

IAPG-JAHRESBERICHT 2017

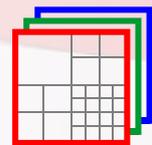
DAS JAHR IM RÜCKBLICK



JADE HOCHSCHULE
Wilhelmshaven Oldenburg Elsfleth

IAPG

Institut für
Angewandte Photogrammetrie
und Geoinformatik



Titelbild: Die Kunst der Seifenblasenvermessung
Bildnachweis: Matthias Leitzke, phaeno

Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik
Jade Hochschule Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth

Ofener Straße 16/19
D-26121 Oldenburg
Tel. +49 (0) 441 7708-3243
Fax +49 (0) 441 7708-3170

IAPG@jade-hs.de



INHALT

Vorwort	1
Das IAPG	3-9
Entwicklung und Aufgaben.....	3
Mitglieder	4-6
Drittmittel- und Personalentwicklung	7
Kooperationspartner	9
Ereignisse des Jahres	10-17
3D-Tage 2017	10-11
Fachexkursion des IAPG nach Rostock.....	12-13
Tag der offenen Tür	15
Einweihung des Highspeed-Labors.....	17
Projekte	18-38
Endoskopische 3D-Navigation	18-19
Berührungslose Erfassung bewegter Rotorblätter	20-21
Entwicklung innovativer Technologien für autonome maritime Systeme (EITAMS).....	22-25
Algorithmen zur Detektion von maritimen Artefakten	26-27
Raumbezug im zukünftigen Energiesystem	28-29
Automatische Interpretation architektonischer Punktwolken	30-31
3D-Oberflächenvermessung von Schweißnähten unter Wasser.....	34-35
Complex Event Processing.....	36
Vermessung einer Riesenseifenblase.....	37
Entwicklung einer Mittelformat-Messkamera	38
Organisationen und Netzwerke	40-43
Veröffentlichungen	44-47
Abschlussarbeiten und Preisverleihungen	48-51
Masterprojekte	52-54
Evaluierung von Bildvorverarbeitungsalgorithmen	52
Graphbasierte Modellgeneralisierung	53
WLAN-basierte Indoornavigation.....	54
Nachrichten aus dem Fachbereich	56-59
Neuigkeiten	60-61
Chronik	65-65



Liebe Leserinnen und Leser,
liebe Kolleginnen und Kollegen,

der Jahresbericht 2017 des Instituts für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik der Jade Hochschule ist fertig und liegt Ihnen in gedruckter oder digitaler Form und neuem Design vor. Die Beiträge geben einen Überblick über unsere aktuellen Forschungsprojekte, Tagungsreisen und Exkursionen, internationale Kooperationen, studentische Aktivitäten bis hin zu aktuellen Publikationen und Vorträgen. Der Bericht ist das Ergebnis der Mitarbeit aller Institutsangehörigen sowie eines kleinen Redaktionsteams, denen ich meinen herzlichen Dank dafür aussprechen möchte. Bedanken möchte ich mich auch bei den Unternehmen, mit denen wir seit langen erfolgreich kooperieren und die mit ihren Anzeigenseiten wesentlich zur Finanzierung dieses Berichtes beitragen.

Das vergangene Jahr war zum einen dadurch gekennzeichnet, dass die Bachelor-Studiengänge Angewandte Geodäsie und Geoinformatik sowie der Master-Studiengang Geodäsie und Geoinformatik vor der Reakkreditierung stehen und damit einhergehend eine umfangreiche Neugestaltung der Studienpläne erforderlich war. Während die studentische Nachfrage in Angewandter Geodäsie seit etlichen Jahren sehr zufriedenstellend ist, erleben wir eine mangelnde Nachfrage in Geoinformatik und im Master-Studiengang. Daher wurden zahlreiche Inhalte und Abläufe neu konzipiert, um einerseits den techno-

logischen Trends und der Bedürfnissen der Praxis gerecht zu werden, und andererseits um die Profilierung gegenüber den anderen Studiengängen zu schärfen und damit (hoffentlich) die Attraktivität zu steigern.

