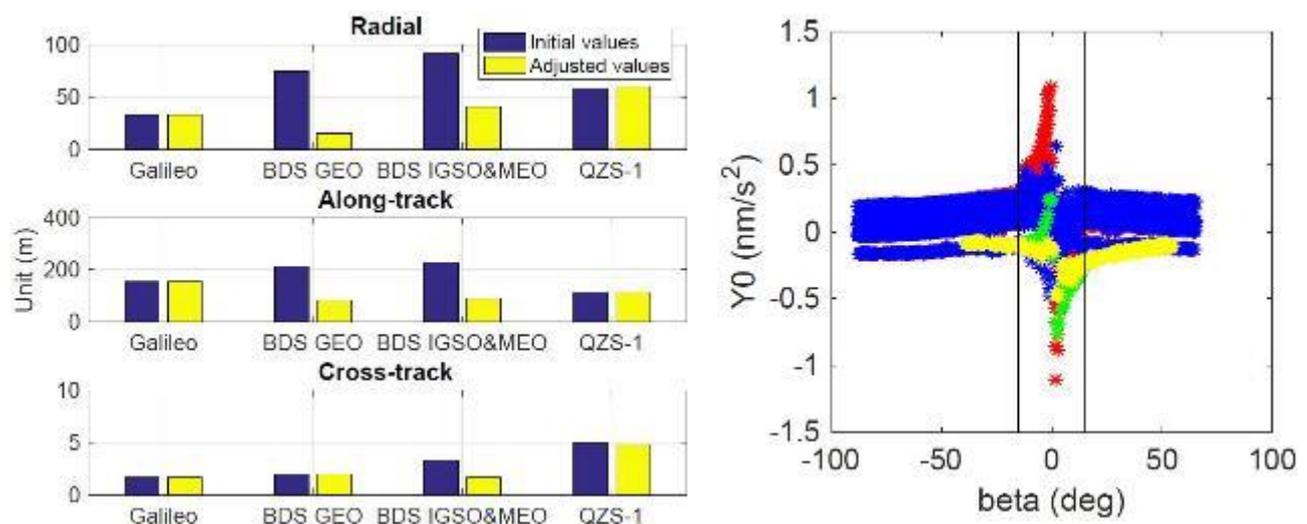
*Abb. Skyplot einer adaptiven Elevationsmaske (schwarze Linie) und rot markierter Satellitensignale, welche von Signalbeugung und/oder NLOS-Empfang betroffen sind.*

- Zimmermann, F., Schmitz, B., Klingbeil, L., Kuhlmann, H. (2018) GPS-Multipath Analysis using Fresnel-Zones, *Sensors* 2019, 19(1), 25, <https://doi.org/10.3390/s19010025>
- Zimmermann, F. (2019) Analysis and mitigation of site-dependent effects in static and kinematic GNSS applications, Dissertation, Universitäts- und Landesbibliothek Bonn, <http://hss.ulb.uni-bonn.de/2019/5573/5573.htm>

### 38. Strahlungsdruckmodellierung der GNSS Satelliten

Urs Hugentobler, Bingbing Duan, Inga Selmke, Technische Universität München (Förderer: Landesmittel)

Die Modellierung des Strahlungsdruckes der GNSS Satelliten stellt immer noch eine Herausforderung dar. In geodätischen Produkten finden sich nach wie vor scheinbare Variationen von Harmonischen drakonitischer Perioden, welche durch fehlerhafte Strahlungsdruckmodellierung der GNSS Satelliten verursacht werden. Während für Galileo Metadaten der Satelliten publiziert wurden, liegen solche für die meisten anderen Satellitensysteme nicht vor. Dabei werden heute Multi-GNSS-Lösungen gerechnet zur Bestimmung geodätischer Zeitreihen. Im Zusammenhang mit der Vorbereitung für die Reanalyse der IGS Trackingdaten im Rahmen des CODE (Center for Orbit Determination) Konsortiums wurde anhand von Multi-GNSS Trackingdaten des IGS eines Jahres optische Parameter für Galileo, BeiDou, QZSS und GLONASS als Teil einer Bahnbestimmung geschätzt. Während die geschätzten Werte für Galileo gut mit den publizierten Metadaten übereinstimmen, zeigen sich insbesondere für BeiDou signifikante Verbesserungen der mit dem neuen Strahlungsdruckmodell berechneten Bahnen, was mittels SLR-Validierung und Bahnprädiktion gezeigt werden konnte. Bei GLONASS Satelliten konnte ein Radiator mit einer Abstrahlung von ca. 400 W auf der dunklen Satellitenseite nachgewiesen werden. Dessen Berücksichtigung verbessert die Bahnen während der Schattenperioden. Gegenwärtig werden die Oberflächenparameter der neuen GPS Satellitentypen neu errechnet und anhand einer Datenanalyse über mehrere Jahre untersucht, inwieweit drakonitische Effekte in Polparametern, Stations- und Geozentrumskoordinaten reduziert werden können.



**Abb.** Links: 7-Tage-Bahnprädiktionsfehler von GNSS Satelliten mit nominellen (blau) und verbesserten (gelb) optischen Oberflächenparametern. Rechts: Geschätzte empirische Beschleunigung in Richtung Solarpanelachse als Funktion der Sonnenelevation über der Bahnebene für GLONASS-M (rot und blau) und GLONASS-K Satelliten (grün und gelb) ohne (rot, grün) und mit (blau, gelb) Radiator.

- Duan, B., Hugentobler, U., Selmke, I. (2019): The adjusted optical properties for Galileo/BeiDou-2/QZS-1 satellites and initial results on BeiDou-3e and QZS-2 satellites. *Advances in Space Research* 63 (5), 1803–1812
- Duan, B., Hugentobler, U., Hofacker, M., Selmke, I. (2020): Improving solar radiation pressure modeling for GLONASS satellites, *Journal of Geodesy*, in review.

### 39. Advanced Technologies for Navigation and Geodesy - ADVANTAGE

Susanne Glaser, Harald Schuh, Frank Flechtner, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ Potsdam (Förderer: Hermann-von-Helmholtz-Gemeinschaft [HGF])

ADVANTAGE (Advanced Technologies for Navigation and Geodesy) ist eine Kooperation des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) und des Deutschen GeoForschungsZentrums (GFZ). Das übergeordnete Ziel des Projektes ist die Schaffung einer Infrastruktur für ein zukünftiges Globales Navigationssatellitensystem (GNSS), das die Schlüsseltechnologien hochgenauer optischer Frequenzstandards sowie optische Intersatelliten-Links (ISL) nutzt. Dadurch kann eine Zeitsynchronisation innerhalb der kompletten Konstellation namens „Kepler“ ermöglicht werden (Giorgi et al., 2019). Das DLR beschäftigt sich dabei mit den technischen Entwicklungen der Kepler-Konstellation und das GFZ untersucht den Einfluss dieser Entwicklungen auf geodätische Schlüsselgrößen, wie Satellitenorbits, Troposphäre, Schwerefeld der Erde und globale Referenzrahmen. Umfangreiche Simulationsstudien einer vollständig ausgebauten Kepler-Konstellation (siehe Abb.) unter verschiedenen Szenarien im Vergleich zu einer aktuellen Galileo-Konstellation wurden durchgeführt. Zum Beispiel verbessert sich die Genauigkeit der Orbits der MEO-Satelliten von Kepler um bis zu drei Größenordnungen durch die Hinzunahme der Low Earth Orbit (LEO) Satelliten, der ISL und perfekt synchronisierter Satellitenuhren im Vergleich zu Galileo (Michalak et al., 2020). Außerdem zeigen sich in den bestimmten Geozentrumskoordinaten eines globalen terrestrischen Referenzrahmens Verbesserungen um einen Faktor von 43 in Z-Richtung und von 8 in X- und Y-Richtung. Ein wichtiger Grund hierbei ist die verbesserte Satellitengeometrie und die als bekannt angenommenen Satellitenuhren. Geschätzte Erdrotationsparameter einer Kepler-Konstellation verbessern sich um bis zu 85% (Glaser et al., 2020).

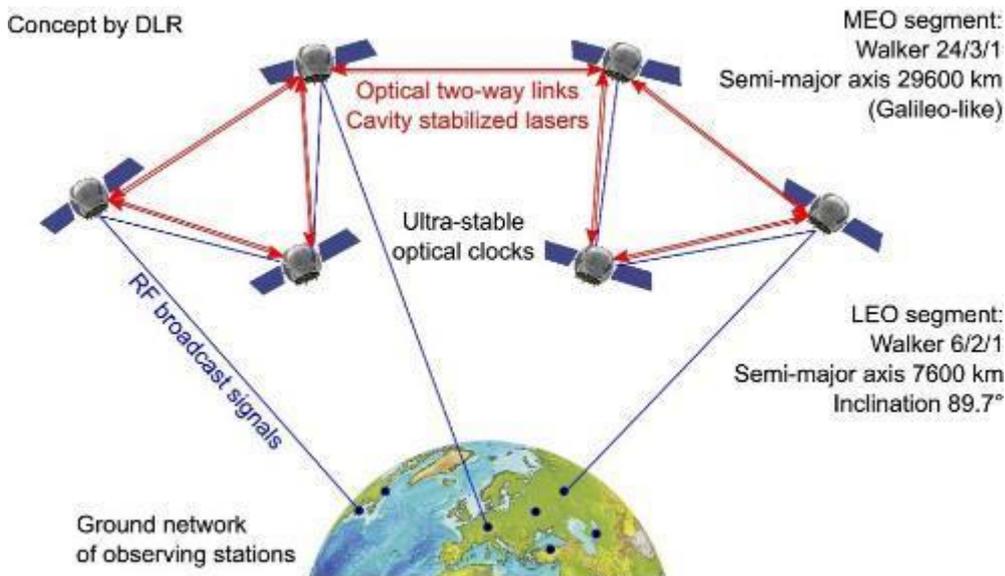


Abb. Übersicht über die geplante zukünftige GNSS-Konstellation „Kepler“ mit 24 Medium Earth Orbit (MEO) und 6 Low Earth Orbit (LEO) Satelliten, welche mit optischen Inter-Satelliten-Links verbunden sind (aus Glaser et al., 2020).

- Giorgi G, Schmidt T, Mata-Calvo R, Fuchs C, Hoque M, Berdermann J, Furthner F, Günther C, Schuldt T, Sanjuan J, Gohlke M, Braxmaier C, Balidakis K, Dick G, Flechtner F, Ge M, Glaser S, König R, Michalak G, Murböck M, Semmling M, and Schuh H (2019), Advanced Technologies for Satellite Navigation and Geodesy, *Advances in Space Research*, doi: 10.1016/j.asr.2019.06.010, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0273117719304260>
- Glaser S, Michalak G, Männel B, König R, Neumayer K H, Schuh H (2020), Origin and scale realization within a future GNSS constellation, *Journal of Geodesy*, (under review)
- Glaser S, König R, Neumayer K, et al. *Journal of Geodesy* (2019), Future SLR station networks in the framework of simulated multi-technique terrestrial reference frames. *J Geod* 93, 2275–2291, doi: 10.1007/s00190-019-01256-8

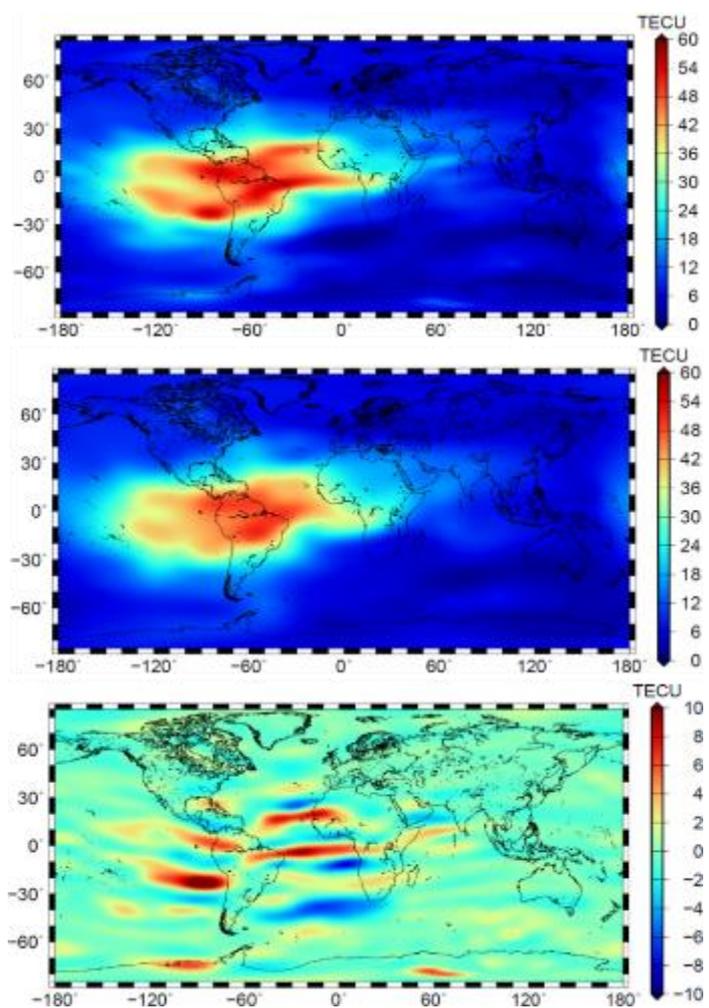
- Michalak G, Neumayer K H, König R (2018) Precise Orbit Determination with Inter-satellite Links and Ultra-stable Time for a Future Satellite Navigation System. Proceedings of the 31st International Technical Meeting of The Satellite Division of the Institute of Navigation (ION GNSS+ 2018), Miami, FL, USA, 2018, pp. 968-1001. DOI: 10.33012/2018.15892
- Michalak G, Glaser S, Neumayer K H, König R (2020) Precise orbit and Earth parameter determination supported by LEO satellites, inter-satellite links and synchronized clocks of a future GNSS, Advances in Space Research, (under review).

#### 40. Hochaufgelöste globale Ionosphärenkarten für präzise GNSS-Anwendungen

Michael Schmidt, Andreas Goss, Florian Seitz, Technische Universität München, Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut (DGFI-TUM) (Förderer: DFG)

Die Ionosphäre zählt zu den größten Fehlerquellen bei der Punktpositionierung mit Einfrequenz-GNSS-Empfängern. Der Internationale GNSS Service (IGS) und deren 'Ionosphere Associated Analysis Centers' (IAAC) stellen Nutzern routinemäßig Karten des 'Vertical Total Electron Content' (VTEC) der Ionosphäre zur Verfügung, um die Einflüsse der Ionosphäre auf GNSS Code- und Phasenmessungen zu korrigieren. Da diese Karten auf post-prozessierten Beobachtungen und sogenannten finalen Orbits basieren, stehen sie dem Nutzer in der Regel mit Latenzzeiten von Tagen bis Wochen zur Verfügung. Präzise Zwei- und Mehrfrequenz-GNSS-Anwendungen, wie z.B. das autonome Fahren oder 'Precision Farming', erfordern jedoch hochaufgelöste und hochpräzise Ionosphäreninformation in Nahe-Echtzeit (Latenzzeiten von bis zu zwei Minuten) bzw. in Echtzeit (höchstens 30 Sekunden).

Am DGFI-TUM wurde eine Prozedur entwickelt, die gleichzeitig sogenannte 'ultra-rapid' (UR) VTEC-Karten mit unterschiedlichem spektralem Inhalt und einer Latenzzeit von 2 bis 3 Stunden erzeugt. Das Verfahren verwendet GNSS-Beobachtungen in Stundenblöcken und UR-Orbits. Die Prozedur basiert auf dem Multi-Skalen-Ansatz, der mittels des pyramidalen Algorithmus VTEC-Karten unterschiedlicher Levels, d.h. mit unterschiedlichem spektralem Inhalt erzeugt. Die Verwendung von polynomialen und trigonometrischen B-Spline-Funktionen zur Modellierung des VTEC-Signals in Breiten- und Längenrichtung ermöglicht nicht nur Generierung einer Multi-Skalen Darstellung (MSD), sondern erlaubt auch die Handhabung der inhomogenen Verteilung der GNSS-Daten. B-Spline-Funktionen zeichnen sich durch ihren lokalisierenden Charakter aus und ermöglichen die Erzeugung von Wavelet-Funktionen, die zur Darstellung der sogenannten Detailsignale, also der Differenzen der VTEC-Karten zweier unterschiedlicher Levels benötigt werden. Realisiert wurde die am DGFI-TUM



**Abb.** MSD des VTEC für das solare Sturmereignis am 8. September 2017 um 19:00 UT. Das VTEC-Signal der oberen Abbildung beinhaltet einen in Bezug auf die Breite höheren spektralen Inhalt als das VTEC-Signal in der Mitte. Unten: Detailsignal (Differenz).

entwickelte MSD des VTEC-Signals durch ein Kalman-Filter-Schätzverfahren mit anschließender Anwendung des pyramidalen Algorithmus.

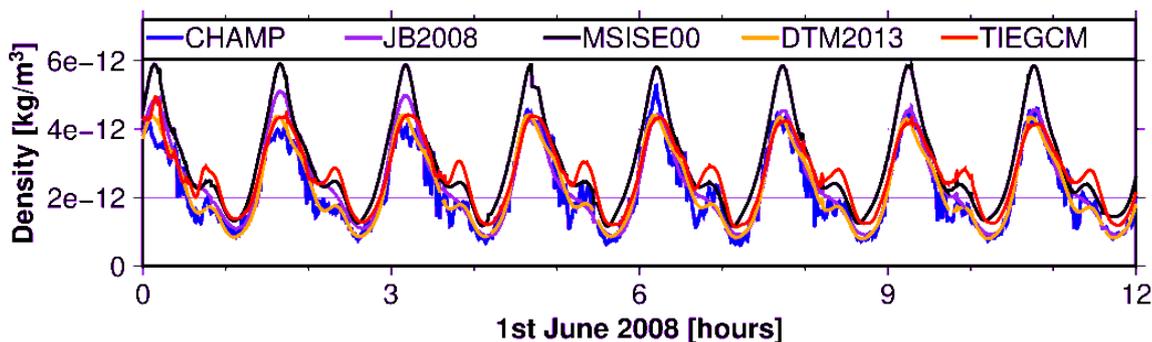
Die Abbildung zeigt die MSD des VTEC-Signals zum Zeitpunkt eines solaren Ereignisses. Dabei wurde die MSD derart festgelegt, dass der pyramidale Algorithmus nur auf die spektrale Auflösung in Richtung der Breite wirkt. Daher unterscheiden sich die beiden oberen Abbildungen hauptsächlich in Breitenrichtung, wie das unten dargestellte Detailsignal als Differenz der beiden oberen Karten zeigt. Mathematisch ergibt sich das Detailsignal als Reihendarstellung in den B-Spline Wavelet-Funktionen. Die größten spektralen Unterschiede von bis zu  $\pm 10$  TECU (1 TECU =  $10^{16}$  Elektronen/m<sup>2</sup>) liegen dort vor, wo das VTEC-Signal am stärksten ist, also im Bereich der äquatorialen Anomalie. Eine Abweichung von 1 TECU entspricht einem Fehler von etwa 16 Zentimeter in der Entfernung zwischen einem GNSS-Satelliten und einem Empfänger auf der Erdoberfläche. Die VTEC-Karte in der mittleren Abbildung entspricht einer Tiefpassfilterung der oberen Karte. Sie ist in ihrem spektralen Inhalt vergleichbar mit den Produkten der IAACs, weist aber mit 2 bis 3 Stunden eine deutlich geringere Latenzzeit auf. Ein Vergleich mit den Produkten der IAACs in Bern (CODE) und Barcelona (UPC) ergab zudem eine Qualitätsverbesserung von einigen TECU. Alle Ergebnisse werden mit den zugehörigen Standardabweichungskarten bereitgestellt.

- Goss A., Schmidt M., Erdogan E., Görres B., Seitz F. (2019): High-resolution vertical total electron content maps based on multi-scale B-spline representations, *Annales Geophysicae*, 37, 699–717, DOI: 10.5194/angeo-37-699-2019.

## 41. Thermosphäre

**Kristin Vielberg, Christina Lück, Jürgen Kusche, Universität Bonn (Förderer: DLR)**

Variationen der Dichte in der Hochatmosphäre haben Auswirkungen auf hochgenaue Satellitenbahnberechnungen wie auch für Wiedereintrittsberechnungen für passive Objekte und Lebenszeitprognosen für aktive Satelliten. Die Thermosphärendichte ist darüber hinaus stark mit der Ionosphäre gekoppelt und von solarer Aktivität und geomagnetischen Stürmen abhängig; Modelle erfassen dies nur sehr eingeschränkt. Im Berichtszeitraum haben wir nicht-gravitative Beschleunigungen, die an Bord verschiedener Satelliten gemessen wurden, im Hinblick auf die Neutraldichte der Thermosphäre ausgewertet. Ausgehend von diesen gemessenen Dichten haben wir tägliche Korrekturen für empirische Dichtemodelle der Thermosphäre bestimmt und diese auf zeitliche und räumliche Auffälligkeiten untersucht.



**Abb.** Gemessene (aus Akzelerometermessungen) und modellierte (aus Thermosphärenmodellen) Neutraldichte der Thermosphäre entlang des Orbits der CHAMP Mission; man erkennt Unterschiede bis zu 30%

- Forootan, E., Farzaneh, S., Lück, C., Vielberg, K. (2019) Estimating and predicting corrections for empirical thermospheric models. *Geophysical Journal International*, Volume 218, Issue 1, July 2019, Pages 479–493, doi.org/10.1093/gji/ggz163

## 3D Oberflächen (Abteilung Ingenieurgeodäsie)

### 0. Einleitung

Mitglieder der DGK, insbesondere der Abteilung Ingenieurgeodäsie, forschen zu Mess- und Auswerteverfahren für die Erfassung drei-dimensionaler Objekte und deren Oberflächen. Dabei wird eine Vielzahl an flächenhaft-erfassenden Messsystemen zur Datengewinnung genutzt und weiterentwickelt. Es seien hier Lasertracker, Laserscanner und photogrammetrische Verfahren erwähnt. Zunehmend erfolgt der Einsatz auch kinematisch oder für robotische Applikationen. Die Messsysteme werden hinsichtlich Qualität analysiert und mittels neu entwickelter Kalibrierungsmethoden optimiert. Der Messprozess und das Messergebnis werden in Kovarianzmatrizen abgebildet. Ein Schwerpunkt der Modellierung von Objekten, die häufig über die Zeit überwacht werden, liegt auf der Erforschung und Weiterentwicklung von Freiformflächen wie NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline) zur Oberflächenmodellierung. Ein weiterer Fokus liegt auf der statistisch fundierten Deformationsanalyse von Oberflächen, die zu mehreren Zeitpunkten aufgenommen wurden. Die Anwendungen und die damit in Verbindung stehenden Forschungen konzentrieren sich auf den Baubereich und landwirtschaftliche Herausforderungen. Dabei spielen Begriffe wie Bautoleranzen, Rauigkeit, Belastungsversuche aber auch Weinbau und Pflanzenproduktion eine wesentliche Rolle.

### 1. Rauigkeitsermittlung von Bauteiloberflächen auf Grundlage bildbasierter 3D-Punktwolken

**Baris Özcan, Raimund Schwermann, Jörg Blankenbach; RWTH Aachen University, Projektlaufzeit: 01.05.2017 – 31.08.2019**

Die Rauigkeit von Bauteiloberflächen spielt für verschiedene Fragestellungen im Bauwesen, z.B. bei der Sanierung und Instandsetzung von Betonbauteilen, eine wichtige Rolle. So müssen die Bauteile vor der Sanierung ein bestimmtes Maß an Rauigkeit aufweisen, um die Adhäsion von Beschichtungen zu gewährleisten. Eine weitere Anwendung der Rauigkeitsbestimmung stellt die Abschätzung der notwendigen Menge des aufzutragenden Beschichtungsmaterials dar.

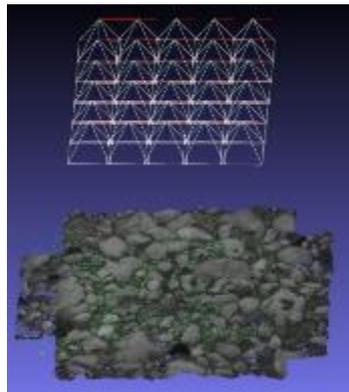
In der Praxis wird zur Bestimmung der Oberflächenrauigkeit bislang insbesondere das Sandflächenverfahren nach Kaufmann eingesetzt. Das Verfahren ist zwar einfach und schnell in der Durchführung, weist jedoch eine Reihe von Nachteilen auf. Beispiele hierfür sind die mangelnde Reproduzierbarkeit der Ergebnisse, mitunter erhebliche Prüferinflüsse und fehlende Einsetzbarkeit an stark geneigten Flächen und Decken. Ein weiterer Nachteil besteht zudem darin, dass das Verfahren eine direkte Berührung mit der Oberfläche benötigt, die ggf. zum Verschleiß bzw. zur Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit führen und demnach verfälschte Ergebnisse liefern kann.

In einem ZIM-Forschungsprojekt wurde in Zusammenarbeit mit einem Industriepartner ein neuartiges kamerabasiertes Messsystem entwickelt, welches die zuvor genannten Schwachpunkte aufgreift und eine geeignete Alternative zur Rauigkeitsbestimmung von Betonoberflächen darstellt. Die Apparatur des Messsystems besteht aus einem Kreuzschlitten mit Steuerung und Antrieb (s. Abb. 1), welcher eine monochrome Industriekamera mäanderförmig über die zu vermessende Oberfläche führt. Basierend auf den Bildaufnahmen der Kamera wird eine dreidimensionale Punktwolke der Objektoberfläche erzeugt, die zur Analyse der Oberflächeneigenschaften herangezogen wird.

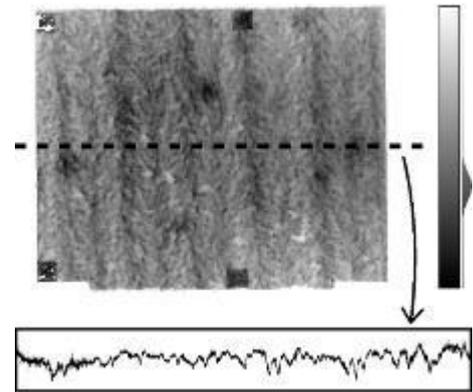
Der Workflow der bildbasierten Objektrekonstruktion besteht im Wesentlichen aus einem zweistufigen Bildzuordnungsverfahren. Im ersten Schritt rekonstruiert der Structure-from-Motion (SfM) Algorithmus die Aufnahmegeometrie des Bildverbandes und liefert als Nebenprodukt eine dünne Punktwolke der Objektoberfläche, während das Dense Image Matching (DIM) aufbauend auf den Orientierungsdaten eine möglichst dichte und lückenlose Punktwolke als 3D-Abbild der Oberfläche erzeugt (Abb. 2 und 3). Die Implementierung und Integration in die Systemumgebung basiert auf der OpenCV-Programmibibliothek. Um Echtzeit-Anforderungen nahe zu kommen, wurden die rechenintensiven Algorithmen des DIM parallelisiert und unter Verwendung der CUDA-Schnittstelle für Grafikprozessoreinheiten (GPU) implementiert.



**Abb. 1:** Kreuzschlitten-Messsystem mit Kamera



**Abb. 2:** Bildverband sowie dünne (grün) und dichte 3D-Punktwolke der Objektoberfläche



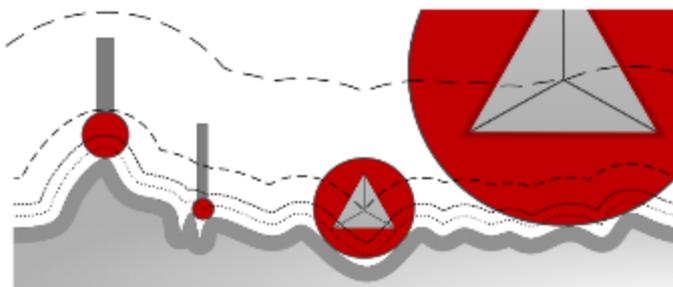
**Abb. 3:** Rekonstruierte Punktwolke (oben), Histogramm der Höhenwerte (rechts) und extrahierte Profillinie (unten, 10-fach überhöht)

- Özcan, B.; Schwermann, R.; Blankenbach, J. (2020): Kamerabasiertes Messsystem zur Bestimmung der Rauigkeit von Bauteiloberflächen - Kalibrierung und erste Ergebnisse. In Proceedings of 19. Internationaler Ingenieurvermessungskurs, Munich, Germany, 03.03.2020.
- Özcan, B.; Schwermann, R.; Blankenbach, J.; Fischer, T. (2018): Image-based Measurement of Concrete Surface Roughness. In Proceedings of 3D Metrology Conference (3DMC), Hamburg, Germany, 17.10.2018.

## 2. Modellierung von taktil erfassten 3D-Oberflächen

Christoph Naab, KIT, Karlsruhe

Bei der taktilen Antastung von Objekten wird die Oberfläche immer indirekt repräsentiert, da der erfasste Messpunkt nicht mit dem tatsächlichen Ist-Berührungspunkt übereinstimmt. Für die Korrektur dieses Offsets ist die lokale Normalenrichtung im Berührungspunkt zu ermitteln. Für die verschiedenen Messmittel, wie Prismen, Kugelreflektoren, Taster oder Messadapter, wurden unterschiedliche Verfahren evaluiert. Bei mehreren Messpunkten, die in einem Punktverband vorliegen, führt die Berücksichtigung der räumlichen Lage der Punktinformationen bzw. die Nachbarschaften zu einer repräsentativeren Anpassung. Dabei ist eine geometrische Modellierung zu bevorzugen. Die unterschiedlichen Einflüsse der taktilen Antastung, wie z. B. die Antastungsvariante, die Flächenpressung nach Hertz, der adhäsive bzw. abrasive Verschleiß oder auch die Fertigungstoleranzen der Messmittel, wurden für typische Szenarien der Large Volume Metrology untersucht, modelliert und einschließlich der zugehörigen Unsicherheitsbeiträge beziffert (Naab, 2016). Ferner wurde u. a. der Einfluss der mechanischen Filterwirkung untersucht und die Wechselwirkung zwischen dem Radius des Messmittels und der Gestaltabweichung von Oberflächen aufgezeigt (vgl. Abb. 1).



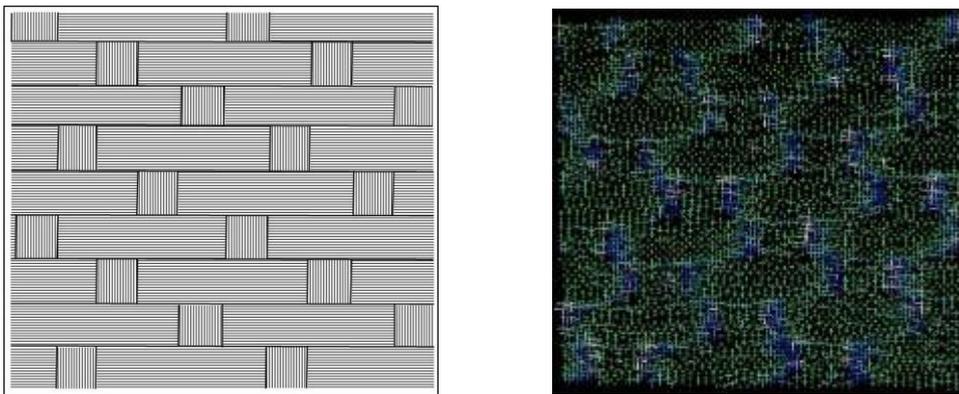
**Abb. 1:** Mechanische Filterwirkung beim taktilen Antasten von Freiformflächen in Abhängigkeit vom Kugeldurchmesser – exemplarisch für einen 3 mm- und 6 mm-Kugeltaster sowie für einen 0,5"- bzw. 1,5"-Kugelreflektor (vgl. Naab, 2016).

- Naab, C. (2016): Beiträge zur Optimierung der Offsetkorrektur bei der taktilen Erfassung von Freiformflächen. In: KITopen. Dissertation (VII, 190 S.), Karlsruher Institut für Technologie (KIT), DOI: 10.5445/IR/1000071109

### 3. Modellierung von reflektierenden und transparenten 3D-Oberflächen

Christoph Naab, KIT, Karlsruhe

Die Erfassung von reflektierenden und transparenten 3D-Oberflächen gestaltet sich aufgrund des schlechten Signal-Rausch-Verhältnisses und der Eindringtiefe schwierig, wenn reflektorlos messende Instrumente benutzt werden, wie zum Beispiel Laserscanner als auch Laser Radar (Nikon Metrology). Letzteres erreicht 3D-Punktunsicherheit ( $2\sigma$ ) von rund  $10\ \mu\text{m}/\text{m}$  und Reichweiten von bis zu 60 m. Dies gelingt aufgrund eines speziellen Streckenmessprinzips, das auf der Frequenzmodulation beruht, wobei zur Auswertung des Empfangssignals lediglich eine Rückstreuung von mindestens  $10^{-9}$  vorausgesetzt wird. Insbesondere bei modernen Materialien wie Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV), also z. B. glas- oder kohlefaserverstärkte Kunststoffe (GFK bzw. CFK), oder bei Oberflächen auf denen ein mehrschichtiger Lack (z.B. im Fahrzeugbau) aufgebracht ist, durchdringt der Messstrahl transparente Bereiche. Die maximale Reflexion findet somit erst innerhalb des Objekts statt (vgl. Naab, 2016). Bei Messungen mit dem Laser Radar konnten beispielsweise diese systematischen Abweichungen (Einfallswinkel  $45^\circ$ ) mit rund 0,2 mm bei einem exemplarischen CFK-Material beziffert werden, wobei die Referenzebene mittels kartesischem Koordinatenmessgerät und taktilem Antastung ermittelt wurde. Demgegenüber lässt sich aufgrund der entstehenden Systematik infolge der Materialeindringung auf den inneren Aufbau von FKV-Materialien schließen, deren Festigkeit durch die Faserlage geprägt ist (vgl. Abb. 1). Diese Erkenntnisse werden permanent bei der Erfassung von Freiformflächen anhand von praktischen Beispielen erweitert.



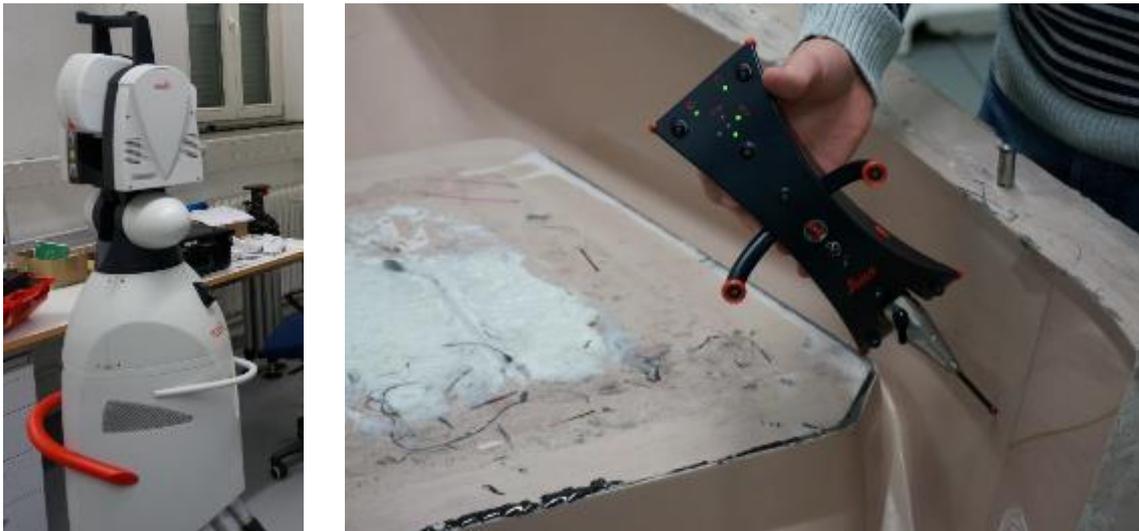
*Abb. Links: Schematische Darstellung des Aufbaus der Faserlagen eines CFK-Materials. Rechts: Systematische Abweichungen von der idealen Ebene aufgrund des Eindringens des Messstrahls des Laser Radars in das CFK-Material (Grün-Blau-Farbwechsel  $\approx 0,2\text{mm}$ ).*

- Naab, C. (2016): Beiträge zur Optimierung der Offsetkorrektion bei der taktilen Erfassung von Freiformflächen. In: KITopen. Dissertation (VII, 190 S.), Karlsruher Institut für Technologie (KIT), DOI: 10.5445/IR/1000071109

### 4. Modellierung von Freiformflächen mittels invertierter NURBS-Generierung

Christoph Naab, KIT, Karlsruhe

Freiformflächen werden unter anderem mit NURBS beschrieben, insbesondere, wenn glatte Flächen vorliegen, die durch wenige Messpunkte beschrieben werden. In diesem Fall sind Vermaschungsansätze (z. B. Bildung von Dreiecksnetzen) ungeeignet. Für die NURBS-Modellierung wird in Naab (2016) ein alternativer neuartiger Ansatz zur Modellierung entwickelt, bei dem direkt die Messpunkte als Kontrollpunkte eingehen, während bisher die Kontrollpunkte aus den Messungen geschätzt wurden. Er ist für Freiformgeometrien mit approximierendem Charakter anwendbar und weist bedeutende Vorzüge in der Anwendung auf. In Naab (2016) werden die Eigenschaften solcher Offsetgeometrien analysiert und bewertet sowie ein neuer sequenzieller Ansatz für die Erzeugung von parallelen Geometrien für vermaschte Messpunkte entwickelt, der den bisher auftretenden Systematiken entgegenwirkt. Im Fall der taktilen Antastung werden primär typischerweise parallele Geometrien beobachtet; der neu entwickelte NURBS-Ansatz ist geeignet, Offsets zu korrigieren. Randbedingungen und Grenzen des vorgeschlagenen Ansatzes sind Gegenstand weiterer kooperativer Forschung.



*Abb. Erfassung der Freiformfläche einer Negativform des Monocoque eines Rennwagens mithilfe einer aktiven Messprobe mittels taktiler Antastung eines Kugeltasters.*

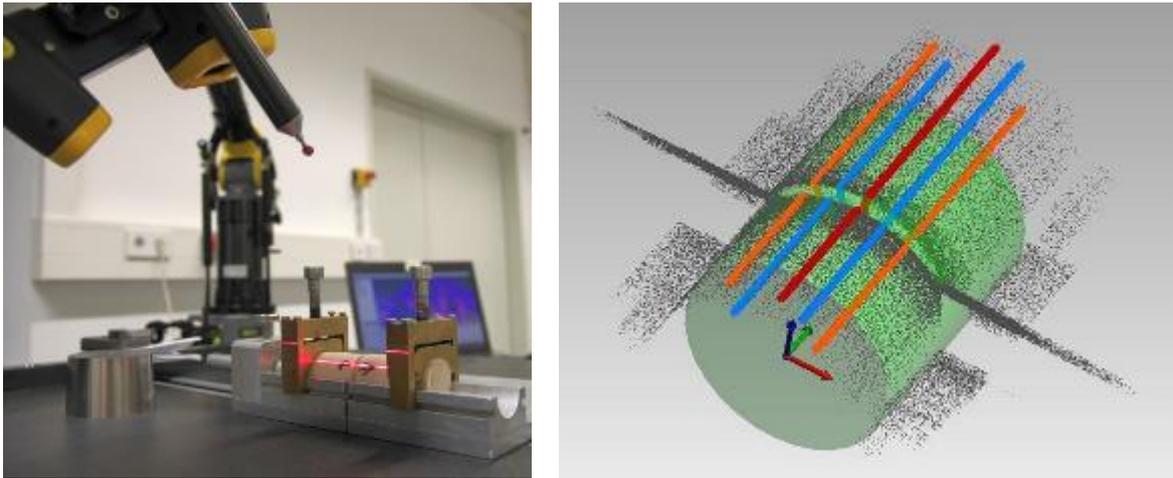
- Naab, C. (2016): Beiträge zur Optimierung der Offsetkorrektur bei der taktilen Erfassung von Freiformflächen. In: KITopen. Dissertation (VII, 190 S.), Karlsruher Institut für Technologie (KIT), DOI: 10.5445/IR/1000071109

## 5. 3D-Oberflächenmesstechnik in der Geothermie/Ingenieurgeologie

**Christoph Naab, KIT, Karlsruhe, Projektpartner: Institut für Angewandte Geowissenschaften, KIT**

Für die Beurteilung geothermischer Reservoirs oder sonstiger Lagerstätten ist die Durchlässigkeit des Gesteins für Fluide zu modellieren. Wesentliche Parameter sind die Öffnungsweite der Klüfte sowie deren Rauigkeit. In diesem Projekt wurden taktile und non-taktile Verfahren der Large-Volume-Metrology auf ihre Eignung getestet, insbesondere wurden Oberflächendaten mit einem Gelenkmessarm mit Linienscanner erhoben. Um eine größtmögliche Stabilität zu gewährleisten und geringe Messunsicherheiten zu garantieren, wurden die Untersuchungen der Gesteinsproben unter definierten Bedingungen im Messlabor des Geodätischen Instituts durchgeführt, wobei vorab der optische Tisch, die Spannvorrichtungen sowie das Messsystem, deren Eigenschaften selbst näher untersucht wurden, sich als solide Basis erwiesen.

Klüfte kommen in unterschiedlichen Ausprägungen mit Öffnungsweiten bis in den Submillimeterbereich vor, wodurch sie schwer messtechnisch erfassbar sind. Anhand eines Versuchsaufbaus wurden verschiedene künstliche Klüfte mit definierten, rückführbaren Öffnungsweiten erzeugt, um die Leistungsfähigkeit des scannenden Messsystems zusammen mit den Auswerterroutinen für die gesuchten Kenngrößen zu evaluieren (vgl. Abb. 1). Aufgrund der mit übergeordneten Unsicherheit erzeugten Klüfte konnte ein echter Soll-Ist-Vergleich mit den berechneten Öffnungsweiten aus den Scandaten erfolgen. Es zeigte sich, dass die Kluftweiten bis in Submillimeterbereich, mit wenigen zehn Mikrometern Abweichung zuverlässig bestimmbar sind und eine minimale Öffnungsweite von kleiner 200 µm erfassbar ist.



*Abb. Links: Erfassung einer künstlichen Kluft eines Bohrkerns aus Kalkstein mithilfe des Gelenkmessarms Nikon MCAII und des Linienscanners MMDx100. Rechts: Exemplarische Scandaten der Materialprobe mit lokalem Koordinatensystem und berechneten Messpunkten der rotierten Schnittebenen zur Bestimmung der Öffnungsweite der künstlichen Kluft.*

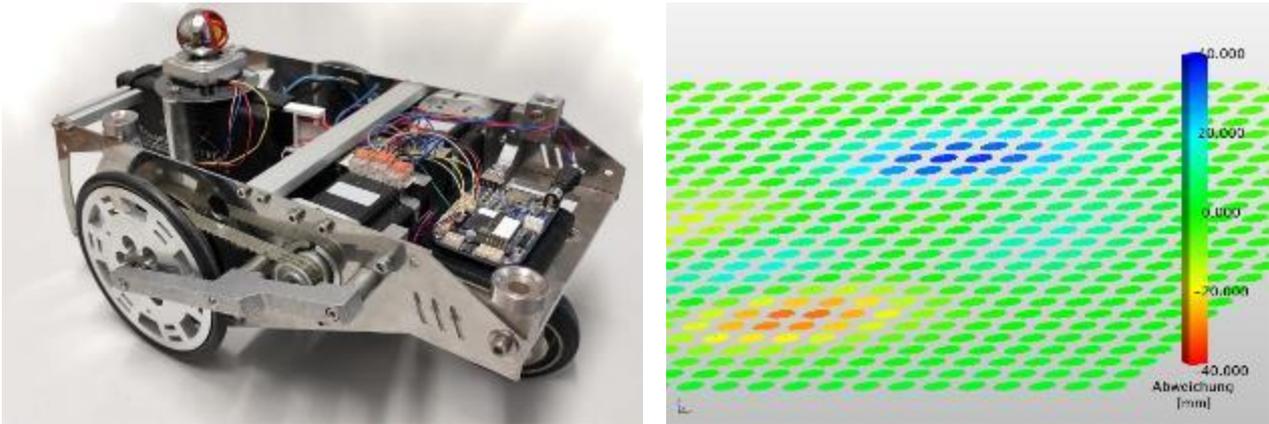
Die Rauheit der Klüfte beeinflusst die auftretende Reibung und wird für die Modellierung des hydraulischen Verhaltens benötigt (Hale et al, 2019). Unter definierten Umgebungsbedingungen wurde die Oberflächenbeschaffenheit mittels Gelenkmessarm kombiniert mit einem Laserscanner erfasst. Langwellige Systematiken wie z. B. die Formabweichung wurden herausgefiltert, wobei die Grenzwellenlänge allgemeiner als nach DIN4760:1982 definiert wurde, um die Rauheit zielgerechter bestimmen zu können. Diese neue Definition der Grenzwellenlänge ist abhängig von der auftretenden Wellentiefe und genügt auch für großvolumigen Messanwendungen der LVM (Large Volume Metrology).

- Hale, S., Naab, C., Butscher, C., Blum, P. (2019): Method Comparison to Determine Hydraulic Apertures of Natural Fractures. In: Rock Mechanics and Rock Engineering, p. 1-10. Springer-Verlag, Vienna, Austria. DOI: [10.1007/s00603-019-01966-7](https://doi.org/10.1007/s00603-019-01966-7)

## 6. Entwicklung eines Verfahrens zur regelkonformen Bestimmung von Bautoleranzen von Hallenböden

**Peter Runge, KIT, Karlsruhe, Projektlaufzeit: 2017-2020**

Im Rahmen der Bauwerkskontrolle wird u.a. die Einhaltung der vorgegebenen Ebenheitstoleranzen nach DIN (insbes. DIN 18202) geprüft. Bedeutsam ist dies etwa für Industriehallenböden, Ingenieurbauwerken oder die Volumenberechnung bei der Asphaltierung von Autobahnen oder Flugplätzen. Da das bisherige tachymetrisch-nivellitische Messverfahren personell sehr aufwändig ist und keinen stringenten Datenfluss aufweist, wird ein quasi-autonomer Roboter entwickelt, der die 3D-Oberfläche während des Überfahrens erfasst. Ziel des Projektes ist, den gesamten Prozess der Ebenheitskontrolle zu automatisieren und Maßnahmen zur Nachbearbeitung des Bodens in Echtzeit zu ermöglichen, wobei sowohl Regelwerke wie DIN 18202 berücksichtigt werden als auch Prozesssicherheit durch begleitende statistisch untermauerte fehlersensitive Analysen erreicht wird. Neu soll die durch adaptive Sensorfusion verfügbare Zusatzinformation unter statistisch fundierter Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeiten für zwei Zwecke verwendet werden: (1) zielgerechte Führung eines mobilen Roboters (ohne Rangieren) und (2) realistischere Angabe der tatsächlich erreichten Unsicherheit der Höhenwerte als bisher möglich war.



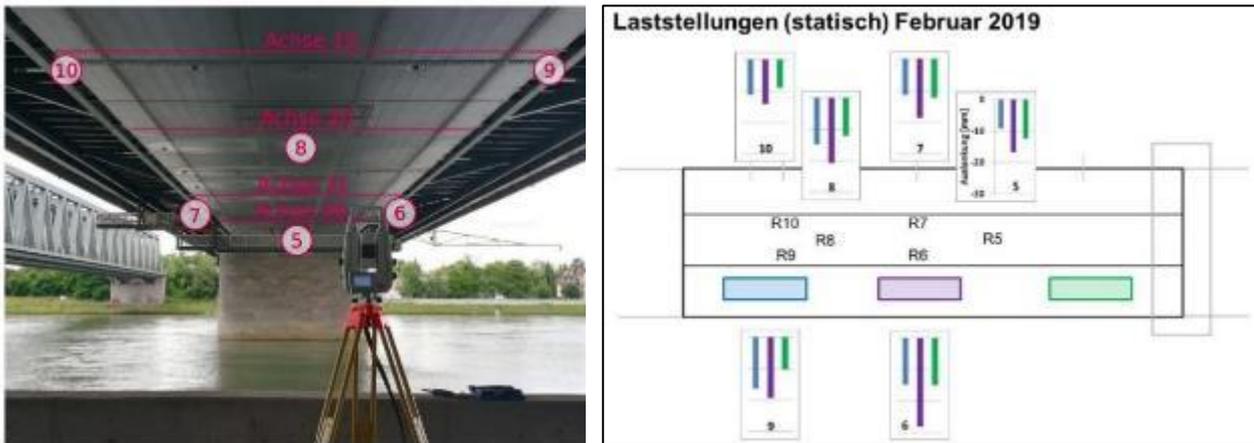
**Abb.:** Funktionsmuster des autonomen Roboters und beispielhafte farbcodierte Darstellung eines gemessenen Punktrasters auf dem Hallenboden in Echtzeit. Die dargestellten Abweichungen liegen im Bereich von  $\pm 40$  mm.

Der mobile Roboter (Abb. 1 links) nimmt lokal die Höhenbestimmung mittels Triangulationssensor vor, während die Roboterposition mit einem polaren Messsystem (Tachymeter) erfasst, weil andere Ortungssysteme keine ausreichende Genauigkeit aufweisen. Im Hinblick auf die grenzwertigen Genauigkeitsforderungen wurde das Tachymeter hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit im (halb-)kinematischen Betrieb untersucht, sowie Maßnahmen ergriffen, um die Latenzzeiten zu minimieren, und eine Reflektornachführung entwickelt. Ein weiteres Ziel des Projektes ist es, die 3D-Erfassung durch adaptiven Sensorfusion zu optimieren. Die prototypische farbcodierte regelkonforme Darstellung der Überschreitungen der Bauleranzen des Hallenbodens erfolgt in Echtzeit (vgl. Abb 1 rechts).

## 7. 3D-Oberflächenerfassung zur Validierung von Belastungsmodellen am Beispiel von Belastungstests der Karlsruher Rheinbrücke

**Manfred Juretzko KIT, Karlsruhe, Projektpartner: Institut für Stahl- und Leichtbau, KIT**

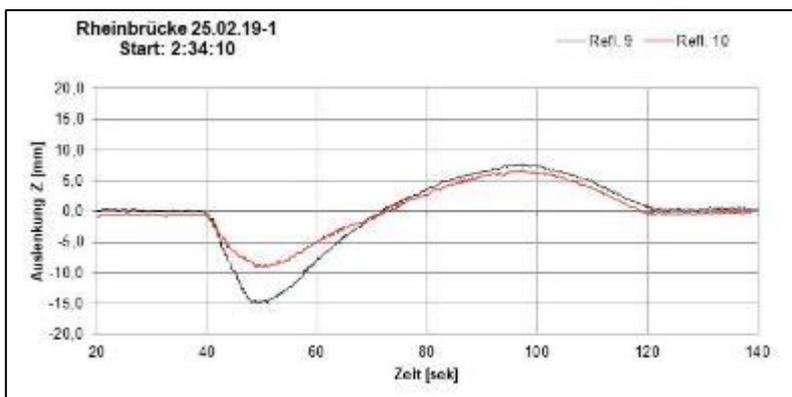
Nach einer Nutzung von über 50 Jahren ist die Karlsruher Rheinbrücke mit Hilfe eines neuartigen Verfahrens unter Verwendung eines Spezialbetons für die Fahrbahn saniert worden. Die Auswirkung dieser Baumaßnahme wurde durch ein interdisziplinäres Team von Wissenschaftlern des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) untersucht. Zur Überwachung des Zustands der Brücke während der verschiedenen Bauphasen wurden neben einer großen Anzahl nichtgeodätischer Sensoren auch zwei synchron arbeitende Tachymeter eingesetzt (Abb. 1). Mit diesen konnte die absolute Bewegung ausgewählter Punkte der Brücke bei diversen Belastungstests mit Submillimetergenauigkeit erfasst werden. Außerdem wurde ein numerisches Tragwerksmodell, das am Institut für Stahl- und Leichtbau des KIT entwickelt wurde und für weitere Analysen zur Verfügung stehen wird, mit den tatsächlichen Messwerten validiert, um eine solide Grundlage für weitere Brückeninstandsetzungen zu erhalten.



**Abb. 1:** Beobachtungspunkte, signalisiert mit Kugelreflektoren, sowie betrachtete Achsen

**Abb. 2:** Vertikale Bewegungen bei statischer Belastung. Die Farben entsprechen den Positionen des Belastungsfahrzeugs, die Ziffern den Beobachtungspositionen der 3D-Verformung

Die Erfassung der (vertikalen) Bewegung der Brücke erfolgte während drei verschiedener Bauphasen bei verschiedenen Verkehrssituationen: Bei typischem, fließendem Verkehr, bei statischer Positionierung eines Belastungsfahrzeugs in Verbindung mit einer Brückensperrung und bei Überfahrt des Belastungsfahrzeugs bei gesperrter Brücke. Parallel dazu wurden in einem Multisensornetzwerk Dehnungen vor allem mit DMS aufgezeichnet, aus denen Spannungen als Eingangsparameter für die numerische Tragwerksmodellierung abgeleitet werden können.



**Abb. 3:** Vertikale Bewegungen der Positionen 9 und 10 bei Überfahrt des Belastungsfahrzeugs.

Exemplarisch aufgeführt sind die festgestellten vertikalen Bewegungen während der Belastungsversuche mit Hilfe eines 50t-Kranwagens im Bereich zwischen dem Karlsruher Wiederlager und dem (asymmetrisch platzierten) Pylon in der Flussmitte. (vgl. Abb. 2 und 3). Die gesamte Brücke wurde dazu zeitweise für den Verkehr gesperrt. Die Belastung erfolgte zum einen durch explizite Positionierung des Fahrzeugs an bestimmten Brückenachsen, zum anderen durch eine Überfahrt mit einer konstanten Geschwindigkeit von 13 km/h.

Mit Hilfe der gemessenen Durchbiegungen konnten die numerischen Modelle des globalen Tragwerks validiert werden. Mit diesen Modellen wird dann von den Projektpartnern die lokale Veränderung des Tragverhaltens mit Hilfe lokaler Sensoren weiter untersucht.

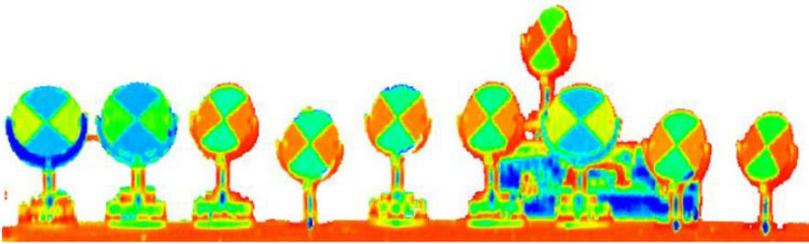
- Weidner, P.; Ruff, D., Juretzko, M., Ummenhofer, T. (2019): Messtechnische Begleitung der Ertüchtigungsmaßnahme an der Rheinbrücke Maxau, Ernst & Sohn Special 2019 – Messtechnik im Bauwesen; Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin.

## 8. Qualitätsanalyse terrestrischer Laserscans

**Heiner Kuhlmann, Universität Bonn**

Terrestrische Lasercanner weisen ein ähnliches Messprinzip wie Tachymter auf. Die dennoch vorhandenen Unterschiede führen zu einer komplexen Unsicherheitsbetrachtung des resultierenden Messprodukts, der Punktwolke. Zwar wird diese Punktwolke vollautomatisiert erstellt, dennoch hat der Anwender durch die Wahl einzelner Messoptionen

(Messauflösung, Zielzeichendesign, Qualitätsstufe, etc.) wesentlichen Einfluss auf die Qualität der Punktwolke. Eine Analyse der Qualität abhängig von verschiedenen Einflüssen sowie eine Schaffung von Transparenz dieser Abhängigkeiten, ist Ziel dieses Projekts.



**Abb.** Reflexionseigenschaften verschiedener Zielzeichen abhängig von ihrer Ausrichtung

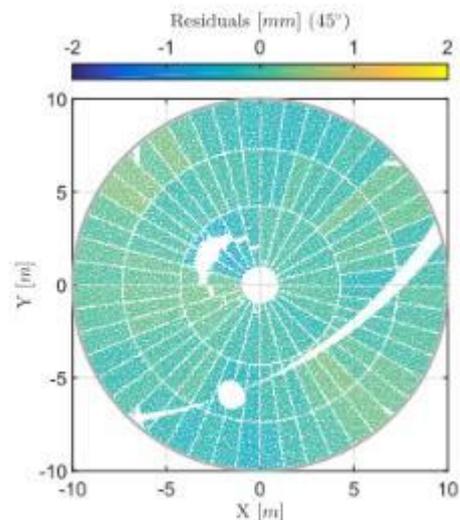
- Heinz, E., Holst, C., Kuhlmann, H. (2019) *Zum Einfluss der räumlichen Auflösung und verschiedener Qualitätsstufen auf die Modellierungsgenauigkeit einer Ebene beim terrestrischen Laserscanning*, Allgem. Verm. Nachr. 1-2/2019, 3-12, Wichmann Verlag, Berlin, Offenbach
- Holst, C. (2019) *Terrestrisches Laserscanning 2019: Von großen Chancen, großen Herausforderungen und großen Radioteleskopen*, zfv - Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, 2/2019, 94-108, doi: 10.12902/zfv-0256-2019
- Janßen, J., Medic, T., Kuhlmann, H., Holst, C. (2019) *Decreasing the uncertainty of the target center estimation at terrestrial laser scanning by choosing the best algorithm and by improving the target design*, Remote Sens., 11 (7), 854, doi: 10.3390/rs11070845
- Schmitz, B., Holst, C., Medic, T., Lichti D. D., Kuhlmann, H. (2019) *How to Efficiently Determine the Range Precision of 3D Terrestrial Laser Scanners?*, Sensors, 19 (6), 1466, doi:10.3390/s19061466

## 9. Deformationsanalyse mit Laserscanning

**Heiner Kuhlmann, Universität Bonn**

Ziel des Projekts ist es, Methoden zur flächenhaften Analyse von Deformationen basierend auf terrestrischen Laserscans zu entwickeln. Die bisherigen Methoden der geodätischen Deformationsanalyse basieren rein auf mehrfach gemessenen identischen Punkten. Neben der Kalibrierung des Laserscanners und der Bestimmung seines stochastischen Modells ist hierfür insbesondere von Belang, inwieweit Deformationen qualitativ und quantitativ aus abgetasteten Oberflächen oder daraus bestimmten Parametrisierungen abgeleitet werden können. Hierbei spezialisieren wir uns insbesondere auf Radioteleskope.

- Holst, C., Nothnagel, A., Haas, R., Kuhlmann, H. (2019) *Investigating the gravitational stability of a radio telescope's reference point using a terrestrial laser scanner: Case study at the Onsala Space Observatory 20-m radio telescope*, ISPRS J. Photogramm., 149, 67-76, doi: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2019.01.010>
- Nothnagel, A., Holst, C., Haas, R. (2019) *A VLBI delay model for gravitational deformations of the Onsala 20 m radio telescope and the impact on its global coordinates*, J. Geod., 93 (10), 2019-2036, <https://doi.org/10.1007/s00190-019-01299-x>



**Abb.** Deformation eines Hauptreflektors von einem Radioteleskop

## 10. Kalibrierung terrestrischer Laserscanner

Heiner Kuhlmann, Universität Bonn

Ziel des Projekts ist es, Methoden zur Kalibrierung terrestrischer Laserscanner zu entwickeln. Hierbei werden einerseits Strategien zur a priori Kalibrierung von Laserscannern vor der eigentlichen Messaufgabe fokussiert. Hier steht die Entwicklung geeigneter Kalibrierfelder im Vordergrund. Andererseits wird die in-situ Kalibrierung während der Messaufgabe thematisiert und geeignete Mess- und Auswertestrategien entworfen. Somit wird es ermöglicht, dass Laserscanner für Messaufgaben mit hohen Anforderungen an die Genauigkeit verwendet werden können.

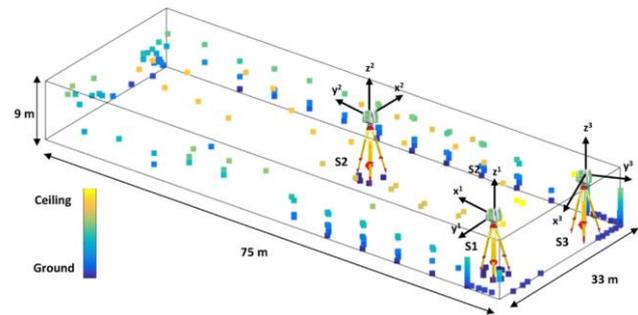


Abb.: Initiales Kalibrierfeld der Uni Bonn

- Medic, T., Holst, C., Janßen, J., Kuhlmann, H. (2019) *Empirical stochastic model of detected target centroids: Influence on registration and calibration of terrestrial laser scanners*, J. Appl. Geodesy, 13 (3), 179-197 doi: <https://doi.org/10.1515/jag-2018-0032>
- Medic, T., Kuhlmann, H., Holst, C. (2019) *Sensitivity analysis and minimal measurement geometry for the target-based calibration of high-end panoramic terrestrial laser scanners*, Remote Sens., 11 (13), 1519 doi: 10.3390/rs11131519
- Medic, T., Kuhlmann, H., Holst, C. (2019) *Automatic in-situ self-calibration of a panoramic TLS from a single station using 2D keypoints*, ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., IV-2/W5, 413-420, doi: 10.5194/isprs-annals-IV-2-W5-413-2019

## 11. NoviSys - Neue Anbausysteme für einen nachhaltigen Weinbau

Heiner Kuhlmann, Universität Bonn, Laufzeit: 01.02.2015 – 31.12.2020, Fördergeber BMBF

Der Anbau resistenter Rebsorten mit der neuen Anbaumethode Minimalschnitt im Spalier erlaubt die Kombination einer umweltfreundlichen und wirtschaftlich vorteilhaften, sowie dem Klimawandel angepassten Produktion. Um neue resistente Rebsorten in einem solchen Produktionssystem zu analysieren soll das Verhalten der Reben, das Management des Rebbestandes einschließlich der Anwendungstechnik, die Biodiversität im Weinberg und die daraus resultierenden Endprodukte im Vergleich zum verbreiteten Spalieranabau objektiv bewertet werden. Innerhalb des Teilprojektes wird ein mobiles Sensorsystem entwickelt und evaluiert, welches mit Hilfe von mehreren Kameras weinbau-relevante Parameter wie die Beeren/Traubenanzahl und -größe georeferenziert erfassen kann und somit zu verschiedenen Zeitpunkten teilautomatisiert quantitative Aussagen über den Traubensatz und den zu erwartenden Ertrag ermöglicht. Dabei kommen sowohl Klassifikationsverfahren zum Einsatz, die auf photogrammetrisch erzeugten 3D Punktwolken basieren, als auch Convolutional Neural Networks, die direkt auf den Bildern operieren.



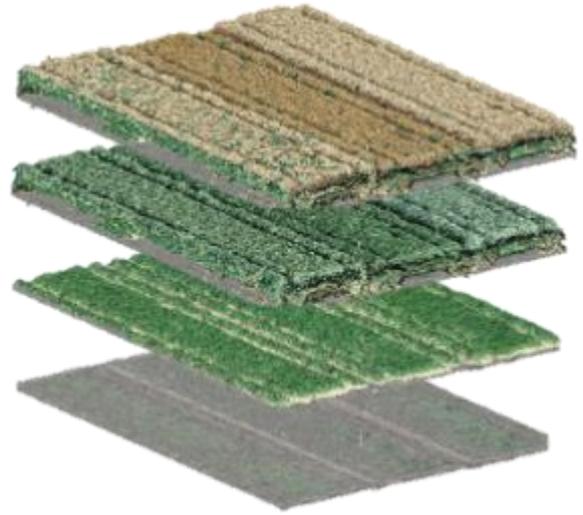
Abb.: Trauben in einem Minimalschnitt Anbausystem. Die mit Hilfe eines Deep Learning Verfahrens erkannten Beeren sind grün markiert.