Zum anderen war das Jahr geprägt durch etliche Antragsstellungen neuer Forschungsprojekte, z.B. im Bereich der Turbulenzforschung für Windenergiesysteme, der orthopädischen Oberflächenerfassung und der digitalen Modellierung für Kulturgüter. Im Oktober 2017 konnte das neue EFRE-Projekt OrthoScan gestartet werden, bei dem die Echtzeiterfassung menschlicher Oberflächen während der medizinischen Operation im Fokus steht. Weiterhin steht die Bewilligung eines Innovationsverbundes zusammen mit dem Institut ForWind der Universität Oldenburg in Aussicht, in dem in den kommenden drei bis vier Jahren neue Methoden zur simultanen Messung von turbulenten Strömungen und Deformationen an Rotorblättern im Windkanal entwickelt werden.

In den laufenden Promotionsvorhaben konnte 2017 zwar keine Arbeit abgeschlossen werden, einige Doktorandinnen und Doktoranden sind jedoch jetzt in der Abschlussphase und werden 2018 erfolgreich promovieren.

Im Namen des IAPG wünsche ich Ihnen viel Freude an unserem Bericht.

Komplexe Herausforderungen
verlangen **einfache Lösungen.**

Optische 3D Messtechnik für Testing & Inspection

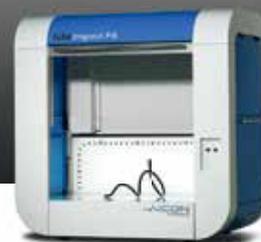


MoveInspect
Technology



AICON Scanner

TubeInspect



AICON 3D Systems ist ein weltweit führender Anbieter optischer 3D Messsysteme. Informieren Sie sich über unsere Lösungen. Wir bringen Ihre Qualitätssicherung auf ein völlig neues Level!



ENTWICKLUNG UND AUFGABEN

Das Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik (IAPG) vereinigt Professor_innen und Mitarbeiter_innen des Fachbereichs Bauwesen Geoinformation Gesundheitstechnologie der Jade Hochschule, die sich in Lehre und Forschung mit Photogrammetrie, Kartographie, Visualisierung, Informatik und Geoinformationssystemen befassen.



Das Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik wurde im Juni 1996 von den Professoren Thomas Luhmann, Helmut Kuhn und Ulrich Leuze sowie drei wissenschaftlichen und technischen Mitarbeitern als In-Institut des damaligen Fachbereichs Vermessungswesen der Fachhochschule Oldenburg gegründet. Ziel war die Bündelung der in den Bereichen Photogrammetrie und Geoinformatik arbeitenden Personen unter einem gemeinsamen, auch nach außen erkennbaren Dach. Das IAPG war damals das erste Institut innerhalb eines Fachbereiches an der Hochschule. In den Folgejahren stießen die neuen Professoren Manfred Weisensee, Thomas Brinkhoff, Ingrid Jaquemotte, Stefan Schöpf, Jürgen Weitkämper und Frank Schüssler zum IAPG.

Die Aufgaben des Instituts liegen in Lehre und Forschung für die Bachelorstudiengänge „Geoinformatik“, „Angewandte Geodäsie“ und „Wirtschaftsingenieurwesen Geoinformation“ sowie dem Masterstudiengang „Geodäsie und Geoinformatik“. Die Angehörigen des IAPG lehren überwiegend in den Gebieten Photogrammetrie und Fernerkundung, Kartographie, Visualisierung, Wirtschaftsgeographie, Geomarketing, Geoinformationssysteme, Datenbanken, Computergrafik, Programmierung und Software Engineering. Sie decken damit wesentliche Teile der modernen Geoinformatik sowie Gebiete der op-

tischen Messtechnik und digitalen Bildverarbeitung ab. Durch öffentliche und privat geförderte Projekte der anwendungsorientierten Forschung nimmt das IAPG zurzeit ca. 500.000 bis 600.000 € pro Jahr ein. Daraus werden zum einen wissenschaftliche Mitarbeiter beschäftigt, zum anderen wird die Ausstattung ständig auf dem neuesten Stand der Technik gehalten.

Neben zahlreichen Projekten der niedersächsischen Arbeitsgruppe Innovative Projekte (AGIP, EFRE) konnte das IAPG federführend zwei Forschungsschwerpunkte (Raum-Rohr-Boden, 1997-2002 und Dynamische optische 3D-Messtechnik, 2005-2010) durchführen und ist bzw. war an vier weiteren Forschungsschwerpunkten mit Teilprojekten vertreten (Biologische Bodensanierung mit Transferbereich, 2003-2010; Schiffsdynamik, 2007-2012; Feinstaub, 2007-2010; Hören im Alltag, 2012-2018). Darüber hinaus werden regelmäßig EU-Projekte sowie Projekte in BMBF/AIF-Programmen durchgeführt.

Das IAPG ist weiterhin sehr aktiv im Bereich des Technologie- und Wissenstransfers. Mit den seit 2002 jährlich stattfindenden Oldenburger 3D-Tagen wurde eine der wichtigsten Veranstaltungen im deutschsprachigen Raum für Photogrammetrie, Laserscanning und optische 3D-Messtechnik etabliert. In der Geoinformatik finden Weiterbildungsseminare und GIS-Foren statt. Das IAPG ist u.a. Mitglied in den Netzwerken Geoinformatik in Norddeutschland, Fraunhofer Vision, DGPF, DGfK, OLEC und AGILE. Es bestehen intensive Kontakte zu universitären Oldenburger Forschungseinrichtungen wie OFFIS, Fraunhofer und ForWind.

- Photogrammetrie und optische Messtechnik
- Geoinformatik und Informatik
- Kartographie und Visualisierung
- Wirtschaftsgeographie und Geomarketing
- iapg.jade-hs.de

PROFESSOR_INNEN UND LEHRKRÄFTE

Geschäftsführender Direktor



Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c.
Thomas Luhmann
Photogrammetrie, Fernerkundung,
Digitale Bildverarbeitung

Tel. +49(0)441 7708-3172
thomas.luhmann@jade-hs.de



Prof. Dr.
Thomas Brinkhoff
Geoinformatik, Datenbanken

Tel. +49(0)441 7708-3320
thomas.brinkhoff@jade-hs.de



Prof. Dr.
Stefan Schöf
Informatik

Tel. +49(0)441 7708-3323
stefan.schoef@jade-hs.de



Dipl.-Ing., Assessor
Andreas Gollenstede
Kartographie, Geoinformatik

Tel. +49(0)441 7708-3370
andreas.gollenstede@jade-hs.de



Prof. Dr.
Frank Schüssler
Geoinformation, Wirtschaftslehre

Tel. +49(0)441 7708-3334
frank.schuessler@jade-hs.de



Dr.
Roland Hergert
Unternehmensführung,
Nachhaltige Entwicklung,
Controlling

Tel. +49(0)441 7708-3331
roland.hergert@jade-hs.de



Prof. Dr.-Ing.
Manfred Weisensee
Kartographie, Geoinformatik

Tel. +49(0)441 7708-3101
manfred.weisensee@jade-hs.de



Prof. Dr.
Ingrid Jaquemotte
Computergrafik,
Vermessungskunde

Tel. +49(0)441 770-3322
ingrid.jaquemotte@jade-hs.de



Prof. Dr.
Jürgen Weitkämper
Informatik

Tel. +49(0)441 7708-3192
juergen.weitkaemper@jade-hs.de

WISSENSCHAFTLICHE UND TECHNISCHE MITARBEITER_INNEN



Jörn Ahlers M.Sc.
Geoinformatik

Tel. +49(0)441 7708-3707
joern.ahlers@jade-hs.de



Heidi Hastedt M.Eng.
Photogrammetrie
Optische 3D-Messtechnik

Tel. +49(0)441 7708-3164
heidi.hastedt@jade-hs.de



Hendrik Beckemeyer B.Eng.
Wirtschaftsingenieurwesen
Geoinformation

Tel. +49(0)441 7708-3430
hendrik.beckemeyer@jade-hs.de



Dipl.-Ing.
Anna Maria Helle
IT-Services

Tel. +49(0)441 7708-3146
anna.helle@jade-hs.de



Dipl.-Ing.
Maria Chizhova
VW-Vorab-Projekt
„Objekterkennung und Matching
in Farbbildern“

maria.chizhova@jade-hs.de



Annika Jepping B.Sc.
VW-Vorab-Projekt
„Objekterkennung und Matching
in Farbbildern“

Tel. +49(0)441 7708-3366
annika.jepping@jade-hs.de



Niklas Conen M.Sc.
Jade2Pro-Projekt
„3D-Endoskopie“
EFRE-Projekt
„OrthoScan“

Tel. +49(0)441 7708-3346
niklas.conen@jade-hs.de



Oliver Kahmen M.Sc.
EFRE-Projekt
„Unterwasser Schweißnaht“

Tel. +49(0)441 7708-3349
oliver.kahmen@jade-hs.de



Martina Göring M.Sc.
Jade2Pro-Projekt
„Entwicklung Messverfahren zur
Erfassung bewegter Rotorblätter“