- Zabawa L, Kicherer A, Klingbeil L, Milioto A, Toepfer R, Kuhlmann H, Roscher R (2019). Detection of single grapevine berries in images using fully convolutional neural networks. The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) Workshops, 16-20 June 2019

## 12. CropWatch - Informationssystem zur Prozesskontrolle und -analyse in der Pflanzenproduktion

**Heiner Kuhlmann, Universität Bonn, Laufzeit: 01.04.2016 – 30.9.2019, Fördergeber: BMEL**

Ziel des Projekts war die Entwicklung eines funktionsfähigen Demonstrators eines Informationssystems zur Prozesskontrolle und -analyse in der Pflanzenproduktion. Es besteht im Wesentlichen aus einem serverbasierten Datenmanagementsystem mit integrierten Möglichkeiten zur Aufnahme, Speicherung, Prozessierung und Auswertung von Daten unterschiedlichster Herkunft aus dem Pflanzenproduktionsprozess. Es bedient sich zweier Digitalkameras, die an einem Traktorbaugerät und an einem unbemannten Fluggerät montiert sind und während der Bewegung aus unterschiedlichen Höhen Bilder von Pflanzenbeständen liefern, und einer Wetterstation, die standortspezifische Wetterdaten tagesaktuell ermittelt. Innerhalb eines Teilprojektes wurden mit Hilfe von multitemporalen Bildbefliegungen von Feldern Pflanzenhöhen automatisiert bestimmt und Wachstumskurven im Kontext verschiedener Anbausysteme, Umweltbedingungen und Genotypen abgeleitet.



**Abb.:** Punktwolke eines Winterweizenfeldes zu 4 verschiedenen Zeitpunkten zwischen Aussaat und Ernte

- Becirevic D, Klingbeil L, Honecker A, Schumann H, Rascher U, Leon J, Kuhlmann H (2019). On the derivation of crop heights from multitemporal UAV based imagery. ISPRS Ann Photogramm Remote Sens Spatial Inf Sci, IV-2/W5, 1-1

## 13. Exzellenzcluster PhenoRob – Robotics and Phenotyping for Sustainable Crop Production

**Sprecher: Prof. Heiner Kuhlmann & Cyrill Stachniss, Universität Bonn, Laufzeit: 01.01.2019 – 31.12.2025, Fördergeber: DFG für die Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder**

Eine der großen Herausforderungen unserer Gesellschaft besteht darin, die Pflanzenproduktion, trotz begrenzter Nutzflächen, zu erhöhen und gleichzeitig die ökologischen Folgewirkungen zu verringern. Dazu wird im Cluster "PhenoRob" an Methoden und neuen Technologien geforscht, um Pflanzen zu beobachten, zu analysieren, besser zu verstehen und gezielt zu behandeln. Dafür werden Felder aus der Luft sowie vom Boden aus überwacht. Computer verarbeiten diese Sensordaten so, dass Roboter automatisch einzelne Pflanzen ansteuern und behandeln können. Dies soll helfen, Landwirtschaft effizienter zu machen, neue Erkenntnisse über Pflanzenwachstum zu gewinnen und den Einsatz von chemischen Hilfsmitteln zu vermeiden.

Innerhalb der Professur für Geodäsie werden dazu Pflanzenbestände mit verschiedenen mobilen Sensorsystemen, wie Robotern und UAVs, dreidimensional und georeferenziert erfasst, um daraus Eigenschaften von Einzelpflanzen und Pflanzenbeständen und deren Entwicklung über die Zeit zu bestimmen. Neben messtechnischen Herausforderungen stehen dabei auch modelltheoretische Fragen bezüglich der Oberflächen im Vordergrund (Blätter, Stengel, Bestandeshöhe, spektrale Eigenschaften, ...). Aus den gewonnenen Informationen werden dann automatisiert phänotypisch relevante Merkmale abgeleitet.



**Abb.:** Mobile Sensorsysteme zur Pflanzenbeobachtung

- Becirevic D, Klingbeil L, Honecker A, Schumann H, Rascher U, Leon J, Kuhlmann H (2019). On the derivation of crop heights from multitemporal UAV based imagery. ISPRS Ann Photogramm Remote Sens Spatial Inf Sci, IV-2/W5, 1-1

- Zabawa L, Kicherer A, Klingbeil L, Milioto A, Toepfer R, Kuhlmann H, Roscher R (2019). Detection of single grapevine berries in images using fully convolutional neural networks. The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) Workshops, 16-20 June 2019

## 14. Anwendung und Evaluierung mobiler Multisensorsysteme

**Heiner Kuhlmann, Universität Bonn**

Mit verschiedenen Multisensorsystem, wie UAVs mit Kameras oder Laserscannern, oder Fahrzeug-basierten Mobile Mapping Systemen, können größere und schwer zugängliche Objekte oder Umgebungen relativ zeiteffizient dreidimensional erfasst werden. Herausforderungen dabei sind zum einen die Kalibrierung der einzelnen im System verbauten Sensoren zueinander, zum anderen die Evaluierung der Ergebnisse hinsichtlich unterschiedlicher Qualitätsparameter. Für beide Fragestellungen wird eine Test- und Kalibrierumgebung aufgebaut und betrieben. Weiterhin wird die Verwendung mobiler Sensorsysteme für die Deformationsanalyse in konkreten Anwendungsbeispielen untersucht. So wurde z.B. ein UAV zur Untersuchung geomorphologischer Prozesse eingesetzt. Mit einem Fahrzeug-gebundenen mobilen Laserscanningsystem wurde die Möglichkeit zur Erkennung von Setzungen und Deformationen einer Straßenoberfläche evaluiert.



*Abb.: Mobile Laserscanning System*

- Klingbeil L, Heinz E, Wieland M, Eichel J, Laebe T, Kuhlmann H. (2019). On the UAV based Analysis of Slow Geomorphological Processes: A Case Study at a Solifluction Lobe in the Turtmann Valley, 4th Joint International Symposium on Deformation Monitoring (JISDM), May 15-17, 2019, Athens, Greece
- Heinz E, Eling C, Klingbeil L, Kuhlmann H (2019). Monitoring the planarity and subsidence of a motorway using kinematic laser scanning, 4th Joint International Symposium on Deformation Monitoring (JISDM), May 15-17, 2019, Athens, Greece

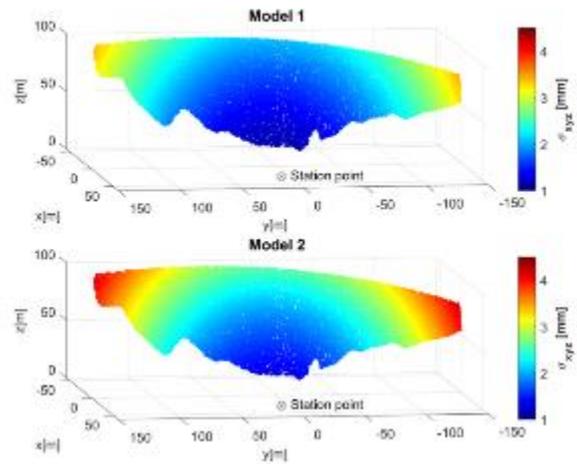
## 15. Integrierte raum-zeitliche Modellierung unter Nutzung korrelierter Messgrößen zur Ableitung von Aufnahme Konfigurationen und Beschreibung von Deformationsvorgängen (IMKAD II)

**Volker Schwieger, Universität Stuttgart, und Hans Neuner, TU Wien, Laufzeit: 01.12.2018 – 30.5.2021, Fördergeber: DFG**

Im Rahmen des Projekts werden neue Verfahren für die Modellierung zeitlicher Veränderungen von Freiformflächen (u.a. unter Nutzung von B-Splines und auf Basis eines Kollokationsansatzes) entwickelt, die das Aufdecken von Festkörperbewegungen und Deformationen zu überwachender Objekte erlauben. Unter Nutzung des Elementarfehlermodells werden dabei synthetische Kovarianzmatrizen der Beobachtungen für Phasenvergleichs- und Impulsscanner als Input für die Flächenmodellierung und Deformationsanalyse konstruiert. Die Varianzen und Kovarianzen basieren auf Instrumenten-, Ausbereitungs- und Objekteigenschaften und werden wesentlich durch die Aufnahme Konfiguration (relative Geometrie zwischen Laserscanner und Objekt) mitbestimmt. Zurzeit wird an der Oberflächenmodellierung gearbeitet. Zur Verifikation der Modellergebnisse werden parallel Messungen im Labor, an einem

etwa 14 m hohen Holzturm bei Urbach im Remstal, erstellt in einem neuartigen Selbstformungsprozess für gebogene Holzkomponenten, und an der mehr als 100 m hohen und etwa 400 m langen Stauameuer Kops in der Silvertta (Österreich) durchgeführt und ausgewertet. Der Fokus liegt hierbei auf die Erstellung hochgenauer Referenzmessungen (Punkte und/oder Oberflächen) gelegt. Des Weiteren ist die automatisierte Optimierung der Scanparameter (relative Geometrie, Abtsatrate, Qualitätsstufe) auf Basis einer nicht-linearen Sensitivitätsanalyse vorgesehen.

- Aichinger, J.; Schwieger, V. (2018): Influence of scanning parameters on the estimation accuracy of control points of B-spline surfaces, Journal of Applied Geodesy, 12 (2), pp. 157-167, deGruyter, Berlin, 2018.



*Abb.: Vergleich zweier synthetischer Varianzmodelle basierend nur auf TLS-Instrumentenfehlern für einen Ausschnitt der Stauauer Kops*

## Digitale Welten (Abteilung Geoinformatik)

### 0. Einleitung

Die Geoinformatik stellt Methoden für die Erfassung und Interpretation von Sensordaten zur Gewinnung von Geoinformation sowie für deren Verwaltung, Analyse und Visualisierung bereit. Sie bietet damit die Grundlagen für die Generierung digitaler Repräsentationen der realen Welt. In den Projekten des Jahres 2019 kommt zum Ausdruck, dass dies für die Bewältigung großer gesellschaftlicher Herausforderungen von essentieller Bedeutung ist. Beispielsweise trägt die Geoinformatik zu einer nachhaltigeren Landwirtschaft und der Entwicklung neuer Mobilitätskonzepte bei. Die Methodenentwicklung bezieht sich vermehrt auf Verfahren des maschinellen Lernens. Zudem ergeben sich an der Schnittstelle zwischen Kartographie, Informationsvisualisierung und Mensch-Maschine-Interaktion neue Forschungsthemen.

### 1. AeroInspekt: Automatisierte Vermessung von Schieneninfrastruktur im Hamburger Hafen

**Markus Gerke, Yahya Ghassoun, TU Braunschweig** (Zusammenarbeit mit einem Institut aus dem Maschinenbau an der TU BS und der HHLA), Projektlaufzeit: 01.08.2018 bis 31.10.2020, Fördergeber: BMVI

Im Containerterminal "Altenwerder" (Hamburg) führen die geomorphologischen Bodenverhältnisse zu einer dauerhaften Absenkung der Gleise und erfordern daher intensive Vermessungs- und Instandhaltungsmaßnahmen. Die zulässigen Toleranzen liegen im Bereich von 10 mm in der XY-Ebene auf einer Strecke von 300 m. In der heutigen Praxis werden die Messungen mit einem Schienenmesswagen durchgeführt. Diese Methode hat den Nachteil, dass der Betrieb von Kränen unterbrochen werden muss. In diesem Projekt entwickeln wir einen alternativen, automatischen Ansatz, bei dem UAV-basierte Photogrammetrie eingesetzt wird, um die tatsächliche Lage der Schiene zu messen. Das eingesetzte Mittelformat-Kamerasystem, kombiniert mit einem 150-mm-Teleobjektiv, ergibt eine GSD von 0,9 mm bei 35 m Flughöhe. Die Herausforderungen betreffen die präzise Realisierung des Festpunktnetzes, die Flugplanung und die Bündelausgleichung. Darüber hinaus wird eine automatisierte Schienenlagemessung im abgeleiteten Oberflächenmodell entwickelt. Erste Experimente zeigen, dass ein automatischer Arbeitsablauf einschließlich der Kartierung möglich ist. Verbleibende Probleme betreffen z.B. die Einhaltung der Anforderungen an die absolute Positionsgenauigkeit, da die innere Blockgenauigkeit theoretisch wesentlich besser ist als das realisierte Festpunktnetz.



**Abb.** Volle Abdeckung eines Luftbildes aus 35m Höhe und Bildausschnitt (entspricht ca. 45x34cm, GSD 0,9mm)

- M. Gerke; Y. Ghassoun; A. Alamouri; M. Bobbe; Y. Khedar; F. Plöger, „High-precision object detection with UAV - demonstrated on a track system“, IN: ISPRS annals, 2020, ICWG I/II, accepted

## 2. ANKommEn2: Automatische Navigation und Kommunikation zur Exploration

**Markus Gerke, Ahmed Alamouri, TU Braunschweig** (Zusammenarbeit mit zwei Instituten aus dem Maschinenbau an der TU BS), Projektlaufzeit: 01.02.2018 bis 31.07.2019, Fördergeber: BMWI

Katastrophen wie Überschwemmungen, Großbrände, Erdbeben, Lawinen oder Waldbrände sind oft unvermeidlich, aber ihre Auswirkungen können durch solide Katastrophenmanagementstrategien, die durch die neuesten technologischen Fortschritte unterstützt werden, minimiert werden. Ein Schlüsselfaktor ist die Zeit, in der jede Verzögerung zu dramatischen Folgen und möglicherweise zu menschlichen Verlusten führen kann. Daher ist ein schneller Lagebericht über die Katastrophe sehr wichtig, aber dennoch keine leichte Aufgabe, da - in den meisten Fällen - a priori bekannte räumliche Informationen, wie Kartendaten oder Geodatenbanken, veraltet sind. Darüber hinaus werden visuelle und geometrische Informationen über die aktuelle Lage benötigt, um Rettungsteams und Ersthelfer zu unterstützen. Die Projektidee von ANKommEn war es, korrekte und zeitnahe Geodaten bereitzustellen, die in Notfällen helfen können, insbesondere zur Unterstützung der Entscheidungsfindung im Notfallrisikomanagement. Zu diesem Zweck wurden automatisierte unbemannte Systeme, sowohl boden- (UGV) als auch luftgestützte (UAV), entwickelt, um aktuelle Informationen über Rettungsszenarien bereitzustellen. Die Aufgabe des IGP war es, eine Geodatenbank-Infrastruktur zu entwickeln, mit deren Hilfe, erfasste Daten noch von der Einsatzstelle aus im Internet zugänglich gemacht werden können.



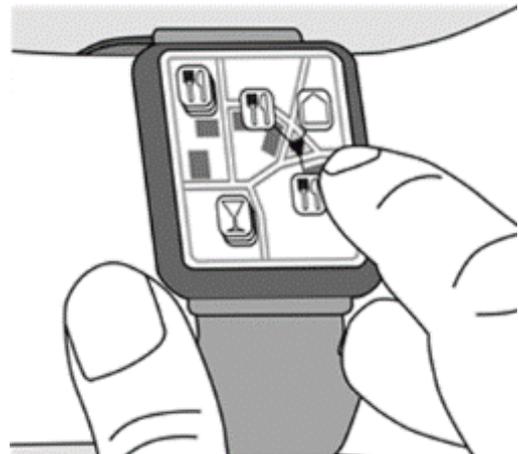
*Abb. Front-End-Ansicht für Endnutzer: Orthophoto und Hyperlinks zu Punktwolken-Ansichten.*

- Alamouri, A.; Gerke, M.: Development of a Geodatabase For Efficient Remote Sensing Data Management in Emergency Scenarios, In: ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., IV-2/W5, 87–93, <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-2-W5-87-2019>, 2019.
- Alamouri, A.; Gerke, M.; Batzdorfer, S.; Becker, M.; Bestmann, U.; Bobbe, M.; Khedar, Y.; Blume, T.; Schattenberg, J.; Schmiemann, J.: The Joint Research Project ANKommEn – Exploration Using Automated UAV and UGV, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLII-2/W13, 165–172, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W13-165-2019>, 2019.

### 3. Zoomless Maps: Modelle und Algorithmen für die Exploration von Karten mit hoher Informationsdichte und festem Maßstab

Jan-Henrik Haurert, Universität Bonn, Projektlaufzeit: 2019 bis 2022, Fördergeber: DFG

Interaktive Karten finden eine weite Verbreitung in Navigationssystemen und standortbasierten Diensten. Aufgrund der geringen Bildschirmgröße mobiler Geräte müssen Nutzer jedoch häufig zwischen kleinen und großen Maßstäben zoomen, um auf Kontextinformation einerseits und Detailinformation andererseits zuzugreifen. Die bisherige Forschung hat sich oft damit befasst, maßstabsübergreifende Konsistenzkriterien bei der automatischen Generalisierung und Schriftplatzierung zu berücksichtigen, um sprunghafte Änderungen in einer Karte beim Zoomen zu vermeiden. Dennoch werden Nutzer abgelenkt, wenn sie zur Lösung einer Aufgabe den Kartenmaßstab mehrfach ändern müssen.



*Abb.: Durch Interaktion kann ein Nutzer auf zunächst verborgene Information zugreifen, ohne den Kartenmaßstab zu ändern.*

In diesem Projekt geht es daher darum, den Zugriff auf detaillierte Information in interaktiven Karten so zu erleichtern, dass typische Aufgaben der Exploration von Karten vermehrt ohne die Änderung des Kartenmaßstabs gelöst werden können. Beispielsweise behandeln wir die Suche nach einem Hotel oder Restaurant anhand nutzerspezifischer Kriterien, die den geographischen Kontext einbeziehen. Wir streben Karten an, deren Maßstab zwar fest ist, in denen jedoch manche Information zunächst verborgen und durch Nutzerinteraktion zugreifbar ist. Solche Karten bezeichnen wir als Zoomless Maps. Ein einfaches Beispiel ist eine Karte, die aus mehreren Seiten besteht, auf denen jeweils eine andere Auswahl von Objekten vor einem festen Kartenhintergrund zu sehen ist. Durch Navigation von Seite zu Seite erhält der Nutzer Zugriff auf alle Objekte, ohne zoomen oder den Kartenhintergrund ändern zu müssen. Bereits bei dieser einfachen Art von Karte stellen sich offene algorithmische Fragen. Insbesondere müssen die Objekte den Seiten der Karte zugeordnet werden, sodass jede Seite eine hohe kartographische Qualität aufweist, wichtige Objekte auf vorderen Seiten erscheinen und die Anzahl der Seiten möglichst klein ist. Wir werden auf dieses einfache Modell einer Zoomless Map aufbauen, um mehr Flexibilität einzuführen. Beispielsweise sollen die Objekte einer Karte zu Clustern zusammengefasst werden, die erst durch Nutzerinteraktion expandiert werden.

Das Projekt zielt darauf ab, mathematische Modelle aus Zwängen und Qualitätskriterien zur Formalisierung von Zoomless Maps zu bilden sowie Algorithmen für deren Berechnung zu entwickeln. Dabei streben wir algorithmische Rahmenwerke an, die allgemein genug sind, um verschiedene Modellvarianten zu lösen. Wir werden einerseits effiziente exakte Algorithmen und exakte Ansätze mittels mathematischer Programmierung einsetzen, um Karten zu erzeugen, die hinsichtlich vorgegebener Modelle optimal sind. Andererseits werden wir effiziente Heuristiken entwickeln, um hinreichend gute Karten in Echtzeit zu berechnen. Wir werden sowohl optimale Karten mithilfe von Nutzern evaluieren, um Aussagen über die Qualität unserer Modelle zu gewinnen, als auch unsere Heuristiken bewerten, indem wir mit ihnen erzeugte Lösungen mit optimalen Lösungen unserer exakten Verfahren vergleichen.

- S. Gedicke, B. Niedermann, and J.-H. Haurert. Multi-page labeling of small-screen maps with a graph-coloring approach. In LBS 2019: 15th International Conference on Location Based Services, November 11-13, 2019, Vienna, AT. 2019.
- B. Niedermann and J.-H. Haurert. Focus+context map labeling with optimized clutter reduction. International Journal of Cartography, 5(2-3):158-177, 2019. Special issue of the 29th International Cartographic Conference (ICC'19).

#### 4. Bestimmung personalisierter multikriterieller Routingmodelle aus wenigen freiwillig generierten Trajektorien

Jan-Henrik Haurert, Universität Bonn, Projektlaufzeit: 2019 bis 2022, Fördergeber: DFG

Durch Aktivitäten vieler Freiwilliger sind im zurückliegenden Jahrzehnt nahezu vollständige Repräsentationen von Verkehrsnetzen und große Mengen von Trajektorien entstanden. Letztere wurden zu einem erheblichen Teil von Freizeitsportlern erzeugt – zum Beispiel durch Aufzeichnung von Radtouren oder Wanderungen mit GPS-Empfängern. In diesem Projekt werden wir nutzerspezifische Routingpräferenzen mithilfe von Trajektorien von Fahrradfahrern und Fußgängern analysieren und visualisieren. Insbesondere werden wir der Frage nachgehen, ob sich Unterschiede im Routingverhalten verschiedener Nutzer eher durch unterschiedliche Gewichtungen einer festen Menge von Kriterien erklären lassen oder vielmehr Unterschiede in der Auswahl von Kriterien eine Rolle spielen.

Anders als in verwandten Arbeiten, die oft auf die Detektion allgemeiner Präferenzen einer größeren Population abzielen, können wir für das Lernen eines nutzerspezifischen Routingmodells nicht von einer großen Menge von Trajektorien oder einer vollständigen Abdeckung des Straßennetzes ausgehen, da für einzelne Nutzer oft nur wenige Trajektorien vorliegen. Wir benötigen daher neue algorithmische Ansätze. In Anbetracht der Gefahr einer Überanpassung müssen wir vermeiden, Routingmodelle mit vielen Parametern aus wenigen Daten zu schätzen. Stattdessen streben wir eine automatische



*Abb.: Die Trajektorie eines Fahrradfahrers (gelb) lässt sich in Teiltrajektorien unterteilen, welche hinsichtlich eines gelernten Routing-Modells optimale Wege im Straßennetz sind. Je weniger Teilungen (weiße Punkte) nötig sind, umso besser gibt das Routing-Modell die Routing-Präferenzen des Fahrradfahrers wieder.*

Vereinfachung von Routingmodellen durch die Selektion der wichtigsten Kriterien sowie eine Gewichtung der selektierten Kriterien an. Um Ähnlichkeiten und Unterschiede von Routingpräferenzen innerhalb einer größeren Gruppe von Personen entdecken zu können, werden wir neue Clusteringalgorithmen und neue Methoden zur Visualisierung von Routingpräferenzen in einem geographischen Kontext entwickeln. Dabei werden wir aufzeigen, wie sich gewichtete geometrische Graphen, deren Kantengewichtungen zuvor gelernte Routingpräferenzen repräsentieren, in Form von Karten visualisieren lassen. Zudem werden wir neue Möglichkeiten zur Visualisierung von Unterschieden zwischen den Präferenzen verschiedener Nutzer schaffen.

Unsere algorithmischen Entwicklungen werden stark von mathematischen Modellen getrieben sein. So werden wir zunächst auf exakte Algorithmen abzielen, mit denen wir zumindest für kleine Datensätze optimale Lösungen berechnen können. Aufgrund der zu erwartenden hohen Komplexität der betrachteten Probleme werden wir jedoch auch effiziente Heuristiken entwickeln, um große Mengen von Daten prozessieren und dadurch Trajektorien vieler Personen berücksichtigen zu können. Zur Evaluierung der Heuristiken werden wir mit ihnen generierte Lösungen mit optimalen Lösungen unserer exakten Algorithmen quantitativ vergleichen. Durch umfangreiche Experimente werden wir neue Möglichkeiten zur Analyse nutzergenerierter Trajektorien aufzeigen und die anfangs gestellte Frage, ob sich Unterschiede im Routingverhalten eher durch unterschiedliche Gewichtungen oder unterschiedliche Selektionen von Kriterien begründen lassen, klären.

- J. Oehrlein, A. Förster, D. Schunck, Y. Dehbi, R. Roscher, and J.-H. Haurert. Inferring routing preferences of bicyclists from sparse sets of trajectories. In volume IV-4/W7 of ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Proc. 3rd International Conference on Smart Data and Smart Cities, pages 107-114. 2018.

- J. Oehrlein, B. Niedermann, and J.-H. Haunert. Inferring the parametric weight of a bicriteria routing model from trajectories. In Proc. 25th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems (ACM SIGSPATIAL GIS '17), pages 59:1-59:4. 2017.
- J. Sultan, G. Ben-Haim, and J.-H. Haunert. Extracting spatial patterns in bicycle routes from crowdsourced data. Transactions in GIS, 21(6):1321-1340, 2017.

## 5. Management und interaktive Exploration von Forschungsdaten im Exzellenzcluster PhenoRob – Robotik und Phänotypisierung für Nachhaltige Nutzpflanzenproduktion

Jan-Henrik Haunert, Universität Bonn, Projektlaufzeit: 2018 bis 2025

Im Exzellenzcluster PhenoRob der Universität Bonn und des Forschungszentrums Jülich werden Technologien für eine nachhaltigere Landwirtschaft entwickelt – dazu gehören insbesondere neue Ansätze zur Phänotypisierung von Pflanzen mithilfe Methoden der Robotik und des maschinellen Lernens. Eine Herausforderung stellt das Management der im Cluster erhobenen Daten dar. So kommt eine große Zahl unterschiedlicher Sensoren zum Einsatz, mit denen sehr große und verschiedenartige Daten erfasst werden. Die Arbeitsgruppe Geoinformation entwickelt zu diesem Zweck eine Forschungsdateninfrastruktur, welche die langfristige Speicherung und den Zugriff auf die Daten sicherstellen soll. In diesem Kontext werden neue Methoden entwickelt, um eine interaktive Exploration der Forschungsdaten zu ermöglichen.

Insbesondere besteht das Ziel, übersichtliche graphische Repräsentationen von Suchergebnissen automatisch zu erstellen. Durch die Vorberechnung geeigneter Datenstrukturen sollen diese Repräsentationen auch für große Datenmengen in Echtzeit abrufbar sein. Ein Beispiel stellt die Exploration großer Datensätze über Wetterereignisse dar – z. B. Stürme, die jeweils mit ebenen Koordinaten und Zeitstempeln erfasst werden. Eine Suchanfrage auf diesen Datensatz kann aus einem vom Nutzer spezifizierten Zeitfenster bestehen; in diesem Fall soll für alle Wetterereignisse in dem angegebenen Zeitfenster, unterstützt durch eine Datenstruktur, eine kartographisch abstrahierte Repräsentation erstellt werden. Bei dieser Repräsentation kann es sich um ein schematisches Polygon handeln, welches die Ausdehnung der Ergebnismenge für die Anfrage wiedergibt.



Abb.: In einer Menge von Sturmereignissen wurde durch Angabe eines Zeitfensters eine Teilmenge selektiert (links) und anschließend durch ein alpha-Shape (mittig) beziehungsweise durch eine schematische Approximation (rechts) kartographisch abstrahiert visualisiert.

- Bonerath, B. Niedermann, and J.-H. Haunert. Retrieving alpha-shapes and schematic polygonal approximations for sets of points within queried temporal ranges. In Proc. 27th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems (ACM SIGSPATIAL '19), pages 249-258. 2019.
- Bonerath, J.-H. Haunert, and B. Niedermann. Dynamic aggregation of geo-objects for the interactive exploration of research data. In volume 29. Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation e.V., DGPF Jahrestagung 2020, Stuttgart, Germany, pages 488-496. 2020.

## 6. Dynamische Passinformation zur relativen Positionierung von Sensornetzknotten

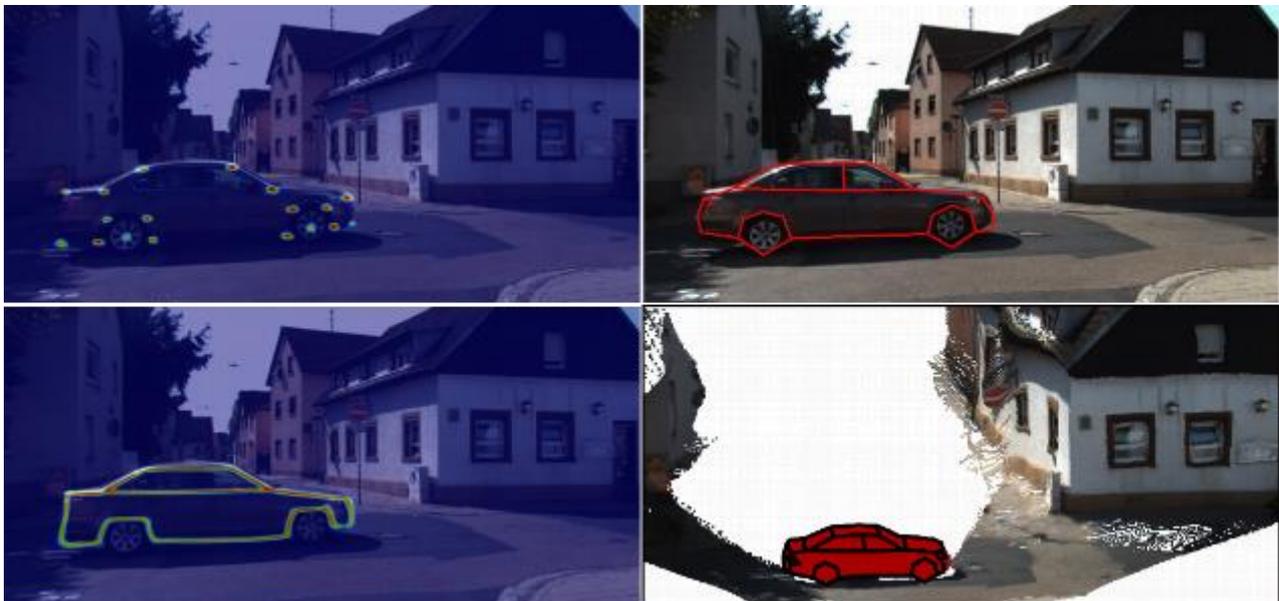
Christian Heipke, Leibniz Universität Hannover (gefördert von DFG)

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 Sensornetzknotten abgeleitet werden.

Die Verwendung von Stereoaufnahmen ermöglicht die Ableitung von 3D Information, welche zusätzlich zur Bildinformation genutzt werden kann. Die initiale Detektion der Fahrzeuge erfolgt 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 prädierten Kanten und Landmarken in Einklang bringt.



**Abb.** Beispiel eines eingepassten Fahrzeugmodells. links: Detektierte Landmarken (oben) und prädierte Fahrzeugkanten (unten). Rechts: Eingepasstes Fahrzeug projiziert ins Bild (oben) und in 3D Ansicht (unten).

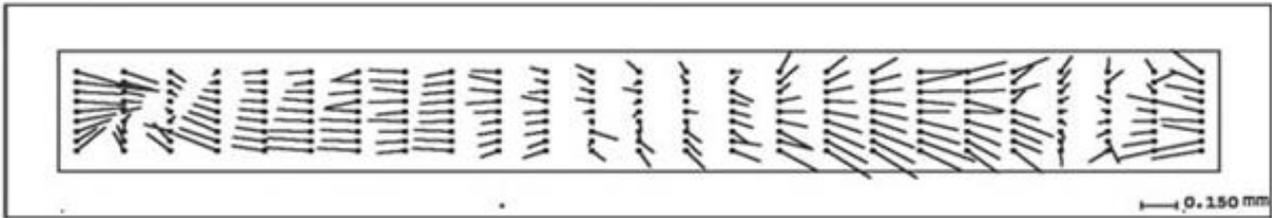
- Coenen, M.; Rottensteiner, F.; Heipke, C. (2019): Precise vehicle reconstruction for autonomous driving applications. In: ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences IV-2/W5, pp. 21-28.

## 7. Höhenmodelle und Orthofotos aus CORONA-Bildern

**Christian Heipke, Leibniz Universität Hannover (Institutsprojekt)**

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 Dünnplattenbilder 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.

- Aldosari, A.; Jacobsen, K. (2019): Quality of Height Models Covering Large Areas, PFG Volume 87, Issue 4, pp. 177–190.

## 8. Label noise tolerant classification based on outdated maps for training

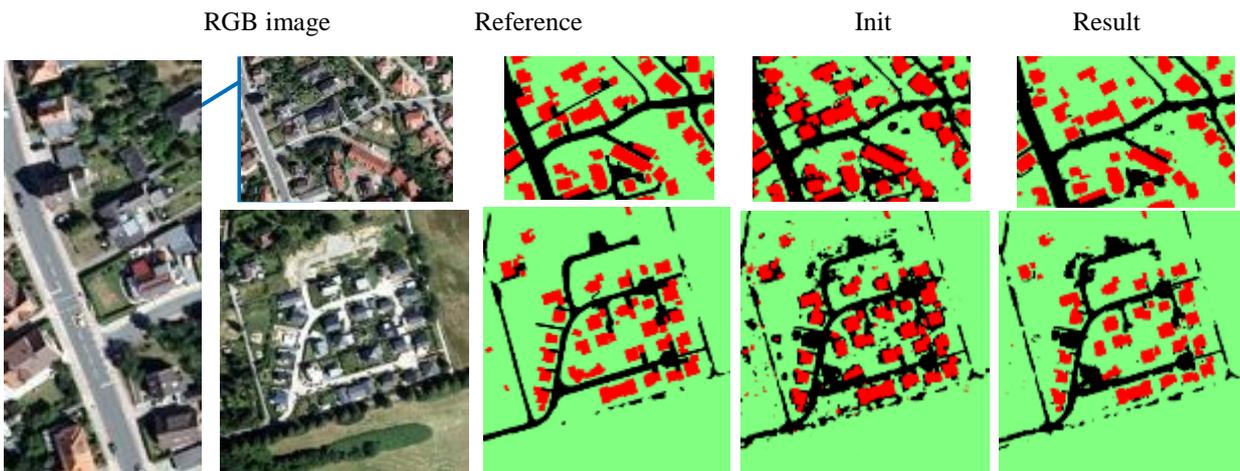
**Christian Heipke, Leibniz Universität Hannover** (gefördert von DFG)

Updating topographic databases is typically based on a classification of current remote sensing imagery. The results are compared to the map to detect areas of change and to update the map accordingly. Classification based on supervised methods requires representative training data that are typically generated in a time-consuming manual process. This manual generation of training data can be avoided by using the existing map to derive the class labels of the training samples. As the map may be outdated, the classifiers must then be able to deal with the fact that some of the labels for training are incorrect. Nevertheless, as changes usually only affect a relatively small part of a scene, one can assume the majority of the training data to be correct.

In previous work, we used label noise tolerant logistic regression in an iterative Conditional Random Field based classification scheme using an outdated map for training. Random Forests (RF) are generally assumed to provide one of the best discriminative classifiers when only a limited amount of training samples is available. We take advantage of RF as the base classifier in our method while still being able to use the outdated map to define the labels of the training samples, even if the relative proportion of errors becomes large. In order to do so, we propose a classification method based on an adapted random forest (aRF) classifier that can be trained using labels observed from an outdated map, and we integrate it into an iterative classification workflow that takes into account that changes relative to the original map occur in spatial clusters.

Our experiments show that the results of the proposed procedure have a higher overall accuracy in most cases than the original RF classifier and other baseline methods, in particular for high levels of label noise. Only in some cases the error sources are not modeled correctly and thus cannot be compensated by the new algorithm, e.g., if the new objects form

separate clusters in feature space, which are not represented in the training data.



*Abb. Exemplary result of label noise tolerant classification.*

- 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.

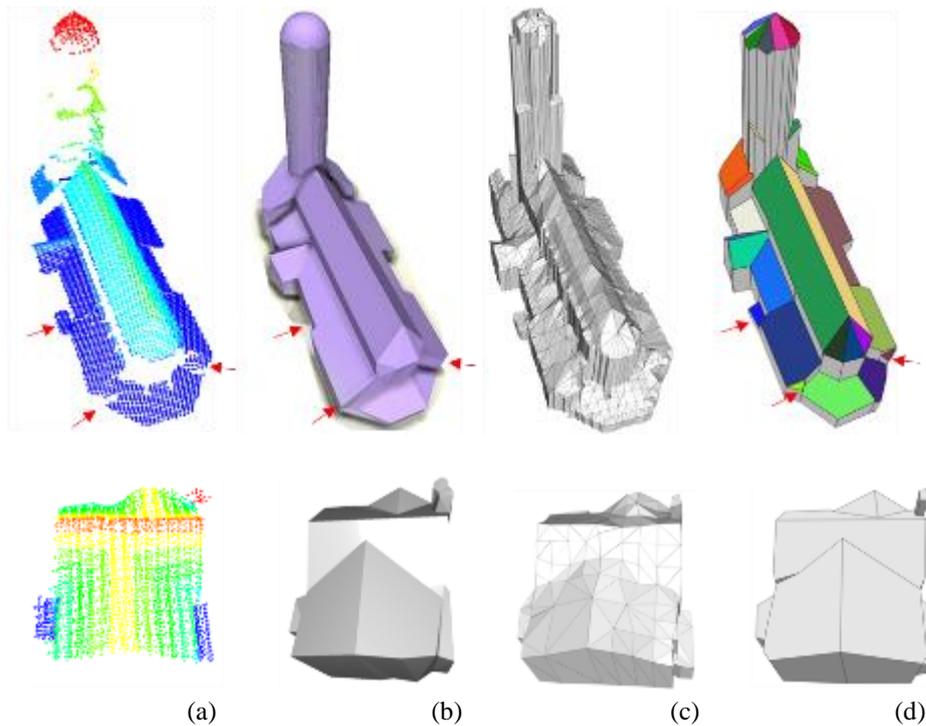
## 9. Buildings from aerial LiDAR point clouds

**Christian Heipke, Leibniz Universität Hannover** (*Institutsprojekt*)

Airborne light detection and ranging (LiDAR) provides an efficient and reliable way to survey large scale urban scenes. Extracting buildings from LiDAR point clouds is crucial for many applications, such as urban planning, emergency response, and vehicle navigation. A basic characteristic of aerial LiDAR data is that information on roof structures of buildings is present in the data, but wall information is incomplete or missing.

We present a new framework for automatically creating compact building models from aerial LiDAR point clouds, where each point is known to belong to the class *building*. The approach addresses the issues of non-uniform point density and outlier detection to extract and refine semantic roof structures by a sequence of operations on a label map. We first partition the points into some coarse regions based on a region growing method over the Triangulated Irregular Network (TIN) model. The region label IDs are then projected to a 2D grid map, which is used to refine the roof regions and their boundaries. We design an energy optimization approach on the label map to optimize the region labels. In order to regularize the contours of roof regions extracted from the label map, we propose a new contour segment vertex refinement method, which iteratively filters the normals of contour segments and uses them to guide the update the contour vertices.

Quantitative evaluations using different test datasets show that when roof planes contain a minimum of about 40 points, the method can reconstruct compact models. For the cases investigated in this paper, the average fitting error of the modelling results is approximately 0.2 m. Experiments demonstrate that the approach can be successfully applied to aerial LiDAR point clouds under some challenging conditions.



*Abb.: Comparison of modelling results. (a) Input point cloud coloured by height; (b) modelling results from Lafarge and Mallet (2012); (c) 2.5D D-C modelling results of Zhou and Neumann (2010); and (d) our modelling results (see paper for references).*

- 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

## 10. Tomographische Ansätze zur Laserbathymetriedatenverarbeitung

Hans-Gerd Maas, TU Dresden

Airborne Lidar Bathymetry (oder Laserbathymetrie) ist ein Flugzeuglaserscanningverfahren zur Bestimmung der Topographie von Gewässerböden in Gewässern mit geringer bis mittlerer Wassertiefe und geringem Trübungsgrad. Die Thematik erfährt gegenwärtig großes Interesse, da zum einen neue Sensorentwicklungen die Aufnahme der Topographie von Gewässerböden mit deutlich höherem Detailreichtum ermöglichen und zum anderen EU-Richtlinien die regelmäßige hydrographische Erfassung von Gewässern vorgeben.

Der Strahlverlauf bei der Laserbathymetrie ist – neben der Refraktion an der bewegten Wasseroberfläche – durch eine von der Gewässertrübung abhängige Absorption und Streuung unter Wasser charakterisiert, die das Signal-Rausch-Verhältnis im digitalisierten Laserpulsecho verschlechtert und damit die Detektion von Gewässerbodenpunkten erschwert. In dem Vorhaben werden Ansätze entwickelt, die auf einer tomographischen Repräsentation benachbarter Laserpulsechos basieren. In diesen Voxelaumrepräsentationen werden – in einer voxelbasierten Analogie zum waveform-stacking – durch Einsatz robuster Schätz- und Filterverfahren konsistente Gewässerbodenflächenelemente statt diskreter Einzelpunkte detektiert. Dies erlaubt eine Steigerung der Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Gewässerbodendetektion und damit gleichzeitig eine Steigerung der Tiefenreichweite der Laserbathymetrie. Zudem kann der Signalabfall der Laserpulsechos in der Wassersäule zur Bestimmung räumlich hochaufgelöster Gewässertrübungsparameter genutzt werden, indem aus dem Signalverlauf des digitalisierten Laserpulsechos Parameter eines Modells zur Beschreibung der Signaldämpfung bestimmt werden.

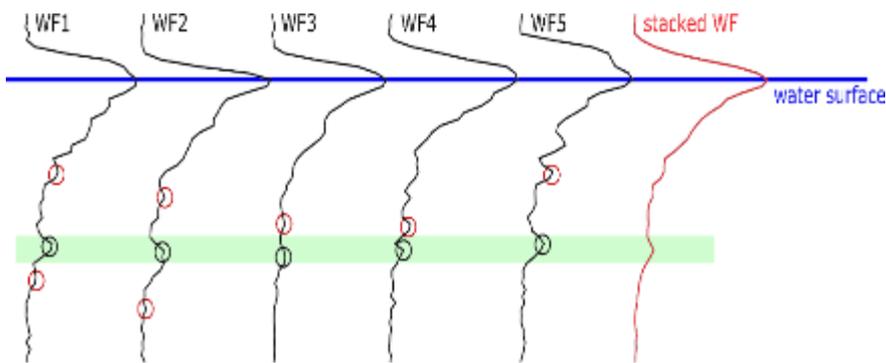


Abb.: Prinzip Waveform-Stacking (hier gezeigt für diskrete Waveforms).

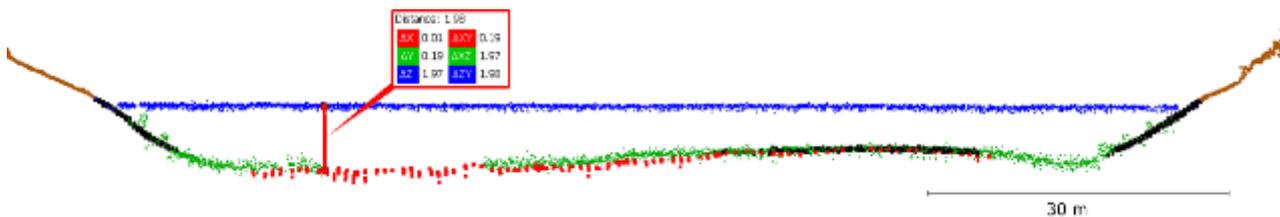


Abb.: Resultat (Bsp. Eines Profils durch die Elbe bei Klöden; blau = Wasseroberflächenpunkte, schwarz = Bodenpunkte aus konventioneller Prozessierung, grün = zusätzlich gewonnene Bodenpunkte, rot = Echolotreferenz)

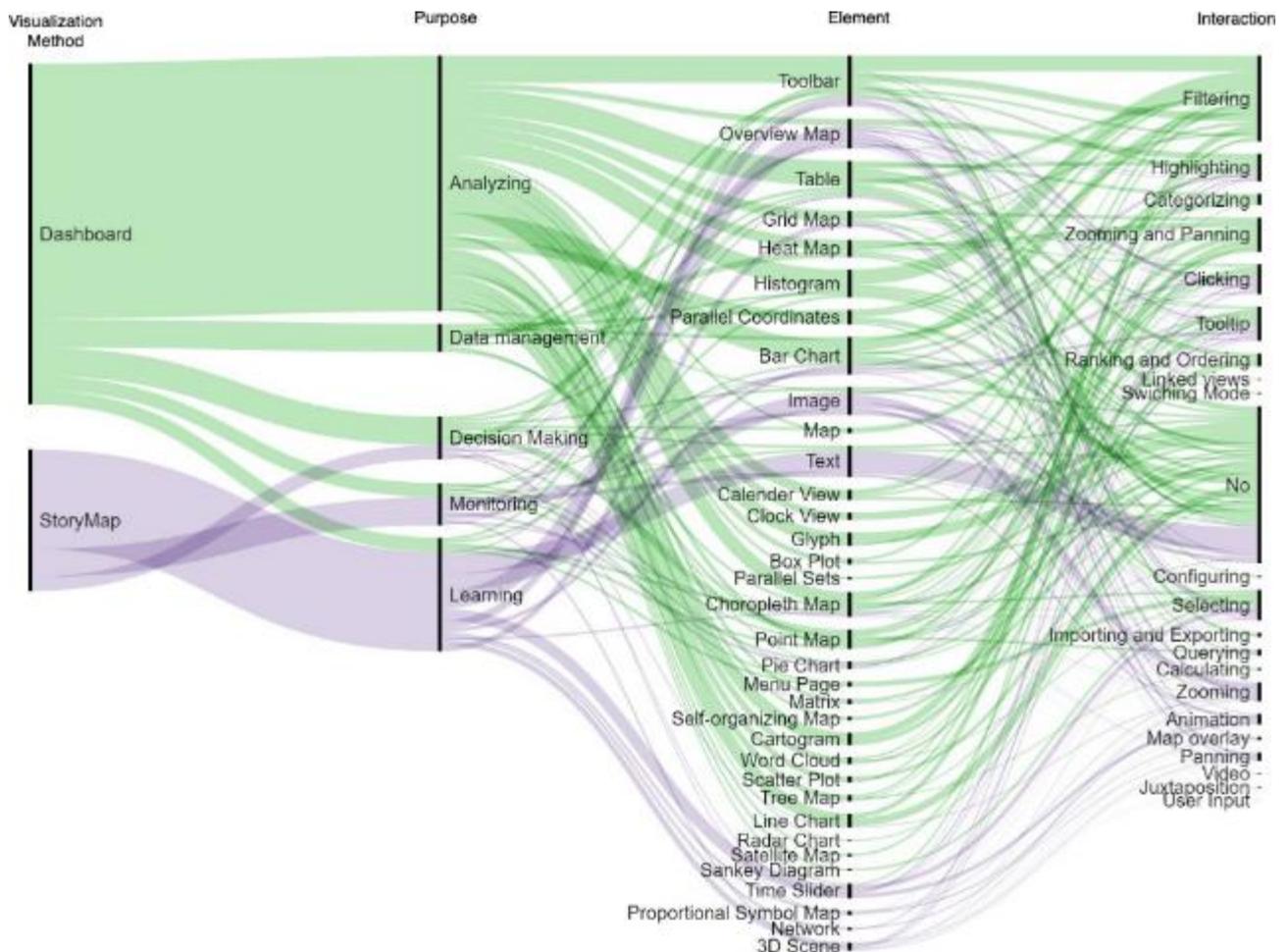
- Maas, H.-G.; Mader, D.; Richter, K.; Westfeld, P. (2019): Improvements in lidar bathymetry data analysis. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XLII-2/W10, pp. 113–117
- Mader, D.; Richter, K.; Westfeld, P.; Weiß, R.; Maas, H.-G. (2019): Detection and Extraction of Water Bottom Topography from Laserbathymetry Data by using Full-Waveform-Stacking Techniques. ISPRS International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences, Vol. XL-2/W 13 XL-2/W 13, pp. 1053–1059

## 11. Mensch-Computer-Kooperation zur Darstellung und Interpretation des Ortes

**Liqiu Meng, Technische Universität München** (gefördert durch die International Graduate School of Science and Engineering, TUM, und Jiangsu Industrial Technology Research Institute, China)

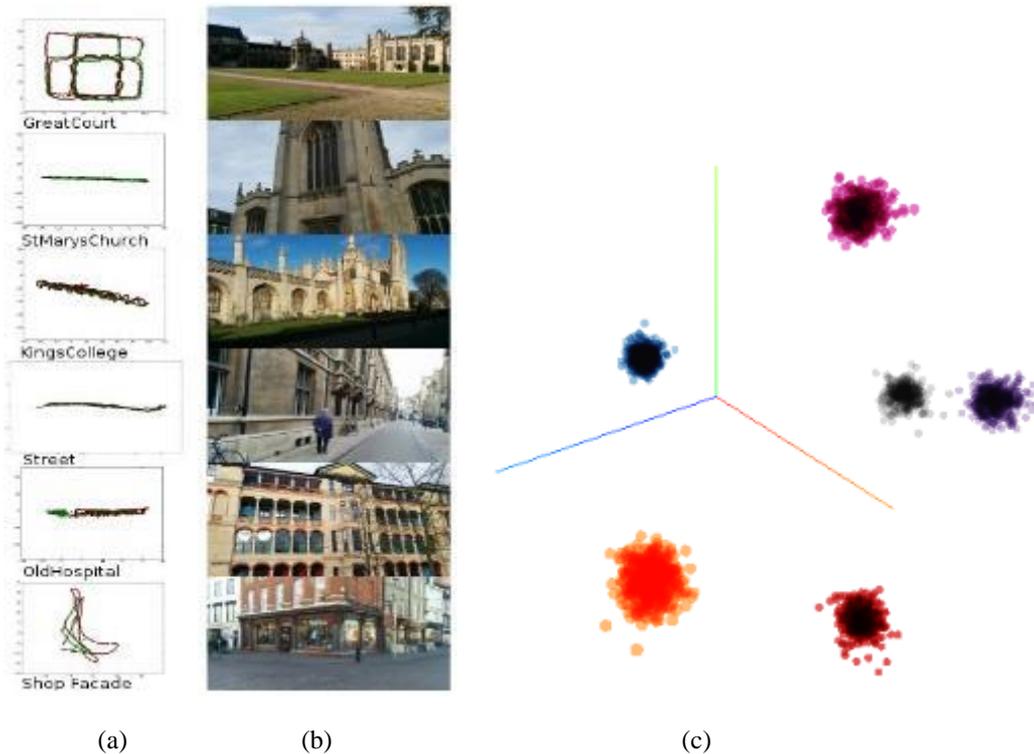
Gegenwärtig beschäftigen sich immer mehr kartographische Forschungsteams mit der Entwicklung geovisualer Analyseplattformen für die Interpretation und die gegenseitige Bereicherung von Geosensordaten und Sozialmedien-Daten. Eine geovisuelle Analyseschleife nimmt typischerweise die Abfolge (1) der visuellen Erkennung von Mustern als Hypothesen zur Unterstützung der Datenexploration, (2) der automatischen Extraktion und Modellierung von Mustern, (3) der Verifizierung und Verfeinerung von Mustern mittels Abfrage und Visualisierung für verschiedene Zielgruppen. Da die menschliche Fähigkeit der visuellen Wahrnehmung und der wissensbasierten Kognition mit der Genauigkeit und Geschwindigkeit von Computertechnologien über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg integriert werden kann, findet die Mensch-Computer-Kooperation im Wesentlichen auf Augenhöhe und ko-kreativ statt.

Im Rahmen dieses Projektes werden interaktive Visualisierungsmethoden mit Ansätzen des maschinellen Lernens kombiniert, um das Konzept des Ortes zu untersuchen. Ein Ort ist ein semantisch bedeutsamer Raum, in dem geographische Einheiten und menschliche Aktivitäten koexistieren und interagieren, aber ohne eine feste und klare Grenze. Eine Vergleichsstudie zwischen zwei derzeit vorherrschenden karten-basierten Visualisierungsmethoden, nämlich der Dashboard-Visualisierung und dem Storytelling, wurde durchgeführt (Zuo et al. 2019). Beide bieten eine große Anzahl miteinander verknüpfter grafischer Elemente zur Unterstützung der visuellen Datenexploration. Eine Übersicht findet sich in Abb.1.



*Abb.1 Ein Streamgraph, der Zwecke, visuelle Elemente und Interaktionen des Dashboards im Vergleich zu StoryMap zeigt*

Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der automatischen Erkennung des Ortes aus Straßenansichtsbildern, die Informationen über Kamerapositionen, Lichtverhältnisse und Umgebungskontexte enthalten. Mit Hilfe von Variational Autoencoder (VAE) werden die einzelnen Bilder auf entsprechende latente Codes abgebildet, aus denen potentielle Orte als gelernte Repräsentationen rekonstruiert werden. Die Bewertung der Lernqualität erfolgt nach dem Prinzip, dass die gelernten Repräsentationen eine geringe Variation innerhalb der Klasse und eine große Variation zwischen den Klassen aufweisen sollten. Das Beispiel in Abb.2 veranschaulicht sechs automatisch erkannte Orte aus dem „Cambridge Landmarks Dataset“, die mit den von Menschen beschrifteten Orten übereinstimmen (Lyu 2019).



**Abb.2** Maschinelles Lernen von Orten anhand von Straßenansichten: (a) Positionen von Straßenansichtsbildern für sechs Orte in einem lokalen Koordinatensystem - Trainingsbilder (rot), Testbilder (grün); (b) ein repräsentatives Bild für jeden der sechs Orte; (c) gelernte Cluster im latenten Raum

- Lyu H. (2019): Approaching a collective place definition from street-level images using deep learning methods. Dissertation, Technische Universität München, [mediatum.ub.tum.de/doc/1464609/document.pdf](https://mediatum.ub.tum.de/doc/1464609/document.pdf)
- Zuo C., L. Ding, E. Bogucka und L. Meng, 2019. Map-based dashboards versus storytelling maps. The 15th International Conference on Location Based Services, Nov. 11-13, 2019, Vienna, doi:10.34726/lbs2019

## 12. Aufgabenorientierte Datenklassifikation und Gestaltung von Choroplethenkarten (aChor)

**Jochen Schiewe, HafenCity Universität Hamburg** (Seit 2017 gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) (Sachbeihilfe-Verfahren 355807088))

Choroplethenkarten sind die wohl am häufigsten verwendeten Typen von thematischen Karten. Um einen besseren Überblick bzw. eine schnellere Lesbarkeit zu erzielen, werden die darzustellenden Attributwerte vorab sehr häufig klassifiziert. Die üblicherweise verwendeten und in Software-Paketen implementierten Klassifikationsmethoden (wie Äquidistanz, Quantile, Jenks, etc.) sind datengetrieben, d.h. die Intervalle werden ausschließlich aufgrund der vorliegenden Häufigkeitsverteilung der Originalwerte bestimmt. Der räumliche Kontext der zugrunde liegenden Daten, der für viele Fragestellungen aber von Bedeutung ist, wird bei einer solchen Einteilung entlang des Zahlenstrahls komplett vernachlässigt. Damit können Informationen über räumliche Beziehungen oder Muster (bzw. auch gewünschte Aussagen einer Karte) verloren gehen. Das Projekt aChor entwickelt und testet optimale Datenklassifikationen für synoptische Aufgaben, die auf Basis von Choroplethenkarten bearbeitet werden sollen. Zu diesen Aufgaben gehören die Detektion von Werteunterschieden zwischen Polygonen, Hot und Cold Spots, globalen bzw. lokalen Extremwerten sowie Cluster-Regionen.

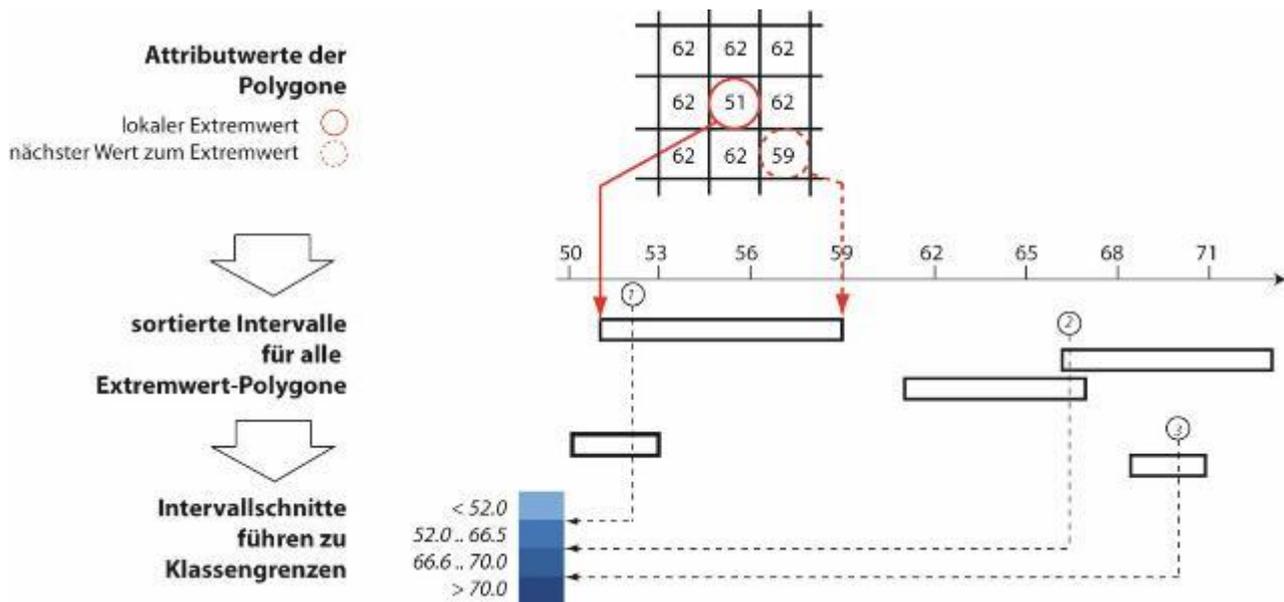


Abb. 1: Schematischer Workflow zur Erhaltung von lokalen Extremwerten in Choroplethenkarten



Abb. 2: Erhaltungsraten für lokale Extremwerte in drei Beispieldatensätzen – die aChor-Methode weist die höchsten Raten auf

- Schiewe, J. (2019): Empirical studies on the visual perception of spatial patterns in choropleth maps. *KN - Journal of Cartography and Geographic Information*, 69(3): 217-228. DOI: 0.1007/s42489-019-00026-y
- Chang, J., Schiewe, J. (2018): An open source tool for preserving local extreme values and hot/coldspots in choropleth maps. *Kartographische Nachrichten*, 68(6): 307-309.
- Schiewe, J. (2017): Data Classification for Highlighting Polygons with Local Extreme Values in Choropleth Maps. In: Peterson M.P. (ed.) *Advances in Cartography and GIScience, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*, Springer: 449-45.

### 13. Improvement of task-oriented visual interpretation of VGI point data (TOVIP)

Jochen Schiewe, HafenCity Universität Hamburg (Seit 2020 innerhalb des DFG-Schwerpunktprogramms 1894 (Volunteered Geographic Information: Visualization – Interpretation, Social Computing) gefördert)

Volunteered Geographic Information (VGI) haben bereits ein großes Potenzial für eine Vielzahl sozialer und kommerzieller Anwendungen gezeigt. VGI werden häufig als Punktdaten generiert, die Points of Interest, andere Qualitäten oder auch Quantitäten darstellen. Typische Beispiele sind Umweltdaten oder Daten zu Verkehrsunfällen oder Verbrechen. VGI-Daten weisen typischerweise ein sehr großes Datenvolumen sowie große semantische und zeitliche

Heterogenität auf. Beide Aspekte können zu einer drastischen Verringerung der Benutzerfreundlichkeit bei der visuellen Präsentation und Exploration führen – dies gilt besonders, wenn high-level (synoptische) Interpretationen erfolgen sollen. Wenn der Fokus auf Punktdaten liegt, kann dies führen zum Rückgang der Rendering-Leistung und den Effekten des geometrischen und thematischen Punkt-Clutters.

Das übergeordnete Ziel dieses Projekts besteht darin in der Verbesserung der visuellen Interpretierbarkeit von VGI-Punktdaten-Darstellungen - unter Berücksichtigung spezifischer high-level (synoptischer) Aufgaben, die auf statischen und insbesondere auf multi-skaligen sowie multi-temporalen Darstellungen basieren. Aus methodischer Sicht beginnt das Projekt mit der Definition relevanter synoptischer Aufgaben. Durch analytische und empirische Untersuchungen wird für jede Aufgabe ein Minimum an Constraints festgelegt. Darauf aufbauend werden agentenbasierte Modelle entwickelt, die das Ziel verfolgen, den gesamten Generalisierungsprozess hinsichtlich der gegebenen Aufgabe zu optimieren. Schließlich bewerten empirische Studien den angenommenen Fortschritt der zusätzlichen Constraints.

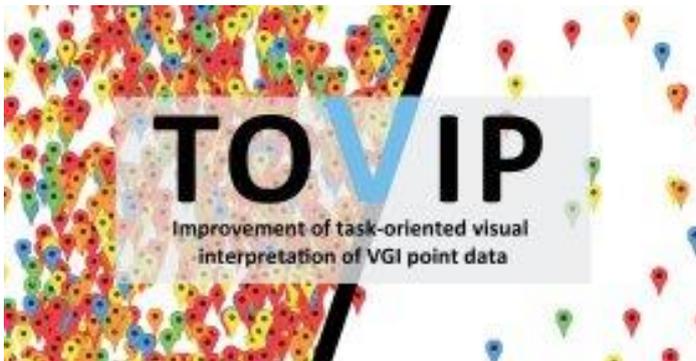


Abb. 1: Das Logo des Vorhabens demonstriert die Problemstellung: Punkt-Clutter (links) wird reduziert (rechts) – mit der Maßgabe, räumliche Muster zu erhalten

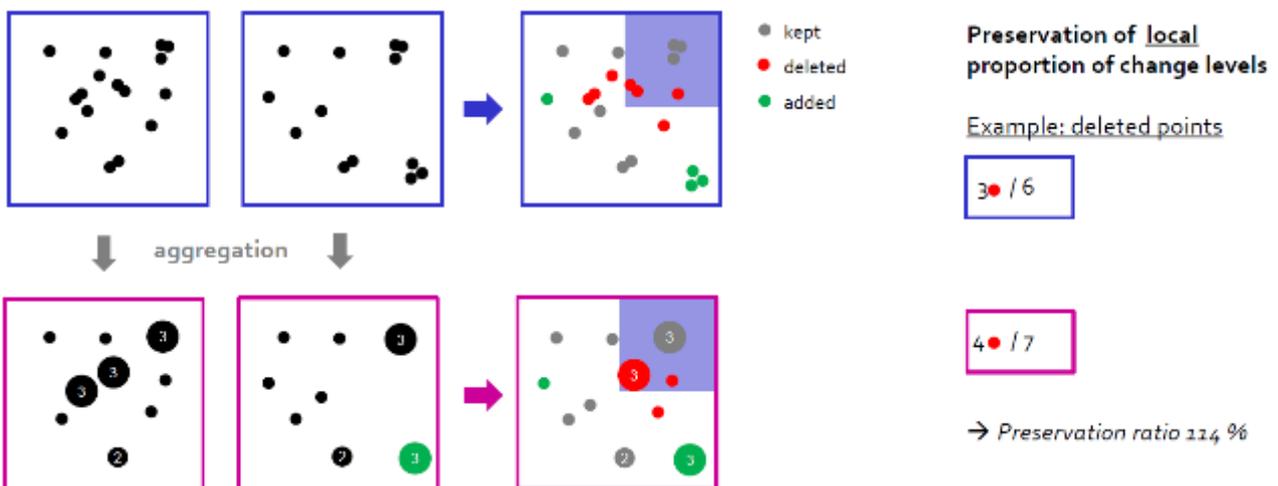


Abb. 2: Erhaltung existenzieller Veränderungen in Punktdaten nach Aggregation

- Schiewe, J. (2019): Conceptual framework for enhancing visual change point analysis in generalized multi-temporal displays. *Advances in Cartography and GIScience of the ICA*, Vol. 1.
- Schiewe, J. (2018): Task-Oriented Visualization Approaches for Landscape and Urban Change Analysis. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(8): 288

## 14. Besser entscheiden mit unsicheren Daten (BEMUDA)

Jochen Schiewe, HafenCity Universität Hamburg (2018 und 2019 vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) im Rahmen der mFUND-Förderlinie unterstützt (Kennzeichen 19F1050A).

Geodaten werden für eine Vielzahl von Entscheidungen verwendet. Sie werden normalerweise als eindeutige Werte dargestellt, obwohl sich viele Benutzer der Tatsache bewusst sind, dass sie auch Unsicherheiten enthalten. Diese Unsicherheiten entstehen bei der Erfassung, Verarbeitung oder graphischen Darstellung von Rohdaten. Die Kombination mehrerer Datensätze summiert sich zu diesen Unsicherheiten und verschlechtert die Entscheidungsgrundlage noch weiter. Trotz dieses Bewusstseins werden Unsicherheitsinformationen in typischen Bewertungsprozessen normalerweise nicht berücksichtigt.

Ziel des Projektes BEMUDA war es, ein Framework-Konzept zu entwerfen, das die gesamte Kette der Erfassung, Speicherung und Visualisierung der Unsicherheitsinformationen darstellt. Besonderes Augenmerk wird auf die Ausbreitung von Unsicherheiten gelegt. Das praktische Ziel war die prototypische Implementierung in ein Open-Source-Software-Tool, mit dem Benutzer ohne Geoinformatik-Kenntnisse auch einfach und mit Mehrwert mit Unsicherheiten umgehen können. Eine erste erfolgreiche Anwendung des Konzeptes fand am Beispiel einer Isochronenanalyse statt. Der Source Code des BEMUDA-Tools ist unter <https://gitlab.com/g2lab/bemuda> verfügbar.

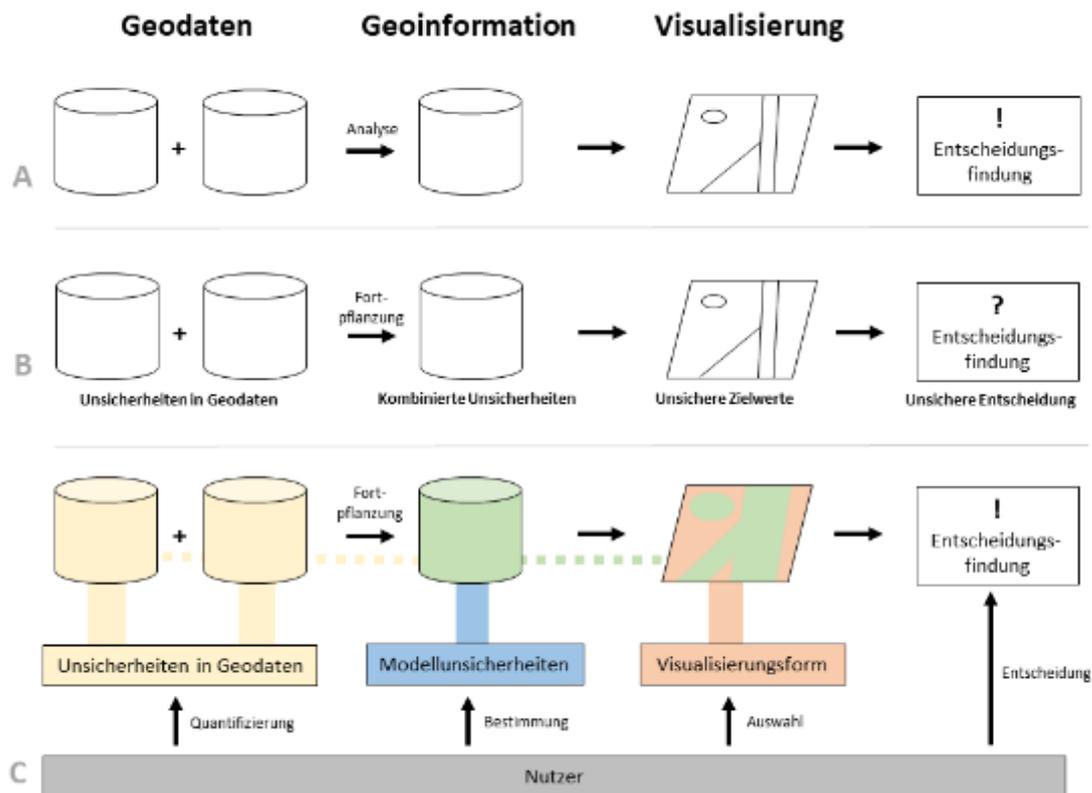


Abb. 1: Schematische Darstellungen: (A) Typischer Entscheidungsprozess auf Basis geographischer Daten; (B) „Unsicherheitskette“ von Geodaten in Entscheidungsprozessen; (C) BEMUDA-Ansatz

- Knura, M., Schiewe, J. (2020): Behandlung von Unsicherheitsinformationen in raumzeitlichen Datenanalysen für die Entscheidungsfindung. GIS.Science (zur Veröffentlichung angenommen)
- Schiewe, J. (2016): Visualisierung unsicherer Informationen in Medienkarten – Notwendigkeit und kartographische Umsetzung. AGIT – Journal für Angewandte Geoinformatik 2-2016, Wichmann-Verlag Berlin/Offenbach: 146-155. DOI: 10.14627/537622021

## 15. Kooperatives Crowd Mapping für vernetzte autonome Fahrzeuge

Claus Brenner, Steffen Busch, Leibniz Universität Hannover

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 (SPP1835) 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

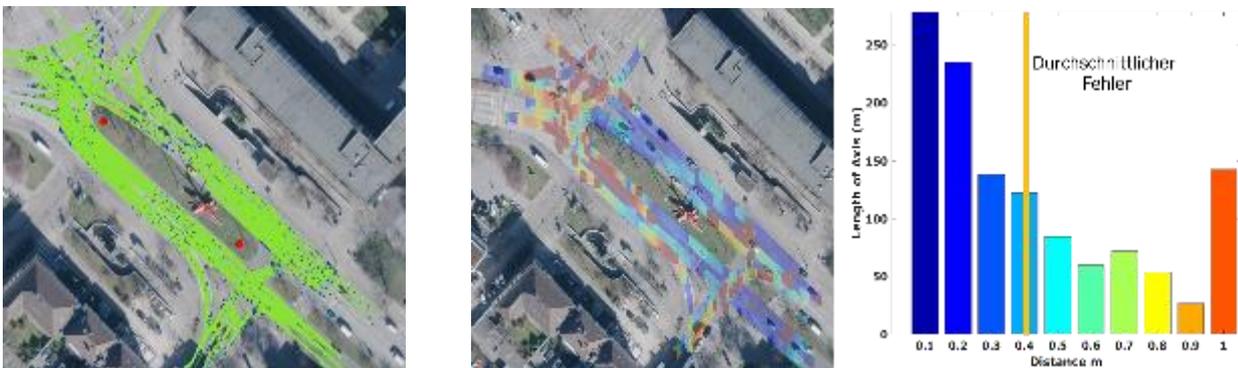


Abb.: Trajektorien Königsworther platz (Grün) und die Spurachsen (Blau zu Rot) eingefärbt nach dem Fehler zu Referenz

(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.

- 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.

## 16. Behaviour in Shared Spaces

Monika Sester, Hao Cheng, Leibniz Universität Hannover

In shared spaces, vulnerable road users (i.e., pedestrians) are encouraged to directly interact with other road users (i.e., vehicles). They self-organize to give or take right-of-way without being regulated by explicit traffic rules. The safety based on their behavior patterns in such areas is, hence, critical and needs to be fully investigated. In this paper, we first carry out a collision probability method based on safety distance to quantitatively study behavior patterns in mixed traffic. Then we propose a Long Short-Term Memories recurrent neural networks model that takes 2D trajectory data at discrete time steps and incorporates collision probability that captures user behavior patterns as a density mapping function for trajectory prediction. The model handles collisions explicitly based on the relative positions of the neighboring users in an ego user's vicinity with considering the impact of personal space and vehicle geometry. It also provides a friend flock detection mechanism to allow close interactions between friends. After training by real-world trajectories, the model outputs comparative results to the state-of-the-art methods for predicting three-second trajectories in complicated situations in a shared space. It can be applied for intent detection and on-board alarming system for autonomous driving when interacting with multimodal road users in shared spaces.



Abb. Observing 8 time steps and predicting 12 time steps

- Cheng, H., Li, Y., & Sester, M. (2019): Pedestrian Group Detection in Shared Space., 2019 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV) (pp. 1707-1714). IEEE.
- H. Cheng and M. Sester (2018): Modeling Mixed Traffic in Shared Space Using LSTM with Probability Density Mapping, 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC), DOI: 10.1109/ITSC.2018.8569757

## 17. PhenoRob Cluster of Excellence

C. Stachniss, Universität Bonn

Crops are the cornerstones of sustainable food production. However, crop production is currently under immense pressure for several reasons. First, the growing world population demands more food, and simultaneously more renewable resources for non-food products. Second, arable land is limited, thus an increase in space is not an option. The same is true for some essential nutrients for plant production and, at the same time, climate change increases the severity of plant

stress. Third, the environmental footprint needs to be reduced by limiting the use of agro-chemicals and minimizing soil degradation, water consumption, and pollution. Finally, society increasingly demands high-quality and organic food. Addressing such conflicting demands requires drastic changes in the way we produce crops. To increase crop yields while minimizing the environmental footprint under adverse conditions and in an economically reasonable way, substantial progress in our scientific understanding of novel technologies is required.

Based on successful interdisciplinary research, the Cluster of Excellence PhenoRob is moving toward sustainable crop production, spanning from monitoring and understanding to assessment and identification of promising solutions. The research in the cluster will be organized along six core projects, accompanied by further exploratory research activities.

PhenoRob takes a technology-driven approach to address the challenging scientific objectives. We foresee novel ways of growing crops and managing fields, and aim at reducing the environmental footprint of crop production, maintaining the quality of soil and arable land, and analyzing the best routes to improve the adoption of technology. The novel approach of PhenoRob is characterized by the integration of geodesy, robotics, digitalization, and machine learning on one hand, and modern phenotyping, modeling, and crop production on the other along four dimensions:

We systematically monitor all essential aspects of crop production using sensor networks as well as ground and aerial robots. These various in-field monitoring activities will generate large amounts of heterogeneous data on plants, crop stands, soil, and the environment such as weather or vegetation biodiversity. This enables a more targeted management of inputs (genetic resources, crop protection, fertilization) for optimizing outputs (yield, growth, environmental impact).

We develop novel technologies to enable real-time and automated control of weeds and selective spraying and fertilization of individual plants in field stands. This helps to reduce the environmental footprint by lowering the amount of applied chemicals, improving water and nutrient use efficiency, and minimizing soil degradation and erosion.

We apply modern machine learning techniques to analyze large amounts of acquired crop data. Doing so, we improve our understanding and our models of plant growth, and of nutrient and water use efficiency, and identify correlations between inputs and outputs.

We investigate the requirements for technology adoption and socioeconomic and environmental impact of the innovations. And we predict the expected impacts of novel approaches on management decisions at the farm level.

### PhenoRob Publikationen 2019

- Bonerath, B. Niedermann, and J. -H. Haunert, “Retrieving alpha-Shapes and Schematic Polygonal Approximations for Sets of Points within Queried Temporal Ranges,” in *Proceedings of the 27th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems*, New York, NY, USA, 2019, p. 249–258.
- D. Laha, N. Parvin, A. Hofer, R. F. H. Giehl, N. Fernandez-Rebollo, N. von Wirén, A. Saiardi, H. J. Jessen, and G. Schaaf, “Arabidopsis ITPK1 and ITPK2 Have an Evolutionarily Conserved Phytic Acid Kinase Activity,” *ACS Chemical Biology*, vol. 14, iss. 10, pp. 2127–2133, 2019.
- H. Storm, K. Baylis, and T. Heckeley, “Machine learning in agricultural and applied economics,” *European Review of Agricultural Economics*, 2019.
- O. Vysotska and C. Stachniss, “Effective Visual Place Recognition Using Multi-Sequence Maps,” *IEEE Robotics and Automation Letters (RA-L)*, 2019.
- N. Chebrolu, P. Lottes, T. Laebe, and C. Stachniss, “Robot Localization Based on Aerial Images for Precision Agriculture Tasks in Crop Fields,” in *Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Robotics & Automation (ICRA)*, 2019.
- Milioto and C. Stachniss, “Bonnet: An Open-Source Training and Deployment Framework for Semantic Segmentation in Robotics using CNNs,” in *Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Robotics & Automation (ICRA)*, 2019.
- Milioto, L. Mandtler, and C. Stachniss, “Fast Instance and Semantic Segmentation Exploiting Local Connectivity, Metric Learning, and One-Shot Detection for Robotics,” in *Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Robotics & Automation (ICRA)*, 2019.
- L. Nardi and C. Stachniss, “Uncertainty-Aware Path Planning for Navigation on Road Networks Using Augmented MDPs,” in *Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Robotics & Automation (ICRA)*, 2019.
- L. Nardi and C. Stachniss, “Actively Improving Robot Navigation on Different Terrains Using Gaussian Process Mixture Models,” in *Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Robotics & Automation (ICRA)*, 2019.

## Stadt-Land-Beziehungen (Abteilung Land- und Immobilienmanagement)

### 0. Einleitung

Die Abteilung DGK-LIM war im Bereich Stadt-Land-Beziehungen tätig. Dieses Thema ist für die Abteilung aus verschiedenen Perspektiven relevant. Zuerst besteht die Notwendigkeit, die sozio-räumlichen Veränderungen der Landnutzung, des Landbesitzes, der Land- und Hauswerte, der sozialen Prozesse und der Raumplanung zu überwachen und abzubilden, die an Orten am Rande von städtischen und ländlichen Gebieten stattfinden. Um diese Veränderungen zu verstehen, sind relevante Daten, Indikatoren und Methoden erforderlich. Zweitens müssen relevante Informationssysteme eingerichtet werden, mit denen sowohl die öffentlichen als auch die privaten Landrechte, -beschränkungen und -verantwortlichkeiten registriert werden können. Drittens muss eine Reihe von Ursachen und Auswirkungen der Veränderungen in städtischen und ländlichen Gebieten wie Klimaeffekte und Treiber richtig verstanden werden. Schließlich müssen geeignete Kapazitäten für Fachleute und Forscher geschaffen werden, um verantwortungsvoll mit diesen Veränderungen umzugehen - sowohl national als auch international. Die Sammlung von Projekten und Veröffentlichungen dieser Abteilung von 2019 bietet einen guten Überblick über die Vielfalt und Bedeutung dieser Forschung. Die Projekte sind nach Universitäten unterteilt. Neben den vorgestellten Forschungsprojekten führte die Abteilung vom 27. bis 28. Juni ihr jährliches gemeinsames Doktorandenseminar an der TUM in München durch.

## Flächen und Immobilienmanagement Leibniz Universität Hannover

### 1. Knowledge Transfer and Innovation for Responsible Land Management (Habilitation Asiama)

**Kwabena Obeng Asiama, Winrich Voß, Leibniz Universität Hannover**

Despite many attempts, the knowledge transfer of land management activities, such as land consolidation, land readjustment, village renewal programmes, and land use planning across nations, and especially between regions of the world has not been very successful. The problem, especially when it is with regards to the Global South, has been attributed to the inadequate coverage of effective and functioning land administration systems. However, other studies, outside the land management domain, have shown the need for a holistic study of the originating area and the recipient area in a comparative study before attempting knowledge transfer. This study examines the aspects of the society that needs a comparison in the responsible transfer of land management knowledge, as well as the innovation process needed to adapt management activities to the context of the recipient society. The study will start with the development of a conceptual framework that outlines the aspects of responsible land management towards the sustainable development of communities. The study will further focus on two land management activities with their corresponding societal goals, and how they can be adapted to the Sub-Saharan African region.

- Asiama, K., Bennett, R., & Zevenbergen, J. (2019). Towards Responsible Consolidation of Customary Lands: A Research Synthesis. *Land*, 8(11), 161. <https://doi.org/10.3390/land8110161>
- Asiama, K. O., Bennett, R., Zevenbergen, J., & Da Silva Mano, A. (2019). Responsible consolidation of customary lands: A framework for land reallocation. *Land Use Policy*, 83, 412–423. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.02.006>

### 2. Bodenrichtwertermittlung für den inneren City-Ring Hannovers

**Winrich Voß, Jörn Bannert, Leibniz Universität Hannover**

Die Bodenrichtwertermittlung in den Stadtzentren ist aufgrund der geringen Kauffallzahlen und der kleinräumigen großen Wertdifferenzen ein virulentes Problem. Für diese kaufpreisarmeren Lagen liegen i. d. R. auch keine fundierten Informationen über die nachhaltig erzielbaren ortsüblichen (Geschäfts-)Mieten vor. Das Projekt will ein Modell aus leicht verfügbaren oder errechenbaren Informationen mit städtebaulicher und immobilienwirtschaftlicher Relevanz ableiten und

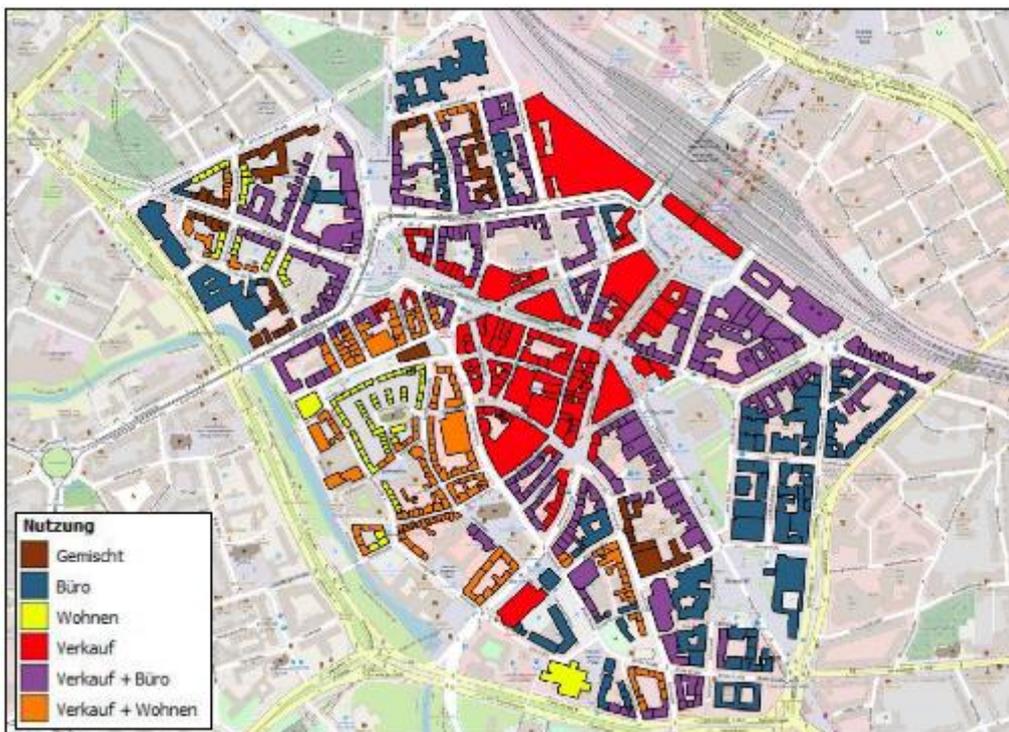
- i. V. m. verschiedenen studentischen Arbeiten erproben. Die Daten werden für die drei Teilaufgaben
- Abgrenzung der Bereiche vergleichbarer Lagequalität (Bodenrichtwertzonen),
  - Bestimmung der Wertrelationen zwischen den Zonen und
  - Bestimmung von Referenzmarktwerten, insbesondere für die Toplage.

Im Rahmen eines von sechs Studierenden (Masterstudium Geodäsie und Geoinformatik) durchgeführten Projektseminars erfolgte eine Überprüfung der Bodenrichtwertzonen in Zuschnitt und Wert für den Innenstadtbereich der Stadt Hannover. Der Untersuchungsbereich beinhaltet zudem die Ia- und Ib-Lagen Hannovers, wo so gut wie keine Grundstückstransaktionen stattfinden (sog. „kaufpreisarme Lage“).

Bei diesem Projekt werden daher nicht nur die wenigen Transaktionen aus der Kaufpreissammlung des Gutachterausschusses für Grundstückswerte Hameln-Hannover herangezogen, sondern weitere Daten wie tatsächliche Gebäudenutzungen pro Stockwerk, Geschossflächenzahlen (GFZ), Passantenfrequenzen und Geschäftsraumieten verwendet.

Kriterien für die Überprüfung der Zuschnitte der BRW-Zonen sind die vorhandenen Gebäudenutzungen, die GFZ und Passantenfrequenzen, die in mehreren Kampagnen nach der Methode von Jones Lang LaSalle (JLL) erhoben wurden. Abbildung 1 zeigt die Gebäudenutzungen im Untersuchungsgebiet. Für die Bestimmung der Bodenrichtwerte wird ein Lagewertverfahren mit einem Zielbaum durchgeführt. Mit Hilfe des Zielbaums lassen sich relative Lageunterschiede zwischen den BRW-Zonen bestimmen.

Die Ermittlung der absoluten Bodenwerte stützt sich zunächst auf eine Kaufpreisauswertung, soweit für einzelne Zonen möglich; weitere Bewertungsverfahren und Expertenwissen werden kombiniert. Auf diese Weise lassen sich durch die relativen Lageunterschiede für alle anderen Zonen ebenfalls absolute Bodenrichtwerte bestimmen. Die Ergebnisse der Projektarbeit wurden vom örtlichen Gutachterausschuss beraten und vollständig als Fortschreibung der Bodenrichtwerte für Hannovers Innenstadt übernommen. Abbildung 2 visualisiert die Ergebnisse. Die Erprobung und Verfeinerung des Modells werden fortgesetzt.



*Abb.1: Darstellung der Gebäudenutzungen (eigene Darstellung)*

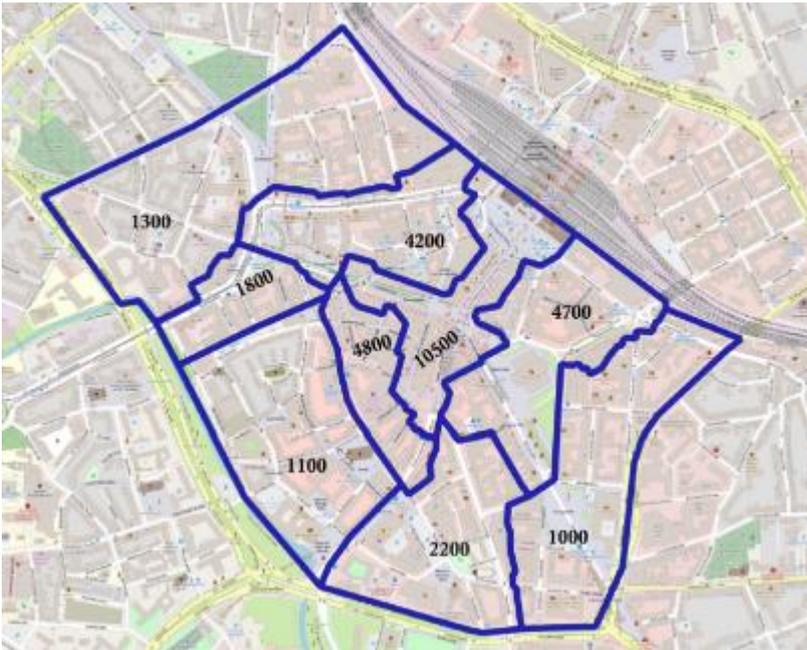


Abb.2: Darstellung der Neuzonierung inkl. Bodenrichtwerten (eigene Darstellung)

### 3. Die Einwirkung von Umgehungsstraßen auf Grundstückswerte in Ortslagen (Dissertation Bannert)

Jörn Bannert, Winrich Voß, Leibniz Universität Hannover

Durch die Immobilienwertermittlungsverordnung (ImmoWertV) ist erstmalig ein Oberbegriff für alle Einflüsse und Merkmale, die ein Grundstück aufweisen kann, eingeführt worden – die sogenannten Grundstücksmerkmale. Nach § 4 Abs. 2 ImmoWertV handelt es sich dabei um die Gesamtheit der verkehrswertbeeinflussenden rechtlichen Gegebenheiten und tatsächlichen Eigenschaften, der sonstigen Beschaffenheit und der Lage des Grundstücks, wie auch in der Definition des Verkehrswerts nach § 194 Baugesetzbuch (BauGB) festgelegt. In § 6 Abs. 4 ImmoWertV wird die Lage als Grundstücksmerkmal beschrieben. Dabei lässt sich die Lage klassisch zwischen groß- und kleinräumig (bzw. Makro- und Mikrolage) unterscheiden. Als wertbildende Einflüsse der Lage wirken sich gemäß Gerardy/ Möckel/ Troff/ Bischoff die Verkehrs-, Nachbarschafts-, Wohn- und Umweltlage aus. Verkehrsimmissionen werden hierbei zur Nachbarschafts- und Umweltlage gerechnet.

Die Einwirkungen von Umgehungsstraßen stehen insbesondere in Verbindung mit Lärmimmissionen. In der Fachliteratur zur Verkehrswertermittlung von Grundstücken bildet das Thema Lärmimmissionen nur einen Randbereich. Wölfle untersucht in seinem Diskussionspapier Lärm in der gängigen Wertermittlungsliteratur und gibt einen Überblick über Lärmquellen und dazugehörige Abschlagsarten. Für dieses Forschungsprojekt ist „Verkehrslärm“ (Straße und Schiene) von zentraler Bedeutung. In der Fachliteratur finden sich Studien aus den Jahren 1983 (Borjans), 1988 (Scholland), 1990 (Steg) und 2003 (Borowski). Die Aktualität und Gültigkeit der in den Studien ermittelten Ergebnisse darf daher zum heutigen Zeitpunkt kritisch hinterfragt werden.

Forschungsziel ist die Aufstellung eines Modells zur Quantifizierung des Einflusses von Umgehungsstraßen auf Grundstückswerte in Ortslagen. Dieses Modell soll als Hilfsmittel bei der Verkehrswertermittlung von entsprechenden Grundstücken dienlich sein und den Anwendern eine einheitliche Grundlage zur Bewertung bieten. Dieses Modell kann als eine Alternative zur bislang in der Fachpraxis durchgeführten „intersubjektiven Schätzung“ des Einflusses angesehen werden.

Schwerpunkt der Forschungsarbeit bildet eine schriftliche Expertenbefragung (Gutachterinnen und Gutachter der Gutachterausschüsse und des Oberen Gutachterausschusses für Grundstückswerte in Niedersachsen) nach der DELPHI-Methode zur intersubjektiven Bewertung des Einflusses von Umgehungsstraßen auf Grundstückswerte in Ortslagen. Hierzu erfolgt eine Simulation fiktiver Bewertungskonstellationen. Die DELPHI-Methode nutzt dabei die Vorteile der

„Schwarmintelligenz“ der Vielen gegenüber einer Einzelbewertung eines individuellen Wertermittlers.

Zur Verifizierung der Ergebnisse der Expertenbefragung erfolgt eine empirische Kauffallauswertung in ausgewählten Untersuchungsgebieten (unterschiedliche räumliche und sachliche Teilmärkte, die vergleichbar mit der Simulation für die Expertenbefragung sind).

## Professur für Landmanagement (K.-H. Thiemann) der UniBw M – Laufende Projekte 2019/2020 zum Thema Stadt-Land-Entwicklungen

### 4. COST Action CA17125: Public Value Capture of Increasing Property Values (PuVaCa)

Andreas Hendricks, Universität der Bundeswehr München

Durch die kommunale Bauleitplanung wird im Ergebnis aus reinen Agrarflächen baureifes Land. In diesem Prozess haben die Grundstückseigentümer in der Regel nur die Kosten der Bodenordnung und der Erschließung zu tragen, während ihnen die darüberhinausgehenden erheblichen Bodenwertsteigerungen durch die notwendigen Planungen und Genehmigungen für die Entwicklung ohne eigene Leistungen zufallen. Daher gibt es schon seit den 1970er Jahren in vielen Ländern Bestrebungen, den sog. Planungsgewinn ganz oder teilweise abzuschöpfen, auch um eine sozialgerechte Bodennutzung zu ermöglichen.

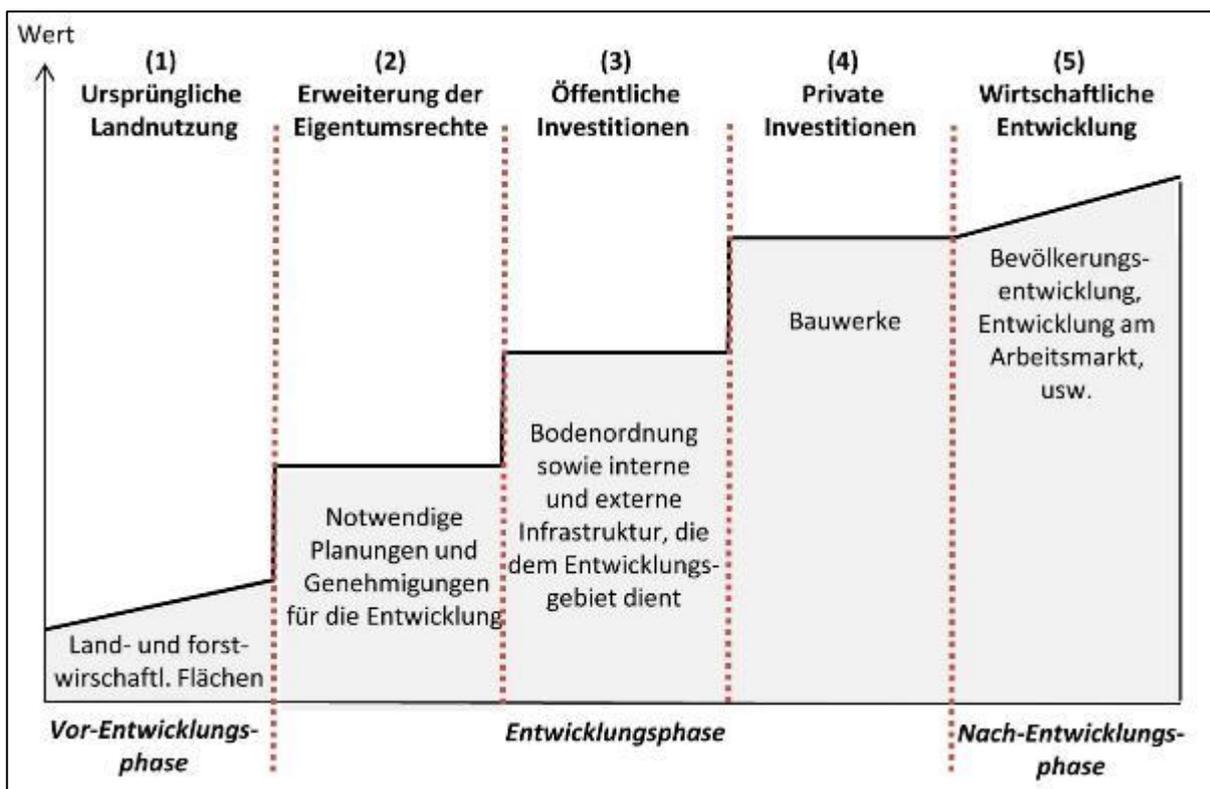


Abb. Schematische Darstellung der Entwicklung des Bodenwerts vom Agrarland zum Bauland durch Planung, Bodenordnung, Erschließung und Bebauung sowie demografische und wirtschaftliche Einflussfaktoren

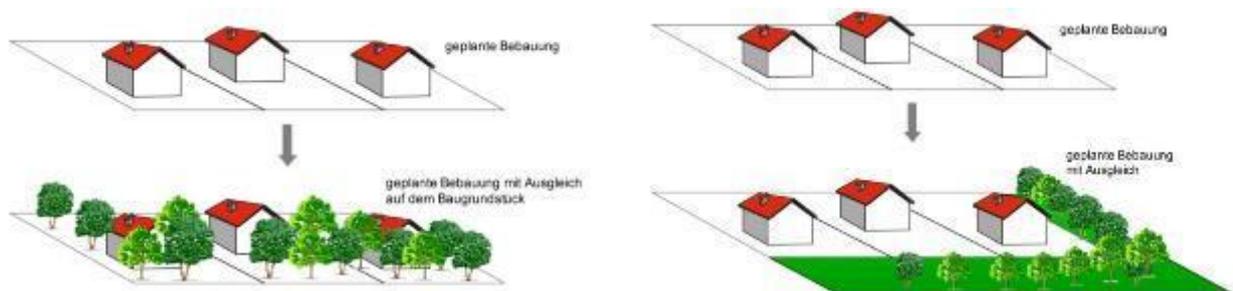
Bedingt durch die Finanz- und Wirtschaftskrise und die Notwendigkeit zur Konsolidierung der öffentlichen Haushalte ist der Ansatz erneut in den Fokus um eine nachhaltige Stadt- und Landentwicklung gerückt. Das länderübergreifende Problem hat die EU veranlasst, sich dieser Thematik anzunehmen und in einem bereit angelegten Erfahrungs- und Wissensaustausch geeignete Instrumente zu entwickeln. Ziel der Cost Action „Public Value Capture of Increasing Property Values (PuVaCa)“ ist die Erarbeitung eines Bewertungsrahmens für die verschiedenen Modelle der

Bodenwertabschöpfung planungs- und entwicklungsbedingter Bodenwertsteigerungen. Dies erfolgt in einem empirischen Ansatz unter Mitwirkung von Experten aus insgesamt 35 europäischen Ländern. Die Leitung und Federführung des Projekts (Action Chair) liegt bei der Universität der Bundeswehr München.

## 5. Umsetzung von Flächenpools und Ökokonten im Rahmen der Flurbereinigung am Beispiel des Freistaates Thüringen

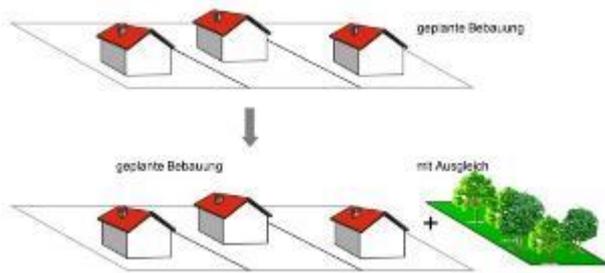
Karl-Heinz Thiemann, Eric Haufe, Universität der Bundeswehr München

Das sog. Ökokonto, d. h. die vorgezogene Bevorratung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen zur späteren naturschutzrechtlichen Kompensation der durch Bau- und Investitionsvorhaben verursachten Eingriffe in Natur und Landschaft, hat sich bewährt und ist inzwischen in der Praxis etabliert.

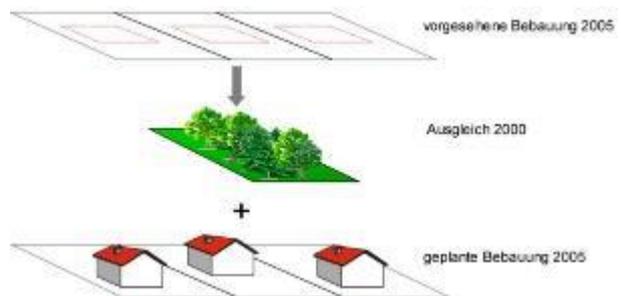


1. Ausgleichsmaßnahmen auf den einzelnen privaten Baugrundstücken

2. gemeindeeigene Ausgleichflächen im Geltungsbereich des Eingriffsbebauungsplans



3. gemeindeeigene Ausgleichflächen im Geltungsbereich eines anderen Bebauungsplans



4. vorgezogene gemeindeeigene Ausgleichflächen bevorratet in einem Ökokonto

Abb. Möglichkeiten der naturschutzrechtlichen Eingriffsbewältigung am Beispiel der kommunalen Bauleitplanung

Nach herrschender, im Schrifttum vielfach geäußerter Meinung kann die ländliche Bodenordnung (Flurbereinigung nach dem Flurbereinigungsgesetz bzw. Flurneuordnung nach dem achten Abschnitt des Landwirtschaftsanpassungsgesetzes) den Aufbau von Kompensationsflächen- und -maßnahmenpools wirkungsvoll unterstützen. Denn die Bodenordnung ermöglicht im Rahmen der mindestens wertgleichen Landabfindung aller Teilnehmer ein gezieltes Flächenmanagement durchzuführen, die landschaftspflegerischen Maßnahmen im Plan über die gemeinschaftlichen und öffentlichen Anlagen verbindlich festzulegen und im Flurbereinigungsplan Regelungen zur Sicherung, Unterhaltung und Pflege zu treffen. Indessen ist festzustellen, dass es über diese Allgemeinplätze hinaus keine nähere Auseinandersetzung mit der Umsetzung von Flächenpools und Ökokonten im Rahmen der Flurbereinigung bzw. Flurneuordnung gibt.

Diese Forschungslücke wird im Projekt in Zusammenarbeit mit der Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation des Freistaates Thüringen geschlossen, indem die bisherige Praxis evaluiert wird und auf dieser Basis Handlungsempfehlungen erarbeitet werden. Dabei ist aufgrund der unterschiedlichen rechtlichen Vorgaben nach dem Baugesetzbuch und der Naturschutzgesetzgebung zwischen Ausgleichsmaßnahmen in der Bauleitplanung und der

allgemeinen naturschutzrechtlichen Eingriffskompensation zu unterscheiden. Gerade das Ökokonto in der Bauleitplanung ermöglicht eine intelligente Verknüpfung der Stadt- und Landschaftsentwicklung sowie die Realisierung einer multifunktionalen Nutzung der Ausgleichsmaßnahmen, die maßgeblich zur Reduzierung der Inanspruchnahme landwirtschaftlich genutzter Flächen für andere Zwecke beiträgt. Hierdurch kann eine nachhaltige Entwicklung der Siedlungs- und Freiraumstrukturen befördert und gleichzeitig ein wichtiger Beitrag zum Erhalt der Kulturlandschaft und Biodiversität geleistet werden.

## 6. Nachverdichtungspotenzial in der Grundstückswertermittlung – Entwicklung eines Modells zur marktgerechten Berücksichtigung von Nachverdichtungsmöglichkeiten in wirtschaftlich stabilen Regionen (stagnierenden Räumen)

**Karl-Heinz Thiemann, Benjamin Langer, Universität der Bundeswehr München**

Im Rahmen der Grundstückswertermittlung sind gemäß § 2 Satz 2 der Verordnung über die Grundsätze für die Ermittlung der Verkehrswerte von Grundstücken (Immobilienwertermittlungsverordnung – ImmoWertV) „künftige Entwicklungen wie beispielsweise absehbare anderweitige Nutzungen [...] zu berücksichtigen, wenn sie mit hinreichender Sicherheit auf Grund konkreter Tatsachen zu erwarten sind.“



*Flurneuordnungsverfahren*



*Ausgangssituation bis April 2008*



*Freilegung im Juni 2008*



*Nachnutzung ab August 2011*

**Abb.** Innenentwicklung (Nachverdichtung durch Abriss und Umnutzung) am Beispiel des Dorfes Finsterlohr, Stadt Creglingen (Main-Tauber-Kreis, Baden-Württemberg)

Immobilien Sachverständige sind damit angehalten, bei der Wertermittlung das Nutzungspotenzial eines Grundstücks zu berücksichtigen. Während die Bewertungspraxis für Wachstumsregionen (Bewertung der Nachverdichtungsmöglichkeiten) und Schrumpfsregionen (kein Vorhandensein einer Nachfrage zur intensiveren baulichen Nutzung, sondern Wertabschläge aufgrund übergroßer Flächen) schon Ansätze für eine marktgerechte Bewertung gefunden hat, ist die Situation in wirtschaftlich stabilen Regionen mit einem leichten moderaten Wachstum (stagnierende Räume im Sinne der Raumordnung) derzeit unklar und nicht eindeutig geregelt. Die fehlende Beachtung der nach der ImmoWertV geforderten Berücksichtigung von vorhandenen Nutzungsperspektiven führt in der Praxis

häufig zu Fehlbeurteilungen bzw. Fehlbewertungen. Denn auch in wirtschaftlich stabilen Regionen ist bei der Wertermittlung von Grundstücken § 2 Abs. 2 ImmoWertV sachgerecht zu berücksichtigen.

Ziel des in Zusammenarbeit mit der Allianz-Versicherung durchgeführten Forschungsprojekts ist die Untersuchung der aktuellen Wertermittlungspraxis bei der Bewertung von Grundstücken hinsichtlich des Nachverdichtungspotenzials in wirtschaftlich stabilen Regionen durch Auswertung von Vergleichsgutachten, ergänzt durch Experteninterviews. Im weiteren Ergebnis erfolgt die Formulierung von Handlungsempfehlungen, um § 2 Abs. 2 ImmoWertV auch bei der Wertermittlung von Grundstücken mit Nachverdichtungsmöglichkeiten in stagnierenden Räumen sachgerechter anzuwenden zu können. Hierdurch werden wiederum Impulse gegeben, die Nachverdichtungspotentiale zeitnah zu nutzen, was wiederum dem Schutz der freien Landschaft vor Bebauung nützt.

## **7. Evaluation der Kommunikation in Flurneuordnungsverfahren an Beispielen in Bayern**

**Karl-Heinz Thiemann, Franziska Hesse, Universität der Bundeswehr München**

Effektivität und Effizienz ländlicher Bodenordnungsverfahren sind schon lange Gegenstand einer intensiven Forschung. Dies gilt insbesondere für die Wirkungen der Flurneuordnung in Bezug auf die Landwirtschaft und die Agrarstrukturen sowie die kommunale und regionale Entwicklung, nicht jedoch für die verfahrensbezogene Kommunikation. Dies erstaunt, denn zu den wesentlichen Erfolgsfaktoren einer nachhaltigen Bodenordnung gehört die dialog- und konsensorientierte Planung mit allen Beteiligten auf Augenhöhe. Durch die Mitwirkung an den Planungsprozessen soll eine Identifikation mit dem jeweiligen Verfahren und den durchgeführten Maßnahmen erreicht werden, die zu einer größtmöglichen Akzeptanz und damit sozialen Nachhaltigkeit führen soll.

Die skizzierte Einbeziehung der Beteiligten setzt eine intensive Kommunikation voraus, um sie für das jeweilige Flurneuordnungsverfahren zu gewinnen und eine aktive Beteiligung an den Planungsprozessen zu erreichen, die letztlich zu einer allgemeinen Zufriedenheit mit den Ergebnissen führt. Umso erstaunlicher ist es, dass im Gegensatz zu den genannten Wirkungsanalysen die verfahrensinterne Kommunikation bisher nie Gegenstand einer näheren Untersuchung war. Diese Forschungslücke wird durch das Projekt in Zusammenarbeit mit der Bayerischen Verwaltung für Ländliche Entwicklung geschlossen, um die Flurneuordnung als kommunikativen Prozess zu beschreiben und das wechselseitige Kommunikationsgeschehen sowohl sender- als auch empfängerseitig vollständig zu erfassen. Damit liegt erstmals eine repräsentative Evaluation der Kommunikation in Flurneuordnungsverfahren vor.

Obwohl die Feldstudie nur Flurneuordnungsverfahren nach dem Flurbereinigungsgesetz umfasst, lassen sich viele Aussagen auch auf andere Planungsprozesse in der Stadt- und Landentwicklung übertragen. Dies gilt nicht nur für die vielfach unterschätzte Bedeutung der Kommunikation, sondern zum Beispiel auch für die Planung von Kommunikations- und Partizipationsprozessen sowie den Einsatz moderner Informationstechnologien.

Eine wesentliche Erkenntnis ist, dass die überwiegende Mehrheit der Beteiligten nach wie vor eine Information und Einbeziehung mit analogen Formaten und direkter Ansprache bevorzugt. Bei Ausschöpfung der Digitalisierungspotenziale als Chance für den ländlichen Raum und die Dorfentwicklung ist daher besonderes Augenmerk auf ein Veränderungsmanagement zu legen.



Erste Analysen zeigen, dass die betrachteten Konzepte auf die Ordnung, Sicherung und Entwicklung von Grund und Boden ausgerichtet sind. Dabei spielt die Nachhaltigkeit eine wichtige Rolle. Die betrachteten Konzepte bieten zudem Schnittstellen zu den jeweils anderen Konzepten an. Dadurch können Erkenntnisse weitgehend übertragen werden. Durch die Bestimmung des Bodenwertes können die Qualitäten von Land gesichert verglichen werden. Dies ist wichtig für die Festlegung der geeignetsten Nutzung von Land. Darüber hinaus steigt die Bedeutung "weicher" Standortfaktoren wie z. B. das Image eines Gebietes. Daraus ergeben sich erweiterte Anforderungen an die Erfassung von raumrelevanten Daten. Zudem kann die Darstellung gemeinsamer Kriterien einer verlässlicheren Inwertsetzung räumlicher Lagen überaus dienlich sein.

- Ortner, A., Soot, M., Weitkamp, A. (2019). Determining Land Values by Location: Supporting Public Valuation Expert Committees in the Provision of Market Transparency. In: The Role of Public Sector in Local Economic and Territorial Development (Ed. Finka, M.; Jaško, M.). S. 83–96. Springer.
- Ahlfeld, M., Fügener, T., Grzybek, A., Wegers, A., Ortner, A., Weitkamp, A. (2019). Lageveränderungen durch Maßnahmen des besonderen Städtebaurechts. AVN, 126(10), 267–279.
- Ortner, A.; Weitkamp, A. (2018): `Räumliche Lage` – A Discourse on Location – Concepts for Assessing Interdisciplinary Application Potentials. In: Opportunities and Constraints of Land Management in Local and Regional Development – Integrated Knowledge, Factors and Trade-offs (Ed. Hepperle, Erwin et al.). S. 25–37. Online unter: <https://doi.org/10.3218/3928-3>.
- Weitkamp, A; Köhler, T.; Ortner, A. (2017): Bodenwertermittlung – Eine automatisierbare Aufgabe? In: Flächenmanagement und Bodenordnung (FuB). Heft 1/2017 Februar. S. 25–34.

## 9. WennDaNn – Weiterentwicklung des Daseinsvorsorgeatlas Niedersachsen

Alexandra Weitkamp, Manfred Klaus, Technische Universität Dresden

Die ländlichen Räume stehen auf Grund des demographischen Wandels, der ökonomischen Globalisierung sowie vielerorts prekärer kommunaler Finanzen vor großen Herausforderung und erfordern eine Anpassung der Infrastrukturen zur Aufrechterhaltung und Sicherung der Daseinsvorsorge. Hierzu bedarf es eines Instrumentes, welches vorhandene Daseinsvorsorgeeinrichtungen zusammenhängend erfasst, Defizite aufzeigt und Prognosen für etwaige Erweiterung und Veränderungen ermöglicht.

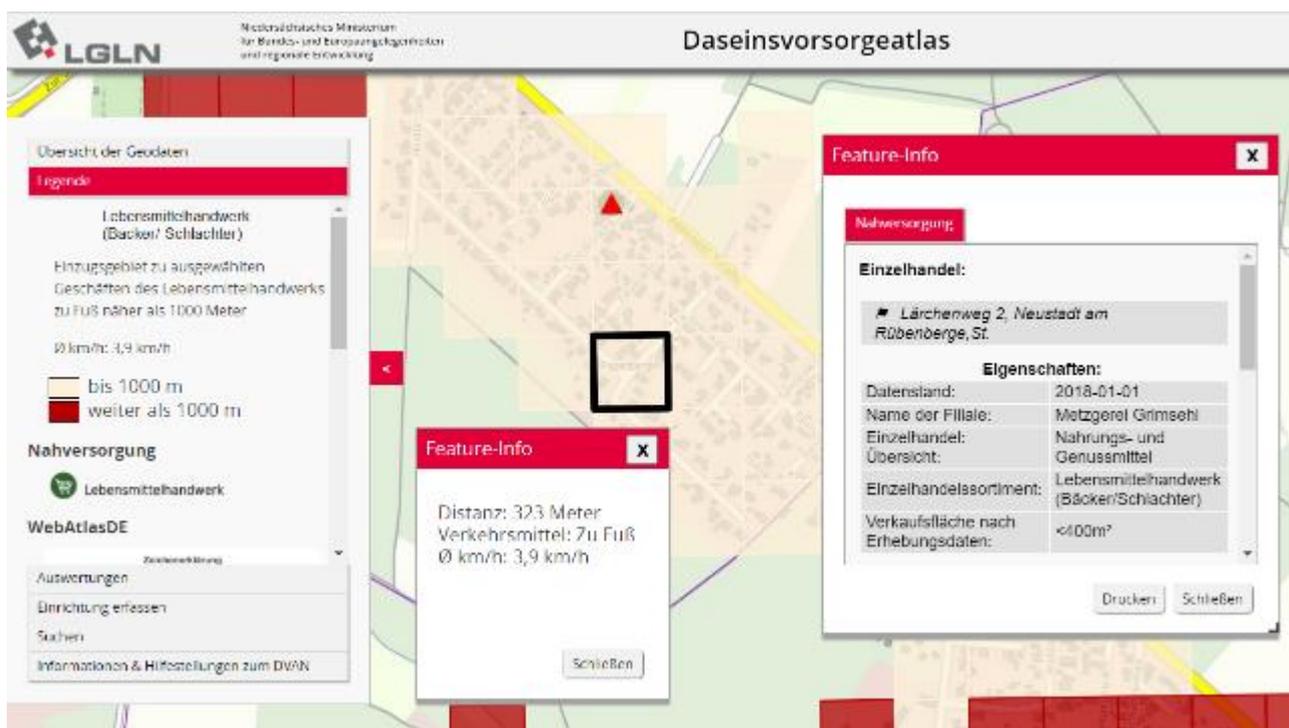


Abb.: Analyse der fußläufigen Erreichbarkeit zum nächsten Nahversorger – Beispiel Helstorf, Niedersachsen.

Ein Prototyp zur Abbildung und Steuerung der Daseinsvorsorgesituation ist der Daseinsvorsorgeatlas Niedersachsen (DVAN). Dieser wird im Rahmen des Forschungsprojektes zwischen den Professuren für Geoinformatik und Landmanagement der TU Dresden mit dem Land Niedersachsen zu einem multi-kriteriellen Entscheidungsunterstützungstool ausgebaut, wodurch zukünftig Entscheidungsträger aus Politik und Verwaltung verschiedene Standorte anhand von Kriterien unterschiedlicher Gewichtung vergleichen können.

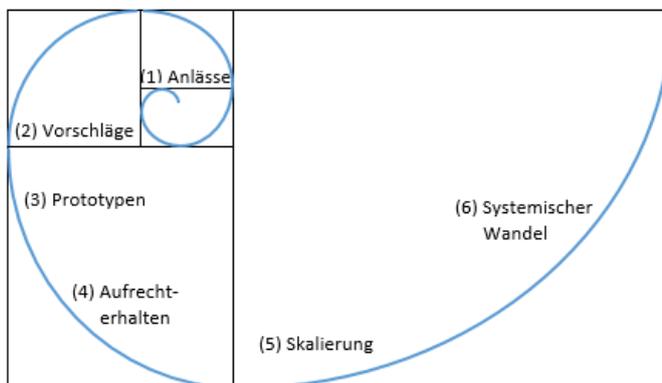
Ein zweiter Teilbereich im Forschungsprojekt ist die Aufbereitung und Verarbeitung der Daten des DVAN sowie weiterer raumbeschreibender Informationen für die Immobilienwertermittlung. Neue Erkenntnisse zur Zusammensetzung der Kaufpreise sind unter der Verwendung von Strukturgleichungsmodellen zu erwarten.

- Klaus, M., Mäs, S., Bernard, L. & Weitkamp, A. (2019): Weiterentwicklung des Daseinsvorsorgeatlas
- Klaus, M., Mäs, S., Weitkamp, A. & Bernard, L. (2020): Daseinsvorsorgeatlas Niedersachsen Stand und Ausblick eines Werkzeugs zur Steuerung und Planung von Daseinsvorsorgeeinrichtungen. In R. Bill & M.L. Zehner (Hrsg.), Geoinformation als Treibstoff der Zukunft. Gehalten auf der GeoForum MV 2020, Bildungs- und Konferenzzentrum des Technologieparks Warnemünde.

## 10. InDaLE – Innovative Ansätze der Daseinsvorsorge in ländlichen Räumen – Lernen von Erfahrungen anderer europäischer Länder für Deutschland

Alexandra Weitkamp, Andreas Ortner, Juliane Klöden, Technische Universität Dresden

Die Sicherung der Daseinsvorsorge stellt ländliche Räume vor wachsende Herausforderungen. Insbesondere die Digitalisierung, die ökonomische Globalisierung sowie der demographische Wandel erfordern eine Umgestaltung der existierenden Infrastrukturen, welche die Versorgung der Bevölkerung nachhaltig gewährleisten. Mit dieser Problematik steht Deutschland nicht allein da. Auch andere europäische Länder haben ähnliche Herausforderungen in ländlichen Räumen zu bewältigen. Das Forschungsprojekt InDaLE untersucht innovative Ansätze der Daseinsvorsorge in Europa und prüft deren Anwendbarkeit und Übertragbarkeit in ländlichen Räumen Deutschlands. Das Projekt ist eine Kooperation der Professur Landmanagement (TU Dresden) mit der Leibniz Universität Hannover, der Universität Oldenburg, dem Thünen-Institut in Braunschweig und der Akademie für Raumforschung und Landesplanung in Hannover.



*Abb.: Die sechs Phasen des Innovationsprozesses nach Murray et al. (2010) in Anlehnung an Zetzsche und Albert 2017 (eigene Darstellung).*

Im Fokus des Projektes stehen die Daseinsvorsorgebereiche 'nachschulische Bildung', die 'nichtpolizeiliche Gefahrenabwehr' sowie die 'Medizinische Versorgung und Pflege'. Ausgangspunkt des Forschungsvorhabens ist die Annahme, dass andere Regionen Europas, welche schon länger vor den Herausforderungen sich wandelnder Rahmenbedingungen in ländlichen Räumen stehen, mehr Erfahrungen bei der Verstetigung von innovativen Modellprojekten zur Daseinsvorsorge gesammelt haben. Um geeignete Lösungsansätze und Strategien anhand dieser Erfahrungen abzuleiten, werden erfolgreich verstetigte europäische Modellprojekte im Rahmen von Fallstudien vergleichend analysiert und deren Adaptions- und Verstetigungsmöglichkeiten für ländliche Räume in Deutschland überprüft. Der Arbeitsschwerpunkt der Technischen Universität Dresden, vertreten durch die Professur für Landmanagement am Geodätischen Institut, liegt im Daseinsvorsorgebereich 'Medizinische Versorgung und Pflege' mit Fokus auf innovativen Modellprojekten in Schweden und Österreich. Im Vordergrund stehen erprobte Ansätze wie beispielsweise die Nutzung von Telemedizin und die Aufhebung der sektoralen Trennung zwischen ambulanter und stationärer Versorgung, um demographisch bedingten Überlastungsproblemen in der Gesundheitsversorgung und Pflege entgegenzuwirken.



- Jeschke, A. & Weitkamp, A. (2017): Stakeholders' Behaviour and Interaction in Context of Land Use. In: E. Hepperle; R. W. Dixon-Gough, R. Mansberger; J. Paulssen; J. Hernik & T. Kalbro (Hrsg.), The Integration of Past, Present and Future in Spatial Planning and Land Management Policies (S. 119-130). Zürich: vdf Hochschulverlag.
- Höppchen, T.; Jahn, A.; Weitkamp, A. (2017): Aktueller Einsatz der Baulandumlegung – Eine deutschlandweite Befragung. In: fub (Flächenmanagement und Bodenordnung). Heft 6, S. 256-263.
- Jeschke, A.; Weitkamp, A.; Köhler, T. (2016): Akteure im Landmanagement – Ein Ansatz zur spieltheoretischen Modellierung. In: avn (Allgemeine Vermessungsnachrichten). Heft 2, S. 39-49.

## 12. INTEGRAL - Integriertes Konzept für mineralische Abfälle und Landmanagement zur nachhaltigen Entwicklung von Stadt-Land-Nutzungsbeziehungen

Alexandra Weitkamp, Daniel Kretzschmar, Technische Universität Dresden

Das Forschungsvorhaben INTEGRAL sucht nach Mitteln und Wegen, mineralische Bauabfälle stärker als bisher zu recyceln, um sie im Sinne der Kreislaufwirtschaft einer Nachnutzung zuzuführen. Fokus der Analyse ist die Stadt-Umland-Region Dresden-Meißen. Stoffkreisläufe können regional nur dann geschlossen werden, wenn bei der Produktion von Baustoffen in möglichst großem Umfang Primärbaustoffe durch Recycling-Material substituiert werden.



Für die Aufbereitung mineralischer Abfälle sind einerseits Kenntnisse über den Verlauf regionalen Stoffströme sowie den hierdurch bewegten Materialmengen nötig, um besser abschätzen zu können, welche Recyclingpotenziale in der Region bestehen. Andererseits fehlt Wissen darüber, welche Akteure in der Region Dresden-Meißen für ein Gelingen kreislaufwirtschaftlicher Ideen und Konzepte besonders wichtig sind und wie diese Akteure gegenwärtig vernetzt sind. Hier möchte das Forschungsprojekt ansetzen.

Das Forschungsprojekt wird durch die TU Dresden (Institut für Abfall- und Kreislaufwirtschaft) gemeinsam mit weiteren universitäten (Professur für Landmanagement, Frankfurt University of Applied Sciences) und außeruniversitäten (Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung) Partnern im Verbund mit Akteuren aus der Region (Hochbauamt Stadt Dresden, Zweckverband Abfallwirtschaft Oberes Elbtal) bearbeitet.

Zunächst wird der rechtliche Rahmen eruiert, der Status Quo der Erfassung und Verwertung mineralischer Bauabfälle in der Region erfasst und Hypothesen zu Wegen und Mengen der zugrundeliegenden Materialflüsse mineralischer Bauabfälle formuliert. Es folgt die Analyse der wichtigsten Akteure (Stakeholderanalyse) sowie ihrer gegenseitigen Vernetzung in Stadt und Land (Netzwerkanalyse). Parallel dazu werden durch Verwendung unterschiedlicher primärer und sekundärer Datenquellen im Wechselspiel zwischen Bottom-Up- und Top-Down-Ansätzen näherungsweise die Materialflüsse in der Region quantifiziert und qualifiziert. Insbesondere ist hierbei von Interesse, welche Lücken die amtlichen Statistiken gegenwärtig aufweisen, auf welchen Wegen die Abbruchmaterialien zur Weiterverarbeitung bzw. -verfüllung gelangen und welche Senken für dieses Material maßgeblich sind. Zur Plausibilisierung dieser Status-Quo-Analyse wird die aktuelle Bautätigkeit herangezogen.

Mittels Standortanalysen werden geeignete Lagen für Recyclinganlagen identifiziert, auf welchen anschließend projektintern ermittelte und getestete Aufbereitungsverfahren zur Anwendung kommen sollen. Hierfür wird eine Testanlage der Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung ertüchtigt. Gleichzeitig werden die zuvor ermittelten Stakeholder im Netzwerk bzgl. der zu erwartenden Akzeptanz neuer Aufbereitungs- und Verarbeitungstechniken befragt (Akzeptanzanalyse). Szenarien zukünftiger Bautätigkeit und regionale Materialkataster erlauben Rückschlüsse auf die zu erwartende Materialkomposition, die in einem Bewertungsschlüssel evaluiert werden. Im Ergebnis steht ein Entscheidungshilfetooll zur Identifizierung ressourceneffizienter und flächenneutraler RC-Konzepte sowie die Implementierung dieses Tools in die aktiven Arbeitsvorgänge relevanter Stakeholder.

### 13. KlimaKonform – Gemeinsame Plattform zum klimakonformen Handeln auf Gemeinde- und Landkreisebene in Mittelgebirgsregionen

Alexandra Weitkamp, Andreas Ortner, Marwin Detzner, Technische Universität Dresden

Lange lag der akademische Fokus der Klimaresilienzforschung auf urbanen Räumen. Die Bevölkerung und die Administration von ruralen Räumen (u. a. Mittelgebirgsregionen) wird sich zukünftig verstärkt mit dem Klimawandel, seinen Folgen und zu ergreifenden Maßnahmen auseinandersetzen müssen. Das Verbundprojekt, insbesondere die Professur für Landmanagement der TU Dresden, arbeitet an dem Aufbau und der Etablierung einer Wissensplattform, die zur Entscheidungsunterstützung der Kommunen bei der Anpassung an den Klimawandel dienen soll. Es die aktuellen Situationen in Gemeinden und Landkreisen zu erfassen, bewerten, zukünftige Entwicklungen zu antizipieren und dementsprechende Maßnahmen der Klimaresilienz zu entwickeln und zu implementieren.



*Abb.: Eine renaturierte Auenlandschaft als beispielhaftes Ziel einer Klimaresilienzmaßnahme.*

Eine Stakeholderanalyse stellt den Zugang zu den Realitäten der Stakeholder vor Ort dar. Diese wird, basierend auf einer sozialen Netzwerkanalyse durchgeführt. Das Ziel ist die Identifikation von Schlüsselakteuren. Für die Forcierung einer nachhaltigen Entwicklung der Gemeinden, wird ein Werkzeug entwickelt, das die ökonomische und ökologische Nachhaltigkeit gemeindlicher und unternehmerischer Entwicklungen bewertet und unter Berücksichtigung der Immobilienwerte und -sensitivitäten auch eine wirtschaftliche Bewertung der Standorte zulässt.

Klimatische Veränderungen beeinflussen vor allem, die in ländlichen Räumen stark repräsentierte Landwirtschaft. Grundlage für die Anpassung der Bewirtschaftungsformen sind Prognosen dieser Klimaveränderungen. Hierbei wird das „Capacity Development“ durch Klimacoaches eine wichtige Rolle spielen.

Neben 10 anderen Institutionen erarbeitet die Professur für Landmanagement der TU Dresden einen Beitrag zu Entwicklung eines integrativen und handlungsorientierten Ansatzes, der die Ermittlung und Bewertung der Kapazitäten zur Anpassung an den Klimawandel in Mittelgebirgsregionen zum Ziel hat. Die Nutzbarkeit durch die Akteure vor Ort entsteht durch ein Entscheidungsunterstützungswerkzeug (Decision Support Tool).

### 14. Transaktionen von Wohnimmobilien – Käuferverhalten und wertbeeinflussende Parameter

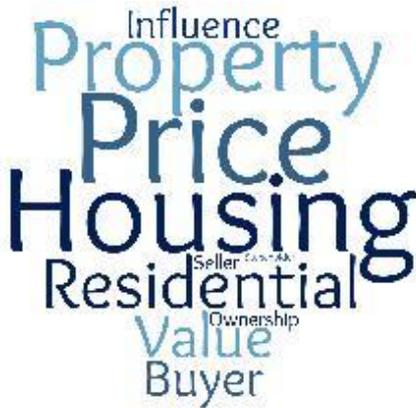
Alexandra Weitkamp, Julia Süring, Technische Universität Dresden

Wohnimmobilien stehen im Fokus diverser Diskussionen unterschiedlicher Disziplinen und sind diesen vielseitigen Einflüssen ausgesetzt. So sind Thematiken zu Wohnimmobilien aus gesellschaftlicher, politischer, wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Sicht von Relevanz. Dieser heterogene Markt setzt sich aus unterschiedlichen sachlichen und räumlichen Teilmärkten sowie einer Vielzahl an Akteuren aus zahlreichen Disziplinen zusammen. Einer der wichtigsten Akteure bleibt der Nutzer einer Immobilie, da dieser die Immobilie seinen finanziellen und nicht-finanziellen Ansprüchen entsprechend auswählt.

Eine umfangreiche internationale Literaturrecherche im Bereich Käuferverhalten und preisbeeinflussende Parameter identifizierten zwei Hauptforschungsbereiche:

- Verhaltensfaktoren von Käufern, die die Entscheidungsfindung beeinflussen und
- Faktoren, die den Preis einer Immobilie beeinflussen.

Folgende Begriffe tauchten vermehrt während der Literaturrecherche auf:



*Abb.: Häufig wiederkehrende Begriffe aus der Literaturrecherche*

Dieses Forschungsvorhaben fokussiert Wohnimmobilien, da auf diesem Teilmarkt vielfach Laien agieren. Ein Perspektivwechsel hin zu den Käufern und Verkäufern erscheint hier am erfolgversprechendsten. Unterschiedliche Forschungsmethoden, wie Interviews bzw. Befragungen von Käufern und Verkäufern, sollen neue Einsichten zu deren Verhalten erlauben und offenlegen, welche Kriterien für sie den Wert einer Immobilie beeinflussen. Die Reflexion der dabei gewonnenen Erkenntnisse erfolgt mittels Experteninterviews.

Standardisierte Wertermittlungsverfahren ermöglichen einen einheitlichen Rahmen und tragen durch die objektive Herangehensweise zur Markttransparenz bei. Dabei weichen der Verkehrswert als Ergebnis einer Immobilienbewertung und der Kaufpreis als Ergebnis einer individuellen Verhandlung zwischen Käufer und Verkäufer voneinander ab. Eine Untersuchung der Käufer- und Verkäuferperspektive soll Aufschluss darüber geben, welche weiteren Kriterien diese Differenz zu erklären vermögen.