Tel. +49(0)441 7708-3166
martina.goering@jade-hs.de



Dipl.-Landschaftsökol., M.Sc. (GIS)
Jürgen Knies
Jade2Pro-Projekt
„Der Raumbezug in künftigen
Energiesystemen“

Tel. +49(0)441 7708-3409
juergen.knies@jade-hs.de

WISSENSCHAFTLICHE UND TECHNISCHE MITARBEITER_INNEN



Peter Lorkowski M.Sc.
Jade2Pro-Projekt
„Complex Event Processing“

iapg@jade-hs.de



Tobias Theuerkauff M.Sc.
Labor für Virtuelle Welten

iapg@jade-hs.de



Fotografenmeister
Peter Meyer
Fotografie, Reprotechnik

Tel. +49(0)441 7708-3266
peter.meyer@jade-hs.de



Tobias Werner M.Sc.
VW-Vorab-Projekt
„EITAMS“

Tel. +49(0)441 7708-3284
tobias.werner@jade-hs.de



Dipl.-Geogr.
Stefan Nicolaus
Wirtschaftsingenieurwesen
Geoinformation

Tel. +49(0)441 7708-3261
stefan.nicolaus@jade-hs.de



Tanja Willemsen M.Sc.
Labor für
Optische 3D-Messtechnik

Tel. +49(0)441 7708-3330
tanja.willemsen@jade-hs.de



Robin Rofalski M.Sc.
VW-Vorab-Projekt
„EITAMS“

Tel. +49(0)441 7708-3165
robin.rofalski@jade-hs.de



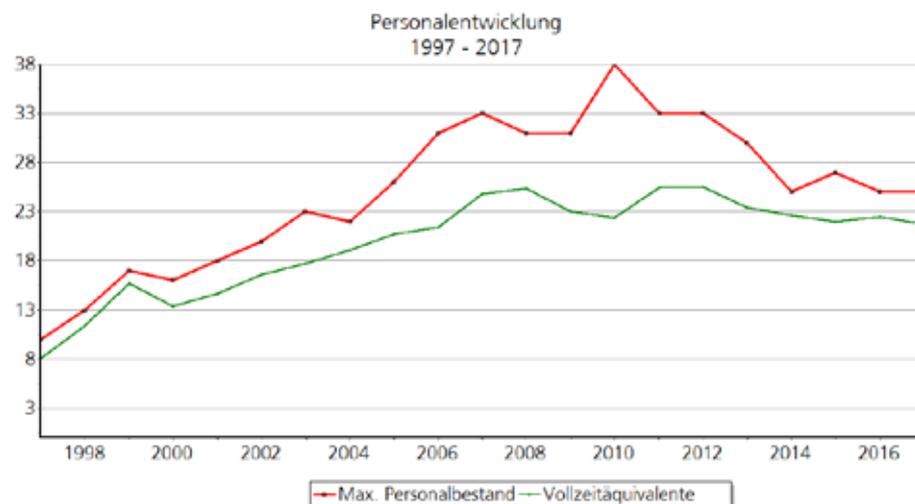
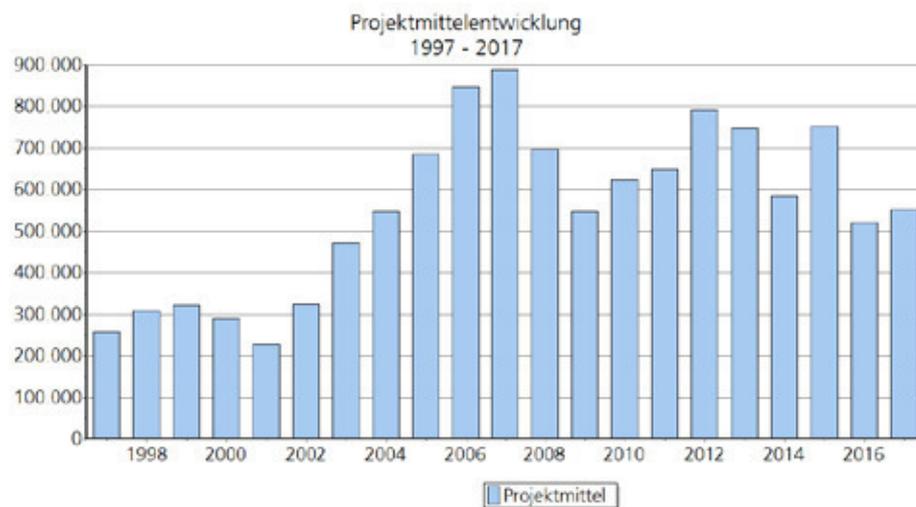
Dipl.-Ing.
Christina Schumacher
Oldenburger 3D-Tage