Der Mehrwert der Forschungsarbeit liegt in:

- einer Erhöhung der Markttransparenz und
- der Minimierung der Spanne zwischen den ermittelten Immobilienwerten und den Kaufpreisen auf dem Wohnimmobilienmarkt.

Es wird erwartet, dass die neu gewonnenen Erkenntnisse einen Einfluss auf die Immobilienbewertung haben.

- Adolphs, I.; Süring, J.; Weitkamp, A. (2019): Steigender Wohnungsdruck in deutschen Großstädten: Der Blick über den Tellerrand – Können wir von Wien lernen? In: fub (Flächenmanagement und Bodenordnung) 81(04), 170-176.
- Süring, J.; Weitkamp, A. (2019). Erfolgsfaktoren von Baulandmodellen – Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Lösungsansätze. In: fub (Flächenmanagement und Bodenordnung) 81(03), 134-141.
- Süring, J.; Weitkamp, A. (2020): Wohnimmobilientransaktionen – Ableitung neuer Forschungsansätze für Deutschlands Immobilienmarkt, In: fub (Flächenmanagement und Bodenordnung) 82(01), S. 35–43.

## **15. ENTER AKS – Entwicklung einer (teil-)automatisierten Erhebung und Verarbeitung von Grundstücksmarktdaten in der AKS**

**Matthias Soot, Alexandra Weitkamp, Technische Universität Dresden, Projektlaufzeit: 01.04.2018 bis 31.03.2021, Fördergeber: Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN)**

Als Handlungsfelder der Zusammenarbeit zur Entwicklung einer (teil-)automatisierten Erhebung und Verarbeitung von Grundstücksmarktdaten in der AKS werden vier Themenfelder bearbeitet: Entwicklung einer Online-Erhebung von Kauffalldaten verknüpft mit der AKS, die Entwicklung und Implementierung von geeigneten Routingalgorithmen, die Weiterentwicklung von Produkten zur Steigerung der Grundstücksmarkttransparenz sowie die Begleitung der (bisherigen und angestrebten) Entwicklungen in die Praxis.



Abb.: Visualisierung von Liegenschaftszinssätzen für Mehrfamilienhäuser

Zudem wird die Anwendung automatisierter, räumlicher Auswertemethoden untersucht und beispielhaft die Visualisierung von Liegenschaftszinssätzen für Mehrfamilienhäuser in einem online Tool entwickelt.

Abschließend wird die online-Käuferbefragung für die Niedersächsische Vermessungs- und Katasterverwaltung aus dem Grunddatenbestand entwickelt. Künftig kann mit dem Befragungstool individualisiert und bildbasiert eine Befragung der Käufer erfolgen.

- Soot, Matthias; Zaddach, Sebastian; Weitkamp, Alexandra; Teuber, Andreas: Methoden- und Modellentwicklung für die landesweit einheitliche Ableitung von Liegenschaftszinssätzen für Mehrfamilienhäuser. In: Nachrichten der Niedersächsische Vermessungs- und Katasterverwaltung (NaVKV) 2019, Nr. 1+2, S. 28–36.
- Soot, M., Zaddach, S., Käker, R., Ziem, M., Weitkamp, A. (2018); Automatisierte Auswertungen mit der AKS Niedersachsen, NaVKV, 1/2018, S. 10-13.
- Soot, M., Zaddach, S., Weitkamp, A., Käker, R., & Ziem, M. (2018). Weiterentwicklung der AKS – Implementierung neuer Auswertemethoden und Steigerung der Nutzer-Interaktion. In: zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, (1/2018), 24-35.

## Technische Universität Darmstadt , Institut für Geodäsie / FG Landmanagement

### **16. Aktivierung von Flächenpotenzialen für eine Siedlungsentwicklung nach innen – Beteiligung und Mobilisierung durch Visualisierung (AktiVis)**

**Ch. Diepes, M. Dettweiler, H. J. Linke, Technische Universität Darmstadt**

Da sich Potenzialflächen der Innenentwicklung regelmäßig in Privateigentum befinden, ist die Einbindung und Beteiligung der Eigentümer unerlässlich. Denn die Bemühungen der Gemeinden bei den Entwicklungen von Flächen im Siedlungsbestand scheitern dort, wo die Gemeinde keinen Zugriff auf die zu entwickelnden Flächen hat und die Partikularinteressen der Immobilieneigentümer gegenläufige Tendenzen besitzen.



Abb. 1: Einsatz eines Multi-Touch-Tisches zur Aktivierung von Innenentwicklungspotenzialen

Hier setzt das durch das BMBF geförderte Verbundvorhaben an. Neben dem Landmanagement und die Arbeits- und Ingenieurpsychologie der TU Darmstadt ist das Fraunhofer Institut für graphische Datenverarbeitung IGD sowie die drei beteiligten Kommunen Münster (Hessen), Otzberg und Bensheim beteiligt. Durch das Zusammenspiel und die Weiterentwicklung von Methoden zur Partizipation und Visualisierung werden Kooperationen zwischen Wissenschaft, Wirtschaft, kommunaler Verwaltung und Politik sowie der Öffentlichkeit angestoßen, um gemeinsam eine Ortsentwicklung mit Fokus auf der Nutzung von Innenentwicklungspotenzialen zu betreiben und so schlussendlich die Lebensqualität in den Orten zu erhöhen.

Grundlage ist eine mehrstufige dreidimensionale Visualisierung mit daran anknüpfenden Aktivierungsstrategien zur Sensibilisierung und Verbesserung der Vorstellungskraft aller involvierten Parteien.

- Spatz, L., Dettweiler, M., Linke, H.-J.: Neue Blickwinkel – Visualisierung im Partizipationsprozess; in: Sommer, J. (Hrsg.), KURSBUCH BÜRGERBETEILIGUNG #3; Berlin Institut für Partizipation, 2019
- Dettweiler, Martina; Linke, Hans-Joachim: Visualisierung von Flächenpotenzialen. In: Planerin, 6\_19, S. 12-14
- Dettweiler, Martina; Linke, Hans-Joachim: Forschung bringt neuen Schwung in Stadtentwicklungsprozesse. In: RaumPlanung, 200 / 1-2019, S. 56-60
- Biermas, Annemarie; Dettweiler, Martina; Linke, Hans-Joachim, Meyer-Marquart, Dorte, Wenzel, Anne: Das Potenzial von Scheunen nutzen – Eigentümer unterstützen – Innenentwicklung gestalten. In: Planerin, 2\_19, S. 31-33

## 17. Water-Reuse in Industrieparks (WaReIp)

**S. Bauer, A. Dell, H. J. Linke, Technische Universität Darmstadt**

Industrielle Produktionsanlagen werden heute aus Gründen der Raumverträglichkeit weltweit vornehmlich in Industrieparks angesiedelt. Dadurch eröffnen sich neue Gestaltungsoptionen für die Einsparung von Ressourcen und Energie durch gemeinsame Nutzung, Kreislaufführung oder Austausch von Stoffströmen. Eine Forschergruppe, unter Leitung der Technischen Universität Darmstadt, will mit dem Ansatz „Water-Reuse in Industrieparks (WaReIp)“ zur Optimierung von Wassernutzung und Rohstoffrückgewinnung aus Abwasser in Industrieparks beitragen. Ziel des interdisziplinären Projektkonsortiums sind die Entwicklung eines methodischen Vorgehens zur Entscheidungsunterstützung für industrielle Anwender, um Einflüsse für (Wieder-)nutzung von industriellen Wässern und Abwässern zu bestimmen sowie den Nutzen zu bewerten. Dabei sollen die in einem Industriepark anfallenden Abwässer über kaskadenartig angeordnete Aufbereitungsstufen bedarfsorientiert zu Brauchwasser für andere Anwendungszwecke aufbereitet werden.

- Bauer, Sonja; Behnisch, Justus; Dell, Dell; Gahr, Achim; Leinhos, Michael; Linke Hans-Joachim; Shen, Weimin; Tolksdorf, Johanna; Wagner, Martin: Water Reuse Fit for Purpose by a Sustainable Industrial Wastewater Management Concept. In: Chemie Ingenieur Technik 10\_19, S. 1472-1479, DOI:10.1002/cite.201900024
- Behnisch, J.; Dell, J.; Linke, H.-J.; Wagner, M.; Bauer, S.: Pharmaindustrie; in: Rosenwinkel, K.-H.; Austermann-Haun, U.; Köster, S.; Beier, M. (Hrsg.), Taschenbuch der Industrieabwasserreinigung, 2. Aufl., Vulkan Verlag, 2019

## 18. Wiederverwendung von Baumaterialien innovativ (WieBauin)

**Ph. Gärtner, M. Mayer, J. Stahl, M. Widyadharma, H. J. Linke, Technische Universität Darmstadt**

Das Forschungsprojekt WieBauin im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme Stadt-Land-Plus verfolgt das Ziel, die knappen natürlichen Ressourcen des ländlichen Raums zu sparen und Wege zu finden, um alternative Quellen für Bauteile und -materialien nutzbar zu machen. Leerstehende und im Sinne des Eigentümers nicht mehr nutzbare Gebäude eignen



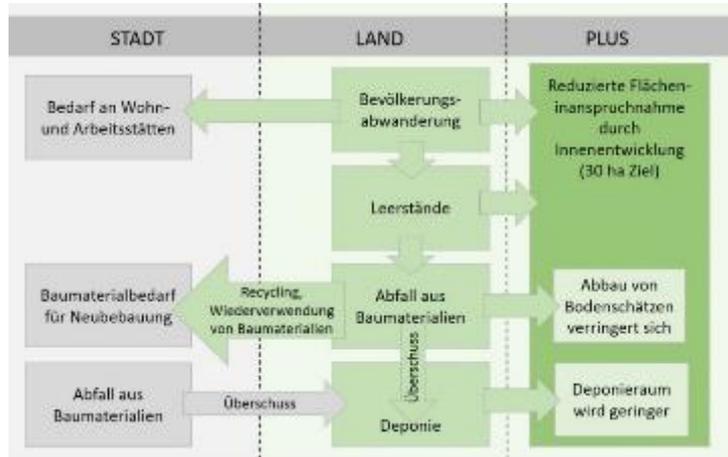
sich hervorragend für die Gewinnung und Wiederverwendung von Bauteilen sowie die Verwertung von Baumaterialien.

Am Beispiel des Landkreises Darmstadt-Dieburg mit den Gemeinden Münster (Hessen) und Otzberg sowie der Stadt Darmstadt entwickelt WieBauin neue Herangehensweisen und Instrumente, um das Stoffstromsystem der Baumaterialien

zwischen Stadt und Land so zu

gestalten, dass für die Region ökologische und ökonomische Vorteile entstehen.

Ein GIS-basiertes Gebäude- und Materialkataster wird den Vorgang der Identifizierung der wiederverwendbaren Bauteile künftig vereinfachen. Für die Abnahme der so gewonnenen ressourcenschonenden Bauteile wird ein passendes Geschäftsmodell zur Vermarktung unter Einbindung aller Akteure der Region entwickelt.



## 19. Kontinuum – Wissenschaftliche Weiterbildung an der TU Darmstadt – Programmlinie Städtebauliche Innenentwicklung

Ch. Diepes, S. Bauer, H. J. Linke Technische Universität Darmstadt

Aufgrund der Komplexität von Bestandsentwicklungen im Rahmen der Innenentwicklung sind weitreichende Kenntnisse der rechtlichen, planerischen und ökonomischen Grundlagen der Baulandentwicklung erforderlich. Gerade kleinere Städte und Gemeinden (bis 20.000 Einwohner) haben in ihren Verwaltungen vielfach nicht die fachliche Kompetenz solche Entwicklungen zu betreiben, können aufgrund ihrer wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit aber auch nicht die erforderlichen personellen Ressourcen bereitstellen. Ihnen bleibt damit nur die Möglichkeit eigenes Personal zur Übernahme solcher Aufgaben zu schulen oder entsprechende Aufträge an private Dienstleister zu vergeben. Ein zu entwickelndes Weiterbildungsangebot der TU Darmstadt soll den beschriebenen Bedarf decken.

Die Weiterbildungsangebote aus dem Bereich „Städtebauliche Innenentwicklung“ richten sich damit vornehmlich an Mitarbeiter in Verwaltungen von kleineren Städten und Gemeinden (insgesamt ca. 10.000 in Deutschland) aber auch an Personen aus dem Bereich der Architektur, des Bauingenieurwesens sowie der Stadtplanung, die den Anforderungen des flächensparenden Umgangs mit Boden und der damit zusammenhängenden Innenentwicklung nachgehen.

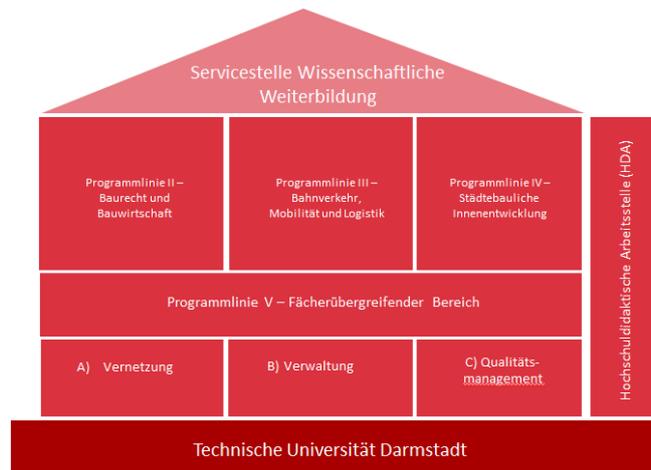


Abb. Schematischer Aufbau der Weiterbildung an der TU Darmstadt

Zudem werden Berufspraktiker aus dem Feld der Projektentwicklung sowie institutionelle Immobilienverwalter mit Flächen in Bestandslagen angesprochen. Relevante Kerninhalte sind in 10 Modulen, angefangen beim Liegenschaftswesen, über Bauleitplanung bis hin zur Anwendung von GIS und der Moderation von Gruppensituationen zusammengefasst und werden in themenspezifischen Zertifikatskursen angeboten. Zudem erfolgt eine Entwicklung der Zertifikate zu einem berufs begleitenden Masterstudiengang an der TU Darmstadt.

## 20. Joint-Degree M.Sc. Studienprogramm „Sustainable Urban Development“

**H. J. Linke, Technische Universität Darmstadt**

Der seit dem Wintersemester 2012/13 von der Technischen Universität Darmstadt an der Vietnamesisch-Deutschen-Universität in Ho Chi Minh City (VGU) angebotene Master-Studiengang „Sustainable Urban Development“ wurde zum Wintersemester 2019/2020 durch einen gleichnamigen Joint-Degree Master-Studiengang ersetzt. Dieser richtet sich wie bisher an vietnamesische und internationale Absolventen von Bachelorstudiengängen aus den Bereichen Architektur, Bauingenieurwesen, Geodäsie, Politik- und Sozialwissenschaften sowie artverwandten.

Ziel des Studiengangs ist den Studierenden die Problemstellungen nachhaltiger Stadtentwicklung zu verdeutlichen und ihnen ein methodisches Rüstzeug zu vermitteln, das die Absolventen in die Lage versetzt, Probleme einer nachhaltigen Stadtentwicklung zu identifizieren, deren Ursachen herauszuarbeiten, zu erreichende Ziele zu formulieren und Maßnahmen zur Erreichung dieser Ziele zu entwickeln, hinsichtlich der Zielerreichung zu bewerten und umzusetzen. In einem großen abschließenden Studienprojekt erhalten die Studierenden die Möglichkeit die erlernten Methoden an einem praktischen Projekt anzuwenden und die Ergebnisse auch Vertretern der Praxis zu demonstrieren.

Interessenten können den Studiengang sowohl an der VGU als auch an der TU Darmstadt aufnehmen. Nach einem ersten Semester an ihren „Heimat-Universitäten“ in dem Angleichungsmodulen für die Absolventen der verschiedenen Bachelorstudiengänge angeboten werden, studiert die gesamte Studierendengruppe ab dem 2. Semester gemeinsam, im folgenden Sommersemester an der TU Darmstadt und im 3. Semester an der VGU. Ihre Masterthesis können die Studierenden im 4. Semester wahlweise an einer der beiden Universitäten anfertigen.

Zum Wintersemester 2019/2020 nahmen insgesamt 29 Studierende den Studiengang an beiden Universitäten auf.



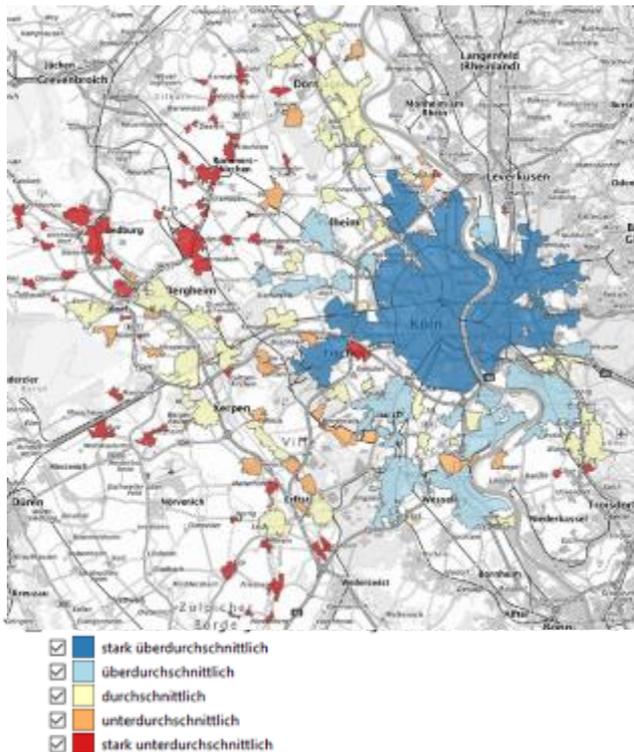
## Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

### 21. Nachhaltiges Agri-Urbanes zusammenWachsen (NACHWUCHS)

**Theo Kötter, Dominik Weiß, Frauke Rehorst, Mirko Blinn; Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn**

*Projektlaufzeit: 7/2017 - 6/2023; Kooperationspartner: RWTH Aachen, Lehrstuhl für Landschaftsarchitektur, empirica ag, Bonn, gaiac e.V., Aachen, Rhein-Erft-Kreis, Landwirtschaftskammer NRW (Auftragnehmer); Auftraggeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)*

Das Projekt verfolgt das Ziel, die Wissens- und Entscheidungsgrundlagen sowie die Handlungsfähigkeit für eine nachhaltige Entwicklung einer prosperierenden metropolitanen Großstadtregion zu verbessern, zu der sowohl ein verstädtertes Umland als auch ländlich geprägte Gebiete gehören. Hierzu sollen handlungsorientierte strategische Ansätze geschaffen werden, um die Funktionen, Strukturen und Freiraumqualitäten in Kooperation mit der Landwirtschaft für das Wohnen und für andere in der Stadtregion angesiedelte Funktionen zu stärken. Aufbauend auf einem vertieften Verständnis der Wechselwirkungen in einer wachsenden Region sollen innovative Entwicklungsmöglichkeiten jenseits eines „weiter so“-Szenarios kooperativ erarbeitet und getestet werden. Auf Basis der Zusammenschau von realen und geplanten Landnutzungen und der zuvor ermittelten Randbedingungen werden mit kommunalen und regionalen Akteuren unterschiedlichen Skalenebenen konkrete Raum- bzw. Siedlungsbilder entwickelt werden. Angesichts des erheblichen Flächenbedarfs sollen innovative Siedlungskonzepte mit höherer Dichte bei gleichzeitiger Erhaltung der Freiraumqualitäten in Anlehnung an die moderne Gartenstadtidee erarbeitet werden.



Das Projekt wird in der linksrheinischen Kölner Wachstumsregion durchgeführt, die aufgrund der zunehmenden Flächenansprüche für Siedlungs- und Infrastrukturzwecke, für die Landwirtschaft auf äußerst wertvollen Böden sowie für den Braunkohlentagebau einen erheblichen Nutzungsdruck und Nutzungskonflikte aufweist. Mit dem Stadt-Umland-Netzwerk (SUN) besteht bereits hier eine Kommunikationsplattform, die als zentrale Koordinierungsstelle der Region verstetigt werden soll. Im Sinne einer Verwertung der Projektergebnisse verbessern die entwickelten Methoden Siedlungsbilder und Umsetzungsinstrumente die Landmanagementkompetenz der Projektpartner.

*Abb. Versorgungssituation in der NACHWUCHS-Region*

- Kötter, T. (2018): Land Readjustment (LR) in Germany - a proper instrument of modern urban gov-ernance for efficient land use. In: Instruments of Land Policy: Dealing with Scarcity of Land. Ed-ited by J.-D. Gerber, Th. Hartmann, A. Hengstermann, Routledge 2018
- Weiß, D.; Rehorst, F.; Kötter, T. (2019): Nachhaltigkeitsindikatoren für die stadregionale Entwicklung, REAL CORP 2019 Proceedings/Tagungsband 2-4 April 2019 – <https://www.corp.at>, ISBN 978-3-9504173-6-4 (CD), 978-3-9504173-7-1 (print), Editors: M. SCHRENK, V. V. POPOVICH, P. ZEILE, P. ELISEI, C.BEYER, J. RYSER, 921-930.
- Weiß, D; Grade, J.; Lennartz, G.; Toschki, A. Blinn; M. (2020): Strategische Anwendung von Nachhaltigkeitsfaktoren für die Siedlungsentwicklung im Stadt Umland Netzwerk. In: Flächennutzungsmonitoring XII, S. 205-213; IÖR Schriften Band 78, 2020.

## **22. Städtebauliche Innenentwicklungsmaßnahme - Planspiel für ein durchsetzungsstarkes Instrument für einen bestandsorientierten Städtebau**

**Theo Kötter, Sven Müller-Grunau, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Projektlaufzeit: 04.2017 bis 06.2018, Kooperationspartner: Deutscher Verband für Wohnungswesen, Städtebau und Raumordnung (DV); Auftraggeber: Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat**

Die städtebauliche Innenentwicklung ist als Inbegriff der nachhaltigen Entwicklung zu einem städtebaulichen Leitbild und BauGB verankert. Nach wie vor liegen umfangreiche Innenentwicklungspotentiale in Form von baureifem Land im Bestand (Baulücken) oder unter- und fehlgenutzten Grundstücken vor, die mit technischer und sozialer Infrastruktur vollständig erschlossen sind. Die Durchsetzung einer Bebauung in kooperativen Verfahren führt trotz erheblicher Nachfrage nach Wohnraum lediglich zu einem begrenzten Erfolg, da es vielfach an einer Verkaufs- bzw. Mitwirkungsbereitschaft der Grundstückseigentümer fehlt, die ihre Grundstücke oftmals aus spekulativen Gründen oder mangels Anlagenalternativen der zu erwartenden Erlöse bevorraten. Das hoheitliche Baugebot nach § 176 BauGB hat in der Praxis kaum Anwendung gefunden.



Deshalb wird zur Bewältigung dieser Herausforderungen das Instrument der städtebaulichen Innenentwicklungsmaßnahme (IEM) konzipiert und im Rahmen eines Planspiels in acht ausgewählten dynamischen wachsenden Großstädten in Deutschland getestet. Es wird überprüft, inwieweit die IEM als neues hoheitliches Verfahren des besonderen Städtebaurechts im BauGB zweckmäßig und erforderlich ist, um den Städten ein neues gebietsbezogenes Instrument zur Mobilisierung von Bauland im Bestand zur Verfügung zu stellen.

Das Planspiel hat gezeigt, dass mit dem Instrument den Städten und Gemeinden eine durchsetzungsstarke und flächenhafte Handhabe bereitgestellt würde, mit der sich eine zeitnahe und bedarfsgerechte Bebauung der Grundstücke realisieren ließe. Die Beispielkommunen bescheinigen der IEM eine erhebliche Wirkung, da das transparente und strukturierte Verfahren die Kooperationsbereitschaft der Grundstückseigentümer steigert. Die IEM trägt daher zur Schaffung von Wohnraum in den Innenbereichen bei und stärkt die Innenentwicklung, die wie die Wohnraumversorgung dem öffentlichen Interesse dienen. Die IEM wird daher im Hinblick auf eine sozialgerechte Bodennutzung zur Bewältigung der Wohnungsfrage und der nachhaltigen Stadtentwicklung als zweckmäßiges und erforderliches Steuerungsinstrument angesehen.

Abb. Verfahrensschritte der IEM

- Kötter, T.; Müller-Grunau, S. (2019): Die städtebauliche Innenentwicklungsmaßnahme – Konzept und erste Einschätzungen. In: Flächenmanagement und Bodenordnung, vol. 81, Nr. 1, S. 26-34.

### 23. Bodenschutz in Planung und Ausführung von Maßnahmen sowie bei der Rekultivierung von Böden im Erdkabelbau

Theo Kötter, Michael Huppertz, Jan Stielike, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn,

Projektlaufzeit: 01.07.2017 - 31.10.2020, Kooperationspartner: University of Applied Sciences Soest; Auftraggeber: Amprion GmbH, Dortmund

Im Zuge der Energiewende hat die Bundesregierung den Ausstieg aus der Kernenergie beschlossen und ist bestrebt, die Verstromung von fossilen Energieträgern stark zu reduzieren. Zugleich werden die erneuerbaren Energien für die Stromerzeugung ausgebaut, vor allem durch Off-Shore-Windparks in der Nord- und Ostsee. Um den Strom in die Hauptverbrauchscentren im Süden und Westen der Bundesrepublik zu übertragen, muss das Energieleitungsnetz bedarfsgerecht ausgebaut werden. Ein großer Anteil der Höchstspannungsleitungen soll aus Akzeptanzgründen und Umweltgründen als Erdkabel realisiert werden.

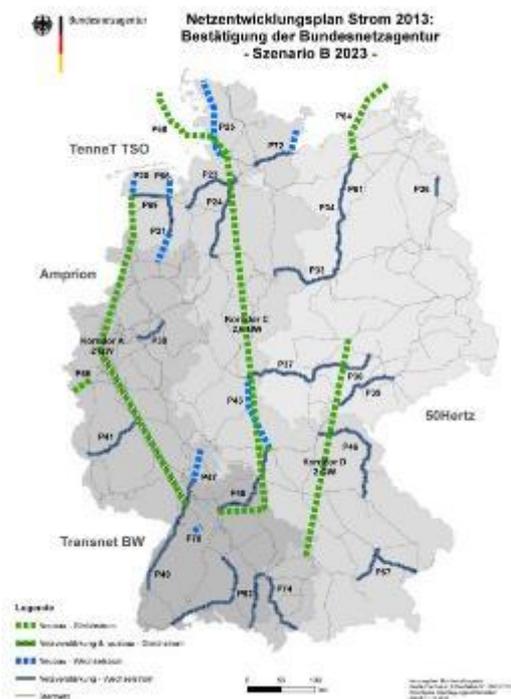


Abb. Netzausbaubedarf, in grün-gestrichelt dargestellte Trassen sind als Erdkabel zu realisieren

Erdkabel verursachen einen erheblichen Eingriff in das Schutzgut Boden, sodass dem Bodenschutz bei der Planung und Realisierung eine zentrale Bedeutung zukommt. Die Energieleitungsstrassen beanspruchen überwiegend landwirtschaftlich genutzte Flächen und Böden, die aufgrund ihrer vielfältigen Funktionen und beeinträchtigen deren vielfältige Funktionen (Standortfunktion für Fauna und Flora, Produktionsfunktion, Archivfunktion etc.). Die komplexen Eingriffe durch den Bau und den Betrieb der Höchstspannungsleitungen generieren einen erheblichen Rekultivierungsaufwand und Kompensationsbedarf, um die ursprünglichen Funktionen des Bodens bestmöglich wiederherzustellen.

Im Rahmen des interdisziplinären Projektes sollen die Methoden, Prozesse, Organisationsformen und Inhalte der Boden relevanten Konzepte für Erdkabel im Höchstspannungsbereich geklärt und optimiert werden. Von besonderem Interesse sind hierbei die planungsstufengerechte Betrachtung des Schutzgutes Boden, die methodische Vorgehensweise bei der Ermittlung des besten Korridors bzw. der besten Trasse und deren Kommunikation in die Öffentlichkeit, die Partizipation der Stakeholder sowie die Optimierung der ökologischen wie ökonomischen Kompensation im Zuge der Planung der Erdkabeltrassen.

- Kötter, T. (2018): Effiziente Flächennutzung in ländlichen Räumen – ein multikriterieller Bewertungsrahmen für Flurbereinigungsverfahren, fub 2/2018, S. 87-90 (Teil 1) und 3/2018, S. 125-129 (Teil 2).

## 24. Enabling Green and Blue Infrastructure Potential in Complex Social-Ecological Regions: A System Approach For Assessing Local Solutions (ENABLE)

Theo Kötter, Sophie Schuppe, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Projektlaufzeit: 2/2017 - 1/2020, Kooperationspartner: Humboldt Universität zu Berlin, Auftraggeber: BMBF

Grüne und blaue Infrastrukturen (GBI) gewinnen aufgrund ihrer Multifunktionalität weltweit immer mehr an Bedeutung für die Stadtplanung. Dies bezieht sich insbesondere auf positiven sozialen Effekte, die Stärkung urbaner Biodiversität aber auch auf die Themen Mitigation und Adaption vor dem Hintergrund des Klimawandels. Dennoch wird bis heute dieses Potenzial der multifunktionalen Nutzenstiftung von GBI in Forschung, Politik und Planung nicht ausreichend gewürdigt. Jedoch hängt die Nutzung dieser Potenziale von zahlreichen Faktoren ab (z.B. Nutzungsrechte, Zugänglichkeit, Lage). Das Projekt ENABLE möchte diese Forschungslücke schließen und nutzt hierfür einen transdisziplinären Systemansatz, um die zugrundeliegenden Verbindungen zwischen unterschiedlichen sozio-ökologischen Dynamiken und konkreten Zielvorstellungen wie z.B. dem Erhalt von Biodiversität zu untersuchen. Dieser Ansatz wird 1) die zugrundeliegenden Verbindungen zwischen GBI, Biodiversität und ökologischen Dienstleistungen in



Abb. Urbanisierungsstärke an Biodiversitätshotspots (© ENABLE-Projektteam)

Städten identifizieren, 2) das Verständnis von menschlicher Wahrnehmung und kulturellen Wertvorstellungen von GBI und Biodiversität verbessern, 3) Hindernissen für den gerechten Zugang zu GBI identifizieren und 4) kritisch

Erfolgsfaktoren zur Verbesserung von Analyse, Design, Management, Erhaltung, Performance und Bewertung des Nutzens, die verschiedentlich durch GBI bereitgestellt werden, untersuchen.

Ziel des Teilprojektes „Klimamodellierung“ ist es, die klimatischen Effekte von baulicher

Nachverdichtung in Wechselwirkung mit urbanem Grün im Bestand zu quantifizieren. Als erster Show Case für das Gesamtprojekt wurde die Stadt Leipzig ausgewählt. Weitere Fallstudien aus dem Gesamtprojekt sind bis zum Ende des Projekts geplant. Aktuell herrscht in der Stadt Leipzig durch einen enormen Bevölkerungsanstieg ein wachsender Druck

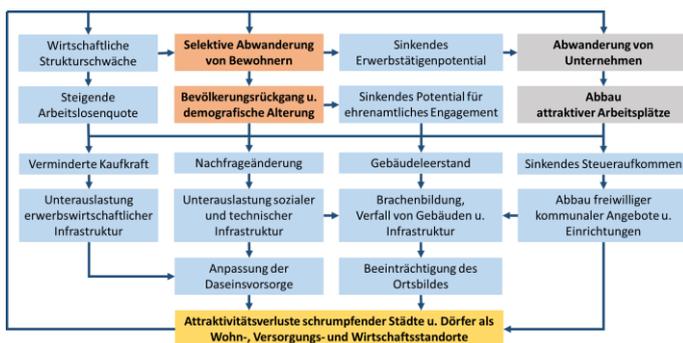
auf den Wohnungsmarkt, so dass die bauliche Nachverdichtung unumgänglich ist. Daher erfolgt die Erhebung der klimatischen Effekte in folgenden Schritten:

- Planerische Konkretisierung von Nachverdichtungsszenarien der Innenentwicklung am Beispiel der Stadt Leipzig
- 3D-Visualisierung mittels Google Sketch-Up
- Erstellung von mikroskaligen Klimamodellen für die Stadt Leipzig mittels der Software Envi-Met, um die klimatischen Auswirkungen von Nachverdichtung im Bestand anhand verschiedener Dichteszenarien und die klimatischen Effekte zusätzlicher grüner Infrastruktur zu überprüfen.
- Schetke, S., Lee, H., Graf, W., Lautenbach, S. (2018): Application of the ecosystem service concept for climate protection in Germany. Ecosystem Service, 29, Part B, S. 294-305. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.12.017>

## 25. Nachhaltige Anpassung der Siedlungsentwicklung und technischen Infrastrukturen an die Herausforderungen des demografischen Wandels, Erstellung Katalog mit Praxisbeispielen

Theo Kötter, Dominik Weiß, Frauke Rehorst, Michael Huppertz, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Projektlaufzeit: 2/2016 - 1/2019, Kooperationspartner: Empirica ag, Bonn, gaia Forschungsinstitut der RWTH Aachen, Auftraggeber: Umweltbundesamt Berlin



Der demografische Wandel betrifft die strukturschwachen ländlichen Räume einschließlich ihrer Klein- und Mittelstädte in zweifacher Hinsicht. Zum einen kommt es aufgrund von selektiven Wanderungen (Schwarmwanderungen zu einer forcierten Abwanderung der Altersgruppen der 18 bis 45jährigen. Zum anderen verlieren diese Räume damit zugleich wichtige Entwicklungspotenziale.

Diese kumulativen Effekte erfordern tiefgreifende Anpassungsmaßnahmen sowohl bei der Siedlungsstruktur als auch bei der netzförmigen technischen Infrastruktur, um deren Funktionsfähigkeit zu erhalten und die ansteigenden Remanenzkosten zu senken. Siedlungs- und

Abb. Wirkungsketten in Schrumpfungsregionen (© Kötter)

Infrastrukturen entziehen sich indessen einer flexiblen Anpassung. Gründe sind die langen Lebenszyklen und Abschreibungszeiträume (bis zu 80 Jahre) sowie ihr Systemcharakter, die eine kurzfristige Anpassung der Netze oder gar einen Systemwechsel z.B. bei der Energieversorgung verhindern. So kommt es zu einer Erhöhung der Wohnkosten und Belastung der kommunalen Haushalte durch die nicht optimal ausgelasteten Infrastrukturnetze.

Das Forschungsvorhaben analysiert die Wirkungsketten der Schrumpfung in Bezug auf die Siedlungs- und Infrastruktur und evaluiert unterschiedliche kommunale Anpassungsstrategien an den demografischen Wandel. Zugleich werden beispielhafte wirksame strategische und konzeptionelle Ansätze im Umgang mit den Anpassungsanforderungen identifiziert und mit Blick auf eine Übertragbarkeit aufbereitet. Eine Typisierung führt zu kooperativen Strategien zur optimierten Infrastrukturauslastung bzw. eine Verringerung der Fixkosten, zu ökonomischen Strategien mit Steuerungsansätzen über Kostenzuordnungen und technologische Strategien zur Effizienzverbesserung. Ein systematischer Analyse- und Bewertungsrahmen sowie ein Beispielkatalog sollen die Kommunen bei der Erarbeitung lokalspezifischer Anpassungsstrategien unterstützen.

- Kötter, T. (2020): Anpassung von Siedlungs- und Infrastruktur in Zeiten des demografischen Wandels, fub Heft 1/2020, 24-34.

## 26. Modellvorhaben Dorfbau Dahlem und Hellenthal

Theo Kötter, Steffen Lang, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn,

Projektlaufzeit: 2/2014 – 3/2019; Kooperationspartner: Gemeinden Dahlem und Hellenthal, Förderung: Ministerium für Bauen Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (MBWSV NW)



Abb. Kristallisationspunkt Dorfmitte

geht um die Behebung städtebaulicher Missstände, struktureller Gebäudeleerstände sowie um die Aufwertung der Einrichtungen der öffentlichen Daseinsvorsorge. Dazu werden der Einsatz des Sanierungsrechts im vereinfachten Verfahren und die Möglichkeiten der Städtebauförderung durch das Förderprogramm „Kleinere Städte und Gemeinden – überörtliche Zusammenarbeit und Netzwerke“ beispielhaft angewendet. Strategische Grundlage zur Bewältigung der sich kumulativ überlagernden städtebaulichen Missstände und Funktionsverluste bilden die in einem partizipativen Verfahren erarbeiteten integrierten Handlungskonzepte deren Planungsprozesse nicht nur innovative Ansätze zum Dorfbau liefern, sondern auch zum Bewusstseinswandel in der Bevölkerung („Wandel in den Köpfen“) und Bewohneraktivierung beitragen sollten.

Die systematische Evaluierung der Wirkungen und Prozesse zeigt, dass die Ansätze des sozialen Dorfbbaus mit Impuls- und Leuchtturmprojekten sowie mit ökonomischen Anreizen die Initiative und Mitwirkungsbereitschaft der Bewohner fördert und ein überdurchschnittlicher Umsetzungsgrad bei öffentlichen und privaten Maßnahmen bereits erreicht wurde.

Kleinere Städte und Gemeinden im ländlichen Raum bilden wichtige wirtschaftliche, soziale und kulturelle Zentren und sind zugleich Ankerpunkte für die Sicherung der öffentlichen Daseinsvorsorge. Die anhaltenden Bevölkerungsverluste führen in den historischen Ortskernen zu Tragfähigkeitsproblemen für die Infrastruktur, zur Verödung, sozialen Erosion und Identitätsverlusten. Ihre Wohn- und Versorgungsfunktion sind erheblich gefährdet.

Ziel des Modellvorhabens in dem interkommunalen Projekt Dahlem und Hellenthal ist es, die bestehenden städtebaulichen und finanziellen Instrumente der Sanierung auf kleine Gemeinden in ländlichen Räumen zu übertragen und für die Revitalisierung der Dorfzentren zu erproben. Es

## Technische Universität München, Bodenordnung und Landentwicklung

### 27. ADLAND Projekt

Walter Timo de Vries, Pamela Duran, Eugene Uchendu Chigbu, Tobias Bendzko, Technische Universität München

Das ADLAND-Projekt (Advancing collaborative research in responsible and smart land management in and for Africa / Förderung kooperativer Forschung in verantwortungsvollem und intelligentem Landmanagement in und für Afrika) zielt darauf ab, das Konzept und die Praxis eines verantwortungsvollen und intelligenten Landmanagements voranzutreiben, im Kontext und um die afrikanischen Landpolitikbedürfnisse ansprechen zu können. Die Förderung erfolgt durch die Vernetzung von Forschungszentren für afrikanische und europäische Landmanagements, die durch eine Reihe praktischer kooperativer Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten umgesetzt werden. Das ADLAND-Projekt wird mit zwei weiteren deutschen Partnern, der Leibniz Universität Hannover und der Universität der Bundeswehr in München, durchgeführt. Weitere nordische Partner sind die Universität Twente, Niederlande, die KTH in Schweden und die Swinburne University in Australien. Das Projekt wird von der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) finanziert. Ein Folgeprojekt (ADLAND.2) wurde vereinbart.



*Abb. Die ADLAND-Konsultation (Foto: TUM/BoLe)*

## 28. Biodiversität und Landbesitz -Forschung

**Tobias Bendzko, Technische Universität München**

Der Land Management Chair der TUM beteiligt sich an der Feldforschung in Kenia. Im Rahmen des vom DAAD geförderten Verbundprojekts zum Qualitätsnetzwerk Kenya Biodiversity schickte die TUM im März 2017 ein paar



Studenten für weitere Datenerhebung und -forschung nach Kilifi in Kenia. Ziel war es, Daten zu Landnutzung und Eigentumsrechten im Untersuchungsgebiet zu sammeln. Ziel war es, vier Masterarbeiten zu unterstützen und durchzuführen. Im Rahmen der Themenschwerpunkte Landmanagement und Eigentumsrechte im Untersuchungsgebiet rund um Taita Hills wird Kenia analysiert. Da die Studie mit der jährlichen Phase des DAAD-Qualitätsnetzwerkes zur Biodiversität zusammenfällt, werden weitere Studenten und Mitarbeiter des Lehrstuhls zusätzliche Daten und Landbesitz im Gebiet von Taita Hills, Kenia, sammeln.

*Abb. Gemeinsam werden die Grundstücksgrenzen der Kleinbauern aufgezeichnet (Foto: Lehrstuhl BoLe)*

## 29. Beratungsstudie “ÖREB ”

**Felix Heinz, Tobias Bendzko, Walter Timo de Vries, Gero Suhner, Technische Universität München**

Der Lehrstuhl für Bodenordnung und Landentwicklung an der TU München führt in Zusammenarbeit mit dem Bay. Staatsministerium für Finanzen, Landesentwicklung und Heimat ein Forschungsprojekt im Zusammenhang mit Öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen (ÖREB) durch und untersucht dabei die Notwendigkeit/Umsetzbarkeit eines zentralen Katasters zu ÖREBs. Zentraler Punkt ist dabei die Ausarbeitung der Organisation, das Erkennen der verschiedenen Akteure und die Definition von Anforderungen an einen solchen Kataster. Mit diesem Projekt wird in Bayern Neuland betreten, deshalb wird sich zunächst an dem schon teilweise eingeführten Schweizer Kataster orientiert und dieser als Referenz verwendet. Im Rahmen zweier Masterarbeiten wurden schon erste Schritte unternommen, Akteure und Anforderungen zu identifizieren und eine mögliche Einführung eines solchen Katasters in Bayern zu initiieren. Jedoch gibt es noch einige ungeklärte Fragen, die in den kommenden Monaten eruiert werden müssen, beispielsweise die Aktualität der dargestellten Daten und damit einhergehend die rechtliche Verbindlichkeit des Katasters. Ziel ist es, einen möglichst vollständigen und aktuellen Kataster zu erstellen, mit dessen Hilfe Entscheidungsträger und Planer in Politik, Wirtschaft und Forschung schnell und zuverlässig Sachverhalte beurteilen können. Es soll möglich sein, Informationen über öffentlich-rechtliche Einschränkungen nach Natur- und Denkmalschutzrecht sowie nach Baurecht und weiteren, noch zu definierenden Themen, gebündelt und digital zur Verfügung zu haben.

### **30. Narrative Analyse der Flurbereinigungspraxis in Europa**

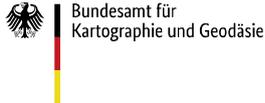
**Walter Timo de Vries, Technische Universität München**

Der Zweck der europaweiten Studie ist:

- Um die Breite und Tiefe der inneren Perspektiven und Erfahrungen mit der Flurbereinigung besser zu verstehen
- Erfahrungen auf höherer Ebene sammeln und daraus lernen, wie Experten mit Schwierigkeiten umgehen und Lösungen finden
- Zusammenstellung solcher Erfahrungen, um Empfehlungen zu geben für:
  - zukünftige Flurbereinigungsprojekte, und
  - Wann, wie und unter welchen Bedingungen soll Flurbereinigung als Instrument zur Landmanagement eingesetzt werden?

## Abteilung Lehre

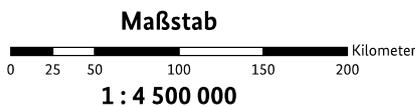
Nach der Neukonstituierung im Vorjahr 2018 hat sich die Arbeitsweise der Abteilung *gut eingespielt*. Im Berichtsjahr 2019 fand die Frühjahrssitzung in Bonn statt, die Herbstsitzung in Stuttgart. In der Abteilung sind derzeit Vertreter der universitären Geodäsie-Standorte TU München, Stuttgart, Karlsruhe, Darmstadt, Bonn, Aachen, Hannover, Braunschweig, Dresden, Berlin und Hamburg aktiv. In den Sitzungen wird in der Regel das aktuelle Studienprogramm eines ausgewählten Standorts vorgestellt, woraus sich meist ein eingehender Austausch zu aktuellen Fragen, Problemen und Perspektiven ergibt. Darüber hinaus wird regelmäßig über Fragen zu den Studierendenzahlen und zur Studierendengewinnung gesprochen. Im Berichtsjahr wurde ein Austausch zu didaktischen Fragen neu begonnen. Die digitale Übersichtstabelle der Abteilung über die Merkmale der Studiengänge an den Standorten ist weiterhin verfügbar. Für eine aktuelle Übersicht über die Studiengänge der Geodäsie und Geoinformation an den deutschen Universitäten und Hochschulen der angewandten Wissenschaft sei auf das kürzlich aktualisierte Werk *Das deutsche Vermessungs- und Geoinformationswesen 2020* (Kummer, Kötter und Ostrau 2020) verwiesen. Dort werden aktuelle Eckdaten, Charakteristika und Entwicklungen kurz beschrieben. Abb. 1 zeigt eine aktuelle Karte der Hochschulstandorte, ein Ergebnis einer am BKG entstandenen schönen Geomatiker-Ausbildungsarbeit.



**Themenkarten - Wussten Sie schon, ...?**  
 - Hochschulstandorte mit Studiengängen der Geoinformationstechnologie -



Ausbildungsarbeit Geomatiker  
 Ausgabe Juni 2018 (Stand April 2019)  
 Das Kartenthema wurde aus den Produkten des BKG "DGM200", "VG2500", "POI" sowie zusätzlichen Informationen von www.hochschulkompass.de (Zugriff: 20.06.2018) abgeleitet.  
 In unserem Downloadbereich finden Sie noch mehr kostenlose Karten und Informationsmaterialien.  
 Kritiken und Anregungen bitte an: wusstensieschon@bkg.bund.de



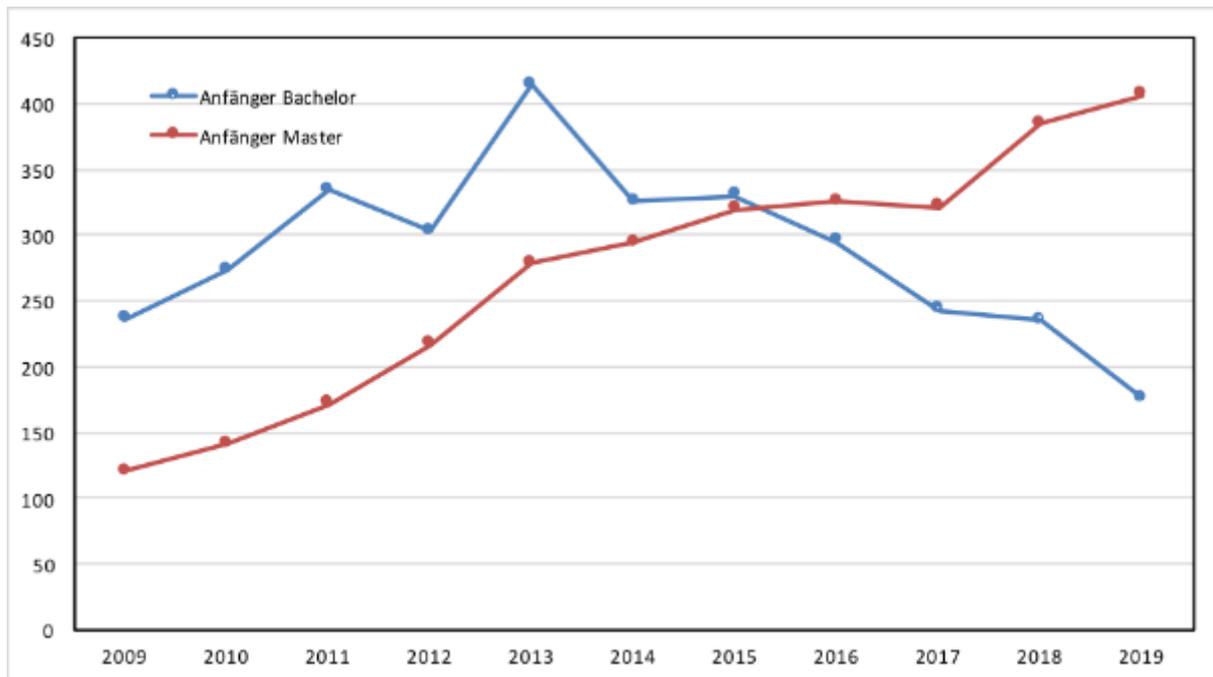
www.bkg.bund.de  
 © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt am Main (2019)  
 Vervielfältigung, Verbreitung und öffentliche Zugänglichmachung, auch auszugsweise, mit Quellenangabe gestattet.  
 Lambert winkeltreue Kegelabbildung Ellipsoid WGS84, Datum WGS84



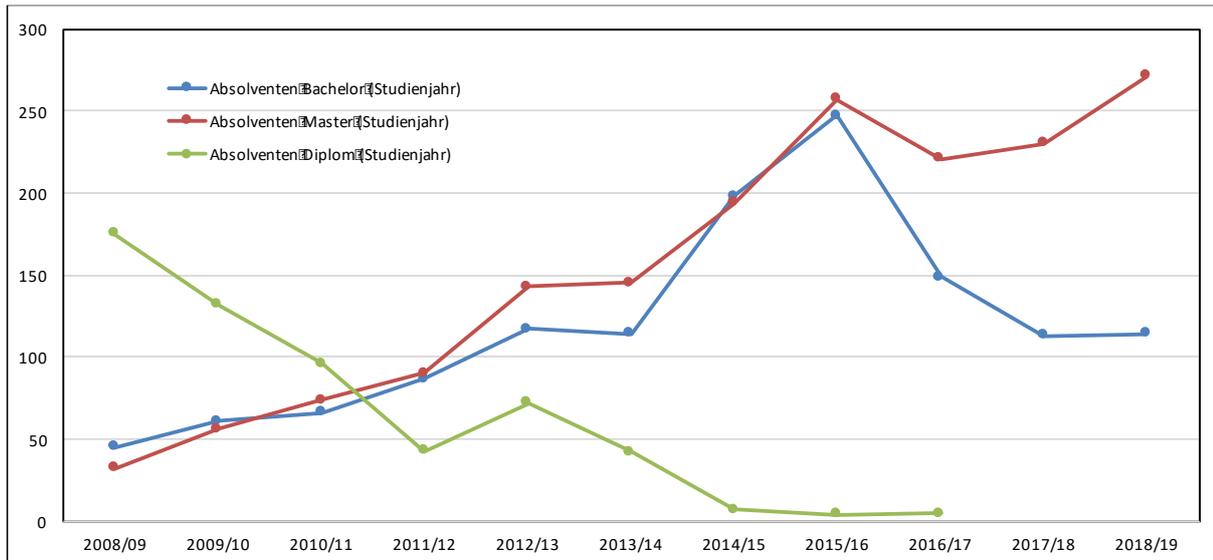
Abb. 1: Hochschulstandorte der Geodäsie und Geoinformationstechnologie. Quelle: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG 2019)

Zur Gewinnung von Studierenden beteiligt sich die Abteilung an der im Berichtsjahr begonnenen *Social Media Initiative* von Verbänden und Hochschulen. Die Initiative ging aus Bemühungen innerhalb der Interessengemeinschaft Geodäsie (IGG) hervor. Im November 2019 fand ein Gipfeltreffen an der Leibniz Universität Hannover statt, bei welchem sich führende Vertreter von DVW, AdV, BDVI, VDV, BKG, FGVK und DGK darauf verständigten, die Social Media Kampagne als nationale gemeinsame Maßnahme zu realisieren und insbesondere eine mandatierte, beim BDVI angesiedelte Redaktion der Kampagne für einen Zeitraum von zunächst 3 Jahren (Beginn Mitte 2020) zu unterstützen. Längerfristig wurde anvisiert, darauf basierend gemeinsam am "Markenkern" und am Profil für die Zwecke einer nachhaltigen Medienarbeit zu arbeiten.

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen die *Zahlen der Studienanfänger und der Absolventen*, die jährlich im Vorfeld der Jahressitzung gesammelt werden. Bei den Anfängern der BSc-Studiengänge musste im Berichtsjahr mit der Summe von 176 (für alle deutschen Standorte) der niedrigste Stand seit mindestens 10 Jahren verzeichnet werden. Auch die Zahl der Absolventen der BSc-Studiengänge blieb mit bundesweit 113 auf sehr niedrigem Niveau. Deutlich positiver entwickelte sich wie bereits in den Vorjahren die Nachfrage bei den MSc-Studiengängen. Dort waren im Berichtsjahr mehr als 400 Anfänger und mehr als 250 Absolventen zu verzeichnen. Dies ist vor allem auf die mittlerweile erhebliche Nachfrage durch Studierende internationaler Herkunft zurückzuführen; hinzu kommt ein weiterer Zuwachs durch Studierende mit einem BSc Abschluss außerhalb der Geodäsie, die sich für ein MSc Studium im Bereich der Geodäsie entscheiden. Diese deutschlandweiten Tendenzen sind übrigens an allen Einzelstandorten in ähnlicher Form zu beobachten.



**Abb. 2:** Anfängerzahlen der Studiengänge Geodäsie und Geoinformation an Universitäten in Deutschland (DGK-Erhebung). Für den Master ist an manchen Standorten der Beginn im Sommersemester möglich. Dort sind jeweils die Anfänger des Sommer- und Wintersemesters addiert.



**Abb. 3:** Absolventenzahlen an Universitäten in Deutschland (DGK-Erhebung). Anmerkung: Da sich auch nach der Jahressitzung noch geringfügige Änderungen der Absolventenzahlen des vorangegangenen Studienjahrs ergeben können, ist die aktuellste Zahl vorläufig. Üblicherweise wird die Zahl durch eine Nacherhebung verifiziert bzw. korrigiert. Die Nacherhebung war für 2018/19 zum Zeitpunkt des Berichtes noch im Gang und daher noch nicht verfügbar.

Die niedrigen Studierendenzahlen, insbesondere im Bereich der konsekutiven BSc- und MSc-Ingenieursausbildung, stehen in starkem Kontrast mit der **großen Nachfrage auf dem Arbeitsmarkt**. Daher sollten Maßnahmen zur Nachwuchsgewinnung für diese Studienrichtungen, wie die oben genannte Social Media Initiative, in den nächsten Jahren höchste Priorität erhalten. Besonders akut ist die Situation für Arbeitgeber aus den Bereichen der Vermessungs- und Katasterverwaltung, der Landentwicklung und der öffentlich bestellten Vermessungsingenieure. Dies zeigen die gründlichen aktuellen Erhebungen der Arbeitsgemeinschaft Nachwuchsgewinnung der AdV zu dem durch die Einrichtungen in diesen Bereichen für die nächsten 10 Jahre prognostizierten Personalbedarf sehr deutlich auf. Die Abteilung Lehre der DGK pflegt regelmäßige Kontakte mit der Arbeitsgemeinschaft der AdV. Für eine eingehendere Diskussion des Themas sei nochmals auf Kummer, Kötter und Ostrau (2020) verwiesen.

- Kummer, K., Kötter, Th. und Ostrau, S. (Hrsg., 2020): Das deutsche Vermessungs- und Geoinformationswesen 2020. Wichmann, ISBN 978-3-87907-676-5



## Publikationen

Im Folgenden ist eine Auswahl der an geodätischen Instituten erschienenen Publikationen aufgeführt, die in diesem Jahr entstanden. Es sind nur Publikationen aufgeführt, die über ein peer review Verfahren erschienen bzw. Bücher oder sonstige herausragende Publikationen.

### RWTH Aachen

#### Geodätisches Institut (J. Blankenbach)

##### Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften

Real Ehrlich, Catia; Blankenbach, Jörg: Indoor localization for pedestrians with real-time capability using multi-sensor smartphones. In: Geo-spatial Information Science, 2019, Herausgeber: Taylor & Francis, S. 73-88, ISSN: 1009-5020 (print), ISSN: 1993-5153 (online), Volume 22, 2019 - Issue 2: Special Issue: Ubiquitous Positioning, Indoor Navigation and Location-Based Services (UPINLBS), S. 73-88, peer reviewed, WOS:000474586100001, SCOPUS: SCOPUS:2-s2.0-85066120308, <https://doi.org/10.1080/10095020.2019.1613778>, [https://www.resurchify.com/all\\_ranking\\_details\\_2.php?id=9992](https://www.resurchify.com/all_ranking_details_2.php?id=9992)

Blankenbach, Jörg; Becker, Ralf: Geodäsie & BIM – Der Beitrag von Vermessung und Geoinformation zum digitalen Planen, Bauen und Betreiben. In: fub – Flächenmanagement und Bodenordnung. Heft 5/2019: Digitalisierung und Geodateninfrastrukturen, FUB – Flächenmanagement, Zeitschrift für Liegenschaftswesen, Planung und Vermessung, S. 233-238, online, print, ISSN 1616-0991, Verlag Chmielorz GmbH, Wiesbaden

Seuß, Robert; Blankenbach, Jörg; Clemen, Christian; Gruber, Ulrich; Hasch, Bernhard; Heß, Dieter; Kany, Christoph; Przybilla, Monika; Richter, Andreas; Riecken, Jens; Scheu, Martin; Schmidt, Ulrich; Schön, Bruno; Seifert, Markus; Stollenwerk, Hermann: DiGEOtalisierung – ein Strategiepapier der DVW Projektgruppe Digitalisierung. In: zfv, Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, Heft 3/2019, S. 138-146, peer reviewed, online, print, ISSN: 1618-8950, <https://doi.org/10.12902/zfv-0261-2019>

Seuß, Robert; Blankenbach, Jörg: DiGEOtalisierung. In: gis.Business, Heft 5/2019, S. 43-44, VDE/Wichmann Verlag, Berlin, ISSN 1869-9286, print

##### Veröffentlichungen auf wesentlichen Fachkongressen:

Kessen, Annika, Grottko, Jan: Rekursive Bayesische Schätzverfahren zur smartphonebasierten Positionierung von Personen innerhalb von Gebäuden- Ein Vergleich von Unscented Kalman Filter und Partikelfilter. In: 31. Forum Bauinformatik, 11.-13.09.2019, Berlin, S.233-240, Herausgeber: Sternal, Maximilian; Ungureanu, Lucian-Constantin; Böger, Laura; Bindal-Gutsche, Christoph, Universitätsverlag TU Berlin, ISBN: 978-3-7983-3104-4 (print), ISBN: 978-3-7983-3105-1 (online), peer reviewed, <https://doi.org/10.14279/depositonce-8763>

Laska, Marius; Herle, Stefan; Blankenbach, Jörg; Fichter, Eric; Frisch, Jérôme F.: WhizPS: An Architecture for Well-conditioned, Scalable Geoprocessing Services Based on the WPS Standard. In: GEOprocessing 2019, The Eleventh International Conference on Advanced Geographic Information Systems, Applications and Services, 24.-28.02.2019, Athen, Griechenland, ISBN: 978-1-61208-687-3, ISSN: 2308-393X, Herausgeber: Claus-Peter Rückemann (Leibniz Universität Hannover/Westfälische Wilhelms-Universität Münster/North-German Supercomputing Alliance (HLRN), Germany), Yearch Doytsher (Technion – Israel Institute of Technology, Haifa, Israel), S. 29-34, peer reviewed, <https://www.iaria.org/conferences2019/ProgramGEOProcessing19.html>

Becker Ralf; Lublasser, Elisa; Martens, Jan; Wollenberg, Raymond; Zhang, Haowei; Brell-Cokcan, Sigrid; Blankenbach, Jörg: Enabling BIM for property management of existing buildings based on automated as-is capturing. In: 36th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, Banff, Canada, 21.05.-24.05.2019, online, S. 201-208, peer reviewed, <https://doi.org/10.22260/ISARC2019/0028>

Düber, Stephan; Weck-Ponten, Sebastian; Fichter, Eric; Becker, Ralf; Laska, Marius: Geothermisches Informationssystem zur Auslegung, Bewertung und Genehmigung von Erdwärmesonden. In: Fachsektionstagen Geotechnik – Interdisziplinäres Forum 2019, Congress Centrum Würzburg, Germany, FSTG2019, 29.10.-30.10.2019, Digitaler Tagungsband 2019, online, S. 602-607, ISBN: 978-3-946039-06-8

Martens, Jan; Blankenbach, Jörg: An automated approach for point cloud alignment based on density histograms. In: 26th International Workshop on Intelligent Computing in Engineering (EG-ICE 2019), Leuven, Belgium, June 30 to July 3, 2019, ISSN: 1613-0073, 11 S., online, peer reviewed, Vol-2394, urn:nbn:de:0074-2394-2, ISBN: 978-94-63886-22-2 (Kurzfom Proceedings)

Nadenau, Lukas; Martens, Jan: Evaluierung von Verfahren zur Indoor-Navigation eines humaniden Roboters. In: 31. Forum Bauinformatik, 11.-13.09.2019, Berlin, Herausgeber: Sternal, Maximilian; Ungureanu, Lucian-Constantin; Böger, Laura; Bindal-Gutsche, Christoph, Universitätsverlag TU Berlin, S. 275-283, ISBN: 978-3-7983-3104-4 (print), ISBN: 978-3-7983-3105-1 (online), peer reviewed, <https://depositonce.tu-berlin.de/handle/11303/9730>, <http://dx.doi.org/10.14279/depositonce-8763>

Gu, Fuqiang.; Blankenbach, Jörg; Khoshelham, Kouros; Grottko, Jan; Valaee, Shahrokh: ZeeFi: Zero-effort Floor Identification with Deep Learning for Indoor Localization. IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM), Waikoloa, HI, USA, 2019, pp. 1-6. IEEEExplore, peer reviewed, online, print, ISBN: 978-1-7281-0962-6 (Electronic), ISBN: 978-1-7281-0963-3 (Print on Demand (PoD)), ISSN: 2576-6813 (Electronic), ISSN: 1930-529X (Print on Demand (PoD)), <https://doi.org/10.1109/GLOBECOM38437.2019-9013801>

Herle, Stefan; Blankenbach, Jörg: Smarte Objekte und GIS – Einbindung von intelligenten Objekten des IoT in herkömmliche Geoinformations-Technologie. In: 16. GeoForum MV 2019 – Geoinformation in allen Lebenslagen, Bill, Ralf, Zehner, Marco L. (Hrsg.): Tagungsband zum 15. GeoForum MV, Warnemünde, 8. und 9. April 2019, GITO-Verlag, Berlin, S. 15-20, ISBN-10 3-95545-290-5, ISBN-13 978-3-95545-290-2, [https://doi.org/10.30844/geoforum\\_2019](https://doi.org/10.30844/geoforum_2019)

Martens, Jan; Blankenbach, Jörg: Scan2BIM... und warum die „2“ nicht nur eine Primzahl ist. In: Geoinformationssysteme 2019 – Beiträge zur 6. Münchner GI-Runde, Kolbe/Bill/Donaubauer (Hrsg.), 14.-15.3.2019, München, online, S. 75-76, URL: [https://rundertischgis.de/images/3\\_veranstaltungen/muc\\_gi\\_runde/2019-offen.pdf](https://rundertischgis.de/images/3_veranstaltungen/muc_gi_runde/2019-offen.pdf)

### Monographien/Herausgebenschaften

Kaden, Robert; Clemen, Christian; Seuß, Robert; Blankenbach, Jörg; Becker, Ralf; Eichhorn, Andreas; Donaubauer, Andreas; Kolbe, Thomas H.; Gruber, Ulrich (Herausgeber): Leitfaden Geodäsie und BIM., Version 2.0.. DVW Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement e.V., Runder Tisch GIS e.V. (2019), DVW Merkblatt 11-2019, ISBN 978-3-95786-248-8 (print on demand)

### Buchkapitel

Clemen, Christian; Blankenbach, Jörg; Becker, Ralf: BIM-Management und Prozesse. In: Kaden, Robert; Clemen, Christian; Seuß, Robert; Blankenbach, Jörg; Becker, Ralf; Eichhorn, Andreas; Donaubauer, Andreas; Kolbe, Thomas H.; Gruber, Ulrich (Herausgeber): Leitfaden Geodäsie und BIM, Version 2.0, S. 110-119, DVW Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement e.V., Runder Tisch GIS e.V. (2019), DVW – Merkblatt 11-2019, ISBN 978-3-95786-248-8 (print on demand)

Blankenbach, Jörg; Clemen, Christian: BIM-Methode zur Modellierung von Bauwerken. In: Kaden, Robert; Clemen, Christian; Seuß, Robert; Blankenbach, Jörg; Becker, Ralf; Eichhorn, Andreas; Donaubauer, Andreas; Kolbe, Thomas H.; Gruber, Ulrich (Herausgeber): Leitfaden Geodäsie und BIM, Version 2.0, S. 20-32, DVW Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement e.V., Runder Tisch GIS e.V. (2019), DVW – Merkblatt 11-2019, ISBN 978-3-95786-248-8 (print on demand)

Becker, Ralf; Clemen, Christian; Wunderlich, Thomas: BIM in der Ingenieurvermessung. In: Kaden, Robert; Clemen, Christian; Seuß, Robert; Blankenbach, Jörg; Becker, Ralf; Eichhorn, Andreas; Kolbe, Thomas H.; Gruber, Ulrich (Herausgeber): Leitfaden Geodäsie und BIM, Version 2.0, S. 87-102, DVW Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement e.V., Runder Tisch GIS e.V. (2019), DVW – Merkblatt 11-2019, ISBN 978-3-95786-248-8 (print on demand)

Becker, Ralf; Knapp, Sigfrid: BIM im Wasserbau – von der Planung zu Betrieb und Unterhaltung. Das Initialprojekt „Neue Schleuse Trier“. In: Kaden, Robert; Clemen, Christian; Seuß, Robert; Blankenbach, Jörg; Becker, Ralf; Eichhorn, Andreas; Donaubauer, Andreas; Kolbe, Thomas H.; Gruber, Ulrich (Herausgeber): Leitfaden Geodäsie und BIM, Version 2.0, S. 160-162, DVW Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement e.V., Runder Tisch GIS e.V. (2019), DVW – Merkblatt 11-2019, ISBN: 978-3-95786-248-8 (print on demand)

### Dissertationen

Blut, Christoph Henning: Mobile Augmented Reality for Semantic 3D Models – A Smartphone-Based Approach with CtiyGML - Veröffentlichung des Geodätischen Instituts der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Nr. 70, 2019, ISSN: 0515-0574, online, print, <https://doi.org/10.18154/RWTH-2019-06237>

Herlé, Stefan: A GeoEvent-driven Architecture based on GeoMQTT for the Geospatial IoT. Veröffentlichung des Geodätischen Instituts der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Nr. 71, 2019, ISSN: 0515-0574, online, print, <https://doi.org/10.18154/RWTH-2019-10695>

## Schriftenreihe

Studnicka, Nikolaus; Effkemann, Christoph: Vollautomatische TLS-Datenregistrierung in der Praxis – Vermessung eines Parkhauses in Fulda. In: „Terrestrisches Laserscanning 2019 (TLS 2019)“, Beiträge zum 184. DVW-Seminar am 2. und 3. Dezember 2019 in Fulda, Herausgeber: DVW – Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement e.V., DVW Schriftenreihe, Band 96, S. 107-118, 2019, Wißner Verlag, Augsburg, ISBN: 978-3-95786-231-0, ISSN: 0940-4260, online, print, [https://geodaesie.info/sites/default/files/privat/DVW\\_96\\_2019\\_TLS\\_2019\\_FINAL\\_191127.pdf](https://geodaesie.info/sites/default/files/privat/DVW_96_2019_TLS_2019_FINAL_191127.pdf)

## Fachberichte

Schüttrumpf, Holger; Krebs, Verena; Blankenbach, Jörg; Becker, Ralf; Herle, Stefan; Gries, Thomas; Quadflieg, Till; Schwab, Max; Jensen, Jürgen; Niehüser, Sebastian; Fröhle, Peter; Dreier, Norman; Lehfeldt, Rainer; Mulckau, Alexander: EarlyDike – Sensor- und risikobasiertes Frühwarnsystem für Seedeiche. Schlussbericht nach BNBest-BMBF 98 zum Verbundvorhaben EarlyDike – Sensor- und risikobasiertes Frühwarnsystem für Seedeiche, Förderkennzeichen BMBF 03G0847A-C - 03G0848A. - Verbund-Nummer 01154236, Projektlaufzeit: 06/2015 bis 05/2018, 237 S., RWTH Aachen University, online, <https://doi.org/10.2314/KXP:1667593986>

Becker, Ralf; Blankenbach, Jörg; Dreier, Norman; Fröhle, Peter; Gries, Thomas; Herle, Stefan; Jensen, Jürgen; Krebs, Verena; Lehfeldt, Rainer; Mulckau, Alexander; Niehüser, Sebastian; Quadflieg, Till; Schüttrumpf, Holger; Schwab, Max: EarlyDike – Entwicklung eines Sensor- und risikobasierten Frühwarnsystems für Seedeiche. Fachbericht Teil 1 (alle Projektpartner); Anlage zum Schlussbericht nach BNBest-BMBF 98 zum Verbundvorhaben EarlyDike – Sensor- und risikobasiertes Frühwarnsystem für Seedeiche, Förderkennzeichen BMBF 03G0847A-C - 03G0848A. - Verbund-Nummer 01154236, Projektlaufzeit: 06/2015 bis 05/2018, 11 S., RWTH Aachen University, online, <https://doi.org/10.2314/KXP:1667593986>

Herle, Stefan; Becker, Ralf; Blankenbach, Jörg; Mulckau, Alexander; Lehfeldt, Rainer: Sensor- & Geodateninfrastruktur für ein sensor- und risikobasiertes Frühwarnsystem für Seedeiche. Fachbericht Teil 6 (Geodätisches Institut & Lehrstuhl für Bauinformatik und Geoinformationssysteme)(Bundesanstalt für Wasserbau): Anlage zum Schlussbericht nach BNBest-BMBF 98 zum Verbundvorhaben EarlyDike – Sensor- und risikobasiertes Frühwarnsystem für Seedeiche, Förderkennzeichen BMBF 03G0847A-C - 03G0848A. - Verbund-Nummer 01154236, Projektlaufzeit: 06/2015 bis 05/2018, 38 S., RWTH Aachen University, online, <https://doi.org/10.2314/KXP:1667593986>

## Technische Universität Berlin

### Institut für Geodäsie und Geoinformationstechnik (F. Neitzel) - Fachgebiet Geodäsie und Ausgleichsrechnung

#### Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften

Wu, C.-C.; Weisbrich, S.; Neitzel, F.; Kadoke, D.; Fischer, M.; Kohlhoff, H. (2019): A Small-Scale Test Bridge for Measurement and Model-based Structural Analysis. *Materials Today: Proceedings* 12(2): 319-328. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.03.130>

Tian, Y.; Liu, Z.; Ge, M.; Neitzel, F. (2019): Multi-dimensional particle filter-based estimation of inter-system phase biases for multi-GNSS real-time integer ambiguity resolution. *Journal of Geodesy*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00190-018-01226-6>

Neitzel, F.; Ezhov, N.; Petrovic, S. (2019): Total Least Squares Spline Approximation. *Mathematics* 7(5):462. DOI: <https://doi.org/10.3390/math7050462>

#### Veröffentlichungen auf wesentlichen Fachkongressen

Wu, C.-C.; Weisbrich, S.; Burger, M.; Neitzel, F. (2019): A four-point bending test apparatus for measurement- and model-based structural analysis. *Proceedings of the 36th Danubia-Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics*, 24 - 27 September 2019, Plzeň, Czech Republic, p. 63 – 64, ISBN 978-80-261-0876-4

## Institut für Technische Informatik und Mikroelektronik - Computer Vision and Remote Sensing (O. Hellwich)

<https://www.cv.tu-berlin.de/menue/publikationen/parameter/maxhilfe/>

Soomro, T.A., Gao, J., Lihong, Z., Afifi, A.J., Soomro S. and Paul, M.: Retinal Blood Vessels Extraction of Challenging Images, 16th Australasian Conference (AusDM 2018), pp. 347-359, Bathurst, Australia, Feb. 2019

Aldeeb, N. H. and Hellwich, O.: 3D Reconstruction Under Weak Illumination Using Visibility-Enhanced LDR Imagery, Proceedings of the 2019 Computer Vision Conference (CVC), pp. 515-534, Las Vegas, USA, April 2019

Soomro, T.A., Afifi, A.J., Zheng, L., Soomro, S., Gao, J., Hellwich, O. and Paul, M., 2019. Deep learning models for retinal blood vessels segmentation: A review. *IEEE Access*, Vol. 7, pp. 71696-71717, June 2019

Valade, S., Ley, A., Massimetti, F., D'Hondt, O., Laiolo, M., Coppola, D., Loibl, D., Hellwich, O., and Walter, T. R. Towards Global Volcano Monitoring Using Multisensor Sentinel Missions and Artificial Intelligence: The MOUNTS Monitoring System, *Remote Sensing* 2019, 11 (13), article 1528, June 2019

Soomro, T.A., Afifi, A.J., Shah, A.A., Soomro, S., Baloch, G.A., Zheng, L., Yin, M. and Gao, J., Impact of Image Enhancement Technique on CNN Model for Retinal Blood Vessels Segmentation, *IEEE Access*, Vol. 7, pp. 158183 – 158197, Oct. 2019

Jain, H., Wöllhaf, M. and Hellwich, O., Learning to Reconstruct Symmetric Shapes using Planar Parameterization of 3D Surface, 2019 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision Workshop (ICCVW), pp. 4133-4140, Seoul, Korea (South), Oct. 2019

Soomro, T.A., Afifi, A.J., Gao, J., Hellwich, O., Zheng, L. and Paul, M., Strided fully convolutional neural network for boosting the sensitivity of retinal blood vessels segmentation, *Expert Systems with Applications*, Vol. 134, pp. 36-52, Nov. 2019

## Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Institut für Geodäsie und Geoinformation (igg)

### Professur für Städtebau und Bodenordnung – Th. Kötter

<https://www.psb.uni-bonn.de/publikationen-1>

Bolte, A.-M.; Kötter, T.; Schuppe, S. (2019): Can you see green or blue? On the necessity of visibility analysis of urban open spaces using Remote Sensing techniques and Geographic Information Systems, 2019 Joint Urban Remote Sensing Event (JURSE), Vannes, France, pp. 1-4., doi: 10.1109/JURSE.2019.8808936, <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8808936>

Kötter, T. (2019): Möglichkeiten der Flurbereinigung zur Reduzierung des Flächenfraßes. In: *Wertermittlungsforum WF*, 37. Jg. 1/2019, 42-48.

Jakubowski, P.; Kötter, T.; Weiß, D. (2019): Urbane Resilienz auf dem Prüfstand. Wie funktioniert ein Stresstest für Städte? In: *RaumPlanung* 201/2-2019, 9-14.

Sikder, S. K.; Behnisch, M.; Herold, H.; Koetter, T. (2019): Geospatial Analysis of Building Structures in Megacity Dhaka: the Use of Spatial Statistics for Promoting Data-driven Decision-making, *Journal of Geovisualization and Spatial Analysis*, June 2019, <https://doi.org/10.1007/s41651-019-0029-y>.

Kötter, T. (2019): Urban Development, in: L. Kühnhardt; T. Mayer (Hrsg.), *Bonn Handbook of Globality*, Cham: Springer International, 2019, Springer Verlag, Heidelberg. S. 701-712.

Weiß, D.; Rehorst, F.; Kötter, T. (2019): Nachhaltigkeitsindikatoren für die stadregionale Entwicklung, *REAL CORP 2019 Proceedings/Tagungsband 2-4 April 2019* – <https://www.corp.at>, ISBN 978-3-9504173-6-4 (CD), 978-3-9504173-7-1 (print), Editors: M. SCHRENK, V. V. POPOVICH, P. ZEILE, P. ELISEI, C.BEYER, J. RYSER, 921-930.

Kötter, T.; Rehorst, F. (2019): Die Soziale Umlegung – bodenpolitisches Konzept und Anwendungskulissen, *fub*, 2/2019, 79-85

Kötter, T. (2019) Erfolgsfaktoren kommunaler Baulandmodelle, *FWW*, 2/2019, 20-21.

Moghadas, M.; Asadzadeh, A.; Vafeidis A.; Fekete, A.; Kötter, T. (2019): A multi-criteria approach for assessing urban flood resilience in Tehran, Iran, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Volume 35, April 2019, <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2212420918308021?token=3F1D7496C3DE573E597E40AD153400219E3E4E93CF63F196091C21FD7B884015E3B639ADC5C0CF0D538C001D82878815>.

Kötter, T., Müller-Grunau, S. (2019): Die städtebauliche Innenentwicklungsmaßnahme - Konzept und erste Einschätzungen, fub 1/2019 S.26-34

Kötter, T.; Rehorst, F. (2019) Die Soziale Umlegung – ein Vorschlag zur Weiterentwicklung der Baulandumlegung zur Flächenbereitstellung für den sozialen Wohnungsbau, zfv, 1/2019, 57-65. <https://geodaesie.info/zfv/heftbeitrag/8331>

## **Professur für Astronomische, Physikalische und Mathematische Geodäsie - APMG (J. Kusche)**

<https://www.apmg.uni-bonn.de/publikationen/Publikationen>

Benveniste, J., Cazenave, A., Vignudelli, S., Fenoglio, L., Shah, R., Almar, R., Andersen, O., Birol, B., Bonnefond, P., Bouffard, J., Calafat, F., Cardellach, E., Cipollini, P., Le Cozannet, G., Dufau, C., Fernandes, J., Frappart, F., Garrison, J., Gommenginger, G., Han, G., Hoyer, J.L., Kourafalou, V., Leuliette, E., Li, Z., Loisel, H., Madsen Skovgaard, K., Marcos, M., Melet, A., Meyssignac, B., Pascual, A., Passaro, M., Ribó, S., Scharroo, R., Song, T., Speich, S., Wilkin, J., Woodworth, P., Wöppelmann, G. (2019) Requirements for a Coastal Hazards Observing System, in *Frontiers in Marine Science, Coastal Ocean Processes*, doi.org/10.3389/fmars.2019.00348.

Corbin, A., Haas, R. (2019) Scheduling of twin telescopes and the impact on troposphere and UT1 estimation. In: Haas R, Garcia-Espada S, Lopez Fernandez JA (eds) *Proceedings of the 24th European VLBI group for geodesy and astrometry working meeting*. Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), pp 194–198.

Elsaka, B. (2019) Spatio-Temporal Polar-Inclined Space Mission Architecture for a Refined Retrieve of the Earth's Gravity Field. *World Journal of Engineering and Technology*, 7, 640-651. doi.org/10.4236/wjet.2019.74047.

Fenoglio, L., Dinardo, S., Buchhaupt, C., Uebbing, B., Scharroo, R., Kusche, J., Becker, M., Benveniste, J. (2019) Calibrating CryoSat-2 and Sentinel-3A sea surface heights along the German coast, In: *International Association of Geodesy Symposia*. Springer, Berlin, Heidelberg, doi.org/10.1007/1345\_2019\_73.

Forootan, E., Farzaneh, S., Lück, C., Vielberg, K. (2019) Estimating and predicting corrections for empirical thermospheric models. *Geophysical Journal International*, Volume 218, Issue 1, July 2019, Pages 479–493, doi.org/10.1093/gji/ggz163.

Hossain, F., M. Bonnema, M. Srinivasan, E. Beighley, A. Andral, B. Doorn, I. Jayaluxmi, S. Jayasinghe, Y. Kaheil, B. Fatima, N. Elmer, L. Fenoglio, J. Bales, F. Lefevre, S. Legrand, D. Brunel, and P. Le Traon, 0: The Early Adopter Program for the Surface Water Ocean Topography Satellite Mission: Lessons Learned in Building User Engagement during the Pre-launch Era. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 0, 00, accepted for publication, <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-19-0235.1>.

Klos, A., Kusche, J., Fenoglio-Marc, L., Bos, M., Bogusz, J. (2019) Introducing a vertical land motion model for improving estimates of sea level rates derived from tide gauge records affected by earthquakes. *GPS Solut.*, 23: 102. doi.org/10.1007/s10291-019-0896-1.

Saadon, A. Elsaka, B., El-Ashquer, M., El-Fiky, G. (2019) Regional Evaluation of GOCE-Based GGMs with Ground-Based Gravity and GPS/Levelling Data over Egypt. *International Journal of Geosciences*, 10, pp.652–668, doi:10.4236/ijg.2019.106037.

Schroeder, S., Springer, A., Kusche, A., Uebbing, B., Fenoglio, L., Diekkrueger, B., Pomeon, T. (2019). Niger discharge from radar altimetry: bridging gaps between gauge and altimetry time series *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 23, 4113–4128, 2019 <https://doi.org/10.5194/hess-23-4113-2019>.

Shepherd, A., Ivins, E., Rignot, E. and The IMBIE Team (2019) Mass balance of the Greenland Ice Sheet from 1992 to 2018. *Nature* (2019), doi.org/10.1038/s41586-019-1855-2.

Springer, A., Karegar, M.A., Kusche, J., Keune, J., Kurtz, W., Kollet, S. (2019). Evidence of daily hydrological loading in GPS time series over Europe. *J Geod.* doi.org/10.1007/s00190-019-01295-1.

Sun, Y., Riva, R., Ditmar, P., Rietbroek, R., (2019) Using GRACE to explain variations in the Earth's oblateness. *Geophysical Research Letters* 0. doi.org/10.1029/2018GL080607.

Uebbing, B., Kusche, J., Rietbroek, R., Landerer, F., W. (2019). Processing choices affect ocean mass estimates from GRACE. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 124, no. 2: 1029–44, doi.org/10.1029/2018JC014341.

## **Professur für Fernerkundung (R. Roscher)**

<http://rs.ipb.uni-bonn.de/publications>

A. Foerster, J. Behley, J. Behmann, and R. Roscher, “Hyperspectral plant disease forecasting using generative adversarial networks,” in *International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 2019.

L. Strothmann, U. Rascher, and R. Roscher, "Detection of anomalous grapevine berries using all-convolutional autoencoders," in *International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 2019.

L. Zabawa, A. Kicherer, L. Klingbeil, A. Milioto, R. Töpfer, H. Kuhlmann, and R. Roscher, "Detection of Single Grapevine Berries in Images Using Fully Convolutional Neural Networks," in *CVPR Workshop on Computer Vision Problems in Plant Phenotyping*, 2019.

## Professur für Geodäsie (H. Kuhlmann)

<https://www.gib.uni-bonn.de/publications>

Becirevic D, Klingbeil L, Honecker A, Schumann H, Rascher U, Léon J, Kuhlmann H (2019) *On the derivation of crop heights from multitemporal UAV based imagery*, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, IV-2/W5, 1-1, <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-2-W5-1-2019>, 2019

Dehbi Y, Lucks L, Behmann J, Klingbeil L, Plümer L (2019) *Improving GPS trajectories using 3D city models and kinematic point clouds*, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, IV-4/W9, 35-42, <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-4-W9-35-2019>

Halsig S, Bertarini A, Haas R, Iddink A, Kodet J, Kronschnabl G, Neidhardt A, Nothnagel A, Plötz C, Schüler T (2019) *Atmospheric Refraction and System Stability Investigations in Short-Baseline VLBI Observations*, *Journal of Geodesy* 93(4): 593-614, DOI: 10.1007/s00190-018-1184-5

Han S, Nothnagel A, Zhang Z, Haas R, Zhang Q (2019) *Fringe fitting and group delay determination for geodetic VLBI observations of DOR tones*, *Advances in Space Research*, 63(5):1754-1767, DOI: 10.1016/j.asr.2018.11.018.

Han S, Zhang Z, Sun J, Cao J, Chen L, Lu W, Li W (2019) *Lunar Radiometric Measurement Based on Observing China Chang'E-3 Lander with VLBI—First Insight*, *Advances in Astronomy*, Vol. 2019, Article ID 7018620, 10 p., <https://doi.org/10.1155/2019/7018620>

Heinz E, Eling C, Klingbeil L, Kuhlmann H (2019) *Monitoring the planarity and subsidence of a motorway using kinematic laser scanning*, 4th Joint International Symposium on Deformation Monitoring (JISDM), May 15-17, 2019, Athens, Greece

Heinz E, Holst C, Kuhlmann H (2019) *Zum Einfluss der räumlichen Auflösung und verschiedener Qualitätsstufen auf die Modellierungsgenauigkeit einer Ebene beim terrestrischen Laserscanning*, *Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN)* 126(1-2): 3-12

Holst C, Medic T, Blome M, Kuhlmann H (2019) *TLS-Kalibrierung: in-situ und/oder a priori?*, Holst, C., Medic, T., DVW e.V. (Hrsg): *Terrestrisches Laserscanning 2019 (TLS 2019)*. DVW-Schriftenreihe ; 96, Augsburg: Wißner Verlag: 89-104

Holst C, Medic T, Nothnagel A, Kuhlmann H (2019) *Analyzing shape deformation and rigid body movement of structures using commonly misaligned terrestrial laser scanners: the radio telescope case*, 4th Joint International Symposium on Deformation Monitoring (JISDM) 2019, 15-17 May, Athens, Greece

Holst C, Nothnagel A, Haas R, Kuhlmann, H (2019) *Investigating the gravitational stability of a radio telescope's reference point using a terrestrial laser scanner: Case study at the Onsala Space Observatory 20-m radio telescope*, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 2019, 149: 67-76, <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2019.01.010> Elsevier

Holst, Christoph (2019) *Terrestrisches Laserscanning 2019: Von großen Chancen, großen Herausforderungen und großen Radioteleskopen*, *Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement (ZfV)* 2: 94-108

Honecker A, Schumann H, Becirevic D, Klingbeil L, Volland K, Forberig S, Paulsen H, Kuhlmann H, Léon J (2019) *Image based phenotyping for wheat vitality*, 7th International Workshop on Image Analysis Methods for the Plant Sciences 2019, Lyon

Janßen J, Holst C, Kuhlmann H (2019) *Zielzeichenbasierte Registrierung von Laserscans: Erhöhung der Genauigkeit durch Algorithmus und Zielzeichendesign*, *Photogrammetrie - Laserscanning - Optische 3D-Messtechnik: Beiträge der Oldenburger 3D-Tage 2019*, Berlin: Wichmann: 59-70

Janßen J, Medic T, Kuhlmann H, Holst C (2019) *Decreasing the Uncertainty of the Target Center Estimation at Terrestrial Laser Scanning by Choosing the Best Algorithm and by Improving the Target Design*, *Remote Sensing* 11(7): 845, <https://doi.org/10.3390/rs11070845>

Jaron F, Nothnagel A (2019) *Modeling the VLBI delay for Earth satellites*, *Journal of Geodesy* 93(7): 953-962, DOI: 10.1007/s00190-018-1217-0

- Karbon M, Nothnagel A (2019) *Realization of a multifrequency celestial reference frame through a combination of normal equation systems*, *Astronomy & Astrophysics*, 630: A101, DOI: 10.1051/0004-6361/201936083
- Kierdorf J, Zabawa L, Lucks L, Klingbeil L, Kuhlmann H (2019) *Erkennung und Zählung von Weizenähren mit Hilfe bodengestützten Bildaufnahmen*, 25. Workshop Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft. 17. April 2019, Bonn. Bornimer Agrartechnische Berichte ; Heft 102: 158-167
- Klingbeil L, Heinz E, Wieland M, Eichel J, Läbe T, Kuhlmann H (2019) *On the UAV based Analysis of Slow Geomorphological Processes: A Case Study at a Solifluction Lobe in the Turtmann Valley*, 4th Joint International Symposium on Deformation Monitoring (JISDM), May 15-17, 2019, Athens, Greece
- Klopotek G, Hobiger T, Haas R, Jaron F, La Porta L, Nothnagel A, Zhang Z, Han S, Neidhardt A, Plötz C (2019) *Position determination of the Chang'e 3 lander with geodetic VLBI*, *Earth, Planets and Space*, 71: 23, DOI: 10.1186/s40623-019-1001-2
- Medić T, Kuhlmann H, Holst C (2019) *Automatic in-situ self-calibration of a panoramic TLS from a single station using 2D keypoints*, *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, IV-2/W5, 1-1, <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-2-W5-1-2019>, 2019
- Medic T, Holst C, Janßen J, Kuhlmann H (2019) *Empirical stochastic model of detected target centroids: Influence on registration and calibration of terrestrial laser scanners*, *Journal of Applied Geodesy* 13(3): 179-197, [doi.org/10.1515/jag-2018-0032](https://doi.org/10.1515/jag-2018-0032)
- Medic T, Holst C, Kuhlmann H (2019) *Improving the Results of Terrestrial Laser Scanner Calibration by an Optimized Calibration Process*, *Photogrammetrie - Laserscanning - Optische 3D-Messtechnik: Beiträge der Oldenburger 3D-Tage 2019*, Berlin: Wichmann: 36-50
- Medic T, Kuhlmann H, Holst C (2019) *Sensitivity analysis and minimal measurement geometry for the target-based calibration of high-end panoramic terrestrial laser scanners*, *Remote Sensing* 11(13): 1519, <https://doi.org/10.3390/rs11131519>
- Nothnagel A (2019) *The correlation process in Very Long Baseline Interferometry*, *International Journal on Geomathematics*, 10:18, DOI: 10.1007/s13137-019-0130-x
- Nothnagel A, Holst C, Haas R (2019) *A VLBI delay model for gravitational deformations of the Onsala 20 m radio telescope and the impact on its global coordinates*, *Journal of Geodesy*, 93(10):2019-2036, DOI: 10.1007/s00190-019-01299-x
- Schmitz B, Holst C, Medic T, Lichti D D, Kuhlmann, H (2019) *How to Efficiently Determine the Range Precision of 3D Terrestrial Laser Scanners*, *Sensors*, 19(6): 1466, <https://doi.org/10.3390/s19061466>
- Villiger A, Prange L, Dach R, Zimmermann F, Kuhlmann H, Jäggi A (2019) *Comparison of robot and chamber based receiver calibrated antenna pattern for TRF scale determination*, *AGU Fall Meeting 2019*, 9-13 December 2019, San Francisco, CA: G12A-06
- Villiger A, Prange L, Dach R, Zimmermann F, Kuhlmann H, Jäggi A (2019) *Satellite and receiver chamber calibrated antenna pattern for TRF scale determination*, *7th International Colloquium on Scientific and Fundamental Aspects of GNSS*, 4-6 September 2019, Zurich, Switzerland
- Villiger A, Prange L, Dach R, Zimmermann F, Kuhlmann H, Jäggi A (2019) *Satellite and receiver chamber calibrated antenna pattern for TRF scale determination*, *Galileo Science Colloquium 2019*, Zurich
- Villiger A, Prange L, Dach R, Zimmermann F, Kuhlmann H, Jäggi A (2019) *GNSS scale determination using chamber calibrated ground and space antenna pattern*, *Geophysical Research Abstracts Vol. 21*, EGU2019-9088, EGU General Assembly 2019
- Vysotska O, Kuhlmann H, Stachniss C (2019) *UAVs Towards Sustainable Crop Production*, *Workshop at Robotics: Science and Systems 2019*, Freiburg
- Wilke N, Siegmann B, Klingbeil L, Burkart A, Heinemann S, Rascher U (2019) *UAV based assessment of influence factors on canopy height and lodging severity using an objective threshold approach*, 25. Workshop Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft. 17. April 2019, Bonn. Bornimer Agrartechnische Berichte; Heft 102: 116-117
- Wilke N, Siegmann B, Klingbeil L, Burkart A, Kraska T, Müller O, van Doorn A, Heinemann S, Rascher U (2019) *Quantifying Lodging Percentage and Lodging Severity Using a UAV-Based Canopy Height Model Combined with an Objective Threshold Approach*, *Remote Sensing* 11(5): 515, <https://doi.org/10.3390/rs11050515>
- Zabawa L, Kicherer A, Klingbeil L, Milioto A, Roscher R, Töpfer R, Kuhlmann, H (2019) *Detektion von Weintrauben in Bildern mit Hilfe von Fully Convolutional Neural Nets*, 25. Workshop Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft. 17. April 2019, Bonn. Bornimer Agrartechnische Berichte; Heft 102: 15-20

Zabawa L, Kicherer A, Klingbeil L, Milioto A, Toepfer R, Kuhlmann H, Roscher R (2019) *Detection of single grapevine berries in images using fully convolutional neural networks*, The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) Workshops, 16-20 June 2019

Zimmermann F, Schmitz B, Klingbeil F, Kuhlmann H (2019) *GPS Multipath Analysis Using Fresnel Zones*, Sensors, 19(1): 25, <https://doi.org/10.3390/s19010025>

## Professur für Geoinformatik (J. Haurert)

<https://www.geoinfo.uni-bonn.de/publikationen>

M. Bekos, B. Niedermann, and M. Nöllenburg. External labeling techniques: a taxonomy and survey. *Computer Graphics Forum*, 38(3):833-860, 2019.

B. Niedermann, and J.-H. Haurert. Focus+context map labeling with optimized clutter reduction. *International Journal of Cartography*, 5(2-3):158-177, 2019. Special issue of 29th International Cartographic Conference (ICC'19)

B. Niedermann, I. Rutter, and M. Wolf. Efficient algorithms for ortho-radial graph drawing. In volume 129 of *Leibniz International Proceedings in Informatics. Proc. 35th Annual ACM Symposium on Computational Geometry (SoCG '19)*. Schloss Dagstuhl-Leibniz-Zentrum fuer Informatik, 2019.

L. Barth, A. Gemsa, B. Niedermann, and M. Nöllenburg. On the readability of leaders in boundary labeling. *Information Visualization*, 18(1):110-132, 2019.

A. Bonerath, J.-H. Haurert, and B. Niedermann. Computing alpha-shapes for temporal range queries on point sets. In *Proceedings of the 35rd European Workshop on Computational Geometry (EuroCG'19)*. 2019. Preprint.

B. Niedermann, and J.-H. Haurert. Anchored metro maps: combining schematic maps with geographic maps for multi-modal navigation. In *Schematic Mapping Workshop 2019*. 2019. Poster abstract.

H.-Y. Wu, B. Niedermann, S. Takahashi, and M. Nöllenburg. A survey on computing schematic network maps: the challenge to interactivity. In *Schematic Mapping Workshop 2019*. 2019. Preprint.

Y. Dehbi, A. Henn, G. Gröger, V. Stroh, and L. Plümer. Active sampling and model based prediction for fast and robust detection and reconstruction of complex roofs in 3d point clouds. In volume IV-4/W8 of *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Proc. 14th 3D Geoinfo Conference*, pages 43-50. 2019.

F. Biljecki, and Y. Dehbi. Raise the roof: towards generating lod2 models without aerial surveys using machine learning. In volume IV-4/W8 of *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Proc. 14th 3D Geoinfo Conference*, pages 27-34. 2019.

Y. Dehbi, S. Koppers, and L. Plümer. Probability density based classification and reconstruction of roof structures from 3d point clouds. In volume XLII-4/W16 of *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Proc. 6th International Conference on Geomatics and Geospatial Technology*, pages 177-184. 2019.

Y. Dehbi, L. Lucks, J. Behmann, L. Klingbeil, and L. Plümer. Improving gps trajectories using 3d city models and kinematic point clouds. In volume IV-4/W9 of *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Proc. 4th International Conference on Smart Data and Smart Cities*, pages 35-42. 2019.

A. Förster, J. Behley, J. Behmann, and R. Roscher. Hyperspectral plant disease forecasting using generative adversarial networks. In *International Geoscience and Remote Sensing Symposium*. 2019.

A. Bonerath, B. Niedermann, and J.-H. Haurert. Retrieving alpha-shapes and schematic polygonal approximations for sets of points within queried temporal ranges. In *Proc. 27th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems (ACM SIGSPATIAL '19)*, pages 249-258. 2019.

S. Gedicke, B. Niedermann, and J.-H. Haurert. Multi-page labeling of small-screen maps with a graph-coloring approach. In *LBS 2019: 15th International Conference on Location Based Services*, November 11-13, 2019, Vienna, AT. 2019.

J. Ohrlein, B. Niedermann, and J.-H. Haurert. Analyzing the supply and detecting spatial patterns of urban green spaces via optimization. *Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science (PFG)*, 87(4):137-158, 2019.

Eva Lehndorff, Andrei Rodionov, Ciprian Stremtan, Willi Brand, Lutz Plümer, Peter Rottmann, Beate Spiering, and Wulf Amelung. Element patterns and carbon turnover in soil microaggregates. In volume 21. *Geophysical Research Abstracts*. 2019.

## Professur für Photogrammetrie (C. Stachniss)

### Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften

O. Vysotska and C. Stachniss. Effective Visual Place Recognition Using Multi-Sequence Maps. *IEEE Robotics and Automation Letters (RA-L)*, 2019.

### Veröffentlichungen auf wesentlichen Fachkongressen

J. Behley, M. Garbade, A. Milioto, J. Quenzel, S. Behnke, C. Stachniss, and J. Gall. SemanticKITTI: A Dataset for Semantic Scene Understanding of LiDAR Sequences. In *Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Computer Vision (ICCV)*, 2019.

E. Palazzolo, J. Behley, P. Lottes, P. Giguere, and C. Stachniss. ReFusion: 3D Reconstruction in Dynamic Environments for RGB-D Cameras Exploiting Residuals. In *Proc. of the IEEE/RSJ Intl. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, 2019.

A. Milioto, I. Vizzo, J. Behley, and C. Stachniss. RangeNet++: Fast and Accurate LiDAR Semantic Segmentation. In *Proc. of the IEEE/RSJ Intl. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, 2019.

X. Chen, A. Milioto, E. Palazzolo, P. Giguère, J. Behley, and C. Stachniss. SuMa++: Efficient LiDAR-based Semantic SLAM. In *Proc. of the IEEE/RSJ Intl. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, 2019.

F. Yan, O. Vysotska, and C. Stachniss. Global Localization on OpenStreetMap Using 4-bit Semantic Descriptors. In *Proc. of the Europ. Conf. on Mobile Robotics (ECMR)*, 2019.

A. Milioto and C. Stachniss. Bonnet: Open-Source Training and Deployment of Semantic Segmentation CNNs for Robotics. In *Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Robotics & Automation (ICRA)*, 2019.

A. Milioto, L. Mandtler, and C. Stachniss. Fast Instance and Semantic Segmentation Exploiting Local Connectivity, Metric Learning, and One-Shot Detection for Robotics. In *Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Robotics & Automation (ICRA)*, 2019.

L. Nardi and C. Stachniss. Actively Improving Robot Navigation on Different Terrains Using Gaussian Process Mixture Models. In *Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Robotics & Automation (ICRA)*, 2019.

L. Nardi and C. Stachniss. Uncertainty-Aware Path Planning for Navigation on Road Networks Using Augmented MDPs. In *Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Robotics & Automation (ICRA)*, 2019.

N. Chebrolu, P. Lottes, T. Laebe, and C. Stachniss. Robot Localization Based on Aerial Images for Precision Agriculture Tasks in Crop Fields. In *Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Robotics & Automation (ICRA)*, 2019.

R. Schirmer, P. Bieber, and C. Stachniss. Coverage Path Planning in Belief Space. In *Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Robotics & Automation (ICRA)*, 2019.

D. Wilbers, Ch. Merfels, and C. Stachniss. Localization with Sliding Window Factor Graphs on Third-Party Maps for Automated Driving. In *Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Robotics & Automation (ICRA)*, 2019.

K. Huang and C. Stachniss. Accurate Direct Visual-Laser Odometry with Explicit Occlusion Handling and Plane Detection. In *Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Robotics & Automation (ICRA)*, 2019.

D. Wilbers, L. Rumberg, and C. Stachniss. Approximating Marginalization with Sparse Global Priors for Sliding Window SLAM-Graphs. In *Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Robotic Computing (IRC)*, 2019.

D. Wilbers, Ch. Merfels, and C. Stachniss. A Comparison of Particle Filter and Graph-based Optimization for Localization with Landmarks in Automated Vehicles. In *Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Robotic Computing (IRC)*, 2019.

## Professur für Theoretische Geodäsie (W. D. Schuh)

<http://www.tg.uni-bonn.de/publications/paper/>

C. Esch, J. Köhler, K. Gutjahr, and W. Schuh, “25 Jahre Bodenbewegungen in Der Niederrheinischen Bucht – Ein Kombiniertes Ansatz Aus D-InSAR Und Amtlichen Leitnivelements,” *zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement*, iss. 3/2019, p. 173–186, 2019. doi:10.12902/zfv-0257-2019

C. Esch, J. Köhler, K. Gutjahr, and W. Schuh, “On the Analysis of the Phase Unwrapping Process in a D-InSAR Stack with Special Focus on the Estimation of a Motion Model,” *Remote Sensing*, vol. 11, iss. 19, p. 2295, 2019. doi:10.3390/rs11192295

K. Koch, “Monte Carlo Methods,” in *Handbuch der Geodäsie*, W. Freeden and R. Rummel, Eds., {Berlin, Heidelberg}: Springer Berlin Heidelberg, 2019, p. 1–31. doi:10.1007/978-3-662-46900-2\_100-2

- J. Köhler, C. Esch, K. Gutjahr, and W. Schuh, "Eine Nivellement gestützte Methode zur Erzeugung langer DInSAR Zeitreihen mittels B-Splines," in Tagungsband GeoMonitoring 2019, {Hannover}, 2019. doi:10.15488/4518
- I. Loth, B. Kargoll, and W. Schuh, "Non-Recursive Representation of an Autoregressive Process Within the Magic Square," in IX Hotine-Marussi Symposium on Mathematical Geodesy, {Berlin, Heidelberg}, 2019. doi:10.1007/1345\_2019\_60
- T. Schubert, J. M. Brockmann, and W. Schuh, "Identification of Suspicious Data for Robust Estimation of Stochastic Processes," in IX Hotine-Marussi Symposium on Mathematical Geodesy, N. Sneeuw, P. Novák, M. Crespi, and F. Sansò, Eds., {Berlin, Heidelberg}: Springer, 2019, p. 199–207. doi:10.1007/1345\_2019\_80
- T. Schubert, J. M. Brockmann, and W. Schuh, "Identification of Suspicious Data for Robust Estimation of Stochastic Processes," in IX Hotine-Marussi Symposium on Mathematical Geodesy, {Cham}, 2019, p. 199–207. doi:10.1007/1345\_2019\_80

## TU Braunschweig

### Institut für Geodäsie und Photogrammetrie (IGP) (M. Gerke)

#### Publikationsliste 2019, IGP TU Braunschweig (Auswahl)

- Alamouri, A.; Gerke, M.: Development of a Geodatabase For Efficient Remote Sensing Data Management in Emergency Scenarios, In: ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., IV-2/W5, 87–93, <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-2-W5-87-2019>, 2019.
- Fanta-Jende, P.; Nex, F.; Vosselman, G.; Gerke, M.: Co-Registration of Panoramic Mobile Mapping Images and Oblique Aerial Images, In: Photogram Rec, 34: 148-173, 2019. doi:[10.1111/phor.12276](https://doi.org/10.1111/phor.12276)
- Isya, N. H.; Niemeier, W.; Gerke, M.: 3D Estimation of Slow Ground Motion Using INSAR and the Slope Aspect Assumption, a Case Study: The Puncak Pass Landslide, Indonesia, In: ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., IV-2/W5, 623–630, <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-2-W5-623-2019>, 2019.
- Zhang, Z.; Vosselman, G.; Gerke, M.; Persello, C.; Tuia, D.; Yang, M.Y.: Detecting Building Changes between Airborne Laser Scanning and Photogrammetric Data. In: *Remote Sens.*, 11, 2417, 2019.

## TU Darmstadt

### Institut für Geodäsie, FG Fernerkundung und Bildanalyse (U. Soergel)

[https://www.geodesy.tu-darmstadt.de/fernerkundung/fb/publikationen\\_10/publikation.de.jsp](https://www.geodesy.tu-darmstadt.de/fernerkundung/fb/publikationen_10/publikation.de.jsp)

- Iwaszczuk, Dorota ; Koppányi, Z. ; Pfrang, J. ; Toth, C. (2019): Evaluation of a mobile multi-sensor system for seamless outdoor and indoor mapping. XLII-1/W2, Warsaw, In: Evaluation and Benchmarking Sensors, Systems and Geospatial Data in Photogrammetry and Remote Sensing, Warsaw, 16-17 September 2019, S. 31-35, [Online-Edition: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-1-W2-31-2019>], [Konferenzveröffentlichung]
- Busquierand, M. ; Lopez-Sanchez, Juan M. ; Bargiel, D. (2019): Added Value of Coherent Copolar Polarimetry at X-Band for Crop-Type Mapping. In: IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, IEEE, S. 1-5, ISSN 1558-0571, DOI: 10.1109/LGRS.2019.2933738, [Online-Edition: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8809193>], [Artikel]
- Jahr, Katrin ; Iwaszczuk, Dorota ; Borrmann, Andre (2019): Combining airborne images and open data to retrieve knowledge of construction sites. Leuven, In: 26th EG-ICE Workshop on Intelligent Computing in Engineering, Leuven, June 30 – July 03, 2019, [Konferenzveröffentlichung]
- Assali, M. ; Pipelidis, G. ; Podolskiy, V. ; Iwaszczuk, Dorota ; Heinen, L. ; Gerndt, M. (2019): Quantifying the quality of indoor maps. XLII-2/W13, Enschede, In: ISPRS Geospatial Week 2019, Enschede, 10–14 June 2019, S. 739-745, [Online-Edition: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W13-739-2019>], [Konferenzveröffentlichung]

Koppányi, Zoltan ; Iwaszczuk, Dorota ; Zha, Bing ; Saul, Can Jozef ; Toth, Charles K. ; Yilmaz, Alper Yang, Michael Ying; Rosenhahn, Bodo ; Murino, Vittorio (Hrsg.) (2019): Multimodal Semantic Segmentation: Fusion of RGB and Depth Data in Convolutional Neural Networks. In: Multimodal Scene Understanding, Academic Press, S. 41 - 64, DOI: 10.1016/B978-0-12-817358-9.00009-3, [Online-Edition: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128173>

## **Institut für Geodäsie / FG Landmanagement (H.-J. Linke)**

### **Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften**

Çağdaş, Volkan; Linke Hans-Joachim: Almanya'da arazi düzenlemesi. In: Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi, Vol. 6, Issue 2, S. 96-114

Dettweiler, Martina; Linke, Hans-Joachim: Forschung bringt neuen Schwung in Stadtentwicklungsprozesse. In: RaumPlanung, 200 / 1-2019, S. 56-60

Biermas, Annemarie; Dettweiler, Martina; Linke, Hans-Joachim, Meyer-Marquart, Dorte, Wenzel, Anne: Das Potenzial von Scheunen nutzen – Eigentümer unterstützen – Innenentwicklung gestalten. In: Planerin, 2\_19, S. 31-33

Linke, Hans-Joachim; Soot, Matthias; Wallner, Christoph; Weitkamp, Alexandra: Immobilienbewertung im Spannungsfeld des Käufer- und Expertenwissens. In: Flächenmanagement und Bodenordnung 2\_19, S. 55-63

Linke, Hans-Joachim; Dell, Anna; Seger, Julian; Pfnür, Andreas: Ferienimmobilien in Deutschland – Marktbestimmungsfaktoren und regionale Strategien. In: Flächenmanagement und Bodenordnung 3\_19; S. 97-104

Bauer, Sonja; Behnisch, Justus; Dell, Dell; Gahr, Achim; Leinhos, Michael; Linke Hans-Joachim; Shen, Weimin; Tolksdorf, Johanna; Wagner, Martin: Water Reuse Fit for Purpose by a Sustainable Industrial Wastewater Management Concept. In: Chemie Ingenieur Technik 10\_19, S. 1472-1479, DOI:10.1002/cite.201900024

Dettweiler, Martina; Linke, Hans-Joachim: Visualisierung von Flächenpotenzialen. In: Planerin, 6\_19, S. 12-14

### **Veröffentlichungen auf wesentlichen Fachkongressen**

Bauer, Sonja; Dell, Anna; Behnisch, Justus; Linke, Hans Joachim; Wagner, Martin (2019) Optimizing water-reuse opportunities for industrial parks. In: 92nd Water Environment Federation Technical Exhibition and Conference (WEFTEC 2019), Chicago, USA Water Environment Federation (WEF), pp. 470–484

### **Monographien/Herausgeberschaften**

Röder-Sorge, M.: Ein- und Zweifamilienhauskäufer - Ein Ansatz zur Immobilienmarktbeschreibung. <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/8367/> (Dissertation)

Huhn, M.: Die Gesamtnutzungsdauer in der Immobilienwertermittlung: Eine Analyse der Einflussfaktoren.

<https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/9055/> (Dissertation)

Seelinger, S.: Einflussmöglichkeiten regionaler Innovationssysteme auf die Verbreitung von batterieelektrischen Fahrzeugen. ISBN 978-3844068313, Shaker Verlag

### **Buchkapitel**

Spatz, L., Dettweiler, M., Linke, H.-J.: Neue Blickwinkel – Visualisierung im Partizipationsprozess; in: Sommer, J. (Hrsg.), KURSBUCH BÜRGERBETEILIGUNG #3; Berlin Institut für Partizipation, 2019

Behnisch, J.; Dell, J.; Linke, H.-J.; Wagner, M.; Bauer, S.: Pharmaindustrie; in: Rosenwinkel, K.-H.; Austermann-Haun, U.; Köster, S.; Beier, M. (Hrsg.), Taschenbuch der Industrieabwasserreinigung, 2. Aufl., Vulkan Verlag, 2019

Linke, H.-J.; Schriever, H.: Neukommentierung des § 45 BauGB; in: Brügelmann, Baugesetzbuch-Kommentar 110. Lfg. April 2019 Kohlhammer Verlag, Stuttgart, 40 S.

Linke, H.-J.; Schriever, H.: Neukommentierung des § 80 BauGB; in: Brügelmann, Baugesetzbuch-Kommentar 112. Lfg. Okt. 2019 Kohlhammer Verlag, Stuttgart, 25 S.

Linke, H.-J.; Schriever, H.: Neukommentierung des § 82 BauGB; in: Brügelmann, Baugesetzbuch-Kommentar 112. Lfg. Okt. 2019 Kohlhammer Verlag, Stuttgart, 10 S.

## Institute für Geodäsie / FG Physikalische Geodäsie und Satellitengeodäsie (Matthias Becker)

### Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften

Buchhaupt, Christopher: Model Improvement for SAR Altimetry. Schriftenreihe des Instituts für Geodäsie, Heft Nr. 55, ISBN 978-3-935631-44-0. Darmstadt 2019, ISBN 978-3-935631-44-0, <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/id/eprint/9015>

Fenoglio, L., Dinardo, S., Buchhaupt, C., Uebbing, B., Scharroo, R., Kusche, J., Becker, M. and Benveniste, J. (2019) Calibrating CryoSat-2 and Sentinel-3A sea surface heights along the German coast. In: Mertikas S., Pail R. (eds) Fiducial Reference Measurements for Altimetry. International Association of Geodesy Symposia, vol 150.: pp 15-22, Springer, Cham. ISBN 978-3-030-39437-0, [doi.org/10.1007/1345\\_2019\\_73](https://doi.org/10.1007/1345_2019_73).

Johann, F., Becker, D., Becker, M., Forsberg, R., Kadir, M.: "The Direct Method in Strapdown Airborne Gravimetry - a Review." Zeitschrift für Geodäsie, Geoinf. und Landmanagement. Vol. 144, No. 5. pp. 323–333. 2019. DOI: 10.12902/zfv-0263-2019.

Zwiener, Jan: Selbstkalibrierende und robuste Modellbildung mit verteilten GNSS/MEMS Sensoren zur Navigation autonomer und bemannter Multikopterfluggeräte. Schriftenreihe des Instituts für Geodäsie, Heft Nr. 54, ISBN 978-3-935631-43-3. Darmstadt 2019, <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/id/eprint/8521>.

## TU Dresden

### Institut für Planetare Geodäsie, Professur für Geodätische Erdsystemforschung (M. Horwath)

[https://tu-dresden.de/bu/umwelt/geo/ipg/gef/die-professur/beschaefigte/mitarbeiter/horwath-martin#ck\\_Publikationen](https://tu-dresden.de/bu/umwelt/geo/ipg/gef/die-professur/beschaefigte/mitarbeiter/horwath-martin#ck_Publikationen)

### Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften

Richter, A. (2019): Lake Vostok - Ein geowissenschaftliches Portrait eines antarktischen Subglazialsees. Polarforschung, 88 (2), 65-88, [doi: 10.2312/polarforschung.88.2.65](https://doi.org/10.2312/polarforschung.88.2.65)

Shepherd, A., Ivins, E., Rignot, E., Smith, B., van den Broeke, M., Velicogna, I., Whitehouse, P., Briggs, K., Joughin, I., Krinner, G., Nowicki, S., Payne, T., Scambos, T., Schlegel, N., Geruo, A., Agosta, C., Ahlstrøm, A., Babonis, G., Barletta, V.R., Björk, A.A., Blazquez, A., Bonin, J., Colgan, W., Csatho, B., Cullather, R., Engdahl, M.E., Felikson, D., Fettweis, X., Forsberg, R., Hogg, A.E., Gallee, H., Gardner, A., Gilbert, L., Gourmelen, N., Groh, A., Gunter, B., Hanna, E., Harig, C., Helm, V., Horwath, A., Horwath, M., Khan, S., Kjeldsen, K.K., Konrad, H., Langen, P.L., Lecavalier, B., Loomis, B., Luthcke, S., McMillan, M., Melini, D., Mernild, S., Mohajerani, Y., Moore, P., Mottram, R., Mouginot, J., Moyano, G., Muir, A., Nagler, T., Nield, G., Nilsson, J., Noël, B., Oosaka, I., Pattle, M.E., Peltier, W.R., Pie, N., Rietbroek, R., Rott, H., Sandberg Sørensen, L., Sasgen, I., Save, H., Scheuchl, B., Schrama, E., Schröder, L., Seo, K., Simonsen, S.B., Slater, T., Spada, G., Sutterley, T., Talpe, M., Tarasov, L., van de Berg, W.J., van der Wal, W., van Wessem, M., Vishwakarma, B.D., Wiese, D., Wilton, D., Wagner, T., Wouters, B., Wuite, J. (2019): Mass balance of the Greenland Ice Sheet from 1992 to 2018. *Nature*. [doi: 10.1038/s41586-019-1855-2](https://doi.org/10.1038/s41586-019-1855-2)

Cazenave, A., Hamlington, B., Horwath, M., Barletta, V., Benveniste, J., Chambers, D., Döll, P., Hogg, A. E., Legeais, J. F., Merrifield, M., Meyssignac, B., Mitchum, G., Nerem, S., Pail, R., Palanisamy, H., Paul, F., von Schuckmann, K., Thompson, Ph. (2019): Observational requirements for long-term monitoring of the global mean sea level and its components over the altimetry era. *Frontiers in Marine Science*, 6, 582. [doi: 10.3389/fmars.2019.00582](https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00582)

Groh, A., Horwath, M., Horvath, A., Meister, R., Sørensen, L. S., Barletta, V. R., Forsberg, R., Wouters, B., Ditmar, P., Ran, J., Klees, R., Su, X., Shang, K., Guo, J., Shum, C. K., Schrama, E., Shepherd, A.2 (2019): Evaluating GRACE Mass Change Time Series for the Antarctic and Greenland Ice Sheet—Methods and Results. *Geosciences*, 9(10), 415. [doi: 10.3390/geosciences9100415](https://doi.org/10.3390/geosciences9100415)

Mottram, R., B. Simonsen, S., Høyer Svendsen, S., Barletta, V. R., Sandberg Sørensen, L., Nagler, T., Wuite, J., Groh, A., Horwath, M., Rosier, J., Solgaard, A., Hvidberg, C. S., & Forsberg, R. (2019): An Integrated View of Greenland Ice Sheet Mass Changes Based on Models and Satellite Observations. *Remote Sensing*, 11(12). [doi:10.3390/rs11121407](https://doi.org/10.3390/rs11121407)

Richter, A.; Groh, A.; Horwath, M.; Ivins, E.; Marderwald, E.; Hormaechea, J.L.; Perdomo, R.; Dietrich, R. (2019): The Rapid and Steady Mass Loss of the Patagonian Icefields throughout the GRACE Era: 2002–2017. *Remote Sensing*, 11(8), 909, [doi: 10.3390/rs11080909](https://doi.org/10.3390/rs11080909).

Schröder, L.; Horwath, M.; Dietrich, R.; Helm, V.; van den Broeke, M.R.; Ligtenberg, S.R.M. (2019): Four decades of Antarctic surface elevation changes from multi-mission satellite altimetry. *The Cryosphere*, 13, 427-449, [doi: 10.5194/tc-13-427-2019](https://doi.org/10.5194/tc-13-427-2019).

Dziadek, R., Gohl, K., Kaul, N., Uenzelmann-Neben, G., Hochmuth, K., Riefstahl, F., Gebhardt, C., Arndt, J.-E., Klages, J., Esper, O., Ronge, T., Kuessner, K., Kuehn, G., Larter, R., Hillenbrand, C.-D., Smith, J., Bickert, T., Palike, H., Frederichs, T., Freudenthal, T., Zundel, M., Spiegel, C., Ehrmann, W., Bohaty, S., van de Flierdt, T., Pereira, S. P., Najman, Y., Scheinert, M., Ebermann, B., Afanasyeva, V. (2019): Elevated geothermal surface heat flow in the Amundsen Sea Embayment, West Antarctica. *Earth and Planetary Science Letters*, 506, 530-539, doi: 10.1016/j.epsl.2018.11.003

### Monographien/Herausgebenschaften

Schröder, L. (2019): Höhenänderungen des Antarktischen Eisschildes: Analyse, Validierung und Kombination von Messungen aus 40 Jahren Satellitenaltimetrie. TU Dresden, <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa2-380620>, (Dissertation)

### Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung - Professur für Photogrammetrie (H.G. Maas)

<https://tu-dresden.de/bu/umwelt/geo/ipf/photogrammetrie/forschung/publikationen>

Blaskow, Robert; Lichtenberger, Lisa; Mader, David; Schneider, Danilo: Entwicklung eines Untersuchungs- und Kalibrierkonzepts für Low-Cost-Laserscanner am Beispiel des Scanse Sweep. In: Tagungsband der 18. Oldenburger 3D-Tage (2019)

Dewitz, Leyla; Kröber, Cindy; Messemer, Heike; Maiwald, Ferdinand; Münster, Sander; Brusckke, Jonas; Niebling, Florian: Historical Photos and Visualizations: Potential for Research. In: *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* (2019), S. 405–412

Maiwald, Ferdinand; Brusckke, Jonas; Lehmann, Christoph; Niebling, Florian: A 4D information system for the exploration of multitemporal images and maps using photogrammetry, web technologies and VR/AR. In: *Virtual Archaeology Review* 10 (2019), Nr. 21, S. 1–13

Maiwald, Ferdinand: Generation Of A Benchmark Dataset Using Historical Photographs For An Automated Evaluation Of Different Feature Matching Methods. In: *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* (2019), S. 87–94

Maiwald, Ferdinand; Henze, Frank; Brusckke, Jonas; Niebling, Florian: Geo-Information Technologies For A Multimodal Access On Historical Photographs And Maps For Research And Communication in Urban History. In: *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.* (2019), S. 763–769

Mader, David; Richter, Katja; Westfeld, Patrick; Weiß, Robert; Maas, Hans-Gerd: Detection and Extraction of Water Bottom Topography from Laserbathymetry Data by using Full-Waveform-Stacking Techniques. In: *ISPRS International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences XL-2/W 13 XL-2/W 13* (2019), S. 1053–1059

Hardner, Matthias; Schneider, Danilo: Development of a Multi Camera Calibration for an Analysis and Manipulation System of Biological Samples in Petri Dishes. In: *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences Volume XLII-2/W18* (2019)

Riedel, Mirko; Deutsch, Jessica; Liebold, Frank; Richter, Florian; Ihlenfeldt, Steffen: Untersuchung beleuchtungsabhängiger Effekte bei der Bildmessung. In: *Photogrammetrie - Laserscanning - Optische 3D-Messtechnik* (Beiträge Oldenburger 3D-Tage 2019, Hrsg. Luhmann/Schuhmacher) (2019), S. 120–132

Liebold, Frank; Maas, Hans-Gerd; Heravi, Ali A.: Crack Width Measurement for Non-planar Surfaces by Triangle Mesh Analysis in Civil Engineering Material Testing. In: *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-2/W18* (2019), S. 107–113

Blöthe, Jan Henrik; Schwalbe, Ellen; Halla, Christian; Bottegal, Estefania; Trombotto, Dario; Schrott, Lothar: Regional analysis of ice-debris landform kinematics in the central Andes of Argentina. In: *Geophysical Research Abstracts of EGU General Assembly 2019 Vol. 21* (2019), Nr. EGU2019-16370

Kaiser, T.; Clemen, C.; Maas, Hans-Gerd: Automated alignment of local point clouds in digital building models. In: *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-5 (2019), Nr. W2, S. 35–39

Sofia, Giulia; Eltner, Anette; Nikolopoulos, E.; Crosby, Christopher: Leading Progress in Digital Terrain Analysis and Modeling. In: *International Journal of Geo-Information* (2019)

Santos, A.; Marcato Junior, José; Araújo, M.; Di Martini, D.; Tetila, E.; Siqueira, H.; Aoki, C.; Eltner, Anette; Matsubara, E.; Pistori, H.; Feitosa, Raul; Liesenberg, Veraldo; Gonçalves, W.: Assessment of CNN based methods for individual tree detection on images captured by RGB cameras attached to UAVs. In: *Sensors* (2019)

- James, Mike; Chandler, Jim; Eltner, Anette; Fraser, C.; Miller, Pauline; Mills, J.; Noble, Tom; Robson, Stuart; Lane, Stuart: Guidelines on the use of Structure from Motion Photogrammetry in Geomorphic Research. In: *Earth Surface Processes and Landforms* (2019)
- Lin, Dong; Grundmann, Jens; Eltner, Anette: Evaluating Image Tracking Approaches for Surface Velocimetry with Thermal Tracers. In: *Water Resources Research* (2019)
- Elias, Melanie; Kehl, Christian; Schneider, Danilo: Photogrammetric water level determination using smartphone technology. In: *The Photogrammetric Record* 34 (2019), Nr. 166, S. 198–223
- Lima Ribeiro, Silvio Cesar; Jarzabek-Rychard, Malgorzata; Cintra, Jorge Pimentel; Maas, Hans-Gerd: Describing the Vertical Structure of Informal Settlements on the Basis of Lidar Data - A Case Study for Favelas (Slums) in Sao Paulo City. In: *Int. Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. IV-2* (2019), Nr. W5, S. 437–444
- Maas, Hans-Gerd; Mader, David; Richter, Katja; Westfeld, Patrick: Improvements in lidar bathymetry data analysis. In: *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-2/W10* (2019), S. 113–117
- Richter, Katja; Maas, Hans-Gerd: Volumetric forest structure reconstruction from full-waveform airborne laser scanner data. In: *Geophysical Research Abstracts EGU General Assembly 2019 21* (2019)
- Burkhardt, Wolfram; Schneider, Danilo; Hahn, Gabriele; Konstantelos, Dimitrios; Maas, Hans-Gerd; Rüdiger, Mario: Non-invasive estimation of brain-volume in infants. In: *Early Human Development* 132 (2019), S. 52–57
- Lin, Dong; Jarzabek-Rychard, Malgorzata; Tong, Xiaochong; Maas, Hans-Gerd: Fusion of Thermal imagery with Point Clouds for Building Façade Thermal Attribute Mapping. In: *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 151 (2019)
- Lin, Dong; Grundmann, Jens; Eltner, Anette: Evaluating Image Tracking Approaches for Surface Velocimetry with Thermal Tracers. In: *Water Resource Research* (2019)
- Anderson, Reed; Bumberger, Jan; Dietrich, Peter; Harpole, W. Stanley; Maas, Hans-Gerd: Deep Learning for Segmentation of Point Clouds with Synthetic Vegetation. In: *Deep Learning in Photogrammetry, Remote Sensing and Geospatial Information Processing, 4th PhD Colloquium of the DGK Division on Geoinformatics and the DGPF Working Group on Geoinformatics, Rostock 2019* (2019), S. 1–3
- Eltner, Anette; Elias, Melanie; Sardemann, Hannes; Spieler, Diana: Automatic Image-Based Water Stage Measurement for Long-Term Observations in Ungauged Catchments. In: *Water Resources Research* 54 (2019), Nr. 12, S. 10,362–10,371
- Mader, David; Richter, Katja; Westfeld, Patrick; Weiß, Robert; Maas, Hans-Gerd: Detektion und Extraktion von Gewässersohlenpunkten aus Laserbathymetriedaten unter Nutzung von Full-Waveform Stacking. In: *Dreiländertagung der DGPF, der OVG und der SGPF in Wien, Österreich – Publikationen der DGPF 28* (2019)
- Richter, Katja; Mader, David; Westfeld, Patrick; Maas, Hans-Gerd: Analyse der Auswirkung von Wellen auf konventionelle Refraktionskorrekturmethode in der Laserbathymetrie. In: *Dreiländertagung der DGPF, der OVG und der SGPF in Wien, Österreich – Publikationen der DGPF 28* (2019)

## **Geodätisches Institut / Professur für Landmanagement (H. Weitkamp)**

<https://tu-dresden.de/bu/umwelt/geo/gi/lm/publikationen/veroeffentlichungen>

- Adolphs, Isabelle; Süring, Julia; Weitkamp, Alexandra: Steigender Wohnungsdruck in deutschen Großstädten: Der Blick über den Tellerrand – Können wir von Wien lernen? In: *Flächenmanagement und Bodenordnung (FuB)* 81 (2019), Nr. 4, S. 170–176
- Klaus, Manfred; Mäs, Stephan; Bernard, Lars; Weitkamp, Alexandra: Weiterentwicklung des Daseinsvorsorgeatlas Niedersachsen. In: *Nachrichten der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung* 69, 2019, Nr. 1+2, S. 4–8
- Weitkamp, Alexandra; Friesecke, Frank: Daueraufgabe Stadterneuerung – zwischen Erhaltung und Revitalisierung. In: *Handbuch der Geodäsie, Springer Reference Naturwissenschaften Bodenordnung und Landmanagement* (2019)
- Soot, Matthias; Dorndorf, Alexander; Alkhatib, Hamza; Weitkamp, Alexandra: Möglichkeiten und Grenzen der Integrationsfähigkeit unterschiedlicher Daten für die Bewertung in realen kaufpreisarmeren Lagen. In: *Allgemeine Vermessungsnachrichten (avn)* (2019), Nr. 10, S. 247–258

- Ortner, Andreas; Soot, Matthias; Weitkamp, Alexandra: Determining Land Values by Location: Supporting Public Valuation Expert Committees in the Provision of Market Transparency. In: *The Role of Public Sector in Local Economic and Territorial Development* (2019), S. 83–96
- Süring, Julia; Weitkamp, Alexandra: Erfolgsfaktoren von Baulandmodellen – Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Lösungsansätze. In: *FuB - Flächenmanagement und Bodenordnung* (2019), Nr. 3, S. 134–141
- Petrenz, Josefine; Weitkamp, Alexandra: Wüstungen – Herausforderungen und Potenziale für die Planung. In: *Die Planerin* (2019), Nr. 2, S. 40–43
- Linke, Hans Joachim; Soot, Matthias; Wallner, Christoph; Weitkamp, Alexandra: Immobilienbewertung im Spannungsfeld des Käufer- und Expertenwissens. In: *Flächenmanagement und Bodenordnung (FuB)* (2019), Nr. 2, S. 55–62
- Ahlfeld, Martin; Fügner, Till; Grzybek, Anna; Wegers, Alina; Ortner, Andreas; Weitkamp, Alexandra: Lageveränderungen durch Maßnahmen des besonderen Städtebaurechts. In: *Allgemeine Vermessungsnachrichten (avn)* (2019), Nr. 10, S. 267–279
- Müller, Bernhard; Qirui, Li; Weitkamp, Alexandra; Süring, Julia; Schiappacasse, Paulina; Ortner, Andreas; Rößler, Stefanie; Cai, Jianming; Lin, Amy Jing; Ma, Enpu; Han, Yan; Han, Wei: Report on the current framework and situation of urban renewal, urban expansion as well as land management and banking (incl. Land administration) in China and Europe. In: *Leibniz\_Institute\_of\_Ecological\_Urban\_and\_Regional\_Development* (2019)
- Horvath, Sabine; Soot, Matthias; Weitkamp, Alexandra; Neuner, Hans: Künstliche neuronale Netze in der Immobilienwertermittlung. In: *Allgemeine Neue Vermessungsnachrichten AVN 126* (2019), Nr. 8-9, S. 199–213
- Kretzschmar, Daniel; Schiller, Georg; Weitkamp, Alexandra: Nichtwohngebäude in Deutschland – Typisierung eines dynamischen Marktes. In: *zfv - Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement 144* (2019), Nr. 3/2019, S. 157–166
- Soot, Matthias; Zaddach, Sebastian; Weitkamp, Alexandra; Teuber, Andreas: Methoden- und Modellentwicklung für die landesweit einheitliche Ableitung von Liegenschaftszinssätzen für Mehrfamilienhäuser. In: *Nachrichten der Niedersächsische Vermessung- und Katasterverwaltung (NaVKV)*, S. 28 ff. 2019 (2019), Nr. 1+2, S. 28–ff.
- Soot, Matthias; Neuner, Hans-Berndt; Weitkamp, Alexandra: Regression Analysis in Real Estate Valuation-Using Purchase Price Data with Gaps. In: *European Real Estate Society (ERES)* (2019)

## **Professur für Geoinformatik (L. Bernard)**

<https://tu-dresden.de/bu/umwelt/geo/geoinformatik/forschung/publikationen>

<https://tu-dresden.de/bu/umwelt/geo/geoinformatik/die-professur/team/prof.bernard>

Eichler, L. ; Henzen, C. : Ich sehe was, was Du nicht siehst – die Bewertung der Usability freier Web-GIS am Beispiel einer Eyetracking-Studie zum IÖR-Monitor. FOSSGIS-Konferenz, 13.-16.03.2019, Dresden, 2019.