Tel. +49(0)441 7708-3325
schumacher@jade-hs.de

DRITTMITTEL- UND PERSONALENTWICKLUNG

Seit der Gründung des IAPG im Jahr 1996 sind die Einnahmen aus öffentlichen Forschungsmitteln und privatwirtschaftlichen Forschungsaufträgen weitgehend stabil. Nach einem Höhepunkt von etwa 900.000 Euro im Jahr 2007 hat sich das jährliche Projektmittelaufkommen des IAPG auf inzwischen ca. 500.000 - 600.000 Euro eingependelt.

- Projektmitteleinnahmen 2017: ca. 580.000 €
- Mittelgeber:
BMBF, AIF, BMWi, DVS, VV-Vorab
EU (EFRE, Interreg)
Jade2Pro
Partner aus Wirtschaft und Verwaltung
- Personalbestand 2017:
7 Professorinnen und Professoren
5 wissenschaftliche Mitarbeiter (unbefristet)
1 technischer Mitarbeiter (unbefristet)
12 wissenschaftliche Mitarbeiter (befristet)
sowie studentische Hilfskräfte





How we build reality

Reaching new levels
www.zf-laser.com



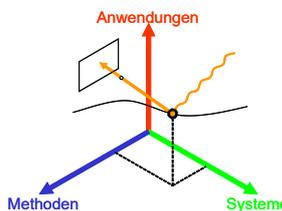
KOOPERATIONSPARTNER

In wissenschaftlichen Projekten pflegt das IAPG Kooperationen mit Partnern aus Industrie, Hochschulen, Forschungseinrichtungen und öffentlichen Verwaltungen. Eine Auswahl:



OLDENBURGER 3D-TAGE

01.-02. FEBRUAR 2017



Unter dem Namen „Oldenburger 3D-Tage“ organisiert das IAPG jährlich eine bedeutende Fachtagung auf dem Gebiet der optischen 3D-Messtechnik im deutschsprachigen Raum. Sie richtet sich gleichermaßen an Wissenschaftler, Anwender, Dienstleister und Hersteller. Aktuelle Forschungs- und Entwicklungsergebnisse sowie Anwendungsbeispiele aus der Praxis zeigen die Möglichkeiten, aber auch aktuelle Fragestellungen in der Anwendung optischer Messsysteme auf.

Zu den 16. Oldenburger 3D-Tagen am 1. und 2. Februar 2017 konnten 219 Fachleute aus Forschung und Anwendung in Oldenburg begrüßt werden. Aus den Bereichen Laserscanning, Photogrammetrie und optische 3D-Messtechnik wurde durch die Veranstalter ein umfangreiches Fachprogramm mit begleitender Fachfirmenausstellung organisiert. In zehn Sessions und zwei Ausstellerforen wurden durch Teilnehmer_innen Fachvorträge und aktuelle Produkte präsentiert. 19 Hersteller aktueller und neuer Produkte stellten sich in der Fachfirmenausstellung vor.



Eröffnungsveranstaltung der 16. Oldenburger 3D-Tage mit der Begrüßung durch Prof. Dr. Thomas Luhmann

Die Tagung wurde wie immer durch Prof. Dr. Thomas Luhmann eröffnet. Prof. Dr. Manfred Weisensee, Präsident der Jade Hochschule und gleichzeitig Mitglied des ausrichtenden Instituts, und Prof. Dr. Christian Heipke, Präsident der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung (ISPRS), sprachen anschließend Grußworte. Prof. Weisensee erläuterte, dass erstmals die Tagungsabwicklung vollständig über die hochschuleigenen Verwaltungsstrukturen erfolgt. Prof. Heipke gab einen Überblick über die Strukturen der ISPRS sowie

der Neuausrichtung der ISPRS-Kommissionen. Für den Eröffnungsvortrag wurde Prof. Dr. Daniel Cremers von der TU München zur Tagung eingeladen. Er berichtete sehr anschaulich über „Direkte Methoden für die kamerabasierte 3D Rekonstruktion“. Nach der Vorstellung seiner Arbeitsgruppe, welche weltweit zu einer der größten im Bereich der Computer Vision zählt, hat Prof. Cremers verschiedene Arbeiten aus dem Bereich Geometry & Motion vorgestellt und auf erste Ansätze nach Kruppa aus 1913 verwiesen, der mit einem 5-Punkt-Verfahren die Bestimmung der Kamerabewegung und der 3D-Lokalisation aus zwei Bildern entwickelte. In dem Vortrag referierte Cremers über dichte Rekonstruktion (multi-view reconstruction), hochfrequente dynamische 3D-Rekonstruktion (real-time dense/dynamic geometry) und Large-Scale Direct SLAM (LSD-SLAM). Ein Ziel seiner Arbeiten am LSD-SLAM ist die Entwicklung von Lösungen für Assistenzsysteme selbstfahrender Fahrzeuge mit hohem Detailgrad für Hindernisvermeidung und kleiner Drift. Die Echtzeitfähigkeit bringt Einschränkungen mit sich aufgrund einer etwa 50%igen Reduktion der Dichte, es ist jedoch das erste Verfahren, das großskalige Rekonstruktionen mit einer Einzelkamera erlaubt.



Prof. Dr. Daniel Cremers bei seinem Eröffnungsvortrag

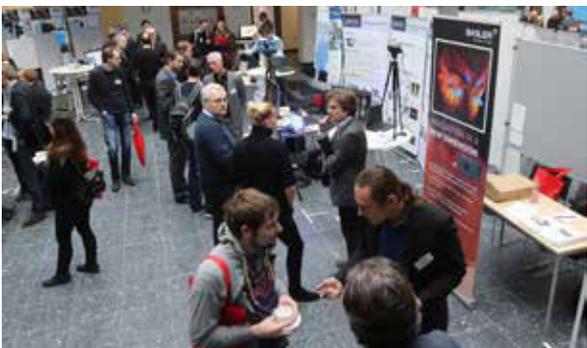
In insgesamt 39 Fachbeiträgen konnte, wie in den Jahren zuvor, eine Mischung aus wissenschaftlichen Beiträgen aktueller Forschungsthemen und vielen anwendungsorientierten Berichten erzielt werden. Fachbeiträge aus der optischen 3D-Messtechnik, der Photogrammetrie und des Laserscannings wurden in den folgenden Sessions unter Beweis gestellt:

- Sensoren und Plattformen
- Photogrammetrie
- Erfassung und Abbildung
- Optische Messtechnik
- Intensität und Strecke
- UAV
- Punktwolkenverarbeitung
- Deformation und Bewegung.

Die Themen der Vorträge zeigten wieder einmal die Bandbreite der Fragestellungen und Einsatzgebiete der verschiedenen Technologien auf. So wurde zum Beispiel über die Vermessung von Mikrostrukturen präparierter Insekten und biologischer Proben, forensische Aufgabenstellungen, Hochgeschwindigkeits-Projektionssystemen bei Sicherheitsversuchen sowie weiteren Verfahren und deren Charakterisierung zur Oberflächenerfassung referiert. Weiterhin wurden beispielsweise Themengebiete des Cultural Heritage, der Sensorik und der großflächigen



Messsystem in der Fachfirmenausstellung



Blick in die Fachfirmenausstellung

berührungslosen Erfassung von Deformationen mittels TLS sowie qualitätsrelevante Untersuchungen von Sensorsystemen erörtert. Die Fachbeiträge sind wie in den vergangenen Jahren in einem Tagungsband veröffentlicht worden, der über den Wichmann Verlag bezogen werden kann.

In familiärer Atmosphäre werden die Pausen vor allem für Gespräche, Kontaktaufnahme und -pflege genutzt. So können Trends und aktuelle Entwicklungen wie auch Anforderungen nachvollzogen und diskutiert werden. Hier wird auch der Fachfirmenausstellung ausreichend Raum gegeben. Die ergänzende Abendveranstaltung mit traditionellem Grünkohlessen und einem kulinarischen Zwischengang, welcher in diesem Jahr durch Markus Weiß gestaltet wurde, rundet die gemütliche Gesprächsatmosphäre ab.