Eichler, L. ; Henzen, C. : Unter Vier Augen: Erkenntnisse aus einer Eyetracking-Studie zum IÖR-Monitor. 11. Dresdner Flächennutzungssymposium, 08.-09.04.2019, Dresden, 2019.

Haas, A. ; Karrasch, P. ; Bernard, L. : Acquisition of Urban Trees using Artificial Neural Networks and Remote Sensing Data. In: Kyriakidis, P., Hadjimitsis, D., Skarlatos, D., Mansourian, A. (Eds.), 2019. *Geospatial Technologies for Local and Regional Development : short papers, posters and poster abstracts of the 22nd AGILE Conference on Geographic Information Science*. Cyprus University of Technology, 17-20 June 2019, Limassol, Cyprus. ISBN 978-3-030-14745-7. Accessible through <https://agile-online.org/conference/proceedings/proceedings-2019>, 2019.

Karrasch, P. ; Krüger, R. ; Müller, M. ; Mendt, J. ; Hennig, S. : SmartRain – Aufbau eines Bürgermessnetzes zur Bestimmung und Analyse lokaler Niederschlagsverteilungen. Meinel, G. (Ed.) ; Schumacher, U. (Ed.) ; Behnisch, M. (Ed.) ; Krüger, T. (Ed.), *Flächennutzungsmonitoring X - IFlächenmanagement – Bodenversiegelung – Stadtgrün*, 2019. Rhombos-Verlag, pp. 223-330.

Wiek, S. ; Helm, B. ; Karrasch, P. ; Hunger, S. ; Hoffmann, T. ; Schönrock, S. ; Klehr, W. ; Six, A. ; Stäglich, I. ; Kuhn, K. ; Mehl, D. ; Tränckner, J. ; Bernard, L. ; Krebs, P. : Boot-gestütztes längskontinuierliches Monitoring von Fließgewässern mit online-Sonden. In: *Hydrologie & Wasserbewirtschaftung*, 63(1), 2019. pp. 19-32. doi:10.5675/HyWa\_2019.1\_2

## HafenCity Universität Hamburg

### Lab for Geoinformatics and Geovisualization (g2lab) (J. Schiewe – Gast der DGK Abteilung Geoinformatik)

<http://www.geomatik-hamburg.de/g2lab/publications.html>

Schiewe, J., Empirical studies on the visual perception of spatial patterns in choropleth maps. *KN - Journal of Cartography and Geographic Information*, 69(3): 217-228. DOI: 0.1007/s42489-019-00026-y

Schiewe, J., Against the `How to Lie with Data`Classification. *GIM International*, September/October: 27-29.

Schiewe, J., Empirical Study and Developments Towards an Effective and Efficient Generation and Use of Thematic Maps in Media. *Proceedings 11th Global Investigative Journalism Conference, Hamburg*. <https://ijec.org/2019/11/24/gijc19-academic-track-reader/> :55-70

Wei, B. & Schiewe, J., Influence of Viewing Field on Zoom Levels in Pedestrian Orientation Task Using Smartphones. *Advances in Cartography and GIScience of the ICA*, Vol. 1.

Schiewe, J., Conceptual framework for enhancing visual change point analysis in generalized multi-temporal displays. *Advances in Cartography and GIScience of the ICA*, Vol. 1.

Schlegel, I., Empirical Study for a Deployment of a Methodology for Improving the Comparability Between Historical and Current Maps. *KN - Journal of Cartography and Geographic Information*, 69(2): 121-130.

Hellmanns, J., Schiewe, J., Kistemann, T. & Höser, C., A Planning Tool for the Automated Quantification and Visualization of Blue Space. *KN - Journal of Cartography and Geographic Information*, 69(1): 63-71.

Knura, M., Agent Based Simulation of Pedestrian Movement in Urban Environments. *Proceedings of the 22th AGILE Conference on Geoinformation Science*.

## Leibniz Universität Hannover

### Geodätisches Institut (I. Neumann), Professur für Ingenieurgeodäsie und geodätische Auswertemethoden (I. Neumann)

<https://www.gih.uni-hannover.de/de/neumann/publikationsliste>

#### Begutachtete Veröffentlichungen

Alkhatib, H.; Neumann, I.; Kreinovich, V.; Van Le, C. (2019): Why LASSO, EN, and CLOT: Invariance-Based Explanation, *Departmental Technical Reports (CS)*. 1376

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

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.; 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

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

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

- 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.; Gomes, A. T.; Beer, M.; Neumann, I.; Nackenhorst, U.; Kim, C. W. (2019): Modeling asymmetric dependences among multivariate soil data for the geotechnical analysis – The asymmetric copula approach, In: *Soils and Foundations* 59(6), S. 1960 – 1979. DOI: 10.1016/j.sandf.2019.09.001
- 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

## **Geodätische Institut, Professur für Flächen- und Immobilienmanagement (W. T. Voß)**

<https://www.gih.uni-hannover.de/de/voss/publikationsliste>

### **begutachtete Veröffentlichungen**

Voß, W., Bakker, K. (2019): Geospatial Information to Support Real Estate Valuation, FIG Working Week 2019

## **Institut für Kartographie und Geoinformatik (M. Sester)**

### **Begutachtete Zeitschriftenartikel und Buchkapitel**

- A. Leichter M. Werner (2019): Estimating Road Segments Using Natural Point Correspondences of GPS Trajectories., *Applied Sciences*. 2019 Januar
- 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*.
- Czioska, Paul, Kutadinata, Ronny, Trifunović, Aleksandar, Winter, Stephan, Sester, Monika, Friedrich, Bernhard (2019): Real-world meeting points for shared demand-responsive transportation systems, *Public Transport*
- Frederik Schewe, Hao Cheng, Alexander Hafner, Monika Sester, and Mark 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*
- Juliana Siqueira-Gay, Mariana Abrantes Giannotti, Monika Sester (2019): Learning about spatial inequalities: Capturing the heterogeneity in the urban environment, *Journal of Cleaner Production*
- Miryam S. Merk, Philipp Otto (2019): Estimation of Anisotropic, Time-Varying Spatial Spillovers of Fine Particulate Matter Due to Wind Direction, *Geographical Analysis*
- Otto, P., Schmid, W. & Garthoff, R. (2019): Stochastic properties of spatial and spatiotemporal ARCH models, *Statistical Papers*, 1-16
- Philipp Otto (2019): spGARCH: An R-Package for Spatial and Spatiotemporal ARCH and GARCH models, *The R-Journal*
- Yu Feng, Frank Thiemann and Monika Sester (2019): Learning Cartographic Building Generalization with Deep Convolutional Neural Networks, *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2019, 8(6), 258

Zourlidou, S., & Sester, M. (2019): Traffic Regulator Detection and Identification from Crowdsourced Data—A Systematic Literature Review, *SPRS International Journal of Geo-Information*, 8(11), 491.

### **Begutachtete Konferenzbeiträge**

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.

Fuest, S. and Sester, M. (2019): A framework for automatically visualizing and recommending efficient routes, Proceedings of the ICA (Vol. 2). Tokyo, Japan.

Kazimi, B., Thiemann, F., & Sester, M. (2019): Object Instance Segmentation in Digital Terrain Models, In International Conference on Computer Analysis of Images and Patterns (pp. 488-495). Springer, Cham.

Kazimi, B., Thiemann, F., and Sester, M. (2019): Semantic Segmentation of Manmade Landscape Structures in Digital Terrain Models., *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, IV-2/W7, 87–94

Nicolas Tempelmeier, Udo Feuerhake, Oskar Wage and Elena Demidova (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

Philipp Otto (2019): Modeling Spatial Dependence in Local Risks and Uncertainties, Proceedings of the 29th European Safety and Reliability Conference

Rik Gijssman, Philipp Otto, Torsten Schlurmann, Jan Visscher (2019): Statistical analysis of Sylt's coastal profiles using a spatiotemporal functional model, *Smart Statistics for Smart Applications*, Pearson Proceedings, pp. 331-338

S. Zourlidou, C. Fischer and M. Sester (2019): Classification of street junctions according to traffic regulators, 22nd Conference on Geo-information Science, 17-20 June, Limassol, Cyprus

### **Konferenzbeiträge**

C. Koetsier, 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

F. Politz and M. Sester (2019): Joint Classification of Als And Dim Point Clouds, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLII-2/W13, 1113-1120

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.)

S. Busch (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

### **Herausgeberschaft**

Sester, M. (2019): *Geoinformatik: Handbuch der Geodäsie*, herausgegeben von Willi Freeden und Reiner Rummel. Springer-Verlag.

### **Diskussionspapier**

Philipp Otto, Wolfgang Schmid (2019): Spatial and Spatiotemporal GARCH Models -- A Unified Approach, arXiv: 1908.08320

## **Institut für Photogrammetrie und GeoInformation (IPI) (C. Heipke)**

### **Bücher, Buchkapitel, Dissertationen**

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

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

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

### begutachtete Zeitschriftenartikel

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.

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

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

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

### begutachtete Tagungsbeiträge

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

Coenen, M.; Rottensteiner, F. (2019): Probabilistic Vehicle Reconstruction Using a Multi-Task CNN. In: *Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision Workshops*

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

Mehlretter, 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

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

## Institut für Erdmessung (IfE) (J. Müller, S. Schön, J. Flury)

Auch einzeln, z.B. unter: <https://www.ife.uni-hannover.de/de/schoen/publikationen/>

### Begutachtete Publikationen

Abdelaal M. und Schön S. (2019): Distributed Nonlinear Model Predictive Control for Connected Vehicles Trajectory Tracking and Collision Avoidance with Ellipse Geometry, ION GNSS+ 2019, Miami, USA

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., Grahl, A., Arnold, D., Cann-Guthauser, K., Dach R., Li Z., Chen Q., van Dam T., Gruber C., Poropat L., Gouweleuw 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

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

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

### **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

### **Datensätze**

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., Brevia 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

## **Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Geodätische Institut KIT (GIK)**

### **Lehrstuhl Vermessungskunde und Geodätische Sensorik (M. Hennes)**

Hale, S., Naab, C., Butscher, C., Blum, P. (2019): Method Comparison to Determine Hydraulic Apertures of Natural Fractures. In: *Rock Mechanics and Rock Engineering*, p. 1-10. Springer-Verlag, Vienna, Austria. DOI: 10.1007/s00603-019-01966-7

Juretzko, M. (2019): Tachymeterprüfung nach DVW-Merkblatt und Alternativen. Beiträge zum 189. DVW-Seminar, 27-28. Juni, Stuttgart.

Weidner, P.; Ruff, D., Juretzko, M., Ummenhofer, T. (2019): *Messtechnische Begleitung der Er-tüchtigungsmaßnahme an der Rheinbrücke Maxau*, Ernst & Sohn Special 2019 – Messtechnik im Bauwesen; Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin.

## **Geodätische Institut KIT (GIK), Lehrstuhl Geodätische Erdsystemwissenschaft (H. Kutterer)**

Kutterer, H. (2019): *Geodäsie – Schlüsseldisziplin für die digitale Gesellschaft*. In: Hanke, K. & Weinold, T. (Hrsg.) (2019): 20. Internationale Geodätische Woche Oberurgl 2019. © Herbert Wichmann Verlag, VDE VERLAG GMBH · Berlin · Offenbach. ISBN 978-3-87907-xxx-x. 133-144.

Mayer, M.; Kutterer, H.; Cermak, J. (2019): *Forschungsorientiert und kompetent – Ausgestaltung von hochschulischen Veränderungsprozessen am Beispiel der Lehrinheit »Geodäsie und Geoinformatik« am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)*. zfv (144) 4: 206-222. DOI: 10.12902/zfv-0273-2019

Seitz, K.; Grombein, T.; Kutterer, H. (2019): *Schwereanomalien in Baden-Württemberg*. zfv (144) 4: 260-275. DOI 10.12902/zfv-0267-2019

## **Universität der Bundeswehr München**

### **Institut für Geodäsie / Professur für Landmanagement (K.H. Thiemann)**

<https://www.unibw.de/geodaesie/bau-9-2-landmanagement/personen/univ-prof-dr-ing-karl-heinz-thiemann>

Thiemann, Daniel; Kozica, Arjan; Rauch, Ricarda; Kaiser, Stephan. Digitalisierungsatlas.: Die Digitalisierung der Arbeitswelt verstehen und gestalten. Zeitschrift Führung + Organisation (ZfO). Vol. 88. 2019. No. 2. S. 114-121.

Jager, Andreas; Rauch, Ricarda; Thiemann, Daniel; Kaiser, Stephan. Die sechs Gefahren der digitalen Arbeitswelt – und was Sie dagegen tun können. Personalmagazin. 2019. No. 1. S. 48-52.

Jager, Andreas; Kaiser, Stephan; Kozica, Arjan; Müller, Madlen; Rauch, Ricarda; Thiemann, Daniel. DigiTraIn4.0.: Anwendungsorientierte Instrumente für die digitale Transformation der Arbeitswelt. in: Bauer, Wilhelm; Stowasser, Sascha; Mütze-Niewöhner, Susanne; Zanke, Claus; Brandl, Karl-Heinz (Ed.). Arbeit in der digitalisierten Welt.: Stand der Forschung und Anwendung im BMBF-Förderschwerpunkt. Stuttgart. : Fraunhofer IAO. 2019. S. 210-217.

Thiemann, Karl-Heinz. Verlegung von städtebaulichen Ausgleichsflächen in der Flurbereinigung. Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN). Vol. 126. 2019. No. 4. S. 91-103.

Karl-Heinz Thiemann. Anmerkung zum Urteil des OVG Koblenz vom 10.04.2019. Recht der Landwirtschaft (RdL). Vol. 71. 2019. No. 9. S. 332-333.

### **Institut für Angewandte Informatik (H. Mayer)**

#### **Begutachtete Veröffentlichungen auf wesentlichen Fachkongressen**

Huang, H., Kuhn, A., Michelini, M., Schmitz, M., Mayer, H. (2019): 3D Urban Scene Reconstruction and Interpretation from Multisensor Imagery. In: Multimodal Scene Understanding, Academic Press, 307-340.

Michelini, M., Mayer, H. (2019): Detection of Critical Camera Configurations for Structure from Motion Using Random Forest. Asian Conference on Pattern Recognition, 512-526.

Roth, L., Mayer, H. (2019): Reduction of the Fronto-parallel Bias for Wide-baseline Semi-global Matching. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (IV-2/W5), 69-76.

Schmitz, M., Brandenburger, W., Mayer, H. (2019): Semantic Segmentation of Airborne Images and Corresponding Digital Surface Models – Additional Input Data or Additional Task? The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (XLII-2/W16), 195-200.

Schmitz, M., Huang, H., Mayer, H. (2019): Comparison of Training Strategies for Convnets on Multiple Similar Datasets for Facade Segmentation. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (XLII-2/W13), 111-117.

#### **Online-Publikationen**

Kissner, M., Mayer, H. (2019): Adding Intuitive Physics to Neural-Symbolic Capsules Using Interaction Networks. arXiv preprint arXiv:1905.09891.

Mayer, H. (2019): RPBA – Robust Parallel Bundle Adjustment Based on Covariance Information. arXiv preprint arXiv:1910.08138.

## Nachrufe

Mayer, H., Dorrer, E. (2019): In Memoriam Friedrich Kröll (1940-2019). PFG – Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science 87 (5-6), 300.

Mayer, H., Dorrer, E. (2019): In Memoriam Friedrich Kröll (1940-2019). zfv - Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement 144 (6), 402.

## Technische Universität München

### Lehrstuhl für Astronomische und Physikalische Geodäsie (R. Pail)

<https://www.bgu.tum.de/iapg/publikationen>

Abrykosov, Petro; Pail, Roland; Gruber, Thomas; Zahzam, Nassim; Bresson, Alexandre; Hardy, Emilie; Christophe, Bruno; Bidet, Yannick; Carraz, Olivier; Siemes, Christian: Impact of a novel hybrid accelerometer on satellite gravimetry performance. *Advances in Space Research* 63 (10), 2019, 3235-3248, <https://doi.org/10.1016/j.asr.2019.01.034>

Andritsanos, V. D.; Grigoriadis, V. N.; Natsiopoulos, D. A.; Vergos, G. S.; Gruber, T.; Fecher, T.: GOCE Variance and Covariance Contribution to Height System Unification. *International Symposium on Gravity, Geoid and Height Systems 2016*, Springer International Publishing, 2019, 157-164, ISBN: 978-3-319-95318-2

Bucha, Blažej; Hirt, Christian; Kuhn, Michael: Cap integration in spectral gravity forward modelling: near- and far-zone gravity effects via Molodensky's truncation coefficients. *Journal of Geodesy* 93 (1), 2019, 65-83, <https://doi.org/10.1007/s00190-018-1139-x>

Bucha, Blažej; Hirt, Christian; Kuhn, Michael: Divergence-free spherical harmonic gravity field modelling based on the Runge-Krarp theorem: a case study for the Moon. *Journal of Geodesy* 93 (4), 2019, 489-513, <https://doi.org/10.1007/s00190-018-1177-4>

Bucha, Blažej; Hirt, Christian; Yang, Meng; Kuhn, Michael; Rexer, Moritz: Residual terrain modelling (RTM) in terms of the cap-modified spectral technique: RTM from a new perspective. *Journal of Geodesy* 93 (10), 2019, 2089-2108, <https://doi.org/10.1007/s00190-019-01303-4>

Gerlach, Christian; Ackermann, Christian; Falk, Reinhard; Lothhammer, Alexander; Reinhold, Andreas: Gravimetric Investigations at Vernagtferner. *International Symposium on Gravity, Geoid and Height Systems 2016*, Springer International Publishing, 2019, 53-60, ISBN: 978-3-319-95318-2

Groh, Andreas; Horwath, Martin; Horvath, Alexander; Meister, Rakia; Sørensen, Louise Sandberg; Barletta, Valentina R.; Forsberg, René; Wouters, Bert; Ditmar, Pavel; Ran, Jiangjun; Klees, Roland; Su, Xiaoli; Shang, Kun; Guo, Junyi; Shum, C. K.; Schrama, Ernst; Shepherd, Andrew: Evaluating GRACE Mass Change Time Series for the Antarctic and Greenland Ice Sheet-Methods and Results. *Geosciences* 9 (10), 2019, <https://doi.org/10.3390/geosciences9100415>

Gruber, T.; Willberg, M.: Signal and error assessment of GOCE-based high resolution gravity field models. *Journal of Geodetic Science* 9 (1), 2019, 71-86, <https://doi.org/10.1515/jogs-2019-0008>

Gruber, Thomas: 20. Internationale Geodätische Woche Obergurgl, 2019, Die Bestimmung physikalischer Höhen mit Satelliten. In: Hanke, K., Weinold, T. (Hrsg.): 20. Internationale Geodätische Woche Obergurgl, 2019. Wichmann, 2019, 59-68, ISBN: 978-3-87907-659-8

Hauk, Markus; Pail, Roland: Gravity Field Recovery Using High-Precision, High-Low Inter-Satellite Links. *Remote Sensing* 11 (5), 2019, <https://doi.org/10.3390/rs11050537>

Hirt, Christian; Bucha, Blažej; Yang, Meng; Kuhn, Michael: A numerical study of residual terrain modelling (RTM) techniques and the harmonic correction using ultra-high-degree spectral gravity modelling. *Journal of Geodesy* 93 (9), 2019, 1469-1486, <https://doi.org/10.1007/s00190-019-01261-x>

Hirt, Christian; Yang, Meng; Kuhn, Michael; Bucha, Blažej; Kurzmann, Andre; Pail, Roland: SRTM2gravity: An Ultrahigh Resolution Global Model of Gravimetric Terrain Corrections. *Geophysical Research Letters* 46 (9), 2019, <https://doi.org/10.1029/2019gl082521>

IMBIE Team: Mass balance of the Greenland Ice Sheet from 1992 to 2018. *Nature*, 2019, 1-1, <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1855-2>

- Pail, R.; Bamber, J.; Biancale, R.; Bingham, R.; Braitenberg, C.; 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.: Mass variation observing system by high low inter-satellite links (MOBILE) – a new concept for sustained observation of mass transport from space. *Journal of Geodetic Science* 9 (1), 2019, 48-58, <https://doi.org/10.1515/jogs-2019-0006>
- Pail, Roland; Yeh, Hsien-Chi; Feng, Wei; Hauk, Markus; Purkhauser, Anna; Wang, Changqing; Zhong, Min; Shen, Yunzhong; Chen, Qiuji; Luo, Zhicai; Zhou, Hao; Liu, Bingshi; Zhao, Yongqi; Zou, Xiancai; Xu, Xinyu; Zhong, Bo; Haagmans, Roger; Xu, Houze: Next-Generation Gravity Missions: Sino-European Numerical Simulation Comparison Exercise. *Remote Sensing* 11 (22), 2019, 2654, <https://doi.org/10.3390/rs11222654>
- Purkhauser, A. F.; Koch, J. A.; Pail, R.: Applicability of NNGM near-real time simulations in flood detection. *Journal of Geodetic Science* 9 (1), 2019, 111-126, <https://doi.org/10.1515/jogs-2019-0011>
- Purkhauser, Anna F; Pail, Roland: Next generation gravity missions: near-real time gravity field retrieval strategy. *Geophysical Journal International* 217 (2), 2019, 1314-1333, <https://doi.org/10.1093/gji/ggz084>
- Rummel, Reiner; Beutler, Gerhard: A Global Height System – Following Heinrich Bruns (1878). *zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement* (1/2019), 2019, 17-24, <https://doi.org/10.12902/zfv-0242-2018>
- Saadat, S. A.; Safari, A.; Pitoňák, M.; Rexer, M.: Regional gravity field recovery of the void areas using SGG-derived surface residual gravity disturbances based on least-squares collocation: a case study in Iran. *Journal of Applied Geophysics* 164, 2019, 40 – 52, <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2019.03.002>
- Siemes, Christian; Rexer, Moritz; Schlicht, Anja; Haagmans, Roger: GOCE gradiometer data calibration. *Journal of Geodesy* 93 (9), 2019, 1603-1630, <https://doi.org/10.1007/s00190-019-01271-9>
- Willberg, Martin; Gruber, Thomas; Vergos, Georgios S.: Analysis of GOCE Omission Error and Its Contribution to Vertical Datum Offsets in Greece and Its Islands. *International Symposium on Gravity, Geoid and Height Systems 2016*, Springer International Publishing, 2019, 143-148, ISBN: 978-3-319-95318-2
- Willberg, Martin; Zingerle, Philipp; Pail, Roland: Residual least-squares collocation: use of covariance matrices from high-resolution global geopotential models. *Journal of Geodesy* 93 (9), 2019, 1739-1757, <https://doi.org/10.1007/s00190-019-01279-1>
- Zingerle, P.; Pail, R.; Scheinert, M.; Schaller, T.: Evaluation of terrestrial and airborne gravity data over Antarctica - a generic approach. *Journal of Geodetic Science* 9 (1), 2019, 29-30, <https://doi.org/10.1515/jogs-2019-0004>

### **Professur für Satellitengeodäsie (U. Hugentobler)**

- Duan, Bingbing; Hugentobler, Urs; Selmke, Inga: The adjusted optical properties for Galileo/BeiDou-2/QZS-1 satellites and initial results on BeiDou-3e and QZS-2 satellites. *Advances in Space Research* 63 (5), 2019, 1803–1812
- Duan, Bingbing; Hugentobler, Urs; Chen, Junping; Selmke, Inga; Wang, Jiexian: Prediction versus Real-Time Orbit Determination for GNSS Satellites. *GPS Solut.* 23 (2), 2019, 1–10
- Fernandez, O. R.; Utmann, J.; Hugentobler, U.: SPOOK - A comprehensive Space Surveillance and Tracking analysis tool. *Acta Astronautica* 158, 2019, 178-184
- Molina Martel, Francisco; Sidorenko, Juri; Bodensteiner, Christoph; Arens, Michael; Hugentobler, Urs: Unique 4-DOF Relative Pose Estimation with Six Distances for UWB/V-SLAM-Based Devices. *Sensors* 19 (20), 2019, 4366
- Panafidina, Natalia; Hugentobler, Urs; Seitz, Manuela: Influence of subdaily model for polar motion on the estimated GPS satellite orbits. *Journal of Geodesy* 93 (2), 2019, 229--240
- Sidorenko, Juri; Schatz, Volker; Doktorski, Leo; Scherer-Negenborn, Norbert; Arens, Michael; Hugentobler, Urs: Improved Time of Arrival measurement model for non-convex optimization. *NAVIGATION* 66 (1), 2019, 117-128
- Sidorenko, Juri; Schatz, Volker; Scherer-Negenborn, Norbert; Arens, Michael; Hugentobler, Urs: Decawave UWB Clock Drift Correction and Power Self-Calibration. *Sensors* 19 (13), 2019, 2942

**Department of Civil Geo and Environmental Engineering/Lehrstuhl für Bodenordnung und Landentwicklung (W.T. DeVries)**

<https://www.lrg.tum.de/bole/ueber-uns/team/de-vries/>

Byambaa, Bayarmaa; de Vries, Walter T.: The needs of nomadic-pastoral land users with respect to EIA theory, methods and effectiveness: What are they and does EIA address them? *Environmental Impact Assessment Review* 74, 2019, 54-62.

Byambaa, Bayarmaa; de Vries, Walter T.: Evaluating the effectiveness of the environmental impact assessment process in Mongolia for nomadic-pastoral land users. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 2019, 1-11.

Chigbu, Uchendu Eugene; Ntihinyurwa, Pierre Damien; de Vries, Walter Timo; Ngenzi, Edith Ishimwe: Why Tenure Responsive Land-Use Planning Matters: Insights for Land Use Consolidation for Food Security in Rwanda. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16 (8), 2019, 1354.

Chigbu; Ntihinyurwa; de Vries; Ngenzi: Why Tenure Responsive Land-Use Planning Matters: Insights for Land Use Consolidation for Food Security in Rwanda. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16 (8), 2019, 1354.

Durán-Díaz, Pamela; de Vries, Walter T.; Chigbu Uchendu E.: The ADLAND Model: Transformative Experiences and Lessons in Human Capital Development in Land Governance in Africa. *World Bank Conference on Land and Poverty*, The World Bank Group, 2019 mehr... BibTeX

Lee, Cheonjae; de Vries, Walter Timo; Chigbu, Uchendu Eugene: Land Governance Re-Arrangements: The One-Country One-System (OCOS) versus One-Country Two-System (OCTS) Approach. *Administrative Sciences* 9 (1), 2019, 21.

Lee, Cheonjae; de Vries, Walter Timo: Sustaining a Culture of Excellence: Massive Open Online Course (MOOC) on Land Management. *Sustainability* 11 (12), 2019, 3280.

Li, Guangyu; de Vries, Walter Timo; Wu, Cifang; Zheng, Hongyu: Improvement of subsoil physicochemical and microbial properties by short-term fallow practices. *PeerJ* 7, 2019, e7501.

Maduekwe, Ebelechukwu; Timo de Vries, Walter; Buchenrieder, Gertrud: Identifying Human Recognition Deprived Women: Evidence from Malawi and Peru. *The Journal of Development Studies*, 2019, 1-21.

Maduekwe, Ebelechukwu; de Vries, Walter Timo: Random Spatial and Systematic Random Sampling Approach to Development Survey Data: Evidence from Field Application in Malawi. *Sustainability* 11 (24), 2019, 6899.

Maduekwe, Ebelechukwu; de Vries, Walter Timo; Buchenrieder, Gertrud: Measuring Human Recognition for Women in Malawi using the Alkire Foster Method of Multidimensional Poverty Counting. *Social Indicators Research*, 2019.

Ntihinyurwa, Pierre Damien; de Vries, Walter Timo; Chigbu, Uchendu Eugene; Dukwiyimpuhwe, Patrick Acklam: The positive impacts of farm land fragmentation in Rwanda. *Land Use Policy* 81, 2019, 565-581.

Nyiransabimana, MJ Rwabudandi, I de Vries, WT Bizimana, JP Benineza, GG: Impact of Kigali City master plan implementation on living conditions of urban dwellers: case of Nyarugenge District in Rwanda. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2019 *Geomatics International Conference 2019*, 16.

Uwayezu, Ernest; de Vries, Walter: Expropriation of Real Property in Kigali City: Scoping the Patterns of Spatial Justice. *Land* 8 (2), 2019, 23.

Uwayezu, Ernest; de Vries, Walter T.: Scoping land tenure security for the poor and low-income urban dwellers from a spatial justice lens. *Habitat International* 91, 2019, 102016.

Wagner, Magdalena; de Vries, Walter Timo: Comparative Review of Methods Supporting Decision-Making in Urban Development and Land Management. *Land* 8 (8), 2019, 123.

Zhang, Xiaobin; de Vries, Walter Timo; Li, Guang; Ye, Yanmei; Zheng, Hongyu; Wang, Mengran: A behavioral analysis of farmers during land reallocation processes of land consolidation in China: Insights from Guangxi and Shandong provinces. *Land Use Policy* 89, 2019, 104230.

de Vries, Walter T. Wouters, Rik Kontinen, Kalle: A comparative analysis of senior expert experiences with land consolidation projects and programs in Europe. FIG Working week 2019, Geospatial information for a smarter life and environmental resilience, 2019.

## Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technischen Universität München (DGFI-TUM) (F. Seitz)

<https://www.dgfi.tum.de/publications/2017>

Angermann D., Gruber T., Gerstl M., Heinkelmann R., Hugentobler U., Sanchez L., Steigenberger P.: GGOS Bureau of Products and Standards. In: Drewes H., Kuglitsch F. (Eds.), Report of the IAG Vol. 41 - Travaux de l'AIG 41, 2015-2019, 2019

Ardhuin F., Stopa J.E., Chapron B., Collard F., Husson R., Jensen R.E., Johannessen J., Mouche A., Passaro M., Quartly G.D., Swail V., Young I.: Observing Sea States. *Frontiers in Marine Science*, 10.3389/fmars.2019.00124, 2019 (Open Access)

Benveniste J., Cazenave A., Vignudelli S., Fenoglio-Marc L., Shah R., Almar R., Andersen O., Birol F., Bonnefond P., Bouffard J., Calafat F., Cardellach E., Cipollini P., Le Cozannet G., Dufau C., Fernandes M.J., Frappart F., Garrison J., Gommenginger C., Han G., Høyer J.L., Kourafalou V., Leuliette E., Li, Z., Loisel H., Madsen K.S., Marcos M., Melet A., Meyssignac B., Pascual A., Passaro M., Ribó S., Scharroo R., Song Y.T., Speich S., Wilkin J., Woodworth P., Wöppelmann, G.: Requirements for a Coastal Hazards Observing System. *Frontiers in Marine Science*, 6, 10.3389/fmars.2019.00348, 2019 (Open Access)

Boergens E., Dettmering D., Seitz F.: Observing water level extremes in the Mekong River Basin: The benefit of long-repeat orbit missions in a multi-mission satellite altimetry approach. *Journal of Hydrology*, 570, 463-472, 10.1016/j.jhydrol.2018.12.041, 2019

Busker T., de Roo A., Gelati E., Schwatke C., Adamovic M., Bisselink B., Pekel J.-F., Cottam A.: A global lake and reservoir volume analysis using a surface water dataset and satellite altimetry. *Hydrology and Earth System Sciences*, 23(2), 669-690, 10.5194/hess-23-669-2019, 2019 (Open Access)

Chereskin T.K., Gille S.T., Rocha C.B., Menemenlis D., Passaro M.: Characterizing the transition from balanced to unbalanced motions in the southern California Current. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 10.1029/2018jc014583, 2019

Dettmering D., Passaro M., Braun A.: Editorial for Special Issue "Advances in Satellite Altimetry and Its Application". *Remote Sensing*, 11(24), 2913, 10.3390/rs11242913, 2019

Dettmering D., Schwatke C.: Multi-Mission Cross-Calibration of Satellite Altimeters - Systematic Differences between Sentinel-3A and Jason-3. *International Association of Geodesy Symposia*, 10.1007/1345\_2019\_58, 2019

Goss A., Schmidt M., Erdogan E., Görres B., Seitz F.: High-resolution vertical total electron content maps based on multi-scale B-spline representations. *Annales Geophysicae*, 37(4), 10.5194/angeo-37-699-2019, 2019 (Open Access)

Gómez-Enri J., Vignudelli S., Izquierdo A., Passaro M., González C.J., Cipollini P., Bruno M., Álvarez Ó., Mañanes R.: Sea Level Variability in the Strait of Gibraltar from Along-Track High Spatial Resolution Altimeter Products. In: (Eds.), *International Association of Geodesy Symposia*, 10.1007/1345\_2019\_54, 2019

Göttl F., Murböck M., Schmidt M., Seitz F.: Reducing filter effects in GRACE-derived polar motion excitations. *Earth, Planets and Space*, 71(71), 10.1186/s40623-019-1101-z, 2019 (Open Access)

Hellmers H., Thaller D., Bloßfeld M., Kehm A., Girdiuk A.: Combination of VLBI Intensive Sessions with GNSS for generating Low latency Earth Rotation Parameters. *Advances in Geosciences*, 50, 49-56, 10.5194/adgeo-50-49-2019, 2019 (Open Access)

Kehm A., Bloßfeld M., König P., Seitz F.: Future TRFs and GGOS – where to put the next SLR station?. *Advances in Geosciences*, 50, 17-25, 10.5194/adgeo-50-17-2019, 2019 (Open Access)

Luceri V., Pirri M., Rodríguez J., Appleby G., Pavlis E. C., Müller H.: Systematic errors in SLR data and their impact on the ILRS products. *Journal of Geodesy*, 93, 2357-2366, 10.1007/s00190-019-01319-w, 2019

Marti F., Cazenave A., Birol F., Passaro M., Leger F., Nino F., Almar R., Benveniste J., Legeais J.F.: Altimetry-based sea level trends along the coast of Western Africa. *Advances in Space Research*, 10.1016/j.asr.2019.05.033, 2019

Müller F. L., Dettmering D., Wekerle C., Schwatke C., Bosch W., Seitz F.: Geostrophic Currents in the northern Nordic Seas - A Combined Dataset of Multi-Mission Satellite Altimetry and Ocean Modeling (data). *Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut, München*, 10.1594/PANGAEA.900691, 2019 (Open Access)

- Müller F. L., Dettmering D., Wekerle C., Schwatke C., Passaro M., Bosch W., Seitz F.: Geostrophic currents in the northern Nordic Seas from a combination of multi-mission satellite altimetry and ocean modeling. *Earth System Science Data*, 11(4), 1765-1781, 10.5194/essd-11-1765-2019, 2019 (Open Access)
- Müller F. L., Wekerle C., Dettmering D., Passaro M., Bosch W., Seitz F.: Dynamic ocean topography of the northern Nordic seas: a comparison between satellite altimetry and ocean modeling. *The Cryosphere*, 13, 611–626, 10.5194/tc-13-611-2019, 2019 (Open Access)
- Pavlis E.C., Pearlman M.R., Noll C.E., Ricklefs R., Schwatke C., Wilkinson M., Kirchner G., Luceri V., Otsubu T., Müller J., Torre J.-M., Schreiber U.: International Laser Ranging Service (ILRS). Reports 2015-2019 of the International Association of Geodesy (IAG), *Travaux de l'AIG*, 673-692, 2019
- Pearlman M. Arnold D. Davis M. Barlier F. Biancale R. Vasiliev V. Ciufolini I. Paolozzi A. Pavlis E.C. Sośnica K. Bloßfeld M.: Laser geodetic satellites: a high-accuracy scientific tool. *Journal of Geodesy*, 93(11), 2181-2194, 10.1007/s00190-019-01228-y, 2019
- Piccioni G., Dettmering D., Bosch W., Seitz F.: TICON: Tidal CONstants based on GESLA sea-level records from globally located tide gauges. *Geoscience Data Journal*, 97-104, 10.1002/gdj3.72, 2019 (Open Access)
- Piccioni G., Dettmering D., Schwatke C., Passaro M., Seitz F.: Design and regional assessment of an empirical tidal model based on FES2014 and coastal altimetry. *Advances in Space Research*, 10.1016/j.asr.2019.08.030, 2019
- Quartly G. D., Rinne E., Passaro M., Andersen O. B., Dinardo S., Fleury S., Guillot A., Hendricks S., Kurekin A., Müller F. L., Ricker R., Skourup H., Tsamados M.: Retrieving Sea Level and Freeboard in the Arctic: A Review of Current Radar Altimetry Methodologies and Future Perspectives. *Remote Sensing*, 11(7), 881, 10.3390/rs11070881, 2019 (Open Access)
- Quartly G.D., Smith W., Passaro M.: Removing Intra-1-Hz Covariant Error to Improve Altimetric Profiles of  $\sigma^0$  and Sea Surface Height. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 1-12, 10.1109/tgrs.2018.2886998, 2019
- Ren X., Zhang X., Schmidt M., Zhao Z., Chen J., Zhang J., Li X.: Performance of GNSS Global Ionospheric Modeling augmented by LEO Constellation. *Earth and Space Science*, 10.1029/2019ea000898, 2019
- Reyes, R.; Novelo, D.; Rediang, A.; Passaro, M.; Bringas, D.; Nagai, M.: Tide gauge and satellite altimetry data for possible land motion detection in south east Bohol trench and fault. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-4/W19, 369-376, 10.5194/isprs-archives-xlii-4-w19-369-2019, 2019
- Riepl S., Müller H., Mähler S., Eckl J., Klügel T., Schreiber U., Schüler T.: Operating two SLR systems at the Geodetic Observatory Wettzell: from local survey to space ties. *Journal of Geodesy*, 10.1007/s00190-019-01243-z, 2019
- Rose S.K., Andersen O.B., Passaro M., Ludwigsen C.A., Schwatke C.: Arctic Ocean Sea Level Record from the Complete Radar Altimetry Era: 1991–2018. *Remote Sensing*, 11(14), 1672, 10.3390/rs11141672, 2019 (Open Access)
- Rudenko S., Esselborn S., Schöne T., Dettmering D.: Impact of terrestrial reference frame realizations on altimetry satellite orbit quality and global and regional sea level trends: a switch from ITRF2008 to ITRF2014. *Solid Earth*, 10(1), 293-305, 10.5194/se-10-293-2019, 2019 (Open Access)
- Schwatke C., Scherer D., Dettmering D.: Automated Extraction of Consistent Time-Variable Water Surfaces of Lakes and Reservoirs Based on Landsat and Sentinel-2. *Remote Sensing*, 11(9), 1010, 10.3390/rs11091010, 2019 (Open Access)
- Sánchez L.: Report of the GGOS Focus Area Unified Height System and the Joint Working Group 0.1.2: Strategy for the Realization of the International Height Reference System (IHR). Reports 2015-2019 of the International Association of Geodesy (IAG), *Travaux de l'AIG*, Global Geodetic Observing System (GGOS), 42-51, 2019
- Sánchez L.: SIRGAS Regional Network Associate Analysis Centre Technical Report 2018. Villiger A., Dach R. (Eds.), International GNSS Service Technical Report 2018 (IGS Annual Report), 109 - 125, 10.7892/boris.130408, 2019
- Zeitler L.: Einfluss des Weltraumwetters auf geodätisch bestimmbare Ionosphärenparameter. DVW Bayern e. V. Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, Mitteilungen, 2019

## Lehrstuhl für Geodäsie (T. Wunderlich)

<https://www.lrg.tum.de/gds/wunderlich/publikationen/#idm5017>

### Beiträge zu Sammelbänden

Wunderlich, Thomas; Wasmeier, Peter; Wagner, Andreas; Barth, Wolf; Wiedemann, Wolfgang; Raffl, Lukas; Preuß, Glennfried; Fuchs, Katharina; Reith, Christoph: Ingenieurgeodäsie. In: Zilch, K.; Diederichs, C.J.; Beckmann, K.J.; Gertz, C.; Malkwitz, A.; Moormann, C.; Urban, W.; Valentin, F. (Hrsg.): Handbuch für Bauingenieure. Springer, 2019

### Zeitschriftenartikel

Glock, C.; Bauer, R.; Wunderlich, Th.; Pail, R.: Das Ortra-Verfahren für die Überführung des Liegenschaftskatasters nach ETRS89/UTM in Bayern (im Druck). ZfV - Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement 143 (1), 2019, DOI <http://doi.org/10.12902/zfv-0237-2018>.

Wasmeier, Peter; Reith, Christoph; Wiedemann, Wolfgang; Wunderlich, Thomas; Chmelina, Klaus: IMU based orientation transfer at Semmering base tunnel - Another proof of IMU based orientation transfer practicability. Journal of Geodesy 93 (9), 2019, 1457–1467, DOI <http://doi.org/10.1007/s00190-019-01258-6>

## Lehrstuhl für Geoinformatik (T. Kolbe)

<https://www.gis.bgu.tum.de/unser-team/lehrstuhlangehoerige/prof-thomas-h-kolbe/#c139>

Kaden, Robert; Clemen, Christian; Seuß, Robert; Blankenbach, Jörg; Becker, Ralf; Eichhorn, Andreas; Donaubaue, Andreas; Kolbe, Thomas H.; Gruber, Ulrich, DVW – Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement e. V.; Runder Tisch GIS e.V. (Hrsg.): Leitfaden Geodäsie und BIM – Version 2.0, September 2019. DVW – Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement e. V.; Runder Tisch GIS e.V., 2019.

Chaturvedi, Kanishk; Kolbe, Thomas H.: A Requirement Analysis on Extending Semantic 3D City Models for Supporting Time-dependent Properties. Proceedings of the 4th International Conference on Smart Data and Smart Cities (ISPRS Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences), ISPRS, 2019.

Chaturvedi, Kanishk; Kolbe, Thomas H.: Towards Establishing Cross-Platform Interoperability for Sensors in Smart Cities. Sensors 19(3) (Special Issue Selected Papers from ISC2 2018), 2019, 29.

Chaturvedi, Kanishk; Matheus, Andreas; Nguyen, Son H., Kolbe, Thomas H.: Securing Spatial Data Infrastructures For Distributed Smart City Applications and Services. Future Generation Computer Systems 101 (Special Issue on Security & Biometrics), 2019.

Chaturvedi, Kanishk; Yao, Zhihang; Kolbe, Thomas H.: Integrated Management and Visualization of Static and Dynamic Properties of Semantic 3D City Models. Proceedings of the 4th International Conference on Smart Data and Smart Cities (ISPRS Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences), ISPRS, 2019.

Machl, Thomas; Donaubaue, Andreas; Kolbe, Thomas H.: Planning Agricultural Core Road Networks based on a Digital Twin of the Cultivated Landscape. Journal of Digital Landscape Architecture, 2019.

Machl, Thomas; Eisentraut, Jürgen; Ewald, Wolfgang; Kolbe, Thomas H.: Analyse landwirtschaftlicher Transportbeziehungen – vom landesweiten Monitoring zur Planungsunterstützung im ländlichen Wegebau. Schriftenreihe der Deutschen Landeskulturgesellschaft (16), 2019.

Schwab, Benedikt; Kolbe, Thomas H.: Requirement Analysis of 3D Road Space Models for Automated Driving. ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences IV-4/W8, 2019, 99-106

## Lehrstuhl für Kartographie (L. Meng)

Bogucka E & L Meng: Projecting emotions from artworks to maps using neural style transfer. Proceedings of the ICC 2, 2019, 1-8

Chuprikova E & L Meng: Reasoning about socio-economic data: a visual analytics approach to Bayesian network. International Journal of Cartography, 2019, 1-17

Ding L, G Xiao, D Calvanese & L Meng: Consistency assessment for open geodata integration: an ontology-based approach. GeoInformatica, 2019

Ding L, G Xiao, D Calvanese & L Meng: Urban Open Geodata Integration using Virtual Knowledge Graphs. Proceeding of the 3rd International Conference Smart and Sustainable Planning for Cities and Regions, 2019

- Divanis A, B Anudari & L Meng: Developing a Citizen Science Portal on Climate Change - Data Management and Visualization. *Environmental Informatics – Computational sustainability: ICT methods to achieve the UN Sustainable Development Goals*, 2019
- Du L, X You, K Li, L Meng, G Cheng, L Xiong & G Wang: Multi-modal deep learning for landform recognition. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 158 (158), 2019, 63-75
- Hughes L H, S Streicher, E Chuprikova & J D Preez: A Cluster Graph Approach to Land Cover Classification Boosting. *Data* 4 (1), 2019
- Jahnke M, E Bogucka & M Turchenko: Space-Time Cube and Mixed Reality – New Approaches to Support Understanding Historical Landscape Changes. *Proceedings of the ICC 2*, 2019
- Keler A, J M Krisp & L Ding: Extracting commuter-specific destination hotspots from trip destination data – comparing the boro taxi service with Citi Bike in NYC. *Geo-spatial Information Science* 0 (0), 2019, 1-12
- Liu B, W Dong, L Zhu, H Liu & L Meng: Using fMRI to Explore the Influence of Road Network Patterns on Geospatial Cognition. *Proceedings of the ICC 2*, 2019, 1-6
- Lin D & R Zhu: Understanding the integration of buses and metro systems using smart card data. *Proceedings of the ICC 2*, 2019, 1-6
- Lin D, Y Zhang, R Zhu & L Meng: The analysis of catchment areas of metro stations using trajectory data generated by dockless shared bikes. *Sustainable Cities and Society* 49, 2019, 101598
- Meng L: Räumliches Data-Mining und Big Geospatial Data. Band Springer Reference Naturwissenschaften. In Book series (SRN). Springer Verlag GmbH, 2019
- Xiao G, L Ding, B Cogrel & D Calvanese: Virtual Knowledge Graphs: An Overview of Systems and Use Cases. *Data Intelligence* 1, 2019, 201-223
- Zhang Y, D Lin, X C Liu: Biking islands in cities: An analysis combining bike trajectory and percolation theory. *Journal of Transport Geography* 80, 2019, 102497
- Zhang Y, D Lin & Z Mi: Electric fence planning for dockless bike-sharing services. *Journal of Cleaner Production* 206, 2019, 383-393
- Zhu R, C Zuo & D Lin: Research on Event Perception based on Geo-tagged Social Media Data. *Proceedings of the ICC 2*, 2019, 1-8
- Zuo C, B Liu, L Ding, E Bogucka & L Meng: Usability Test of Map-based Interactive Dashboards Using Eye Movement Data. *The 15th International Conference on Location Based Services*, Vienna University of Technology, 2019
- Zuo C, L Ding, E Bogucka & L Meng: Map-based Dashboards versus Storytelling Maps. *The 15th International Conference on Location Based Services*, Vienna University of Technology, 2019
- Zuo C, L Ding & L Meng: Visual Analytics for Regional Economic Environment Factors Based on a Dashboard Design. *Proceedings of the ICC 2*, 2019, 1-8

## Deutsches GeoForschungsZentrum – GFZ Potsdam

### Dept. 1 Geodäsie (H. Schuh)

<https://www.gfz-potsdam.de/staff/harald-schuh/sec10/>

#### Zeitschriftenartikel

- Akilan, A., Abdul Azeez, K. K., Schuh, H., Padhy, S., Kumar Kotluri, S. (2019): Perturbations in atmospheric gaseous components over coastal Antarctica detected in GPS signals and its natural origin to volcanic eruption. - *Polar Science*, 19, 69-76. <https://doi.org/10.1016/j.polar.2018.11.009>
- Chen, X., Ge, M., Marques, H. A., Schuh, H. (2019): Evaluating the impact of higher-order ionospheric corrections on multi-GNSS ultra-rapid orbit determination. - *Journal of Geodesy*, 93, 9, 1347-1365. <https://doi.org/10.1007/s00190-019-01249-7>
- Fu, W., Huang, G., Zhang, Q., Gu, S., Ge, M., Schuh, H. (2019): Multi-GNSS real-time clock estimation using sequential least square adjustment with online quality control. - *Journal of Geodesy*, 93, 7, 963-976. <https://doi.org/10.1007/s00190-018-1218-z>

- Fu, W., Huang, G., Zhang, Y., Zhang, Q., Cui, B., Ge, M., Schuh, H. (2019): Multi-GNSS Combined Precise Point Positioning Using Additional Observations with Opposite Weight for Real-Time Quality Control. - *Remote Sensing*, 11, 3, 311. [GFZPublicVolltext \(PDF\)](#)
- Giorgi, G., Schmidt, T. D., Trainotti, C., Mata-Calvo, R., Fuchs, C., Hoque, M. M., Berdermann, J., Furthner, J., Günther, C., Schuldt, T., Sanjuan, J., Gohlke, M., Oswald, M., Braxmaier, C., Balidakis, K., Dick, G., Flechtner, F., Ge, M., Glaser, S., König, R., Michalak, G., Murböck, M., Semmling, M., Schuh, H. (2019): Advanced technologies for satellite navigation and geodesy. - *Advances in Space Research*, 64, 6, 1256-1273. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2019.06.010>
- Glaser, S., König, R., Neumayer, K., Balidakis, K., Schuh, H. (2019): Future SLR station networks in the framework of simulated multi-technique terrestrial reference frames. - *Journal of Geodesy*, 93, 11, 2275-2291. <https://doi.org/10.1007/s00190-019-01256-8>
- Glaser, S., König, R., Neumayer, K., Nilsson, T., Heinkelmann, R., Flechtner, F., Schuh, H. (2019): On the impact of local ties on the datum realization of global terrestrial reference frames. - *Journal of Geodesy*, 93, 5, 655-667. <https://doi.org/10.1007/s00190-018-1189-0>
- Gong, X., Guo, L., Wang, F., Zhang, W., Sang, J., Ge, M., Schuh, H. (2019): Precise Onboard Real-Time Orbit Determination with a Low-Cost Single-Frequency GPS/BDS Receiver. - *Remote Sensing*, 11, 11, 1391. <https://doi.org/10.3390/rs11111391>
- Ince, E. S., Barthelmes, F., Reißland, S., Elger, K., Förste, C., Flechtner, F., Schuh, H. (2019): ICGEM – 15 years of successful collection and distribution of global gravitational models, associated services and future plans. - *Earth System Science Data*, 11, 647-674. <https://doi.org/10.5194/essd-11-647-2019>
- Jiang, N., Xu, T., Xu, Y., Xu, G., Schuh, H. (2019): Assessment of Different Stochastic Models for Inter-System Bias between GPS and BDS. - *Remote Sensing*, 11, 8, 989. <https://doi.org/10.3390/rs11080989>
- Jiang, X., Gu, S., Li, P., Ge, M., Schuh, H. (2019): A Decentralized Processing Schema for Efficient and Robust Real-time Multi-GNSS Satellite Clock Estimation. - *Remote Sensing*, 11, 21, 2595. <https://doi.org/10.3390/rs11212595>
- Li, B., Ge, H., Ge, M., Nie, L., Shen, Y., Schuh, H. (2019): LEO enhanced Global Navigation Satellite System (LeGNSS) for real-time precise positioning services. - *Advances in Space Research*, 63, 1, 73-93. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2018.08.017>
- Li, P., Jiang, X., Zhang, X., Ge, M., Schuh, H. (2019): Kalman-filter-based undifferenced cycle slip estimation in real-time precise point positioning. - *GPS Solutions*, 23, 99. <https://doi.org/10.1007/s10291-019-0894-3>
- Li, X., Chen, X., Ge, M., Schuh, H. (2019): Improving multi-GNSS ultra-rapid orbit determination for real-time precise point positioning. - *Journal of Geodesy*, 93, 1, 45-64. <https://doi.org/10.1007/s00190-018-1138-y>
- Li, X., Zheng, K., Li, X., Liu, G., Ge, M., Wickert, J., Schuh, H. (2019): Real-time capturing of seismic waveforms using high-rate BDS, GPS and GLONASS observations: the 2017 Mw 6.5 Jiuzhaigou earthquake in China. - *GPS Solutions*, 23, 17. <https://doi.org/10.1007/s10291-018-0808-9>
- Männel, B., Dobsław, H., Dill, R., Glaser, S., Balidakis, K., Thomas, M., Schuh, H. (2019): Correcting surface loading at the observation level: impact on global GNSS and VLBI station networks. - *Journal of Geodesy*, 93, 10, 2003-2017. <https://doi.org/10.1007/s00190-019-01298-y>
- Oluwadare, T. S., Nguyen Thai, C., Akal, A.-O.-O., Heise, S., Alizadeh, M., Schuh, H. (2019): Characterization of GPS-TEC over African equatorial ionization anomaly (EIA) region during 2009–2016. - *Advances in Space Research*, 63, 1, 282-301. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2018.08.044>
- Semmling, M., Rösel, A., Divine, D. V., Gerland, S., Stienne, G., Reboul, S., Ludwig, M., Wickert, J., Schuh, H. (2019): Sea-Ice Concentration Derived From GNSS Reflection Measurements in Fram Strait. - *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 57, 12, 10350-10361. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2019.2933911>
- Shi, C., Guo, S., Gu, S., Yang, X., Gong, X., Deng, Z., Ge, M., Schuh, H. (2019): Multi-GNSS satellite clock estimation constrained with oscillator noise model in the existence of data discontinuity. - *Journal of Geodesy*, 93, 4, 515-528. <https://doi.org/10.1007/s00190-018-1178-3>
- Wang, J., Wu, Z., Semmling, M., Zus, F., Gerland, S., Ramatschi, M., Ge, M., Wickert, J., Schuh, H. (2019): Retrieving Precipitable Water Vapor From Shipborne Multi-GNSS Observations. - *Geophysical Research Letters*, 46, 9, 5000-5008. <https://doi.org/10.1029/2019GL082136>
- Xiao, G., Li, P., Sui, L., Heck, B., Schuh, H. (2019): Estimating and assessing Galileo satellite fractional cycle bias for PPP ambiguity resolution. - *GPS Solutions*, 23, 3. <https://doi.org/10.1007/s10291-018-0793-z>
- Xu, M. H., Anderson, J., Heinkelmann, R., Lunz, S., Schuh, H., Wang, G. L. (2019): Structure Effects for 3417 Celestial Reference Frame Radio Sources. - *The Astrophysical Journal*, 242, 1, 5. <https://doi.org/10.3847/1538-4365/ab16ea>

Zhao, Q., Wang, Y., Gu, S., Zheng, F., Shi, C., Ge, M., Schuh, H. (2019): Refining ionospheric delay modeling for undifferenced and uncombined GNSS data processing. - *Journal of Geodesy*, 93, 4, 545-560. <https://doi.org/10.1007/s00190-018-1180-9>

Zheng, K., Zhang, X., Li, P., Li, X., Ge, M., Guo, F., Sang, J., Schuh, H. (2019): Multipath extraction and mitigation for high-rate multi-GNSS precise point positioning. - *Journal of Geodesy*, 93, 10, 2037-2051. <https://doi.org/10.1007/s00190-019-01300-7>

Zheng, K., Zhang, X., Li, X., Li, P., Chang, X., Sang, J., Ge, M., Schuh, H. (2019): Mitigation of Unmodeled Error to Improve the Accuracy of Multi-GNSS PPP for Crustal Deformation Monitoring. - *Remote Sensing*, 11, 19, 2232. <https://doi.org/10.3390/rs11192232>

Zheng, K., Zhang, X., Li, X., Li, P., Sang, J., Ma, T., Schuh, H. (2019): Capturing coseismic displacement in real time with mixed single- and dual-frequency receivers: application to the 2018 Mw7.9 Alaska earthquake. - *GPS Solutions*, 23, 9. <https://doi.org/10.1007/s10291-018-0794-y>

Zhou, F., Dong, D., Li, P., Li, X., Schuh, H. (2019): Influence of stochastic modeling for inter-system biases on multi-GNSS undifferenced and uncombined precise point positioning. - *GPS Solutions*, 23, 59. <https://doi.org/10.1007/s10291-019-0852-0>

### Hochschulschrift

Balidakis, K. (2019): On the development and impact of propagation delay and geophysical loading on space geodetic technique data analysis, PhD Thesis, (Scientific Technical Report; 19/11), Potsdam : GFZ German Research Centre for Geosciences, 292 p., <https://doi.org/10.2312/GFZ.b103-19114>

## Sektion 1.2. Globales Geomonitoring und Schwerefeld und TU Berlin (F. Flechtner)

<https://www.gfz-potsdam.de/staff/frank-flechtner/>

### Zeitschriftenartikel

Abich, K., Abramovici, A., Amparan, B., Baatzsch, A., Okihiro, B. B., Barr, D. C., Bize, M. P., Bogan, C., Braxmaier, C., Burke, M. J., Clark, K. C., Dahl, C., Dahl, K., Danzmann, K., Davis, M. A., de Vine, G., Dickson, J. A., Dubovitsky, S., Eckardt, A., Ester, T., Barranco, G. F., Flatscher, R., Flechtner, F., Folkner, W. M., Francis, S., Gilbert, M. S., Gilles, F., Gohlke, M., Grossard, N., Guenther, B., Hager, P., Hauden, J., Heine, F., Heinzl, G., Herding, M., Hinz, M., Howell, J., Katsumura, M., Kaufer, M., Klipstein, W., Koch, A., Kruger, M., Larsen, K., Lebeda, A., Lebeda, A., Leikert, T., Liebe, C. C., Liu, J., Lobmeyer, L., Mahrtdt, C., Mangoldt, T., McKenzie, K., Misfeldt, M., Morton, P. R., Müller, V., Murray, A. T., Nguyen, D. J., Nicklaus, K., Pierce, R., Ravich, J. A., Reavis, G., Reiche, J., Sanjuan, J., Schütze, D., Seiter, C., Shaddock, D., Sheard, B., Sileo, M., Spero, R., Spiers, G., Stede, G., Stephens, M., Sutton, A., Trinh, J., Voss, K., Wang, D., Wang, R. T., Ware, B., Wegener, H., Windisch, S., Woodruff, C., Zender, B., Zimmermann, M. (2019): In-Orbit Performance of the GRACE Follow-on Laser Ranging Interferometer. - *Physical Review Letters*, 123, 031101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.123.031101>

Dahle, C., Murböck, M., Flechtner, F., Dobslaw, H., Michalak, G., Neumayer, K., Abrykosov, O., Reinhold, A., König, R., Sulzbach, R., Förste, C. (2019): The GFZ GRACE RL06 Monthly Gravity Field Time Series: Processing Details and Quality Assessment. - *Remote Sensing*, 11, 18, 2116. <https://doi.org/10.3390/rs11182116>

Giorgi, G., Schmidt, T. D., Trainotti, C., Mata-Calvo, R., Fuchs, C., Hoque, M. M., Berdermann, J., Furthner, J., Günther, C., Schuldt, T., Sanjuan, J., Gohlke, M., Oswald, M., Braxmaier, C., Balidakis, K., Dick, G., Flechtner, F., Ge, M., Glaser, S., König, R., Michalak, G., Murböck, M., Semmling, M., Schuh, H. (2019): Advanced technologies for satellite navigation and geodesy. - *Advances in Space Research*, 64, 6, 1256-1273. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2019.06.010>

Glaser, S., König, R., Neumayer, K., Nilsson, T., Heinkelmann, R., Flechtner, F., Schuh, H. (2019): On the impact of local ties on the datum realization of global terrestrial reference frames. - *Journal of Geodesy*, 93, 5, 655-667. <https://doi.org/10.1007/s00190-018-1189-0>

Ince, E. S., Barthelmes, F., Reißland, S., Elger, K., Förste, C., Flechtner, F., Schuh, H. (2019): ICGEM – 15 years of successful collection and distribution of global gravitational models, associated services and future plans. - *Earth System Science Data*, 11, 647-674. <https://doi.org/10.5194/essd-11-647-2019>

Jäggi, A., Weigelt, M., Flechtner, F., Güntner, A., Mayer-Gürr, T., Martinis, S., Bruinsma, S., Flury, J., Bourgeois, S., Steffen, H., Meyer, U., Jean, Y., Sušnik, 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, J.-M., Biancale, R., Zwenzner, H., Bandikova, T., Shabanloui, A. (2019): European Gravity Service for Improved Emergency Management (EGSIEM) - from concept to implementation. - *Geophysical Journal International*, 218, 3, 1572-1590. <https://doi.org/10.1093/gji/ggz238>

Li, M., Neumayer, K., Flechtner, F., Lu, B., Förste, C., He, K., Xu, T. (2019): Performance Assessment of Multi-GNSS Precise Velocity and Acceleration Determination over Antarctica. - *Journal of Navigation*, 72, 1, 1-18. <https://doi.org/10.1017/S0373463318000656>

Li, M., Xu, T., Flechtner, F., Förste, C., Lu, B., He, K. (2019): Improving the Performance of Multi-GNSS (Global Navigation Satellite System) Ambiguity Fixing for Airborne Kinematic Positioning over Antarctica. - *Remote Sensing*, 11, 8, 992. <https://doi.org/10.3390/rs11080992>

Lu, B., Barthelmes, F., Li, M., Förste, C., Ince, E. S., Petrovic, S., Flechtner, F., Schwabe, J., Luo, Z., Zhong, B., He, K. (2019): Shipborne gravimetry in the Baltic Sea: data processing strategies, crucial findings and preliminary geoid determination tests. - *Journal of Geodesy*, 93, 7, 1059-1071. <https://doi.org/10.1007/s00190-018-01225-7>

Pail, R., Bamber, J., Biancale, R., Bingham, R., Braitenberg, C., Eicker, A., Flechtner, F., Gruber, T., Güntner, A., Heinzel, 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. - *Journal of Geodetic Science*, 9, 1, 48-58. <https://doi.org/10.1515/jogs-2019-0006>

Tapley, B. D., Watkins, M. M., Flechtner, F., Reigber, C., Bettadpur, S., Rodell, M., Sasgen, I., Famiglietti, J. S., Landerer, F. W., Chambers, D. P., Reager, J. T., Gardner, A. S., Save, H., Ivins, E. R., Swenson, S. C., Boening, C., Dahle, C., Wiese, D. N., Dobslaw, H., Tamisiea, M. E., Velicogna, I. (2019): Contributions of GRACE to understanding climate change. - *Nature Climate Change*, 9, 358-369. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0456-2>

### Hochschulschrift

Lu, B. (2019): Global and regional gravity field recovery by combining satellite, air-shipborne and terrestrial gravimetry data, PhD Thesis, Berlin : Technische Universität Berlin, 102 p. <https://doi.org/10.14279/depositonce-8592>

### Datenpublikation

Abrykosov, O., Ince, E. S., Förste, C., Flechtner, F., Reißland, S. (2019): Rock-Ocean-Lake-Ice topographic gravity field model (ROLI model) expanded up to degree 3660. <https://doi.org/10.5880/ICGEM.2019.011>

Dahle, C., Flechtner, F., Murböck, M., Michalak, G., Neumayer, K., Abrykosov, O., Reinhold, A., König, R. (2019): GRACE-FO geopotential GSM coefficients GFZ RL06. [https://doi.org/10.5880/GFZ.GRACEFO\\_06\\_GSM](https://doi.org/10.5880/GFZ.GRACEFO_06_GSM)

Voigt, C., Pflug, H., Förste, C., Flechtner, F., Rehm, T. (2019): Superconducting Gravimeter Data from Zugspitze - Level 1. <https://doi.org/10.5880/igets.zu.11.001>

### Bericht

Dahle, C., Flechtner, F., Murböck, M., Michalak, G., Neumayer, K., Abrykosov, O., Reinhold, A., König, R. (2019): GRACE-FO D-103919 (Gravity Recovery and Climate Experiment Follow-On): GFZ Level-2 Processing Standards Document for Level-2 Product Release 06 (Rev. 1.0, June 3, 2019), (Scientific Technical Report STR - Data; 19/09), Potsdam: GFZ German Research Centre for Geosciences, 20 p. <https://doi.org/10.2312/GFZ.b103-19098>

## Sektion 1.3 Erdsystem-Modellierung (Maik Thomas)

<https://www.gfz-potsdam.de/staff/maik-thomas/sec13>

### Zeitschriften

Dahle, C., Murböck, M., Flechtner, F., Dobslaw, H., Michalak, G., Neumayer, K., Abrykosov, O., Reinhold, A., König, R., Sulzbach, R., Förste, C. (2019): The GFZ GRACE RL06 Monthly Gravity Field Time Series: Processing Details and Quality Assessment. *Remote Sensing*, 11, 18, 2116, DOI: 10.3390/rs11182116.