Markus Weiß (Schauspieler, Comedian und Kabarettist)



Abendveranstaltung mit Markus Weiß beim Grünkohl-Quiz

- Leitung: Prof. Dr. Thomas Luhmann (IAPG) und Dr. Danilo Schneider (DGPF e.V.)
- Organisation: Dipl.-Ing. Christina Schumacher
- Kooperationspartner: Institut für Mess- und Auswertetechnik, DGPF e.V.
- jade-hs.de/3dtage

EXKURSION DES IAPG NACH ROSTOCK 30.08.-01.09.2017

Nach der letzten Exkursion nach Stuttgart vor zwei Jahren unternahm das IAPG auch im Jahr 2017 wieder eine Fachexkursion zu befreundeten Institutionen und Forschungseinrichtungen in Deutschland. Dieses mal ging es in die Hansestadt Rostock nach Mecklenburg-Vorpommern. Dort durften wir, neben zwei Fraunhofer-Instituten, auch die Universität Rostock besuchen und uns über die aktuellen Projekte der ansässigen Kollegen informieren.

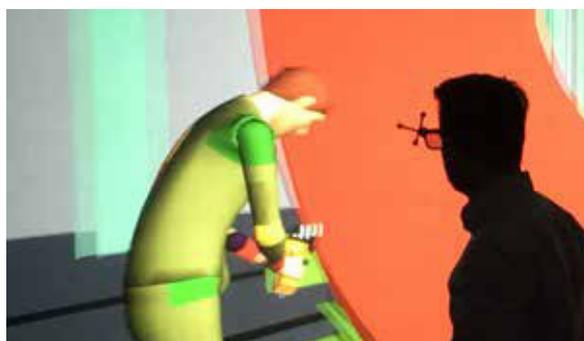
Zur Vernetzung der eigenen Forschungsaktivitäten schaut das IAPG gerne über den eigenen „Tellerrand“ und besucht verschiedene Institutionen aus den Geoinformationswissenschaften und den benachbarten Disziplinen. Diese im Zweijahrestakt stattfindende Tradition wurde auch dieses Jahr wieder gepflegt und führte uns nach Mecklenburg-Vorpommern in die Hansestadt Rostock.

Los ging es am 30. August mit zwei Bullis Richtung Rostock. Nach der knapp fünfstündigen Hinfahrt fand abends zur Entspannung und Einstimmung auf die folgenden Tage ein gemeinsames Essen im Braugasthaus „Zum alten Fritz“ am Hafen statt.



Michael Geist präsentiert die messtechnische Ausstattung des Fraunhofer IGP

Am darauf folgenden Morgen wurden wir in der Fraunhofer-Einrichtung für Großstrukturen in der Produktionstechnik (IGP) freundlich von Michael Geist und seinen Kollegen begrüßt. In der anschließenden Präsentation und Führung durften wir zunächst einen Überblick über die Forschungsaktivitäten der Einrichtung bekommen.



Ein Virtual Reality System visualisiert gesundheitlich und prozesstechnisch günstige Maschinenstandorte in Produktionshallen

Anschließend wurden die beeindruckende Produktionshalle und einige Labore besichtigt. Hier bekamen wir unter anderem ein Virtual Reality System zur optimierten Anlagenplanung in Produktionshallen und eine adaptive Schweiß- und Messvorrichtung für Offshore-Windkraftanlagen zu sehen.

Nach einer kleinen Stärkung im Uni-Café Einstein besuchten wir das nahe gelegene Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung (IGD). Im Kompetenzzentrum „Maritime Graphics“ führten uns Prof. Dr. Uwe Freiherr



Mittagsimbiss im Café Einstein

von Lukas und sein Team von wissenschaftlichen Mitarbeitern durch die Einrichtung.



Prof. von Lukas zeigt ein System zur Visualisierung von Schiffsparametern

Zu sehen und erfahren gab es hier spannende Forschungsarbeiten im Bereich der maritimen Anwendungen. Besonderes Highlight war hierbei das Augmented Reality System, mit welchem bspw. sämtliche Einzelteile eines Sportwagens virtuell im Raum dargestellt werden können.