Dill, R., Dobslaw, H. (2019): Seasonal Variations in Global Mean Sea-Level and Consequences on the Excitation of Length-of-Day Changes. *Geophysical Journal International*, 218, 2, 801-816, DOI: 10.1093/gji/ggz201.

Dill, R., Dobslaw, H., Thomas, M. (2019): Improved 90-day Earth orientation predictions from angular momentum forecasts of atmosphere, ocean, and terrestrial hydrosphere. *Journal of Geodesy*, 93, 3, 287-295, DOI: 10.1007/s00190-018-1158-7.

Finger, N.-P., Kaban, M. K., Tesauro, M., Haeger, C., Thomas, M. (2019): Ein integriertes 3D-Modell des oberen Erdmantels von Südamerika. *Mitteilungen / Deutsche Geophysikalische Gesellschaft*, 2, 16-21.

Haeger, C., Kaban, M. K. (2019): Decompensative Gravity Anomalies Reveal the Structure of the Upper Crust of Antarctica. *Pure and Applied Geophysics*, 176, 10, 4401-4414, DOI: 10.1007/s00024-019-02212-5.

- Haeger, C., Kaban, M. K., Tesauro, M., Petrunin, A. G., Mooney, W. D. (2019): 3-D Density, Thermal, and Compositional Model of the Antarctic Lithosphere and Implications for Its Evolution. *Geochemistry Geophysics Geosystems (G3)*, 20, 2, 688-707, DOI: 10.1029/2018GC008033.
- Howe, B. M., Arbic, B. K., Aucan, J., Barnes, C. R., Bayliff, N., Becker, N., Butler, R., Doyle, L., Elipot, S., Johnson, G. C., Landerer, F., Lentz, S., Luther, D. S., Müller, M., Mariano, J., Panayotou, K., Rowe, C., Ota, H., Song, Y. T., Thomas, M., Thomas, P. N., Thompson, P., Tilmann, F., Weber, T., Weinstein, S. (2019): SMART Cables for Observing the Global Ocean: Science and Implementation. *Frontiers in Marine Science*, 6, 424, DOI: 10.3389/fmars.2019.00424.
- Irrgang, C., Saynisch, J., Thomas, M. (2019): Estimating global ocean heat content from tidal magnetic satellite observations. *Scientific Reports*, 9, 7893, DOI: 10.1038/s41598-019-44397-8.
- Jäggi, A., Weigelt, M., Flechtner, F., Güntner, A., Mayer-Gürr, T., Martinis, S., Bruinsma, S., Flury, J., Bourgeois, S., Steffen, H., Meyer, U., Jean, Y., Sušnik, 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, J.-M., Biancale, R., Zwenzner, H., Bandikova, T., Shabanloui, A. (2019): European Gravity Service for Improved Emergency Management (EGSIEM) - from concept to implementation. *Geophysical Journal International*, 218, 3, 1572-1590, DOI: 10.1093/gji/ggz238:
- Jensen, L., Eicker, A., Dobsław, H., Stacke, T., Humphrey, V. (2019): Long-Term Wetting and Drying Trends in Land Water Storage Derived from GRACE and CMIP5 Models. *Journal of Geophysical Research*, 124, 17-18, 9808-9823, DOI: 10.1029/2018JD029989.
- Kaban, M. K., Krasnoperov, R. I., Soloviev, A. A., Nikolova, Y. I. (2019): The integrative density model of the crust and upper mantle of Eurasia: representation in GIS environment. *Russian Journal of Earth Sciences*, 19, 6, 1-15, DOI: 10.2205/2019ES000692.
- Liang, Q., Chen, C., Kaban, M. K., Thomas, M. (2019): Upper-mantle density structure in the Philippine Sea and adjacent region and its relation to tectonics. *Geophysical Journal International*, 219, 2, 945-957, DOI: 10.1093/gji/ggz335.
- Männel, B., Dobsław, H., Dill, R., Glaser, S., Balidakis, K., Thomas, M., Schuh, H. (2019): Correcting surface loading at the observation level: impact on global GNSS and VLBI station networks. *Journal of Geodesy*, 93, 10, 2003-2017, DOI: 10.1007/s00190-019-01298-y.
- Petereit, J., Saynisch, J., Irrgang, C., Thomas, M. (2019): Analysis of ocean tide induced magnetic fields derived from oceanic in-situ observations — climate trends and the remarkable sensitivity of shelf regions. *Journal of Geophysical Research*, 124, 11, 8257-8270, DOI: 10.1029/2018JC014768.
- Ron, C., Vondrák, J., Dill, R., Chapanov, Y. (2019): Combination of geo-magnetic jerks with updated ESMGFZ effective angular momentum functions for the modelling of polar motion excitation. *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, 16, 4, 359-363, DOI: 10.13168/AGG.2019.0030.
- Šachl, L., Martinec, Z., Velimský, J., Irrgang, C., Petereit, J., Saynisch, J., Einšpigel, D., Schnepf, N. R. (2019): Modelling of electromagnetic signatures of global ocean circulation: physical approximations and numerical issues. *Earth Planets and Space*, 71, 58, DOI: 10.1186/s40623-019-1033-7.
- Tapley, B. D., Watkins, M. M., Flechtner, F., Reigber, C., Bettadpur, S., Rodell, M., Sasgen, I., Famiglietti, J. S., Landerer, F. W., Chambers, D. P., Reager, J. T., Gardner, A. S., Save, H., Ivins, E. R., Swenson, S. C., Boening, C., Dahle, C., Wiese, D. N., Dobsław, H., Tamisiea, M. E., Velicogna, I. (2019): Contributions of GRACE to understanding climate change. *Nature Climate Change*, 9, 358-369, DOI: 10.1038/s41558-019-0456-2.
- Wang, L., Kaban, M. K., Thomas, M., Chen, C., Ma, X. (2019): The Challenge of Spatial Resolutions for GRACE-Based Estimates Volume Changes of Larger Man-Made Lake: The Case of China's Three Gorges Reservoir in the Yangtze River. *Remote Sensing*, 11, 1, 99, DOI: 10.3390/rs11010099.
- Wang, L., Khan, S. A., Bevis, M., Broeke, M. R., Kaban, M. K., Thomas, M., Chen, C. (2019): Downscaling GRACE Predictions of the Crustal Response to the Present-Day Mass Changes in Greenland. *Journal of Geophysical Research*, 124, 5, 5134-5152, DOI: 10.1029/2018JB016883.
- Wang, W., Shangguan, M., Tian, W., Schmidt, T., Ding, A. (2019): Large Uncertainties in Estimation of Tropical Tropopause Temperature Variabilities Due to Model Vertical Resolution. *Geophysical Research Letters*, 46, 16, 10043-10052, DOI: 10.1029/2019GL084112.
- Zhao, G., Chen, B., Uieda, L., Liu, J., Kaban, M. K., Chen, L., Guo, R. (2019): Efficient 3-D Large-Scale Forward Modeling and Inversion of Gravitational Fields in Spherical Coordinates with Application to Lunar Mascons. *Journal of Geophysical Research*, 124, 4, 4157-4173, DOI: 10.1029/2019JB017691.

## Buchkapitel

Kaban, M. K. (2019): Gravity Anomalies, Interpretation. - In: Gupta, H. K. (Ed.), Encyclopedia of Solid Earth Geophysics, (Encyclopedia of Earth Sciences Series), Cham: Springer International Publishing, 1-7, DOI: 10.1007/978-3-030-10475-7\_88-1.

## Universität Stuttgart

### Geodätisches Institut (N. Sneeuw)

#### Refereed Journal Publications

About Zaki, N; Torabi Haghighi, A; Rossi, PM; Tourian, MJ; Kløve, B (2019). Monitoring Groundwater Storage Depletion Using Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) Data in Bakhtegan Catchment, Iran, *Water* 11 (7), DOI: 10.3390/w11071456

Arabsahebi, R; Voosoghi, B; Tourian, MJ (2019). A denoising–classification–retracking method to improve spaceborne estimates of the water level–surface–volume relation over the Urmia Lake in Iran, *International Journal of Remote Sensing*, DOI: 10.1080/01431161.2019.1643938

Ashraf, S; AghaKouchak, A; Nazemi, A; Mirchi, A; Sadegh, M; Moftakhari, HR; Hassanzadeh, E; Miao, CY; Madani, K; Mousavi Baygi, M; Anjileli, H; Arab, DR; Norouzi, H; Mazdiyasi, O; Azarderakhsh, M; Alborzi, A; Tourian, MJ; Mehran, A; Farahmand, A; Mallakpour, I (2019). Compounding effects of human activities and climatic changes on surface water availability in Iran, *Climatic Change* 152 (3-4), DOI: 10.1007/s10584-018-2336-6

Babadi, M; Sattari, M; Iran Pour, S (2019). Exploring the potential of full waveform airborne LiDAR features and its fusion with RGB image in classification of a sparsely forested area, *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-4/W18*, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-4-W18-147-2019

Ghobadi-Far, K; Han, SC; Sauber, J; Lemoine, F; Behzadpour, S; Mayer-Gürr, T; Sneeuw, N; Okal, E (2019). Gravitational Changes of the Earth's Free Oscillation From Earthquakes: Theory and Feasibility Study Using GRACE Inter-satellite Tracking, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, DOI: 10.1029/2019JB017530

Hosseini-Moghari, SM; Araghinejad, S; Ebrahimi, K; Tourian, MJ (2019). Introducing modified total storage deficit index (MTSDI) for drought monitoring using GRACE observations, *Ecological Indicators* 101, DOI: 10.1016/j.ecolind.2019.01.002

Lognonné, P; SEIS-team; Widmer-Schmidrig, R (2019). SEIS: Insight's Seismic Experiment for Internal Structure of Mars, *Space Sci Rev* 215(12), DOI: 10.1007/s11214-018-0574-6

Ringler, A; Steim, J; Wilson, DC; Widmer-Schmidrig, R; Anthony, RE (2019). Improvements in seismic resolution and current limitations in the Global Seismographic Network, *Geophysical Journal International* 220(1), DOI: 10.1093/gji/ggz473

Sabzehee, F; Nafisi, V; Iran Pour, S; Vishwakarma, BD (2019). Analysis of the precipitation climate signal using empirical mode decomposition (EMD) over the Caspian catchment area, *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-4/W18*, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-4-W18-923-2019

Sabzehee, F; Nafisi, V; Iran Pour, S; Vishwakarma, BD (2019): Investigation of the correlation between GRACETWS and soil moisture in Sarakhs catchment, *ISPRS – International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences XLII-4/W18*, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-4-W18-931-2019

Wang, S; Xu, W; Xu, C; Yin, Z; Bürgmann, R; Liu, L; Jiang, G (2019). Changes in Groundwater Level Possibly Encourage Shallow Earthquakes in Central Australia: The 2016 Petermann Ranges Earthquake, *Geophysical Research Letters* 46 (6), DOI: 10.1029 /2018GL080510

Xu, G; Xu, C; Wen, Y; Yin, Z (2019). Coseismic and Postseismic Deformation of the 2016 MW 6.2 Lampa Earthquake, Southern Peru, Constrained by Interferometric Synthetic Aperture Radar, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 0(0), DOI: 10.1029/2018JB016572

#### Books and Miscellaneous

Antoni, M (2019): Calculus with Curvilinear Coordinates – Problems and Solutions. Springer International Publishing. ISBN: 978-3-030-00415-6, DOI: 10.1007/978-3-030-00416-3

Iran Pour, S; Sneeuw, N; Weigelt, M; Amiri-Simkooei, A (2019). Orbit Optimization for Future Satellite Gravity Field Missions: Influence of the Time Variable Gravity Field Models in a Genetic Algorithm Approach, International Association of Geodesy Symposia, Springer, Berlin, Heidelberg, DOI: 10.1007/1345\_2019\_79

Yi, S (2019): Application of Satellite Gravimetry to Mass Transports on a Global Scale and the Tibetan Plateau, Springer, Singapore, DOI: 10.1007/978-981-13-7353-4

### **Theses**

Javaid, Ma (2019): Data mining in GRACE monthly solutions, <http://dx.doi.org/10.18419/opus-10391>

Elmi, O (2019): Dynamic water masks from optical satellite imagery, <http://dx.doi.org/10.18419/opus-10597>

Liu, W (2019): Understanding ocean tide aliasing in satellite gravimetry, <http://dx.doi.org/10.18419/opus-10485>

Zhang, J (2019): Assessing the statistical relations of terrestrial water mass change with hydrological variables and climate variability, <http://dx.doi.org/10.18419/opus-10474>

## **Institut für Ingenieurgeodäsie - IIGS (V. Schwieger)**

### **Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften**

Avram, A.; Schwieger, V.; El Gemayel, N.: Experimental results of multipath behavior for GPS L1-L2 and Galileo E1-E5b in static and kinematic scenarios. *Journal of Applied Geodesy*, Vol. 13, Issue 4, pp. 279-290, deGruyter, Berlin, 2019.

Hassan, A.; Xu, J.; Xing, C.; Schwieger, V.: A contribution to variance analysis of 3D-displacement extracted from GB-SAR measurements. *Journal of Geodesy, Cartography and Cadastre - No 10 / 2019*, ISSN 1454-1408, Bucharest, Romania.

Hindenberger, P.; Schwieger, V.: Dynamic Location Referencing: Probability-Based Decision System, *Adv. Cartogr. GIScience Int. Cartogr. Assoc.*, 2, 6, <https://doi.org/10.5194/ica-adv-2-6-2019>, 2019.

Schwieger, V.; Menges, A.; Zhang, L.; Schwinn, T.: Engineering Geodesy for Integrative Computational Design and Construction. *ZfV*, Heft 4/2019.

Wang, J.; Metzner, M.; Schwieger, V.: Potential Enhancement for Wrong-way Driver Detection using Precise Attribute Information. *Journal of Navigation*, 1-14. doi:10.1017/S0373463319000663

Zhang, L.; Wang, J.; Wachsmuth, M.; Gasparac, M.; Schwieger, V.: Die Rolle digitaler Karten für Sicherheitsfunktionen im Straßenverkehr. *ZfV*, Heft 4/2019.

### **Veröffentlichungen auf wesentlichen Fachkongressen**

Zhang, L.; Schwieger, V.: Reducing Multipath Effect of Low-Cost GNSS Receivers for Monitoring by Considering Temporal Correlations. 4th Joint International Symposium on Deformation Monitoring 2019, Athens, Greece.

### **Buchkapitel**

Schwieger, V.; Zhang, L.: Qualität in der Ingenieurgeodäsie – Begriff und Modellierung. In 180. DVW-Seminar „Qualitätssicherung geodätischer Mess- und Auswerteverfahren 2019“, am 27. und 28. Juni 2019 in Stuttgart, Wißner Verlag, Augsburg, 2019.



**Mitglieder und Ständige Gäste  
des Ausschusses Geodäsie – DGK -  
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften  
– Stand 25.08.2020 –**

**Vorsitzender:**

Schuh Harald                                      K. 2003-12 Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c., Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ)  
O. 2012<sup>1</sup>      Potsdam, Technische Universität Berlin

**Ständiger Sekretär:**

Hugentobler Urs                                      2009              Prof. Dr.phil.nat., Technische Universität München

**Ordentliche Mitglieder:**

|                      |      |  |
|----------------------|------|--|
| Bernard Lars         | 2012 | Prof. Dr.rer.nat., Technische Universität Dresden  |
| Bill Ralf            | 1999 | Prof. Dr.-Ing., Universität Rostock  |
| Blankenbach Jörg     | 2014 | Univ.-Prof. Dr.-Ing., Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH)               |
| De Vries Walter Timo | 2017 | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität München   |
| Eichhorn Andreas     | 2010 | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität Darmstadt   |
| Eicker Annette       | 2019 | Prof. Dr.-Ing., HafenCity Universität Hamburg  |
| Flechtner Frank      | 2014 | Prof. Dr.-Ing., Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ) Potsdam;<br>Technische Universität Berlin |
| Flury Jakob          | 2017 | Prof. Dr.-Ing., Leibniz Universität Hannover   |
| Gerke Markus         | 2019 | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität Braunschweig  |
| Hauert Jan-Hendrik   | 2018 | Univ.-Prof. Dr.-Ing., Universität Bonn   |
| Heipke Christian     | 1999 | Prof. Dr.-Ing. habil., Leibniz Universität Hannover;<br>Vorsitzender der DGK 2010-2014         |
| Hellwich Olaf        | 2002 | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität Berlin  |
| Hennes Maria         | 2002 | Prof. Dr.-Ing., Karlsruher Institut für Technologie (KIT)                                      |
| Hinz Stefan          | 2010 | Prof. Dr.-Ing., Karlsruher Institut für Technologie (KIT)                                      |
| Hobiger Thomas       | 2020 | Prof. Dr. techn., Universität Stuttgart  |
| Horwath Martin       | 2015 | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität Dresden   |
| Kada Martin          | 2018 | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität Berlin  |
| Kolbe Thomas H.      | 2006 | Prof. Dr. rer. nat., Technische Universität München  |
| Kötter Theo          | 2003 | Prof. Dr.-Ing.habil., Universität Bonn   |
| Kuhlmann Heiner      | 2003 | Prof. Dr.-Ing., Universität Bonn   |

---

<sup>1</sup> Die in Klammern angegebene Jahreszahl gibt das Jahr der Berufung in die Kommission an. "O." bedeutet "Ordentliches Mitglied", "K." "Korrespondierendes Mitglied". Ordentliche Mitglieder werden nach einem Wechsel vom In- in das Ausland zu Korrespondierenden Mitgliedern, bei einem Wechsel vom Ausland in das Inland hingegen ist eine erneute Wahl üblich.

|                            |      |   |
|----------------------------|------|---|
| Kusche Jürgen              | 2010 | Prof. Dr.-Ing., Universität Bonn  |
| Kutterer Hansjörg          | 2005 | Prof. Dr.-Ing. habil., Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  |
| Linke Hans Joachim         | 2006 | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität Darmstadt  |
| Maas Hans-Gerd             | 2001 | Prof. Dr. sc.techn. habil., Technische Universität Dresden  |
| Mayer Helmut               | 2001 | Prof. Dr.-Ing., Universität der Bundeswehr München  |
| Möser Michael              | 2005 | Prof. Dr.-Ing. habil., Technische Universität Dresden   |
| Müller Jürgen              | 2002 | Prof. Dr.-Ing. habil., Leibniz Universität Hannover   |
| Neitzel Frank              | 2012 | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität Berlin   |
| Neumann Ingo               | 2015 | Prof. Dr.-Ing., Leibniz Universität Hannover  |
| Pail Roland                | 2010 | Prof. Dr.techn. Mag.rer.nat., Technische Universität München  |
| Schön Steffen              | 2010 | Prof. Dr.-Ing., Leibniz Universität Hannover  |
| Schuh Wolf-Dieter          | 2002 | Prof. Dr.techn., Universität Bonn   |
| Schwieger Volker           | 2011 | Prof. Dr.-Ing. habil., Universität Stuttgart  |
| Seitz Florian (ex officio) | 2012 | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität München;<br>Direktor des Deutschen Geodätischen Forschungsinstituts (DGFI)                   |
| Sester Monika              | 2002 | Prof. Dr.-Ing. habil., Leibniz Universität Hannover   |
| Sneeuw Nico                | 2005 | Prof. Dr.-Ing., Universität Stuttgart   |
| Sörgel Uwe                 | 2015 | Prof. Dr.-Ing., Universität Stuttgart   |
| Stachniss Cyrill           | 2016 | Prof. Dr., Universität Bonn   |
| Stilla Uwe                 | 2006 | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität München  |
| Thiemann Karl-Heinz        | 2003 | Prof. Dr.-Ing., Universität der Bundeswehr München  |
| Thomas Maik                | 2016 | Prof. Dr.-Ing., Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ;<br>Meteorologisches Institut für Geowissenschaften, Freie Universität<br>Berlin |
| Voß Winrich                | 2009 | Prof. Dr.-Ing., Leibniz Universität Hannover  |
| Wanninger Lambert          | 2010 | Prof. Dr.-Ing. habil., Technische Universität Dresden   |
| Weitkamp Alexandra         | 2016 | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität Dresden  |
| Wunderlich Thomas          | 2002 | Prof. Dr.-Ing. habil., Technische Universität München,<br>Ständiger Sekretär der DGK 2008-2015                                      |

#### Ständige Gäste:

Bundesministerium des Innern (BMI),  
Referat O7 – Geodäsie und  
Geoinformationswesen, Berlin

Dr.-Ing. Heuwold Janet, Berlin

Bayerisches Staatsministerium der  
Finanzen, für Landesentwicklung und  
Heimat, Abt. VII (Vermes-  
sungsverwaltung), München

MinDirig Dr.-Ing. Bauer Rainer, München

Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut  
der Technischen Universität München  
(DGFI)

Prof. Dr.-Ing. Seitz Florian, Direktor des Deutschen  
Geodätischen Forschungsinstituts der Technischen Universität  
München (DGFI)

|  |   |
|--|---|
| Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), Frankfurt a.M.  | Prof. Dr. Becker Paul Präsident des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG), Frankfurt a.M.  |
| Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ  | Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. Schuh Harald, Wiss. Direktor Dept. 1 "Geodäsie", Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ) Potsdam; Technische Universität Berlin |
| Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI), Bremerhaven                            | NN  |
| Zentrum für Geoinformationswesen der Bundeswehr (ZGeoBw), Euskirchen                                 | Brigadegeneral Dipl.-Geol. Brunner Roland (wahrgenommen durch Fregattenkapitän Dr. Reppin Sabine, Außenbeziehungen)                                 |
| Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Referat Geodäsie, Koblenz                                     | Refl. Dipl.-Ing. Brockmann Herbert (wahrgenommen durch Dr. Artz Thomas)   |
| Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV)      | Dr. Kunst Tobias, Niedersächsisches Ministerium für Inneres und Sport   |
| DVW – Deutsche Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement e.V.                     | Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Jörg Kutterer  |
| Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Landentwicklung (ArgeLandentwicklung)                                | MRin Heidenreich Andrea, Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg, Referatsleitung Landentwicklung, Stuttgart        |
| Fachkommission "Kommunales Vermessungswesen, Geoinformation und Bodenordnung" im Deutschen Städtetag | Welzel Rolf-Werner, Geschäftsführer Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung (LGV), Hamburg  |
| Bund der Öffentlich Bestellten Vermessungsingenieure (BDVI)  | Dipl.-Ing. Zurhorst Michael, Werner   |

### Korrespondierende Mitglieder:

|                      |      |   |
|----------------------|------|---|
| Ádám József          | 2001 | Prof. Dr., Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest                       |
| Alkis Ayhan          | 2002 | Prof. Dr.-Ing., Yildiz Technical University, Besiktas/Istanbul                            |
| Altan M. Orhan       | 1998 | Prof. Dr.-Ing., Istanbul Teknik Üniversitesi  |
| Beutler Gerhard      | 1999 | Prof. Dr.phil.nat. Dr.h.c., Universität Bern  |
| Biró Péter           | 1987 | Prof.em. Dr.Ing., Dr.-Ing. e.h., Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest |
| Böhm Johannes        | 2019 | Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn., Technische Universität Wien                                  |
| Borkowski Andrzej    | 2018 | Prof. Dr. habil., Wrocław University of Environmental and Life Sciences                   |
| Brunner Friedrich K. | 1995 | Prof. Dr.techn., Technische Universität Graz  |
| Colomina Ismael      | 2005 | Dr., Institut de Geomatica, Barcelona   |
| Cross Paul           | 1996 | Prof. Dr., University College London  |
| Frank André          | 2001 | o.Univ.-Prof. Dr., Technische Universität Wien  |
| Gartner Georg        | 2011 | Univ.-Prof. Mag. Dr., Technische Universität Wien   |
| Geiger Alain         | 2011 | Tit. Prof., Dr., ETH Zürich   |

|                                  |                                  |   |
|----------------------------------|----------------------------------|---|
| Ghițău Dumitru                   | 1984                             | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität Bukarest   |
| Grün Armin                       | 1991                             | Prof. Dr.-Ing., Dr. h.c., ETH Zürich  |
| Haas Rüdiger                     | 2017                             | Prof. Dr.-Ing., Chalmers University of Technology   |
| Haggrén Henrik                   | 2002                             | Prof. Dr., HUT Espoo, Finland   |
| Hurni Lorenz                     | 2006                             | Prof. Dr., ETH Zürich   |
| Ingensand Hilmar                 | 1996                             | Prof. Dr.-Ing., ETH Zürich  |
| Jäggi Adrian                     | 2014                             | Prof. Dr., Universität Bern   |
| Kahle Hans-Gert                  | 1986                             | Prof. Dr.rer.nat., ETH Zürich   |
| Kahmen Heribert                  | 1993                             | o. Prof. Dr. -Ing., Technische Universität Wien   |
| Kakkuri Juhani                   | 1994                             | Prof. Dr.phil. Dr.-Ing.e.h., Geodeettinen Laitos, Helsinki  |
| Kopacik Alojz                    | 2005                             | Univ.Prof.-Ing.habil., Slovak University of Technology, Bratislava  |
| Lienhart Werner                  | 2015                             | Univ.-Prof. DI Dr.techn., Technische Universität Graz   |
| Loch Carlos                      | 2003                             | Prof. Dr., Universidade Federal de Santa Catarina, Florianopolis  |
| Milev Georgi                     | 1989                             | Prof. Dr.-Ing., Bulgarische Akademie d. Wissenschaften, Sofia   |
| Molenaar Martien                 | 2003                             | Prof. Dr., Universiteit Twente  |
| Moritz Helmut                    | K.1964-65<br>O.1965-71<br>K.1971 | O.Prof., Dr.techn., Dr.-Ing.e.h., Dr.h.c., Dr.h.c., Technische Universität Graz, Vorsitzender der DGK 1965-1967 |
| Mueller Ivan I.                  | 1980                             | Prof. Dr. Dr.Sc.h.c., Ohio State University, Columbus   |
| Neuner Hans-Berndt               | 2019                             | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität Wien   |
| Neuner Johan                     | 2007                             | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität Bukarest   |
| van Oosterom Peter               | 2019                             | Prof. Dr., Technische Universität Delft, Niederlande  |
| Pfeifer Norbert                  | 2012                             | Prof. DI Dr.techn., Technische Universität Wien   |
| Poutanen Juhani Markku           | 2010                             | Prof. Dr., Finnish Geodetic Institute, Helsinki   |
| Roic Miodrag                     | 2010                             | Univ.Prof. Dr.-Ing., Universität Zagreb   |
| Rothacher Markus                 | O. 2003<br>K. 2009               | Prof. Dr.phil.nat., ETH Zürich  |
| Schenk Anton F.                  | 1999                             | Prof. Dr., Ohio State University, Columbus  |
| Sjöberg Lars                     | 1989                             | Prof. Dr., Kungliga Tekniska Högskolan (KTH), Stockholm   |
| Sünkel Hans                      | 1987                             | Prof. Dr.techn., Technische Universität Graz  |
| Teunissen Peter J. G.            | 1999                             | Prof. Dr., Technische Universiteit Delft  |
| Tsoulis Dimitrios                | 2019                             | Prof. Dr.-Ing., Aristoteles Universität Thessaloniki, Griechenland  |
| Vosselman M. George              | 2006                             | Prof. Dr.-Ing., Universiteit Twente   |
| Wagner Wolfgang                  | 2010                             | Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn., Technische Universität Wien  |
| Wieser Andreas                   | 2011                             | Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn., ETH Zürich  |
| <b>Entpflichtete Mitglieder:</b> |                                  |   |
| Ackermann Friedrich              | 1966                             | Prof. Dr.-Ing. Dr.techn.e.h. Dr.techn.e.h. Dr.-Ing.e.h. Dr.-Ing.h.c. hon. Prof., Universität Stuttgart          |
| Augath Wolfgang                  | 1994                             | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität Dresden  |

|                       |      |  |
|-----------------------|------|--|
| Bähr Hans-Peter       | 1983 | Prof. Dr.-Ing.habil. Dr.-Ing.h.c, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Vorsitzender der DGK 1994-2002                    |
| Becker Matthias       | 2002 | Univ.-Prof. Dr.-Ing., Technische Universität Darmstadt   |
| Benning Wilhelm       | 1989 | Prof. Dr.-Ing., Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen  |
| Buchroithner Manfred  | 1994 | Prof. Dr.phil. habil., Technische Universität Dresden  |
| Dietrich Reinhard     | 1994 | Prof. Dr.-Ing. habil., Technische Universität Dresden, Vorsitzender der DGK 2006-2010, ehem. Direktor des DGFI                 |
| Dorrer Egon           | 1981 | Prof. Dr.-Ing., Universität der Bundeswehr München   |
| Drewes Hermann        | 2009 | Hon.Prof. Dr.-Ing., ehem. Direktor des DGFI, München   |
| Ebner Heinrich        | 1978 | Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing.e.h., Technische Universität München  |
| Finsterwalder Rüdiger | 1976 | Prof. em. Dr.-Ing., Technische Universität München   |
| Förstner Wolfgang     | 1991 | Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing.e.h., Universität Bonn  |
| Freeden Willi         | 2005 | Prof. Dr.rer.nat., Technische Universität Kaiserslautern   |
| Fritsch Dieter        | 1994 | Prof. Dr.-Ing. habil., Universität Stuttgart   |
| Grafarend Erik        | 1978 | Prof. Dr.-Ing.habil. Dr.tech.h.c.mult. Dr.-Ing.e.h.mult., Universität Stuttgart  |
| Grotten Erwin         | 1971 | Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing.e.h., Technische Universität Darmstadt  |
| Gründig Lothar        | 1990 | Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing.e.h., Technische Universität Berlin   |
| Grünreich Dietmar     | 1994 | Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing.E.h. Präs. u. Prof., ehem. Präsident des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG), Frankfurt a.M. |
| Heck Bernhard         | 1994 | Prof. Dr.-Ing. habil., Dr.h.c., Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  |
| Hein Günter           | 1988 | Prof. Dr.-Ing., Universität der Bundeswehr München   |
| Heitz Siegfried       | 1973 | Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing.h.c., Universität Bonn  |
| Hoisl Richard         | 1981 | Prof. em. Dr.-Ing., Technische Universität München   |
| Ilk Karl-Heinz        | 1997 | Prof. Dr.-Ing., Universität Bonn   |
| Kleusberg Alfred      | 1999 | Prof. Dr.-Ing., Universität Stuttgart  |
| Koch Karl Rudolf      | 1979 | Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing.e.h. Dr.-Ing.e.h., Universität Bonn, ehem. Direktor des DGFI  |
| Konecny Gottfried     | 1971 | Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c.mult., Leibniz Universität Hannover  |
| Magel Holger          | 1999 | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität München   |
| Meier Siegfried       | 1999 | Prof. Dr.-Ing. habil., Technische Universität Dresden  |
| Morgenstern Dieter    | 1987 | Prof. Dr.-Ing., Universität Bonn   |
| Niemeier Wolfgang     | 1997 | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität Braunschweig  |
| Oberholzer Gustav     | 1985 | Prof. Dr.-Ing., Universität der Bundeswehr München   |
| Plümer Lutz           | 2003 | Prof. Dr.rer.nat., Universität Bonn  |
| Regensburger Karl     | 1994 | Prof. Dr.-Ing.habil., Technische Universität Dresden   |
| Reigber Christoph     | 1995 | Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing.e.h., ehem. Wiss. Direktor des Department 1, GeoForschungsZentrum GFZ; Universität Potsdam              |
| Reuter Franz          | 1995 | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität Dresden   |

|                    |                       |   |
|--------------------|-----------------------|---|
| Rummel Reinhard    | K. 1983-93<br>O. 1993 | Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing.e.h. Dr.techn.e.h., Technische Universität München, Ständiger Sekretär der DGK 1996-2008 |
| Schilcher Matthäus | 1999                  | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität München  |
| Schmitt Günter     | 1990                  | Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing.e.h., Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  |
| Schnädelbach Klaus | 1975                  | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität München, Ständiger Sekretär der DGK 1986-1996                            |
| Schödlbauer Albert | 1980                  | Prof. Dr.-Ing., Universität der Bundeswehr München  |
| Schwarz Willfried  | 1999                  | Univ.-Prof. Dr.-Ing., Bauhaus-Universität Weimar  |
| Torge Wolfgang     | 1969                  | Prof. Dr.-Ing., Leibniz Universität Hannover, Vorsitzender der DGK 1987-1990                                    |
| Weiss Erich        | 1993                  | Prof. Dr.-Ing. Dr.sc.techn.h.c. Dr.agr.h.c., Universität Bonn   |
| Witte Bertold      | 1978                  | Prof. Dr.-Ing., Universität Bonn  |
| Wrobel Bernhard    | 1983                  | Prof. Dr.-Ing., Technische Universität Darmstadt  |

Sitzung  
des Ausschusses Geodäsie (DGK)  
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften



27. – 29.11.2019

Bayerische Akademie der Wissenschaften (BAW), München

## Tagesordnung

### Mittwoch 27.11., 14:00-17:30 Uhr

1. Regularien
  - Begrüßung
  - Tagesordnung
  - Protokoll der letzten Jahressitzung
  - Bekanntmachungen
2. Schwerpunktdiskussion "Lehre"
  - Vorstellung der Absolventenzahlen (Jakob Flury)
  - Anforderungen der Praxis an Universitätsabsolventen der Geodäsie und Geoinformatik (Burkhard Böckem, CTO Hexagon Geosystems)
  - Strategien zur Nachwuchsgewinnung (Hansjörg Kutterer)
  - Impulsvorträge zur Thematik Internationale Studiengänge und Diskussion
    - o Hannover (Steffen Schön)
    - o München (Uwe Stilla)

### 18:00-18:30 Jahressitzung Förderverein Geodäsie und Geoinformation

Alle Gäste und Mitglieder der DGK sind willkommen.

### Donnerstag 28.11., 9:00-17:30 Uhr

3. Interdisziplinäre Verbundforschungsvorhaben oder Projekte der Geodäsie

#### Abteilung Erdmessung

- DFG-Forschergruppe GlobalCDA: Understanding the global freshwater system by combining geodetic and remote sensing information with modelling using a calibration/data assimilation approach (Jürgen Kusche)
- DFG-Forschergruppe NEROGRAV: New Refined Observations of Climate Change from Spaceborne Gravity Missions (Roland Pail)

#### Abteilung Ingenieurgeodäsie

- Wie muss ein CV von Nachwuchswissenschaftlern aussehen? sowie Bericht der Aktivitäten (Heiner Kuhlmann)

#### Abteilung Land- und Immobilienmanagement

- Bericht aus der Abteilung (Walter Timo de Vries)

#### Kaffeepause

#### Abteilung Geoinformation

- NDFI (Lars Bernard)
- NDFI4Earth (Lars Bernhard)

#### Ausgewählte Aktivitäten der Institutionen und Gremien der Geodäsie

- IGPF, FIG, ICA, IAG & IUGG

#### Berichte

- Geoforschungszentrum GFZ, BKG, DFG

4. Mitglieder

- Ehrungen
- Neuberufungen / bedeutende Ämter
- Wissenschaftspreis (DGK Preis) 2020
- **Wahlen:** Vorsitz, Beirat und Mitglieder
- Vorstellung neuer Mitglieder

---

## Abendveranstaltung in der Siemensstiftung

### Freitag, 29.11., 9:00 – 13:00 Uhr

5. Berichte aus der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
  - Begrüßung und Bericht des Präsidenten aus der Akademie (Thomas Höllmann)
  - Bericht aus dem Beirat Geodäsie (Liqiu Meng)
6. Berichte der Universitätsstandorte
  - RWTH Aachen (Jörg Blankenbach)
  - TU Braunschweig (Markus Gerke)
  - Universität der Bundeswehr München (Karl-Heinz Thiemann)
7. Anwendungsorientierte Forschung
  - AdV, ArgeLandentwicklung, BAfG, BDVO, BMI, DVW, Städtetag, ZGeoBW
8. Grundsatz- und Strukturfragen
9. Öffentlichkeitsarbeit
  - Tag der Geodäsie
  - Jahresberichte
10. Termine
  - Veranstaltungen Rückschau und Vorschau
  - Jahressitzung 2020
11. Verschiedenes

## Teilnehmer

### Bayerische Akademie der Wissenschaften:

Präsident T. Höllmann (29.11.)

Vorsitzender: T. Kötter

Ständiger Sekretär: U. Hugentobler

### Ordentliche Mitglieder:

L. Bernard (27.-28.11.)

F. Neitzel

R. Bill

I. Neumann

J. Blankenbach (28. u. 29.11.)

R. Pail

A. Eicker

S. Schön

J. Flury (27.-28.11.)

H. Schuh

M. Gerke

W.-D. Schuh

J.-H. Haunert (27.-28.11.)

V. Schwieger

C. Heipke

F. Seitz (27.11.)

M. Hennes (28.-29.11.)

M. Sester (27.-28.11.)

O. Hellwich

N. Sneeuw

S. Hinz (27.-28.11.)

N. Sörgel (29.11.)

M. Kada

C. Stachniss (28.11.)

H. Kuhlmann (27.-28.11.)

U. Stilla (27.-28.11.)

T. Kolbe (27.11.) (29.11.)

K.-H. Thiemann

J. Kusche (27.-28.11.)

W. Voss

H. Kutterer (27.-28.11.)

W. de Vries

G. Maas

L. Wanninger (27.-28.11.)

H. Mayer (27.-28.11.)

A. Weitkamp

M. Möser (27.-28.11.)

T. Wunderlich (27.-28.11.)

J. Müller

### Ständige Gäste:

R. Bauer (27.11.)

S. Liebig

P. Becker (28.11.)

F. Seidler (27.-28.11.)

J. Heuwold (28.-29.11.)

M. Zurhorst

### Korrespondierende Mitglieder:

M. O. Altan (27.-28.11.)

J. Neuner

J. Böhm

M. Roic (27.-28.11.)

A. Frank

D. Tsoulis

H.-B. Neuner

Entpflichtete Mitglieder:

H.-P. Bähr (28.11.)

M. Buchroithner

H. Drewes (28.11.)

E. Grafarend (27.-28.11.)

D. Grünreich (27.-28.11.)

R. Hoisl (28.11.)

S. Meier (27.-28.11.)

C. Reigber (28.11.)

R. Rummel (28.-29.11.)

K. Schnädelbach (28.11.)

Geschäftsstelle der DGK:

H. Hornik

S. Mannel

Gäste:

B. Böckem, CTO Hexagon Geosystems (27.11.)

L. Meng, TU München, Beiratsvorsitzende des Ausschusses Geodäsie der BAdW (27.-28.11.)

M. Geierhos, Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (29.11.)

## Protokoll

Sämtliche Sitzungen fanden statt im Sitzungssaal 1 der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (BAW), München.

### Mittwoch 27.11.2019, 14:00 Uhr - 18:00 Uhr

#### Top 1: Begrüßung und Eröffnung der Jahressitzung

Der Vorsitzende der DGK, Th. Kötter, eröffnet die diesjährige Sitzung des Ausschusses Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften und heißt die Mitglieder und Gäste der DGK herzlich willkommen. Besonders begrüßt er die neuen Ordentlichen und Korrespondierenden Mitglieder.

##### a) Tagesordnung

Die vorgelegte Tagesordnung wird einstimmig genehmigt.

##### b) Protokoll der Jahrestagung 2018

Das Protokoll der Jahressitzung 2018 wird einstimmig genehmigt.

##### c) Bekanntmachungen

Der Ständige Sekretär der DGK, U. Hugentobler, verweist auf organisatorische Punkte, wie Ehrungen und Pausenbewirtung.

#### Top 2: Schwerpunktdiskussion "Lehre"

Olaf Hellwich, Leiter des Lenkungskreises der DGK, führt in die Thematik „Lehre“ ein und stellt die Referenten vor.

##### Vorstellung der Absolventenzahlen (Jakob Flury)

Als Sprecher der Abteilung Lehre stellt J. Flury die Studierendenzahlen vor. Seit 2013 sinkt die Zahl der Anfänger im Bachelorstudium. Im Jahr 2019 gab es nur 176 BSc-Anfänger. 2013 waren es über 400. 2017 und 2018 begannen jeweils rund 240 ein BSc Studium in der Geodäsie. Diese Entwicklung wird als äußerst kritisch eingeschätzt. Aufgrund der inzwischen erfreulich hohen Anzahl von internationalen englischsprachigen Masterstudiengängen und aufgrund der vergleichsweise starken BSc-Studiengänge in den letzten Jahren ist die Anzahl der Studierenden im MSc angestiegen, wobei ein erheblicher Anteil der Masterstudierende aus dem Ausland kommt. 2018 und 2019 begannen jeweils über 350 Studierende einen Masterstudiengang. 2013 waren es ca. 280. Es besteht weiterhin deutschland- und weltweit ein hoher Bedarf an solide ausgebildeten Ingenieuren und Geoinformatikern, welcher derzeit nicht annähernd gedeckt werden kann.

J. Flury berichtet weiterhin vom „Gipfeltreffen Nachwuchsgewinnung“ am 25.11.2019. Dort wurde u.a. die geplante Social Media Kampagne des BDVI besprochen. Dazu soll eine Agentur für drei Jahre eingeschaltet und gemeinsam von den Verbänden und Hochschulen finanziert werden. Darüber hinaus wurden weitere Vorschläge

a) zur Arbeit am Markenkern / Profil für die Medienarbeit, b) Nutzung auch anderer Medien und c) Koordination mit laufenden Projekten (Arbeitsplatz Erde, AdV, ...) erarbeitet.

##### Anforderungen der Praxis an Universitätsabsolventen der Geodäsie und Geoinformatik (Burkhard Böckem, CTO Hexagon Geosystems)

B. Böckem gibt einen kurzen Abriss seines Werdegangs und der Entwicklung von Hexagon. Die Zukunft sieht er in der Autonomie am Arbeitsplatz. Neue Technologien müssen beständig eingeführt und genutzt werden, um am internationalen Markt erfolgreich zu sein. Neben der Geodäsie sind besonders Fachkenntnisse in der Informatik gefragt. Am Beispiel des Bergbaus erläutert er, wie geodätische Methoden Produktionsweisen effizienter gestalten, z.B. durch Radartechnologie. Durch geodätische Network-Methoden kann die Wartezeit von Transportern (z.B. beim Be- oder Entladen) von 3 Stunden auf 15 Minuten reduziert werden.

#### Strategien zur Nachwuchsgewinnung (Hansjörg Kutterer)

Zumindest die Fachöffentlichkeit in Deutschland ist sich des allgemeinen Fachkräftemangels im Bereich Geodäsie und Geoinformation bewusst. Allerdings steht die Nachwuchsgewinnung für Geodäten noch immer nicht im Vordergrund. Gründe für den Fachkräftemangel in der Geodäsie liegen u.a. in zunehmenden Altersabgängen bei gleichzeitigem Rückgang von Anfängerzahlen, mangelnde Sichtbarkeit des Faches und Heterogenität der Studienbezeichnungen.

Imagewerbung könnte über verschiedene Medien bzw. Kommunikationswege erfolgen, z.B. Druck (DGK-Broschüre), AdV-Imagefilm, Internet und Soziale Medien. Werbung sollte möglichst großräumig und koordiniert erfolgen. Einzelanstrengungen bergen die Gefahr zu verpuffen. Koordinierte Aktivitäten (Arbeitsplatz Erde, Aktionswochen, Soziale Medien) sollten verstärkt werden. Dabei sollten Aktionen a) die Anwerbung von Studierenden beinhalten, als auch b) Imagewerbung für den Berufsstand einschließen.

Michael Zurhorst schlägt vor, eine qualifizierte Agentur für Sozial Media einzuschalten.

#### Aktionen

Aufruf an alle Anwesenden, die BDVI Initiative für eine konzertierte Werbekampagne für die Geodäsie durch zweckgebundene Spenden zu unterstützen.

#### Impulsvorträge zur Thematik Internationale Studiengänge und Diskussion

##### Master-Studiengang Geodäsie und Geoinformatik, Leibniz Universität Hannover (Steffen Schön)

Bei der Zulassung von Studierenden zum Masterstudiengang Geodäsie und Geoinformatik an der Leibniz Universität Hannover ist keine Mindestnote gefordert, aber ein Sprachnachweis. Der Masterstudiengang speist sich aus B.Sc. Studiengängen der Geodäsie und Geoinformatik (Universitäten, Hochschulen, Inland/Ausland) sowie aus verwandten Studiengängen, z.B. Elektrotechnik und Informatik. Zulassungen finden im Sommer- und im Wintersemester statt. Die Studienanfängerzahlen haben sich in den letzten drei Jahren kontinuierlich erhöht. Allgemein wäre es wünschenswert, wenn die Programmierkenntnisse der Studienanfänger besser wären.

##### Internationale Studiengänge der Geodäsie und Geoinformation an der TU München (Uwe Stilla)

Die TU München bietet vier Masterstudiengänge in Geodäsie und Geoinformation an: a) MSc Geodesy and Geoinformation, b) MSc Earth Oriented Space Science and Technology (ESPACE), c) MSc Cartography und d) MSc Land Management and Land Tenure (Land Management and Geospatial Science). Die Vorlesungssprache aller Masterstudiengänge ist Englisch. Der Masterstudiengang Geodesy and Geoinformation ist aus dem deutschsprachigen MSc Geodäsie und Geoinformation entwickelt worden und ist konsekutiv zum BSc Geodäsie und Geoinformation. Der MSc Cartography wird kooperativ mit der TU Wien, TU Dresden und U Twente angeboten.

Nur eine geringe Anzahl der Studierenden kommt aus Deutschland. Zum Beispiel kamen beim MSc Earth Oriented Space Science and Technology (ESPACE) im WS 2019/20 43% der Studierenden aus China, 29% aus Indien, 7% aus Italien und lediglich 7% aus Deutschland.

## Donnerstag, 28.11., 09:00 Uhr – 17:30 Uhr

### Top 3: Interdisziplinäre Verbundforschungsvorhaben oder Projekte der Geodäsie

#### Abteilung Erdmessung (Jürgen Müller)

J. Müller sieht zwei Aspekte aus der Abteilung Erdmessung von übergeordnetem Interesse: (A) Die DLR bewilligte die Einrichtung des neuen DLR-Institutes für Satellitengeodäsie und Inertialsensorik am Standort Hannover. Teil dieses Institutes sind gemeinsame Professuren. (B) Die DFG hat die Projektskizze des Sonderforschungsbereichs (SFB) 1464 Relativistische und quanten-basierte Geodäsie (TerraQ) positiv evaluiert und zur Einreichung eines Vollantrages aufgefordert. Für beide Initiativen lädt J. Müller die Anwesenden ein, die Aktivitäten unterstützend zu begleiten.

DFG-Forschergruppe GlobalCDA: Understanding the global freshwater system by combining geodetic and remote sensing information with modelling using a calibration/data assimilation approach (Jürgen Kusche)

Ziel der Forschergruppe ist, den Süßwasserkreislauf mittels geodätischer Informationen und Fernerkundungsdaten zu untersuchen. Innerhalb der Thematik Süßwassersysteme liegen die Forschungsschwerpunkte in a) Terrestrische Speicher im globalen Wasserkreislauf, b) Grundwasser, Seen und Flüsse, Reservoirs, Bodenwasser, Feuchtgebiete, c) Monitoring und Vorhersagbarkeit (Landwirtschaft, Industrie, Trinkwasser, Energie) und d) Klimawandel und Extremereignisse. Methodische geodätische Fragestellungen liegen a) in der Integration von Fernerkundungsdaten mit Daten der Erdmessung (Altimetrie, GRACE), b) Optimale Integration von Multiskalendaten mit komplexen Simulationsmodellen, Ensemble Kalman Filter, multikriteriale Parameterkalibrierung und c) komplexe Fehlermodelle und unterschiedliche Raumskalen. Ziel ist es, die „beste“ globale Re-Analyse der terrestrischen Wasserspeicherung für 2002 bis heute bereitzustellen.

2020 steht eine Begutachtung zur Verlängerung der Mittel an.

DFG-Forschergruppe NEROGRAV: New Refined Observations of Climate Change from Spaceborne Gravity Missions (Roland Pail)

Die DFG Forschergruppe „New Refined Observations of Climate Change from Spaceborne Gravity Missions (NEROGRAV)“ besteht aus Kooperationspartnern der TU München, TU Berlin, FU Berlin, Universität Bonn und dem GFZ. Durch NEROGRAV werden Daten der Grace FO Mission ausgewertet. Neuartige Analysen, Methoden und Modellierungen werden angewandt, um Massentransporte und andere Fragen der Hydrologie, Klimatologie, Ozeanografie, Geophysik und Glaziologie zu bestimmen. Resultate werden u.a. zur Crosskalibrierung von GRACE und GRACE FO führen und das Schwerfeld der Erde mit einer höheren Präzision und Genauigkeit bestimmen. Für 2020 ist eine Sommerschule geplant.

Abteilung Ingenieurgeodäsie: Wie muss ein CV von Nachwuchswissenschaftlern aussehen? sowie Bericht der Aktivitäten (Heiner Kuhlmann)

H. Kuhlmann berichtet aus der Abteilung Ingenieurgeodäsie. Die letzte Sitzung der Abteilung fand im Oktober 2019 in Zürich statt. Dort wurde Volker Schwieger zum neuen Sprecher der Abteilung gewählt. Am 7. und 8.11.2019 fand an der TU Wien ein Doktorandenseminar mit ca. 60 Teilnehmern und 9 Vorträgen statt.

In seiner Präsentation vermittelt H. Kuhlmann eine Richtschnur für eine erfolgreiche akademische Karriere von Doktoranden. Bereits jetzt sind numerische Indikatoren in der Karriere von Nachwuchswissenschaftlern sehr wichtig. An erster Stelle steht die Anzahl von Publikationen, an zweiter der Erfolg bei eingeworbenen Mitteln und an dritter Stelle Preise und Auslandsaufenthalte. In der sich anschließenden Diskussion steht der h-Index im Mittelpunkt. Dabei gibt es einige Kritikpunkte. Zum Beispiel ist der h-Index nicht perfekt und kann manipuliert werden. In Bezug auf Publikationen gibt es beim h-Index „Handballtore und Fußballtore“ (H. Schuh). Wünschenswert wäre es, wenn nicht nur numerische Indikatoren, sondern auch andere Qualifikationen, wie z.B. Arbeitserfahrung in Auswahlprozessen einbezogen werden.

Abteilung Geoinformation, NFDI und NFDI4Earth (Lars Bernard)

Zunächst gibt L. Bernhard einen Überblick der Aktivitäten der Abteilung Geoinformatik. Der Abteilung gehören ca. 45 Mitglieder an. Seit der letzten DGK Jahresversammlung gab es zwei Sitzungen der Abteilung: einen Fachaustausch im November 2018 sowie eine Doktorandenschule / Forschungsrundgespräch zum Deep Learning im Mai 2019. Die nächste Doktorandenschule zu Spatio-Temporal Analysis mit der DGPF findet im September 2020 an der TU Dortmund statt.

Auch hier gab es einen Sprecherwechsel. Jan-Henrik Haurert (Uni Bonn) wurde zum neuen Sprecher und Helmut Mayer (Uni BW München) zum Stellvertreter gewählt.

Das Ziel der National Research Data Infrastructure (NFDI) ist es, systematisch wissenschaftliche Daten zu managen sowie Langzeitleösungen für Datenspeicherung, Backup und Datennetzwerke auf nationaler und internationaler Ebene aufzubauen. Dabei kommen Wissenschaftler aus verschiedensten Richtungen zusammen, um die Informationsstruktur der Zukunft für die Wissenschaft zu erarbeiten. Dazu gehört, wie Bibliotheken, Rechenzentren und Datenrepositorien gemeinsam die Forschung unterstützen können. Ziel ist der Aufbau einer gemeinsamen nationalen Forschungsinfrastruktur. Dazu gibt es verschieden Konsortien, eines davon ist NFDI4Earth.

#### Abteilung Land- und Immobilienmanagement (Walter Timo de Vries)

W. T. de Vries beginnt mit einem Überblick der Aktivitäten der Abteilung. Im März 2019 in Trier besprachen Mitglieder und Ständige Gäste der Abteilung u.a. Lehrinhalte. Dazu gab es eine Exkursion, die den städtebaulichen Entwicklungsmaßnahmen der ehemaligen Kaserne Feyen-Castelnau galt. Im Juni 2019 fand in München ein Doktorandenseminar mit 14 Doktoranden statt. Das nächste Treffen der Abteilung ist für den 05./06.03.2020 in München geplant. Das nächste Doktorandenseminar findet 2020 in Darmstadt statt.

Des Weiteren stellt W. T. de Vries aktuelle Forschungsprojekte der Abteilung vor. Allgemein lassen sich die Projekte in 3 Themenbereiche gliedern: 1. Methoden / Maßnahmen / Instrumente / Intervention 2. Land- und Immobilien-Information (Verbesserung / Änderung) und 3. Stadt-Land-Beziehungen. Unter dem ersten Themenbereich fallen Projekte wie z.B. a) Künstliche Neuronale Netze in der Immobilienwertermittlung, b) Projekt ADLAND - Advancing collaborative research in responsible and smart land management in and for Africa, c) Public Value Capture of Increasing Property Values und d) Bodenschutzaspekte bei Hochspannungserdkabeln.

#### Ausgewählte Aktivitäten der Institutionen und Gremien der Geodäsie

##### *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)*

Ch. Heipke, derzeitiger Präsident der ISPRS, stellt die international sehr erfolgreiche Gesellschaft vor. Die ISPRS besteht seit über 100 Jahren, hat fast 200 institutionelle Mitglieder und besteht aus 5 technischen Kommissionen. Die meisten individuellen Mitglieder kommen aus Indien, Brasilien und Nigeria. Wichtige Themenfelder sind neben der Wissenschaft der Anwendungsbezug und die Nachwuchsgewinnung. Die ISPRS ist involviert in Forschungskoordination, Wissenschaftliche Kongresse, Outreach, Bezug zur Wirtschaft sowie Netzwerke von Wissenschaftlern und Experten. Das ISPRS Journal nimmt in der Fernerkundung eine führende Rolle ein.

##### *International Cartographic Association (ICA)*

L. Meng stellt die Aktivitäten der International Cartographic Association (ICA) vor. Sie vertritt M. Sester (Vizepräsidentin ICA). Die Mission der ICA liegt in der Förderung der Disziplin und des Berufsstandes der Kartographie und der GIScience. In diesem Sinne erläutert L. Meng an eindrucksvollen Beispielen die besondere Bedeutung verschiedenster Kartenwerke.

##### *International Association of Geodesy (IAG)*

H. Schuh stellt die IAG vor, der er bis 2019 als Präsident vorstand. Satzungsgemäß nimmt er nun das Amt des „Immediate Past President“ der IAG ein. Seit 2015 haben sich mehrere Subkomitees gebildet, die auch dem interdisziplinären Charakter der Geodäsie Rechnung tragen, z.B. „Geodesy for Climate Research“ und „Marine Geodesy“. Seit 2016 gibt es ein United Nations Sub-Committee „Geodesy“. Seit 2019 ist ein Global Geodetic Center of Excellence in Planung. Das Journal of Geodesy mit J. Kusche als Editor-in-Chief ist nach wie vor ein Top Journal in der Disziplin. Der Impact Faktor lag bei 4.5.

##### *International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG)*

2018 fusionierten ICSU and ISSC zum International Science Council (ISC). Innerhalb der ISC gibt es 9 Geo-Unions. Die IUGG ist eine davon und besteht aus 8 Associations. Die Stärken und das Ziel der Organisation sind Internationale Dienste. Leider bestehen dabei vor allem auf dem afrikanischen Kontinent noch erhebliche Lücken. Die 100-Jahr-Feier der IUGG fand am 28. Juli 2019 in Paris statt. Das 28. General Assembly der IUGG kommt vom 12.-19.06.2023 nach Berlin. Berlin gewann mit 23:15 Stimmen. Die Einladung geht an alle Interessenten.

##### *Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ)*

GFZ und DGFI wechseln sich turnusgemäß ab mit Berichten zur Jahresversammlung, dieses Jahr ist das GFZ an der Reihe. H. Schuh stellt das GFZ insgesamt vor. Das GFZ ist Mitglied der Helmholtzgesellschaft. 2019 betrug das Budget 110 Million €, davon 39 Mio. € Drittmittel. Die Anzahl der Departments wurde von 7 auf 4 reduziert (Geodäsie; Geophysik; Geochemie; Geosysteme). Forschungsschwerpunkte der vier Departments sind unter an-

derem Multi-GNSS, GNSS Meteorologie, GNSS Radio Occultation, Grace FO, Galileo Satelliten der dritten Generation ab 2035. Das Department Geodäsie wiederum umfasst die Sektionen Space Geodetic Techniques, Global Geomonitoring and Gravity Field, Earth System Modelling und Remote Sensing and Geoinformatics. Am 1. Oktober 2019 fand ein Geowissenschaftliches Festkolloquium anlässlich des 80. Geburtstages von Christoph Reigber statt.

Berichte: Bundesamt für Kartographie und Geodäsie BKG (Paul Becker)

Als neuberufener Präsident des BKG stellt Paul Becker die Strategie des BKG für die nächsten fünf Jahre vor. Für 2020 erwartet er einen Zuwachs um 42 Stellen und die Einrichtung einer neuen Fachabteilung, den satellitengestützten Krisen- und Lagedienst (SKD). Durch den SKD werden Fernerkundungsdaten und andere Daten, z.B. Fachdaten und Geobasisdaten, zusammengefasst, um insbesondere Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) mit relevanten Produkten zu versorgen.

Berichte: Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG (Jürgen Kusche, Hans-Gerd Maas)

Die Förderquote des Fachkollegiums 315 Geophysik und Geodäsie liegt bei 35%, welches dem DFG-Durchschnitt entspricht. Ca. 25 Mio. € wurden im Fachkollegium 315 beantragt. Davon wurden etwas mehr als 10 Mio. bewilligt. Die Bewilligungssumme der DFG steigt kontinuierlich. 2014 lag die Summe bei 2,7 Mia. Euro; 2018 bei 3.4 Mia. Euro. Anstehende Aktivitäten sind z.B. ein DFG-Gespräch „Zusammenarbeit mit China - Chancen und Risiken“ sowie eine strategische Förderinitiative Künstliche Intelligenz.

#### Top 4. Mitglieder und Ständige Gäste

Ehrungen

*Geburtstage*

Urs Hugentobler gratuliert im Namen der DGK dem ehemaligen langjährigen DGK-Geschäftsführer Helmut Hornik und folgenden Mitgliedern zu ihren Geburtstagen verbunden mit den besten Wünschen für persönliches Wohlergehen und vor allem gute Gesundheit:

- 90 Jahre: Friedrich Ackermann
- 85 Jahre: Egon Dorrer, Klaus Schnädelbach, Albert Schödlbauer
- 80 Jahre: Dieter Morgenstern, Christoph Reigber, Erich Weiß, Erik Grafarend, Heinrich Ebner
- 75 Jahre: Hans-Gert Kahle, Lothar Gründig, Hermann Drewes, Armin Grün, Holger Magel, Karl-Heinz Ilk, Günter Schmitt
- 70 Jahre: Helmut Hornik, Günter W. Hein, Martien Molenaar, Wolfgang Niemeier, Reinhard Dietrich, Alfred Kleusberg

*Auszeichnungen*

Urs Hugentobler gratuliert im Namen der DGK den folgenden Mitgliedern zu ihren Auszeichnungen:

- Volker Schwieger: Ehrendoktorwürde der Technischen Universität für Bauwesen Bukarest
- Christoph Reigber: Levallois Medaille, IAG
- Thomas Wunderlich: Soldner Medaille
- Frank Flechtner: NASA Outstanding Public Leadership Medal und "Ivan I. Mueller Award" for Distinguished Service and Leadership (AGU)
- Peter Teunissen: Johannes Kepler Award
- Holger Magel: Botschafter der Freundschaft der Provinz Shandong
- Martin Kada und Manfred Buchroithner: Denny Medal 2018

*Neuberufungen / bedeutende Ämter*

Urs Hugentobler gratuliert im Namen der DGK den folgenden Mitgliedern und Kollegen zu ihren Ämtern bzw. Berufungen:

- Matthias Forkel: Juniorprofessur Umweltfernerkundung, TU Dresden (1.9.2019)
- Martin Werner: Juniorprofessur Geoinformatik Universität der Bundeswehr München (1.9.2019)
- Liqiu Meng: Vizepräsidentin der (International Cartographic Association) ICA

- Jürgen Kusche: Editor-in-Chief des Journal of Geodesy (IUGG)
- Markku Poutanen: Secretary General International Association of Geodesy (IAG)
- Adrian Jäggi: Präsident IAG Commission 2
- Johannes Böhm: IAG Service Representative
- Markus Rothacher: Präsident der Schweizerischen Geodätischen Kommission

Ingo Neumann ergänzt, dass Jens-André Paffenholz am Institut für Geotechnik und Markscheidewesen der TU Clausthal eine Professur aufgenommen hat.

#### Wissenschaftspreis (DGK Preis) 2020

Der DGK Wissenschaftspreis wird turnusgemäß alle zwei Jahre vergeben. Ein Problem im letzten Jahr war die Befangenheit einiger Mitglieder der Jury, weil diese selbst Kandidaten nominiert hatten. Um dies in Zukunft zu vermeiden, schlägt Th. Kötter vor, Jurymitglieder aus dem Kreis der Korrespondierenden Mitgliedern zu bestimmen. Die Mindestanzahl von Jurymitgliedern sollte vier sein; zusätzlich der Vorsitzende des Fördervereins. Damit hätte die Jury eine Größe von mindestens 5 Personen. Als Jurymitglieder 2020 werden Hans-Berndt Neuner, Dimitrios Tsoulis, George Vosselman und Andreas Wieser vorgeschlagen. Karl-Heinz Thiemann soll als Vorsitzender des Fördervereins ebenfalls Mitglied der Jury sein. Ziel ist es, alle Bereiche der Geodäsie abzubilden. Zur Umbildung der Auswahlkommission müssen die Statuten zum Förderverein geändert werden.

Per Akklamation wird der Änderung der Statuten zugestimmt. Sämtliche 34 anwesenden stimmberechtigten Mitglieder der DGK befürworten die Änderung, somit ist das erforderliche Quorum erreicht.

Th. Kötter schlägt vor, den Preis im Rahmen der Intergeo auf dem Campus Geoinformation zu überreichen. Gleichzeitig könnte der Preisträger bei der nächsten DGK Sitzung vortragen.

#### Wahlen: Vorsitz, Beirat und Mitglieder

##### Wahl des Vorsitzenden der DGK

Urs Hugentobler erläutert die Regularien zur Wahl des Vorsitzenden. Die „Wahl des Vorsitzenden des Ausschusses erfolgt auf Vorschlag eines oder mehrerer Ordentlicher Mitglieder. Der Vorgeschlagene muss Ordentliches Mitglied des Ausschusses sein. Der Vorschlag bedarf der Zustimmung von mindestens 2/3 aller Ordentlichen Mitglieder. Erhält der Vorschlag die notwendige Zustimmung, wird er an die Sektion Naturwissenschaften, Mathematik, Technikwissenschaften der Bayerischen Akademie der Wissenschaften zur Ernennung weitergeleitet. Wahl und Bestellung erfolgen für eine Amtszeit von fünf Jahren. Wiederwahl ist zulässig.“ (DGK Geschäftsordnung). Theo Kötters Amtszeit läuft in diesem Jahr ab. Er stellt sich nicht zur Wiederwahl.

Traditionell wird die Wahl durch eine Findungskommission vorbereitet, die aus dem letzten Ständigen Sekretär, sowie den beiden letzten Vorsitzenden besteht. Demzufolge wurden Thomas Wunderlich, Christian Heipke und Reinhard Dietrich für diese Findungskommission benannt. Ch. Heipke berichtet, dass die Findungskommission zügig zu einem Ergebnis gekommen sei und Harald Schuh zur Wahl als nächster DGK-Vorsitzender vorschlägt. Harald Schuh ergreift das Wort. Er sieht die DGK als das wichtigste Gremium der Geodäsie in Deutschland, wo Entscheidungen getroffen werden, die in die Zukunft gerichtet sind und Politikberatung geschieht.

Harald Schuh wird in geheimer Wahl mit 34 von 34 Stimmen der anwesenden Ordentlichen Mitgliedern gewählt, das erforderliche Quorum ist damit erreicht. H. Schuh nimmt die Wahl an.

##### Wahl der Ordentlichen und Korrespondierenden Mitglieder 2019

Die letzten Wahlen fanden in elektronischer und strikt geheimer Form im Januar 2019 statt. Alle vorgeschlagenen Kandidaten wurden mit dem nach Geschäftsordnung erforderlichen Quorum von  $\frac{3}{4}$  aller Ordentlichen Mitglieder gewählt. Die Mitglieder wurden mit Rundbrief vom 29. Januar 2019 über das Wahlergebnis informiert. Die neu-gewählten Mitglieder wurden am 1.2.2019 an der Sitzung der Sektion III der BAdW bestätigt:

als Ordentliches Mitglied

- Univ.-Prof. Dr.-Ing. Annette Eicker, HafenCity Universität Hamburg
- Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Gerke, Technische Universität Braunschweig

als Korrespondierendes Mitglied

- Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Johannes Böhm, Technische Universität Wien
- Prof. Dr.-Ing. Hans-Berndt Neuner, Technische Universität Wien

- Prof. Dr. Peter van Oosterom, Technische Universität Delft
- Prof. Dr.-Ing. Dimitrios Tsoulis, Aristoteles Universität Thessaloniki

#### *Wahl Ordentlicher Mitglieder*

Die Zuwahl erfolgt gemäß unserer Geschäftsordnung §4 Abs. 2, 3 und 5

(2) Die Zuwahl Ordentlicher Mitglieder des Ausschusses erfolgt auf Vorschlag eines oder mehrerer Ordentlicher Mitglieder. Der Vorschlag bedarf der Zustimmung von mindestens 3/4 aller Ordentlichen Mitglieder. Erhält der Vorschlag die notwendige Zustimmung, wird dieser an die Sektion Naturwissenschaften, Mathematik, Technikwissenschaften der Bayerischen Akademie der Wissenschaften zur Ernennung weitergeleitet.

(3) Die Ernennung Ordentlicher Mitglieder erfolgt für die Dauer von 5 Jahren; Wiederwahl ist möglich.

(5) Die Ordentliche Mitgliedschaft im Ausschuss Geodäsie endet

a) nach Ablauf von 5 Jahren, soweit keine Wiederwahl erfolgt.

b) mit dem Tage der Emeritierung oder Versetzung in den Ruhestand,

c) durch jederzeit möglichen Austritt,

d) durch Verlegung des Dienstsitzes in das Ausland. Die Mitgliedschaft geht in diesem Fall automatisch in die eines Korrespondierenden Mitglieds über.

e) durch Ausschluss aus wichtigen Gründen nach Abwahl mit mindestens 3/4-Mehrheit aller Ordentlichen Mitglieder.

Da es z.Z. nur einen freien Platz gibt, schlägt Th. Kötter eine zeitliche Staffelung vor, nach der Thomas Hobiger für 2020 gewählt wird und Dirk Burghardt für 2021, zumal dann erwartungsgemäß wieder ein Platz frei wird. U. Hugentobler erläutert die Rechtmäßigkeit dieses Vorschlages gemäß unserer Geschäftsordnung. Dieser Vorschlag wird angenommen.

Die Unterlagen zu den Wahlvorschlägen wurden rechtzeitig vor der Sitzung an die Ordentlichen Mitglieder versandt. Im Rahmen der Sitzung werden die wichtigsten Daten der Kandidatinnen und Kandidaten nochmals mündlich vorgetragen.

N. Sneeuw stellt Prof. Dr. techn. Thomas Hobiger vor. Er ist Direktor des Instituts für Navigation der Universität Stuttgart. V. Schwieger, U. Hugentobler, J. Kusche und H. Schuh unterstützen den Antrag.

H.-G. Maas stellt Prof. Dr.-Ing. habil. Dirk Burghardt vor. Er ist Inhaber der Professur für Kartographische Kommunikation an der TU Dresden. L. Meng, M. Buchroithner und M. Sester unterstützen den Antrag.

Das laut Geschäftsordnung notwendige Quorum (33 Mitglieder) von 3/4 aller Wahlberechtigten von derzeit 44 Mitgliedern für die Mitgliedswahlen wird mit der Zahl der anwesenden Mitglieder nicht erreicht. Die Wahl wird daher wie im letzten Jahr elektronisch durchgeführt. Die Wahl erfolgt nach Geschäftsordnung für 5 Jahre, eine Wiederwahl ist möglich und explizit erwünscht.

#### *Wahl Korrespondierender Mitglieder*

Nominierungen für neue Korrespondierende Mitglieder sind nicht eingegangen.

#### *Stellvertreter der Abteilungen*

Als Stellv. Sprecher der Abteilung Geoinformatik wird Helmut Mayer von der Abteilung Geoinformatik vorgeschlagen und gemäß Geschäftsordnung vom Plenum gewählt. 34 der 34 anwesenden Ordentlichen Mitgliedern stimmen dafür.

#### *Wahl des Beirats Geodäsie*

L. Meng leitet die Wahl zum Beirat ein. H. Mattson scheidet aus. Dafür stellt sich Prof. Peter Ekbäck - Division of Real Estate Planning and Land Law, Royal Institute of Technology, KTH, Stockholm zur Verfügung. Die weiteren Mitglieder des Beirates stellen sich zur Wiederwahl. Th. Kötter erläutert, dass laut Geschäftsordnung eine Zweidrittelmehrheit ausreichend ist. Per Akklamation wird der Beirat einschließlich Stellvertreter und Vorsitzende einstimmig mit 33 Stimmen gewählt:

Vorstand

- Liqiu Meng (Vorsitz, Deutschland)
- Orhan Altan (Stellv. Vorsitz, Türkei)

## Mitglieder

- Alojz Kopáčik (Slowakei)
- Evangelos Livieratos (Griechenland)
- Peter Ekbäck (Schweden)
- Markku Poutanen (Finnland)

Weiterhin gehören dem Beirat laut Geschäftsordnung ex officio an:

- Harald Schuh (Vorsitz DGK)
- Urs Hugentobler (Ständiger Sekretär DGK)
- Olaf Hellwich (Vorsitz DGK Lenkungsreis)

## Wiederwahl der Ordentlichen Mitglieder nach 5 Jahren

Th. Kötter eröffnet die Diskussion zur Wiederwahl Ordentlicher Mitglieder nach fünf Jahren. Das Plenum ist sich einig, dass die Wiederwahl nach fünf Jahren kein reiner Automatismus sein solle. H. Schuh berichtet von einem Fall aus der von ihm ehemals geleiteten ÖGK, wo ein Mitglied wegen kompletter Abwesenheit bei den Sitzungen entpflichtet wurde. Danach wurde das Mitglied indessen sehr aktiv. U. Hugentobler erläutert, dass laut Geschäftsordnung die Mitgliedschaft Korrespondierender Mitglieder nicht befristet ist.

## Vorstellung neuer Mitglieder und neuer Ständige Gäste

Theo Kötter begrüßt die zwei neuen Ordentlichen Mitglieder Annette Eicker, HafenCity Universität Hamburg und Markus Gerke, TU Braunschweig. Als neue Korrespondierende Mitglieder begrüßt er Johannes Böhm, TU Wien, Hans-Berndt Neuner, TU Wien, Peter van Oosterom, Technische Universität Delft sowie Dimitrios Tsoulis, Aristoteles Universität Thessaloniki.

Weiterhin begrüßt Theo Kötter Siegmund Liebig als neuen Vorsitzenden der AdV. Er gratuliert den neuen Mitgliedern und Ständigen Gästen zu ihren neuen Ämtern und lädt zur aktiven Mitarbeit in der DGK ein.

Im Folgenden stellen sich die neuen Kollegen vor.

### *Annette Eicker, Hafenuniversität Hamburg – neues Ordentliches Mitglied*

Die Arbeitsschwerpunkte liegen in der Anwendung und Modellierung von Satelliten-Schwerefeld-Daten, z.B. im Vergleich von Klimamodellen mit GRACE Daten.

### *Markus Gerke, TU Braunschweig – neues Ordentliches Mitglied*

M. Gerke stellte sich bereits im Anschluss seiner Vorstellung der TU Braunschweig vor. Seine Arbeitsschwerpunkte liegen in der Photogrammetrischen Methodenentwicklung und -anwendung, z.B., Schrägluftbilder, UAV's, und Kartierung von linienhaften Objekten.

### *Johannes Böhm – neues Korrespondierendes Mitglied*

Die Forschungsfelder liegen in der VLBI, insbesondere im „scheduling“, raw data processing, earth rotation, reference frames, VLBI to artificial objects und simulation.

### *Hans-Berndt Neuner – neues Korrespondierendes Mitglied*

Die Forschungsfelder liegen im Bereich der space-continuous measurements and processing techniques in engineering geodesy als auch kinematic measurement tasks in engineering geodesy

### *Peter van Oosterom – neues Korrespondierendes Mitglied*

P. v. Oosterom war nicht anwesend.

### *Dimitrios Tsoulis – neues Korrespondierendes Mitglied*

Die Forschungsfelder liegen in der Theorie und Anwendungen von Potentialfeldern. D. Tsoulis publizierte zudem vier Lehrbücher in Vermessung, Satellitengeodäsie, Potentialtheorie und Referenzsysteme.

## Freitag, 29.11., 09:00 Uhr – 13:00 Uhr

### Top 5: Berichte aus der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

[Grüßworte und Bericht aus der Akademie, BAdW-Präsident Thomas Höllmann](#)

BAdW Präsident Thomas Höllmann begrüßt die DGK im Namen der BAdW. Das Leibniz-Rechenzentrum wurde u.a. als IT-Kathedrale bezeichnet. Das Research Institut for Digital Transformation wurde eingeweiht. Außerdem gibt es eine neue adhoc Gruppe „Faktizität der Welt“. Es geht nicht „nur“ um fake news in der Öffentlichkeit, sondern auch innerhalb der Wissenschaft. Band 1 von Akademie Aktuell hat den Titel „Hoch Hinauf – Berge im Fokus der Forschung“ und ist evtl. von Interesse für das geodätische Fachpublikum.

[Bericht aus dem Beirat Geodäsie, Liqiu Meng](#)

L. Meng berichtete am Donnerstag von der 5. Beiratssitzung. Auch sie erwähnt die geringen Studierendenzahlen. Das ist nicht nur in Deutschland der Fall, sondern europaweit. Der Beirat schlägt vor, die Sichtbarkeit der Geodäsie zu erhöhen. Weiterhin schlägt der Beirat vor, die Kommunikation und Zusammenarbeit mit der Bayerischen Akademie der Wissenschaften zu verstärken.

### Top 6: Berichte der Universitätsstandorte

[6 a\) Universität der Bundeswehr München, Karl-Heinz Thiemann](#)

Die Universitäten der Bundeswehr wurden 1973 in Hamburg und München als »Reform-Universitäten« gegründet, um eine vollwertige akademische Ausbildung der Offiziere als Teil der Offiziersausbildung anzubieten. Träger ist das Bundesministerium der Verteidigung (BMVg). Es gibt 3.000 Studierende, davon sind 400 weiblich. Von den 1.300 Mitarbeitern sind 200 Professoren, 500 wissenschaftliche Mitarbeiter und 600 Mitarbeiter in Verwaltung und Technik. Das Betreuungsverhältnis je Professor ist 1:10 bis 1:20. Das Studienjahr ist in Trimester eingeteilt. Der Bachelor dauert entweder 7 oder 9 Trimester. Der Studiengang Geodäsie und Geoinformation wurde ab 2005 eingestellt. Die Geodäsie gibt es aber noch als Institut.

[RWTH Aachen \(Jörg Blankenbach\)](#)

Die RWTH Aachen ist mit mehr als 45.000 Studierenden die größte Technische Universität in Deutschland. Es gibt eine Professur für Geodäsie, die in die Studiengänge Informatik, Bauingenieurwesen und Elektrotechnik eingebunden ist. Forschungsschwerpunkte sind 3D-Erfassung und Modellierung, BIM für das Bestandsimmobilienmanagement, sowie Entwicklung von UAV- Technologie und Anwendungen.

[TU Braunschweig \(Markus Gerke\)](#)

Die TU Braunschweig ist die älteste Technische Universität Deutschlands. Die Geodäsie ist in der Fakultät 3 Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften angesiedelt. Ca. 20.000 Studierende sind an der Universität eingeschrieben. Das Institut für Geodäsie und Photogrammetrie wird seit 2017 von Herrn Gerke geleitet.

### Top 7: Anwendungsorientierte Forschung, Praxis und Beruf

[Bundesministerium des Inneren- BMI Referat H III 5 - Geoinformationswesen \(Janet Heuwold\)](#)

Zu den Aufgaben gehören die Koordinierung der Geodäsie und des Geoinformationswesens auf Bundesebene, Geofortschrittsberichte der Bundesregierung, Vorsitz Interministerieller Ausschuss für Geoinformationswesen (IMAGI), Mitwirkung beim Betrieb und Ausbau der Geodateninfrastruktur Deutschland (GDI-DE) und die Umsetzung der Richtlinie zur Schaffung einer Geodateninfrastruktur in der EU –Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE) im Bundesbereich. Zudem hat das BMI die Fachaufsicht über das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG). Gegenwärtige Ziele sind der Ausbau des Geodätischen Observatoriums Wettzell und der Aufbau eines Satellitengestützten Krisen- und Lagedienstes.

[Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland \(AdV\) \(Sigmar Liebig\)](#)

Sigmar Liebig erläutert die Arbeit der AdV und stellt Prognosen zu Personalabgängen und Bedarf vor. Die Außenvertretung Deutschlands in fachpolitischen Gremien, z. B. der UN oder der EU, obliegt dem Bund, der durch das BKG vertreten wird. Die AdV nimmt allerdings als Delegationsteilnehmer teil. Die AdV half bei der Neufassung der Richtlinie 2003/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die Weiterverwendung von Informationen des öffentlichen Sektors (PSI-Richtlinie). Schwerpunkt der Neufassung liegt auf freier Verfügbarkeit

von Daten des öffentlichen Sektors, insbesondere von „hochwertigen Datensätzen. Zu den aktuellen Arbeitsfeldern/ Zukunftsthemen gehören Simplifizierte Datenmodelle, Open Sources, AdV-Cloud und Autonomes Fahren

[Bund der Öffentlich Bestellten Vermessungsingenieure \(BDVI\) \(Michael Zurhorst\)](#)

Michael Zurhorst stellt den BDVI vor und erläutert anstehende Themen. Eine wichtige Initiative ist der Wirtschaftsrat Geodateninfrastruktur Deutschland (GDI-DE). Ca. 15 Organisationen sind beteiligt. Ein Hauptziel ist und bleibt Open Data. Der BDVI widmete sich auf seinem diesjährigen Jahreskongress der Thematik BIM - Building Information Modeling. M. Zurhorst erläutert, wie sich die Bauplanung durch BIM weiter entwickeln wird.

[Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Landentwicklung \(ArgeLandentwicklung\) Maximilian Geierhos, Verwaltung für Ländliche Entwicklung, Bayerische Vermessungsverwaltung, für Andrea Heidenreich](#)

Die Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Landentwicklung (ArgeLandentwicklung) ist ein Arbeitsgremium der Agrarministerkonferenz (AMK) und dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Die Landentwicklungsverwaltungen aller Länder arbeiten mit dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) zusammen. Ein aktueller Schwerpunkt liegt in der Schaffung gleichwertiger Lebensverhältnisse im gesamten Bundesgebiet. Weitere zentrale Themen sind Universitäre Ausbildung, Klimaschutz, sparsamer Umgang mit Fläche sowie Naturschutz und Biodiversität.

### Top 8: Grundsatz- und Strukturfragen

H. Schuh erläuterte im Vortag, dass die Vereinbarung zwischen DGK und dem GFZ bis 12/2024 verlängert wird. Das GFZ finanziert bereits seit 2015 anstelle der BAdW die DGK-Geschäftsstelle und erfüllt damit seine Evaluierungsempfehlungen zur Übernahme von Gremienverantwortung im nationalen und internationalen Rahmen. Durch die Vernetzung mit allen maßgeblichen Geodäsie- und Geoinformations-Professoren/innen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz spielt das GFZ eine anerkannte Rolle als Schnittstelle und Koordinator der geodätischen Unternehmungen im deutschsprachigen Raum. Durch die DGK am GFZ wird Kontinuität in den langfristig angelegten Forschungsaufgaben sowie ein hohes Qualitätsniveau der wissenschaftlichen und infrastrukturellen Leistungen des GFZ gefördert.

### Top 9: Öffentlichkeitsarbeit

[Tag der Geodäsie, Jahresberichte](#)

Wegen der fortgeschrittenen Zeit können die Themen Jahresberichte der DGK, Wissenschaftliche Veröffentlichungen und Tag der Geodäsie Deutschland lediglich kurz behandelt und diskutiert werden. Th. Kötter verweist auf das Internet und geht mündlich kurz auf den Tag der Geodäsie ein. Der Tag der Geodäsie wurde an über 50 Standorten durchgeführt und ist jetzt auch über Wikipedia präsent.

Im vergangenen Jahr wurden in der DGK Reihe C 17 Dissertationen publiziert.

Der DGK Jahresbericht wurden an die BADW versandt. Das DGK Jahrbuch 2018 wurde veröffentlicht.

### Top 10: Termine

- [Veranstaltungen](#)

Eine Übersicht über alle Veranstaltungen ist auf der DGK-Website <https://dggk.badw.de/veranstaltungen-termin.html> zu finden. Es wird gebeten, interessante Veranstaltungen jeweils zeitnah der DGK-Geschäftsstelle zu melden.

Der 5. Juni 2020 wird als nächster Tag der Geodäsie Deutschland festgelegt. Hierzu sind lokale „Untertitel“ und eigenverantwortliche Aktionen willkommen. Dadurch verstärkt sich auch die Multiplikatorenwirkung.

- [Jahressitzung 2020](#)

Die nächste Jahresversammlung findet vom 25-27. November 2020 in München statt. Die übrigen Termine werden versendet.

### Top 11: Verschiedenes

Als Schwerpunktthema (Mittwochnachmittag) für die nächste DGK Sitzung wird BIM ausgewählt.

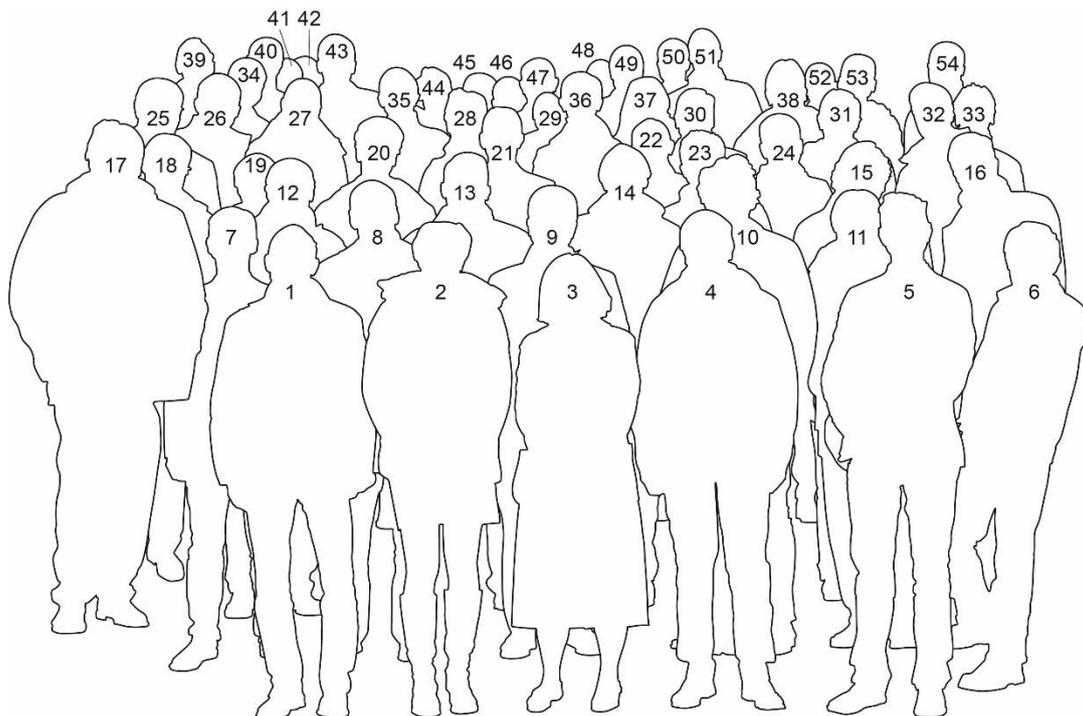
Th. Kötter erklärt, dass sein Vorsitz für die DGK turnusgemäß mit Ablauf des Jahres 2019 endet. Aus seiner Sicht ist die DGK Sitzung „ein Muss für alle Geodäten, die sich über den Stand der Geodäsie in Lehre und Forschung informieren wollen.“ Die Bedeutung der DGK beschreibt er weiterhin mit dem Satz von Aristoteles „Das Ganze ist mehr als die Summe der Teile.“

Th. Kötter bedankt sich für die gute Zusammenarbeit und Unterstützung im Vorstand mit der Geschäftsstelle, den Mitgliedern und allen Beteiligten. Dem neuen Vorsitzenden wünscht er viel Erfolg und eine glückliche Hand.

Urs Hugentobler übernimmt das Wort und dankt Th. Kötter für seine exzellente und konsensfindende Arbeit. Th. Kötter hat die DGK mit ruhiger Hand zielsicher durch den Strukturwandel geleitet. Auch andere Projekte, wie den DQR, hat Th. Kötter übernommen und erfolgreich durchgeführt. Th. Kötter ist es gelungen, für aktuelle Herausforderungen der DGK und Geodäsie konsensfähige Lösungen zu entwickeln und u.a. die DGK Jahressitzungen mit neuen Akzenten zu versehen.

Mit seinem Dank an U. Hugentobler, S. Mannel und H. Hornik schließt der Vorsitzende der DGK Theo Kötter die Jahressitzung 2019.

Protokoll: Sylvio Mannel



**Sitzung des Ausschusses Geodäsie (DGK) der Bayerische Akademie der Wissenschaften, 27.-29.11.2019, München – Sitzungsteilnehmer:**

1 Roland Pail, 2 Annette Eicker, 3 Monika Sester, 4 Theo Kötter, 5 Sylvio Mannel, 6 Siegfried Meier, 7 Urs Hugentobler, 8 Harald Schuh, 9 Hansjörg Kutterer, 10 Stefan Hinz, 11 Orhan M. Altan, 12 Paul Becker, 13 Markus Gerke, 14 Volker Schwieger, 15 Andrew Frank, 16 Lambert Wanninger, 17 Uwe Stilla, 18 Siegmur Liebig, 19 Wolf-Dieter Schuh, 20 Christian Heipke, 21 Cyrill Stachniss, 22 Jürgen Kusche, 23 Johannes Böhm, 24 Helmut Mayer, 25 Miodrag Rocić, 26 Heiner Kuhlmann, 27 Walter de Vries, 28 Jan-Henrik Haurert, 29 Janet Heuwold, 30 Karl-Heinz Thiemann, 31 Michael Möser, 32 Jürgen Müller, 33 Ralf Bill, 34 Manfred Buchroithner, 35 Olaf Hellwich, 36 Dimitrios Tsoulis, 37 Maria Hennes, 38 Winrich Voß, 39 Hermann Drewes, 40 Martin Kada, 41 Klaus Schnädelbach, 42 Helmut Hornik, 43 Ingo Neumann, 44 Alexandra Weitkamp, 45 Reiner Rummel, 46 Johan Neuner, 47 Dietmar Grünreich, 48 Nico Sneeuw, 49 Jörg Blankenbach, 50 Lars Bernard, 51 Frank Neitzel, 52 Hans-Berndt Neuner, 53 Erik Grafarend, 54 Hans-Gerd Maas

*Photo: Lure Räuber*



## **Veröffentlichungen der DGK**

- C 840

Mahmud Haghshenas Haghghi

*Local and Large Scale InSAR Measurement of Ground Surface Deformation*

München 2019, ISBN 978-3-7696-5252-9, 155 S., [PDF-Download](#)

(identisch mit / identical with: Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Universität Hannover ISSN 0174-1454, Nr. 354, Hannover 2019)

- C 839

Xin Zhao

*Terrestrial Laser Scanning Data Analysis for Deformation Monitoring*

München 2019, ISBN 978-3-7696-5251-2, 138 S., [PDF-Download](#)

(identisch mit / identical with: Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Universität Hannover ISSN 0174-1454, Nr. 353, Hannover 2019)

- C 838

Kyriakos Balidakis

*On the development and impact of propagation delay and geophysical loading on space geodetic technique data analysis*

München 2019, ISBN 978-3-7696-5250-5, 291 S., [PDF-Download](#)

(identisch mit / identical with: Universitätsbibliothek der Technischen Universität Berlin DOI: 10.14279/depositonce-9125, Berlin 2019)

- C 837

Yusheng Xu

*Reconstruction of Building Objects from Point Clouds of Built Environment and Construction Sites*

München 2019, ISBN 978-3-7696-5249-9, 178 S., [PDF-Download](#)

(identisch mit / identical with: E-Dissertation auf mediaTUM <https://mediatum.ub.tum.de/?id=1464354>)

- C 836

Ferdinand Vettermann

*Extraktion und Auswertung von Geodaten aus Sozialen Netzwerken als Element der Bürgerbeteiligung in kommunalen Belangen der Hansestadt Rostock*

München 2019, ISBN 978-3-7696-5248-2, 180 S., [PDF-Download](#)

- C 835

Jinwei Zhang

*Assessing the statistical relations of terrestrial water mass change with hydrological variables and climate variability*

München 2019, ISBN 978-3-7696-5247-5, 202 S., [PDF-Download](#)

(identisch mit / identical with: Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie der Universität Stuttgart <http://dx.doi.org/10.18419/opus-10474> , Stuttgart 2019)

- C 834

Omid Elmi

*Dynamic water masks from optical satellite imagery*

München 2019, 978-3-7696-5246-8, 203 S., [PDF-Download](#)

- C 833

Jan Zwiener

*Robuste Zustandsschätzung zur Navigation und Regelung autonomer und bemannter Multikopter mit verteilten Sensoren*

München 2019, ISBN 978-3-7696-5245-1, 252 S., [PDF-Download](#)

(identisch mit / identical with: Schriftenreihe der Fachrichtung Geodäsie Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwissenschaften Technische Universität Darmstadt ISBN 978-3-935631-43-3, Heft 54, Darmstadt 2019)

- C 832

Thorsten Hoberg

*Conditional Random Fields zur Klassifikation multitemporaler Fernerkundungsdaten unterschiedlicher Auflösung*

München 2019, ISBN 978-3-7696-5244-4, 119 S., [PDF-Download](#)

(identisch mit / identical with: Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Universität Hannover ISSN 0174-1454, Nr. 349, Hannover 2018)

- C 831

Manuel Schilling

*Kombination von klassischen Gravimetern mit Quantensensoren*

München 2019, ISBN 978-3-7696-5243-7, 144 S., [PDF-Download](#)

(identisch mit / identical with: Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Universität Hannover ISSN 0174-1454, Nr. 350, Hannover 2019)

- C 830

Sebastian Wuttke

*Aktives Lernen mit Segmentierung und Clusterbildung zur bildbasierten Klassifikation der Landbedeckung*

München 2019, ISBN 978-3-7696-5242-0, 120 S., [PDF-Download](#)

- C 829

Julia Neelmeijer

*Observing Inter- and Intra-Annual Glacier Changes and Lake Loading Effects from Synthetic Aperture Radar Remote Sensing*

München 2019, ISBN 978-3-7696-5240-6, 150 S., [PDF-Download](#)

(identisch mit / identical with: Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Universität Hannover ISSN 0174-1454, Nr. 348, Hannover 2018)

- C 828

Youness Dehbi

*Statistical relational learning of semantic models and grammar rules for 3D building reconstruction from 3D point clouds*

München 2019, ISBN 978-3-7696-5241-3, 71 S., [PDF-Download](#)

(identisch mit / identical with: E-Dissertation bei der Universitäts- und Landesbibliothek Bonn URL: <http://hss.ulb.uni-bonn.de/2016/4532/4532.htm> )



**Ausschuss Geodäsie (DGK) und Beirat Geodäsie**  
**der**  
**Bayerischen Akademie der Wissenschaften**

**Geschäftsordnung**

## Vorbemerkung (2016)

Folgender Text ist nicht Bestandteil der Geschäftsordnung des Ausschusses Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (DGK), ehemals Deutsche Geodätische Kommission (bei) der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (DGK), vielmehr wird die Entstehung der vorliegenden Geschäftsordnung, vormals Satzung, seit den ersten Anfängen der DGK in Kurzform geschildert um damit das Verständnis des Sachverhalts zu fördern. – Bis zum Jahr 2013 hatte die Kommission den Status eines eingetragenen Vereins, sie führte die Bezeichnung "Deutsche Geodätische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften e.V. (DGK e.V.)" und hatte dadurch naturgemäß eine eigene Satzung. 2013 wurde die Kommission in die "Deutsche Geodätische Kommission der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (DGK)" überführt und die frühere Satzung unter Anpassung der nunmehrigen Erfordernisse in eine Geschäftsordnung umgesetzt. – Mit Wirkung vom 01.03.2016 trat nachfolgende neue Geschäftsordnung in Kraft, nach welcher die DGK die Bezeichnung "Ausschuss Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (DGK)" trägt.

Ihre erste Satzung hat sich die Deutsche Geodätische Kommission am 24. März 1952 gegeben; eingetragen wurde sie im Vereinsregister, Bd. 16, Nr. 26 am 9.6.1952 beim Amtsgericht München, Registergericht. Sie ist veröffentlicht in "Berichte über die Vollsitzung der Deutschen Geodätischen Kommission am 24./26. März 1952 in München". Vorausgegangen war ein Satzungsentwurf, publiziert in "Sitzungsberichte über die 1. Vollsitzung der DGK am 25. und 26. Mai 1951 im Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt a. M."

1964 machte die inzwischen eingetretene Unterscheidung der Kommissionsmitglieder in Ordentliche, Korrespondierende und Entpflichtete Mitglieder eine erste Satzungsänderung notwendig, die am 16. September 1964 in Kraft getreten ist. Diese geänderte Satzung ist veröffentlicht in "Berichte über die Vollsitzung der DGK am 5. und 6. März 1964 in München".

Durch eine Bemerkung des Bayerischen Obersten Rechnungshofes zur Rechnungsprüfung 1966 der Abt. I des Deutschen Geodätischen Forschungsinstituts (DGFI) wurde eine Ergänzung der Satzung bezüglich des Vermögens nötig. Nach erfolgter Abstimmung in der DGK sowie der Einholung der nötigen Zustimmungen des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus sowie des Bundesministers des Innern konnte die neue Satzung mit der Eintragung in das Vereinsregister Bd. 16, Nr. 26a/5050 am 6. April 1970 in Kraft treten. Der Text ist in "Berichte über die Vollsitzung der DGK am 14. und 15. Mai 1970 in München" veröffentlicht.

Mit Schreiben vom 3. Januar 1979 hat das Finanzamt München für Körperschaften Auflagen in Bezug auf die Gemeinnützigkeit des Vereins und die besondere Förderungswürdigkeit der Vereinszwecke verlangt, die eine weitere Änderung zur Folge hatten. Diese Änderung ist beim Amtsgericht München im Vereinsregister unter Nr. 5050, Beschluss Bl. 56 mit Anlage am 8. Mai 1980 eingetragen worden. Veröffentlicht ist diese neue Satzung in "Berichte über die Vollsitzung der DGK am 19. und 20. April 1979".

Im Laufe der Zeit sind sowohl in der Organisation, als auch beim Zusammenwirken der Institutionen im Bereich der DGK eine Reihe von Änderungen eingetreten, die einer Verankerung in der Satzung bedurften. Dies wurde auch wiederholt in einigen Sitzungen der Kommission zum Ausdruck gebracht. Der entsprechende Satzungstext wurde von der DGK auf ihrer Vollsitzung am 26. und 27.11.1987 beschlossen. Nach Genehmigung durch den Präsidenten der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, das Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst sowie den Bundesminister des Innern wurde die neue Satzung vom Amtsgericht München, Registergericht, mit Datum 9.5.1988, unter AZ. VR 5050 in das Vereinsregister eingetragen.

Bedingt durch sachliche sowie durch vereinsrechtliche Gründe war es notwendig, die bestehende Satzung der Deutschen Geodätischen Kommission neuerlich zu ändern. Die Neufassung wurde von der Mitgliederversammlung auf der Jahresvollsitzung der Kommission vom 24.–26.11.1993 mit der erforderlichen Mehrheit von 2/3 der Ordentlichen Mitglieder angenommen. Nach Genehmigung durch den Präsidenten der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, das Bayerische Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst sowie den Bundesminister des Innern wurde die neue Satzung vom Amtsgericht München, Registergericht, mit Datum 17.3.1994, unter AZ. VR 5050 in das Vereinsregister eingetragen.

Durch Erlass des Bundesministers des Innern vom 4.8.1997 wurde das Institut für Angewandte Geodäsie in ein Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) umstrukturiert und seine Einbindung als Abt. II des Deutschen Geodätischen

Forschungsinstituts aufgegeben. Das DGFI wird damit allein durch die bisherige Abt. I des DGFI gebildet, dessen Aufgabenbereich sich dadurch nicht geändert hat. Die Satzung musste diesen organisatorischen Veränderungen angepasst werden. Zusätzlich war Auflagen des Finanzamts für Körperschaften, München, in Bezug auf die Gemeinnützigkeit des Vereins Rechnung zu tragen. Die entsprechenden Änderungen der Satzung wurden von der Mitgliederversammlung auf der Jahresvollsitzung der Kommission vom 26.–28.11.1997 mit der erforderlichen Mehrheit von 2/3 der Ordentlichen Mitglieder angenommen; sie sind in der nachfolgenden Neufassung berücksichtigt. Nach Genehmigung der Änderungen durch den Präsidenten der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, das Bayerische Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst sowie den Bundesminister des Innern wurden diese vom Amtsgericht München, Registergericht, mit Datum 13.5.1998, unter AZ. VR 5050 in das Vereinsregister übernommen. Der vollständige Text ist in "Deutsche Geodätische Kommission – Jahresbericht 1997" veröffentlicht.

In Folge einer Begutachtung des Deutschen Geodätischen Forschungsinstituts (DGFI) durch den Wissenschaftsrat im Jahre 2005 wurde eine Änderung der Bindung des DGFI an die DGK empfohlen sowie die Neustrukturierung der mit Geodäsie befassten Forschungsinstitutionen im Münchner Raum vorgeschlagen. Infolgedessen ergab sich auch der Anlass, das zukünftige Aufgabenspektrum sowie die Struktur der DGK neu zu überdenken. In diesem Zusammenhang sollte auch, wie bereits früher vorgeschlagen, die Gestaltung der Jahressitzungen überdacht werden. Aus diesen Veränderungen ergab sich die Notwendigkeit einer Änderung der Satzung der Kommission. Nach längerer Vorbereitung wurde auf der Jahressitzung 2008 vom 26.–28.11.2008 ein Entwurf vorgelegt, der nach einigen Änderungen das Votum der Kommission fand. Die Bayerische Akademie der Wissenschaften und das Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst genehmigten den Entwurf ebenfalls. Nach einer neuerlichen Abstimmung über Rundbrief wurde der Text dem Amtsgericht München – Registergericht zur Eintragung in das Vereinsregister vorgelegt. Mit Schreiben des Gerichts vom 06.08.2009 fand die neue Satzung ihre endgültige Genehmigung.

Die DGK untergliederte sich nunmehr in wissenschaftliche Sektionen sowie eine Sektion für Lehre, die vorherigen Arbeitskreise wurden aufgelöst und gingen in die entsprechenden Sektionen über. Auch nach der neuen Satzung war der Kommission das Deutsche Geodätische Forschungsinstitut (DGFI) zur Durchführung von Forschungsarbeiten angegliedert. Die Sektion "Physikalische Geodäsie und Satellitengeodäsie" bildete das wissenschaftliche Forum der DGK für die regelmäßige Berichterstattung des DGFI und den unmittelbaren gegenseitigen Austausch. Der Direktor des DGFI gehört der DGK ex officio als Ordentliches Mitglied an. Der "Wissenschaftliche Beirat der Kommission" wurde in den "Wissenschaftlichen Ausschuss der Kommission" überführt.

Im Zuge einer turnusmäßigen Überprüfung der BAdW durch den Obersten Bayerischen Rechnungshof hat dieser in seinem Prüfungsbericht vom 20.03.2012 bzgl. der DGK notiert, dass deren Struktur als eingetragener Verein (e.V.) und gleichzeitig "Kommission bei der BAdW" nicht mehr zeitgemäß sei, demzufolge die Auflösung des Vereinsstatus und eine Überleitung in den Status einer "Kommission der BAdW" anzustreben seien. Diese Empfehlung wurde der BAdW sowie dem Ministerium mitgeteilt. In der Folge wurde nach zahlreichen vorbereitenden Gesprächen zwischen Leitung der BAdW und Vorstand der Kommission der Entwurf einer, die bisherige Satzung der Kommission ersetzende, Geschäftsordnung sowie eine, diese Umsetzung betreffende, Beschlussvorlage der Kommission erarbeitet. Nach eingehender Diskussion beschloss das Plenum der Jahressitzung vom 09.11.2012 mit der nach Satzung erforderlichen Mehrheit die

- Aufgabe des Status der Deutschen Geodätischen Kommission (DGK) als "eingetragener Verein (e.V.)" und "Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (BAdW)" und Überleitung der DGK in eine "Kommission der BAdW",
- Annahme des Entwurfs der Geschäftsordnung der "Deutschen Geodätischen Kommission der Bayerischen Akademie der Wissenschaften" mit Auftrag an den Vorstand der DGK zur Ausarbeitung einer endgültigen Geschäftsordnung im Benehmen mit der BAdW.

Dem entsprechend wurde von der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der BAdW auf deren Sitzung vom 14.12.2012 der folgende Beschluss gefasst:

- Gemäß § 19 der Satzung der Bayerischen Akademie der Wissenschaften wird die Deutsche Geodätische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in die Deutsche Geodätische Kommission der Bayerischen Akademie der Wissenschaften übergeleitet. Sämtliche Mitgliedschaftsrechte sollen gewahrt bleiben.

Damit war eine wesentliche Forderung des Bayerischen Obersten Rechnungshofes erfüllt. Zudem begleiten die Vereinsauflösung und die damit einhergehende vollständige Integration der DGK in die BAdW die geplante Neustrukturierung des geowissenschaftlichen Forschungsbereiches an der Akademie. Die DGK soll dabei einen wesentlichen Bestandteil

dieser geplanten Weiterentwicklung bilden.

In der Folge wurde der Entwurf der Geschäftsordnung weiter umgearbeitet und der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der BAdW zugeleitet. In ihrer Sitzung vom 05.07.2013 hat die Klasse diese Geschäftsordnung ohne Gegenstimme angenommen und sie wurde vom Präsidenten der BAdW unterzeichnet. Damit wurde die DGK auf mit Wirkung vom 01.08.2013 endgültig eine Kommission der BAdW. – Der Text dieser Geschäftsordnung ist in “Deutsche Geodätische Kommission – Jahrbuch 2013” veröffentlicht.

Mit 01.01.2015 wurde das Deutsche Geodätische Forschungsinstitut (DGFI) aus der DGK und BAdW ausgegliedert und Bestandteil der Technischen Universität München (TUM). Demzufolge war die Geschäftsordnung erneut umzuschreiben indem alle das DGFI betreffenden Passagen unwirksam wurden. Die bis dahin im Stellenplan des DGFI verankerten Personalstellen der Geschäftsstelle der DGK entfielen damit, eine Eingliederung in den Stellenplan der BAdW war nicht möglich. Um die Geschäftsstelle zu erhalten, wurde diese beim Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ angesiedelt. Zusätzlich wurden etliche geringfügige Änderungen angebracht, die wesentlichste davon betraf die Aufnahme des Direktors des Departments 1 des Helmholtz-Zentrums Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ als ex-officio-Mitglied in den Kreis der Ordentlichen Mitglieder der DGK. – Diese Geschäftsordnung trat zum 01.01.2015 in Kraft. – Der eingetragene Verein “Deutsche Geodätische Kommission der Bayerischen Akademie der Wissenschaften e.V. (DGK e.V.) wurde vom Amtsgericht München mit Datum vom 17.11.2016 aus dem Vereinsregister gelöscht.

Infolge der Umsetzung der Ergebnisse der Evaluierung der BAdW im Jahre 2012 und der damit einhergehenden tiefgreifenden Umstrukturierung der BAdW wurde die bisher übliche Bezeichnung "Kommission" für die Forschungsstellen der BAdW abgeschafft. Die bisherige "Deutsche Geodätische Kommission der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (DGK)" erhielt dabei die Bezeichnung "Ausschuss Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften", das Akronym "DGK" wurde ausdrücklich beibehalten. Die bisherigen "Sektionen" der DGK wurden in "Abteilungen", der "Wissenschaftliche Ausschuss der Kommission" in "Lenkungskreis" umbenannt. Ebenfalls in Anlehnung an die neuen Strukturen innerhalb der BAdW wurde dem Ausschuss ein “Beirat Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften" zugeordnet. Laut Geschäftsordnung berät dieser Beirat den Ausschuss hinsichtlich der in § 3 Abs. 1 genannten Aufgaben, eine Weisungsbefugnis des Beirats gegenüber dem Ausschuss besteht indessen nicht. Infolge der Aufteilung der bisherigen zwei "Klassen" in vier "Sektionen" der BAdW wurde die bisherige Zuständigkeit der "mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der BAdW" für die DGK auf die neu gebildete "Sektion III – Naturwissenschaften, Mathematik, Technikwissenschaften der BAdW" übertragen. Die interne Struktur der DGK blieb, abgesehen von einigen Umbenennungen und Festlegung von Amtszeiten, indessen weitgehend unberührt.

Diese Geschäftsordnung wurde Plenum der Bayerischen Akademie in seiner Sitzung vom 19.02.2016 genehmigt, sie trat am 01.03.2016 in Kraft und ist im Jahrbuch 2016 der DGK sowie auf der Homepage <<http://www.dgk.badw.de/i>> publiziert.

# **Geschäftsordnung für den Ausschuss Geodäsie (DGK) und den Beirat Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften**

## **Präambel**

Der Ausschuss Geodäsie (DGK) und der Beirat Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften geben sich als eine Gemeinschaft von Wissenschaftlern mit Zustimmung der Sektion Naturwissenschaften, Mathematik, Technikwissenschaften (Sektion III) der Bayerischen Akademie der Wissenschaften die folgende Geschäftsordnung. Alle Personen- und Funktionsbezeichnungen in dieser Wahlbekanntmachung gelten für Frauen und Männer in gleicher Weise.

## **I. Rechtsstellung und Aufgabe**

### **§ 1 Status**

Der Ausschuss Geodäsie (DGK) und der Beirat Geodäsie sind Teil der Bayerischen Akademie der Wissenschaften und gehören der Sektion Naturwissenschaften, Mathematik, Technikwissenschaften (Sektion III) der Bayerischen Akademie der Wissenschaften an.

### **§ 2 Bezeichnungen**

Der Ausschuss führt die Bezeichnung „Ausschuss Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (DGK)“. Der Beirat führt die Bezeichnung „Beirat Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften“.

### **§ 3 Aufgaben**

(1) Dem Ausschuss Geodäsie obliegen folgende Aufgaben:

- a) Wissenschaftliche Forschung auf allen Gebieten der Geodäsie,
- b) Beteiligung an nationalen und internationalen Forschungsprojekten,
- c) Vertretung der Geodäsie im nationalen und internationalen Rahmen,
- d) Koordinierung der geodätischen Forschung in der Bundesrepublik Deutschland sowie wissenschaftliche Beratung und Unterstützung von universitären und außeruniversitären Einrichtungen,
- e) Publikation ihrer Forschungsergebnisse und deren Verbreitung sowie
- f) Koordinierung des Geodäsiestudiums an den wissenschaftlichen Hochschulen der Bundesrepublik Deutschland.

(2) Der Beirat Geodäsie berät den Ausschuss hinsichtlich der in § 3 Abs. 1 genannten Aufgaben.

## II. Gliederung und Aufbau des Ausschusses

### § 4 Struktur und Ordentliche Mitglieder

- (1) Der Ausschuss Geodäsie wird durch seine Ordentlichen Mitglieder gebildet. Als Ordentliche Mitglieder können Professoren/Professorinnen aus allen Gebieten der Geodäsie der deutschen wissenschaftlichen Hochschulen sowie andere in der geodätischen Forschung oder in Nachbarwissenschaften tätige Persönlichkeiten aufgenommen werden. Die Anzahl der Ordentlichen Mitglieder ist auf 45 begrenzt.
- (2) Die Zuwahl Ordentlicher Mitglieder des Ausschusses erfolgt auf Vorschlag eines oder mehrerer Ordentlicher Mitglieder. Der Vorschlag bedarf der Zustimmung von mindestens 3/4 aller Ordentlichen Mitglieder. Erhält der Vorschlag die notwendige Zustimmung, wird dieser an die Sektion Naturwissenschaften, Mathematik, Technikwissenschaften der Bayerischen Akademie der Wissenschaften zur Ernennung weitergeleitet.
- (3) Die Ernennung Ordentlicher Mitglieder erfolgt für die Dauer von 5 Jahren; Wiederwahl ist möglich. Der Status der Ordentlichen Mitglieder zum Stichtag 1. Oktober 2015 bleibt bestehen.
- (4) Der Direktor des Department 1 des Helmholtz-Zentrums Potsdam Deutsches GEOFORSCHUNGSZENTRUM (GFZ) sowie der Direktor des Deutschen Geodätischen Forschungsinstituts der TU München (DGFI-TUM) gehören dem Ausschuss ex officio als Ordentliche Mitglieder an. Diese Mitgliedschaften sind in die Höchstzahl von 45 Ordentlichen Mitgliedern nicht eingerechnet.
- (5) Die Ordentliche Mitgliedschaft im Ausschuss Geodäsie endet
  - a) nach Ablauf von 5 Jahren, soweit keine Wiederwahl erfolgt.
  - b) mit dem Tage der Emeritierung oder Versetzung in den Ruhestand,
  - c) durch jederzeit möglichen Austritt,
  - d) durch Verlegung des Dienstsitzes in das Ausland. Die Mitgliedschaft geht in diesem Fall automatisch in die eines Korrespondierenden Mitglieds über.
  - e) durch Ausschluss aus wichtigen Gründen nach Abwahl mit mindestens 3/4-Mehrheit aller Ordentlichen Mitglieder.
- (6) Wird ein Ordentliches Mitglied zum Vorsitzenden des Beirats Geodäsie ernannt, so ruht die Ordentliche Mitgliedschaft für die Dauer des Vorsitzes und lebt nach Beendigung dieser Funktion wieder auf. Falls zu diesem Zeitpunkt die Höchstzahl der Mitglieder von 45 erreicht ist, wird der nächste freiwerdende Platz dafür in Anspruch genommen.

### § 5 Vorstand

- (1) Der Vorstand des Ausschusses Geodäsie besteht aus dem Vorsitzenden und dem Ständigen Sekretär. Jede der beiden Personen ist zum selbständigen Führen der Geschäfte des Ausschusses berechtigt.
- (2) Die Wahl des Vorsitzenden des Ausschusses erfolgt auf Vorschlag eines oder mehrerer Ordentlicher Mitglieder. Der Vorgeschlagene muss Ordentliches Mitglied des Ausschusses sein. Der Vorschlag bedarf der Zustimmung von mindestens 2/3 aller Ordentlichen Mitglieder. Erhält der Vorschlag die notwendige Zustimmung, wird er an die Sektion Naturwissenschaften, Mathematik, Technikwissenschaften der Bayerischen Akademie der Wissenschaften zur Ernennung weitergeleitet. Wahl und Bestellung erfolgen für eine Amtszeit von fünf Jahren. Wiederwahl ist zulässig.
- (3) Für die Wahl und Bestellung des Ständigen Sekretärs des Ausschusses gelten Abs. 2, Satz 1 - 4 entsprechend. Der Ständige Sekretär ist zugleich der Stellvertreter des Vorsitzenden i.S. § 13 Abs. 4 der Geschäftsordnung der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Wahl und Bestellung erfolgen für eine Amtszeit von fünf Jahren. Wiederwahl ist zulässig.
- (4) Der Rücktritt des Vorsitzenden bzw. des Ständigen Sekretärs des Ausschusses oder deren Abwahl mit mindestens 2/3 der Stimmen aller Ordentlichen Mitglieder sind jederzeit möglich.
- (5) Der Vorsitzende und der Ständige Sekretär werden bei der Durchführung ihrer Aufgaben von der Geschäftsstelle des Ausschusses unterstützt.

## § 6 Andere Mitgliedschaften und Ständige Gäste

- (1) Entpflichtete Mitglieder und Korrespondierende Mitglieder
  - a) Aus dem Ausschuss durch Emeritierung oder Versetzung in den Ruhestand ausgeschiedene Ordentliche Mitglieder werden mit dem Tage des Ausscheidens Entpflichtete Mitglieder des Ausschusses.
  - b) Außerhalb der Bundesrepublik Deutschland tätige Wissenschaftler können als Korrespondierende Mitglieder dem Ausschuss angehören.

Für die Aufnahme und Ernennung der Korrespondierenden Mitglieder in den Ausschuss gelten § 4 Abs. 2, für die Beendigung der Mitgliedschaften von Entpflichteten und Korrespondierenden Mitgliedern gelten § 4 Abs. 5 Buchstaben b), c) und e) entsprechend.

- (2) Ständige Gäste

Um eine enge Verbindung des Ausschusses mit bedeutenden nichtuniversitären Institutionen für die Abteilung der Geodäsie zu gewährleisten, können Repräsentanten dieser Institutionen als Ständige Gäste dem Ausschuss angehören. In der Regel sollen die Institutionen jeweils durch nur einen Repräsentanten vertreten sein.

Die Aufnahme in den Ausschuss als Ständiger Gast erfolgt durch den Ausschuss in gegenseitiger Absprache mit den betreffenden Institutionen. Die Zugehörigkeit zum Ausschuss als Ständiger Gast endet bei Veränderung des die Zugehörigkeit zum Ausschuss begründenden Status in Absprache mit der betreffenden Institution.

- (3) Die Mitglieder und Ständigen Gäste nach Abs. 1 und 2 haben das Recht auf Teilnahme an den Sitzungen des Ausschusses mit dem Recht auf Vortrag. Bei Abstimmungen sind sie nicht stimmberechtigt. Ihre Stimmberechtigung als Mitglied einer anderen Einrichtung des Ausschusses bleibt davon unberührt.

## III. Tätigkeiten des Ausschusses

### § 7 Jahressitzungen

- (1) Der Vorstand lädt den Ausschuss mindestens einmal jährlich unter Beifügung der Tagesordnung schriftlich zu einer Sitzung ein (Jahressitzung). Eine außerordentliche Ausschusssitzung muss einberufen werden, wenn dies mehr als 1/3 aller Ordentlichen Mitglieder in einer dringenden Angelegenheit verlangt.
- (2) Die Einladung erfolgt mit einer Frist von mindestens vier Wochen.
- (3) In seinen Sitzungen berät der Ausschuss insbesondere die Forschungsvorhaben seiner Mitglieder und seiner Abteilungen sowie die Empfehlungen des Beirats Geodäsie und des Lenkungskreises.
- (4) Über die Sitzungsergebnisse ist ein Protokoll anzufertigen und der Sektion Naturwissenschaften, Mathematik, Technikwissenschaften der Bayerischen Akademie der Wissenschaften sowie dem Beirat Geodäsie bekannt zu geben.
- (5) Beschlüsse der Ausschusssitzung werden mit Mehrheit der anwesenden Ordentlichen Mitglieder gefasst, soweit nach der Geschäftsordnung keine anderweitigen Mehrheiten erforderlich sind. Die Ausschusssitzung ist beschlussfähig, wenn die Einladung ordnungsgemäß erfolgt ist.
- (6) Beschlussfassungen sind auch durch schriftliche Willensbekundung im Umlaufverfahren mit der nach dieser Geschäftsordnung jeweils erforderlichen Mehrheit aller Ordentlichen Mitglieder möglich. Die Verpflichtung zur Einberufung von Ausschusssitzungen nach Abs. 1 bleibt davon unberührt.
- (7) Die Beschlüsse sind der Sektion Naturwissenschaften, Mathematik, Technikwissenschaften der Bayerischen Akademie der Wissenschaften und dem Beirat Geodäsie bekannt zu geben.

### § 8 Aufgaben der Mitglieder

- (1) Die Ordentlichen Mitglieder des Ausschusses sind zur Mitarbeit bei allen Aufgaben des Ausschusses nach Maßgabe von § 3 sowie zur Förderung der Ziele des Ausschusses verpflichtet.
- (2) Die Ausschussarbeit der Ordentlichen Mitglieder erfolgt wie die der übrigen Mitglieder und Ständigen Gäste gemäß § 6 ehrenamtlich. Die Mitglieder erhalten keine Zuwendungen aus Mitteln des Ausschusses oder sonstige Vergütungen für erbrachte Leistungen.

## § 9 Einrichtungen und Arbeitsweisen des Ausschusses

- (1) Zur Erfüllung der in § 3 genannten Aufgaben richtet der Ausschuss nachfolgende Abteilungen sowie einen Lenkungskreis ein und publiziert die Forschungsergebnisse in geeigneter Weise.

(2) Abteilungen

Zur Durchführung ihrer Aufgaben gliedert sich der Ausschuss in Abteilungen, die die Forschungsgebiete im Ausschuss repräsentieren, sowie in eine Abteilung für Lehre. Die Abteilungen werden durch Beschluss des Ausschusses eingerichtet und aufgelöst.

Die Abteilungen setzen sich aus Mitgliedern des Ausschusses sowie nach Bedarf von den jeweiligen Abteilungen aus fachlichen Gründen zu benennenden Gästen zusammen.

Jede Abteilung wird durch ein von ihr zu wählendes Ordentliches Mitglied als Sprecher/Sprecherin vertreten. Der Sprecher/die Sprecherin ist Mitglied der Abteilung. Die Amtszeit des Sprechers/der Sprecherin beträgt fünf Jahre, Wiederwahl ist möglich.

Über die Tätigkeiten der Abteilungen wird auf den Sitzungen des Ausschusses berichtet.

a) Forschungsorientierte Abteilungen

Die Aufgaben der forschungsorientierten Abteilungen sind

- Pflege des internen fachlichen Austausches,
- Initiierung und Koordination von nationalen und internationalen Forschungsprojekten auf dem Forschungsgebiet der jeweiligen Abteilung,
- Kontakte zu Fördereinrichtungen,
- Kontakte zu Nachbardisziplinen,
- Austausch mit den anderen Abteilungen,
- Berichterstattung und Aussprache auf den Sitzungen des Ausschusses sowie
- wissenschaftliche Beratung und Begutachtung im jeweiligen Forschungsgebiet der Abteilung.

b) Abteilung für Universitäre Lehre

Der Abteilung für Lehre ist für die Koordinierung der Lehre zwischen den wissenschaftlichen Hochschulen mit geodätischer Ausbildung zuständig. Die Aufgaben der Abteilung Lehre sind insbesondere:

- Abstimmung der Lehre und der Organisation der Lehre zwischen den wissenschaftlichen Hochschulen,
- Vertretung der Position der DGK beim Fakultätentag Bauingenieurwesen und Geodäsie (FTBG),
- Erarbeitung gemeinsamer Positionen und Strategien zur Lehre sowohl national als auch international,
- Vertretung gegenüber Verbänden und Fachinstanzen,
- Erarbeitung von statistischem Zahlenmaterial zum Geodäsiestudium,
- Förderung und Vertretung der Interessen des Geodäsiestudiums gegenüber Dritten sowie
- Wahrnehmung der Interessen der Absolventen des universitären Geodäsiestudiums.

(3) Lenkungskreis des Ausschusses

Der Ausschuss bildet aus dem Kreis seiner Ordentlichen Mitglieder einen Lenkungskreis. Dem Lenkungskreis gehören der Vorsitzende und der Ständige Sekretär des Ausschusses, die Sprecher der Abteilungen sowie der Leiter des Lenkungskreises sowie sein Stellvertreter an. Der Ausschuss kann weitere Mitglieder zuwählen.

Der Ausschuss wählt den Leiter des Lenkungskreises und seinen Stellvertreter. Die Amtszeit aller Mitglieder beträgt jeweils fünf Jahre; Wiederwahl ist möglich.

Zu den Aufgaben des Lenkungskreises gehören insbesondere

- die Abstimmung und übergreifende Koordinierung der Arbeit der Abteilungen des Ausschusses,
- die Unterstützung des Ausschusses bei der Planung von Forschungsvorhaben,
- die Initiierung neuer, bzw. Förderung bestehender, abteilungsübergreifender Forschungsvorhaben,
- auf Anfrage die wissenschaftliche Bewertung und Begutachtung von Vorhaben universitärer und außeruniversitärer Einrichtungen sowie
- die Koordinierung der geodätischen Forschungsarbeiten in der Bundesrepublik Deutschland im

Benehmen mit den betroffenen Einrichtungen.

Der Lenkungskreis tritt auf Einladung des Leiters jährlich mindestens einmal zu einer Sitzung zusammen. Beratungsergebnisse und Empfehlungen werden dem Ausschuss vorgetragen.

(4) Veröffentlichungen

Zur Publikation von Forschungsergebnissen gibt der Ausschuss die Schriftenreihe "Veröffentlichungen des Ausschusses Geodäsie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (DGK)" heraus. Die Herausgabe der Veröffentlichungen wird durch den Ständigen Sekretär im Einvernehmen mit dem Ausschuss vorgenommen. Redaktion und Verteilung erfolgen durch die Geschäftsstelle. Die Veröffentlichungen werden an die Mitglieder und Ständigen Gäste des Ausschusses sowie im Rahmen des freien Literaturaustausches an bedeutende geodätische Institutionen im In- und Ausland verteilt. Außerdem werden die Veröffentlichungen über den Buchhandel verkauft.

(5) Jahresberichte

Berichte über den Stand der Forschungsarbeiten und über die Sitzungen des Ausschusses sowie die gefassten Beschlüsse werden in den Jahresberichten des Ausschusses veröffentlicht.

## § 10 Geschäftsverteilung und Haushalt

(1) Aufgaben des Vorstands

- a) Der Vorsitzende repräsentiert den Ausschuss bei der Durchführung seiner Fachaufgaben. Ihm obliegen insbesondere die Einladungen zu den Mitgliederversammlungen und zu den Sitzungen des Ausschusses, die Leitung der Sitzungen sowie die regelmäßige Berichterstattung an den Beirat Geodäsie und den Sprecher der Sektion Naturwissenschaften, Mathematik, Technikwissenschaften (Sektion III) der Bayerischen Akademie der Wissenschaften.
- b) Der Ständige Sekretär führt die Geschäfte des Ausschusses und verwaltet ihre Haushaltsmittel im Einvernehmen mit dem Vorsitzenden.
- c) Der Vorsitzende und der Ständige Sekretär können sich im Falle ihrer Verhinderung oder nach Absprache bei der Wahrnehmung ihrer Aufgaben nach Buchst. a) und b) gegenseitig vertreten.

(2) Aufgaben der Geschäftsstelle

Die Geschäftsstelle des Ausschusses ist beim Department 1 des Helmholtz-Zentrums Potsdam Deutsches GEOFORSCHUNGSZENTRUM (GFZ) angesiedelt. Näheres regelt eine bestehende schriftliche Vereinbarung mit dem GFZ, deren Änderung der Zustimmung des Ausschusses bedarf.

(3) Haushalt

Der Haushalt des Ausschusses ist Teil des Körperschaftshaushaltes der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Die Haushaltsmittel werden bei der Akademie jeweils am Jahresende für das Folgejahr beantragt. Je nach Haushaltslage entscheidet der Vorstand der Akademie über die Bereitstellung. Bei der Aufstellung des Doppelhaushaltes ist der Bedarf für die kommenden zwei Jahre abzuschätzen. Die Mittel werden halbjährlich angefordert und abgerechnet.

## IV. Aufbau und Tätigkeiten des Beirats Geodäsie

### § 11 Mitglieder und Vorsitz

- (1) Dem Beirat Geodäsie gehören stimmberechtigte Mitglieder und beratende Mitglieder an. Als stimmberechtigte Mitglieder können wissenschaftliche Persönlichkeiten aus allen Gebieten der Geodäsie sowie aus Nachbarwissenschaften von wissenschaftlichen Hochschulen und Forschungseinrichtungen ernannt werden, die nicht Ordentliche Mitglieder des Ausschusses Geodäsie sind.

- (2) Die stimmberechtigten Mitglieder des Beirats werden auf Vorschlag von mindestens 2/3 aller Ordentlichen Mitglieder des Ausschusses Geodäsie durch die Sektion Naturwissenschaften, Mathematik, Technikwissenschaften auf 5 Jahre ernannt. Wiederwahl ist möglich. Mindestens vier stimmberechtigte Mitglieder des Beirats sollen Wissenschaftler der Disziplin Geodäsie sein.
- (3) Die stimmberechtigte Mitgliedschaft im Beirat Geodäsie endet
  - a) nach Ablauf von fünf Jahren, soweit keine Wiederwahl erfolgt.
  - b) durch jederzeit möglichen Austritt oder
  - c) durch Ausschluss aus wichtigen Gründen durch die Sektion Naturwissenschaften, Mathematik, Technikwissenschaften auf Vorschlag von mindestens 3/4-Mehrheit aller Ordentlichen Mitglieder des Ausschusses.
- (4) Der Vorstand des Ausschusses Geodäsie sowie der Leiter des Lenkungskreises gehören dem Beirat als Beratende Mitglieder an.
- (5) Den Vorsitz des Beirats führt ein Mitglied der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Der Vorsitzende wird auf Vorschlag von mindestens 2/3 aller Ordentlichen Mitglieder des Ausschusses Geodäsie durch die Sektion Naturwissenschaften, Mathematik, Technikwissenschaften auf 5 Jahre ernannt. Wiederwahl ist möglich.
- (6) Den stellvertretenden Vorsitz führt eines der stimmberechtigten Mitglieder des Beirats. Der Stellvertretende wird auf Vorschlag von mindestens 2/3 aller Ordentlichen Mitglieder des Ausschusses Geodäsie durch die Sektion Naturwissenschaften, Mathematik, Technikwissenschaften auf 5 Jahre ernannt. Wiederwahl ist möglich.

## **§ 12 Jahressitzungen**

- (1) Der Vorsitzende des Beirats lädt die stimmberechtigten Mitglieder und Beratenden Mitglieder des Beirats Geodäsie mindestens einmal jährlich unter Beifügung der Tagesordnung zu einer Sitzung schriftlich ein (Jahressitzung).
- (2) Die stimmberechtigten Mitglieder des Beirats Geodäsie erhalten für die Teilnahme an den Sitzungen einen Reisekostenersatz.
- (3) Die Regelungen des § 7 der Geschäftsordnung gelten entsprechend.

## **V. Allgemeine Bestimmungen**

### **§ 13 Änderungen der Geschäftsordnung**

Aufstellung und Änderungen der Geschäftsordnung beschließt der Ausschuss mit 2/3-Mehrheit seiner Ordentlichen Mitglieder. Die Verabschiedung dieser Geschäftsordnung und deren Änderungen erfolgen nach Zustimmung der Sektion Naturwissenschaften, Mathematik, Technikwissenschaften im Plenum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

### **§ 14 Inkrafttreten**

Diese Geschäftsordnung wurde am 19.02.2016 genehmigt und tritt am 01.03.2016 in Kraft.