Das Augmented Reality System des Fraunhofer IGD bereitet sichtlich Freude und Erstaunen

Nach dem Besuch des zweiten Fraunhofer-Instituts war der Nachmittag jedem zur freien Verfügung gestellt. Hier bot sich die Besichtigung der historischen Altstadt und Marienkirche mit ihrer astronomischen Uhr an, was von vielen Mitgereisten wahrgenommen wurde. Abends fanden sich dann alle wieder im „Hemingway“, einer urigen Kneipe in Hafennähe, ein. Hier ließen wir den Abend bei köstlichem Essen und einem leckeren Getränk ausklingen.

Am letzten Tag unserer Exkursion stand abschließend ein Besuch bei Prof. Dr. Ralf Bill und Dr. Görres Grenzdörffer an der Universität Rostock auf dem Programm. In eini-



Kalendarium der astronomischen Uhr in der Marienkirche

gen interessanten Vorträgen wurden Inhalte aus den Forschungsschwerpunkten der UAV-Photogrammetrie und der GIS-Analysen in verschiedensten Anwendungen präsentiert.

Anschließend traten wir glücklich die Heimreise an, die einige von uns noch mit einer kleinen Fährfahrt über die Weser kombinierten. Insgesamt haben wir viele Eindrücke und Erfahrungen gewonnen und denken gerne zurück an die schönen drei Tage in Rostock. Wir freuen uns schon auf die nächste Exkursion in zwei Jahren. Mal sehen, wohin es dann geht...



Das alte Rostocker Rathaus

RIEGL

Innovation in 3D



RIEGL Laserscanner

für UAV- und luftgestützte, mobile, terrestrische und industrielle Vermessungsanwendungen



Stay connected with RIEGL



www.riegl.com



RIEGL®

TAG DER OFFENEN TÜR GEOINFORMATION



Rund 250 interessierte Schüler_innen und Auszubildende aus Norddeutschland folgten am 5. und 6. April der Einladung der Jade Hochschule und informierten sich über die Studiengänge der Abteilung Geoinformation. Vorträge, Laborpräsentationen, Infostände und eine Vorlesung - ein breites Angebot erwartete die Besucher auf dem Oldenburger Campus.

Über wachsenden Zuspruch freut sich der jährliche Tag der offenen Tür. Neben etablierten Angeboten, wie den Laborführungen und verschiedenen Infoständen, wurde in diesem Jahr erstmalig ein Vortragsprogramm angeboten. Referenten der Jade Hochschule und der Berufsverbände VDV, DVW und DHyG vermittelten den Teilnehmer_innen Einblicke in unterschiedliche Berufsfelder. So wurden zum Beispiel die Tätigkeiten eines Hydrographen und die Arbeit im 3D-Laserscanning und in der Flurbereinigung vorgestellt. Nach erfolgreicher Premiere im Vorjahr wurde erneut eine gut besuchte Kurzvorlesung angeboten.

Neben den zahlreichen Präsentationen gab es auch die Möglichkeit, eine allgemeine oder fachspezifische Studienberatung durch Hochschulmitarbeiter_innen in Anspruch zu nehmen. Engagierte Studierende unterstützten die Veranstaltung mit einem Stand über das studentische Leben an der Jade Hochschule und berichteten dort über ihre Erfahrungen im Studium. Auf großes Interesse stieß der studentische Vortrag zum berufsintegrierten Studium.

Am Donnerstag machte das Breitbandmobil des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur Station auf dem Campus. Hochschulangehörige und Besucher der Veranstaltung waren eingeladen, sich hier über den Breitbandausbau in Deutschland und seine Bedeutung für den Mittelstand zu informieren.

Am 18. und 19. April 2018 öffnet die Jade Hochschule wieder ihre Türen. Wir bieten in diesem Rahmen erstmalig eine Jobmesse für Studierende an, zu der wir unsere Praxispartner aus Wirtschaft und Verwaltung herzlich einladen. Interessenten melden sich bitte bei Christina Schumacher unter schumacher@jade-hs.de.



Studiengänge und Studienbedingungen kennenlernen - diese Möglichkeit boten die beiden Infotage



Die Kooperationspartner aus dem öffentlichen Dienst informierten über berufs- und ausbildungsintegriertes Studieren



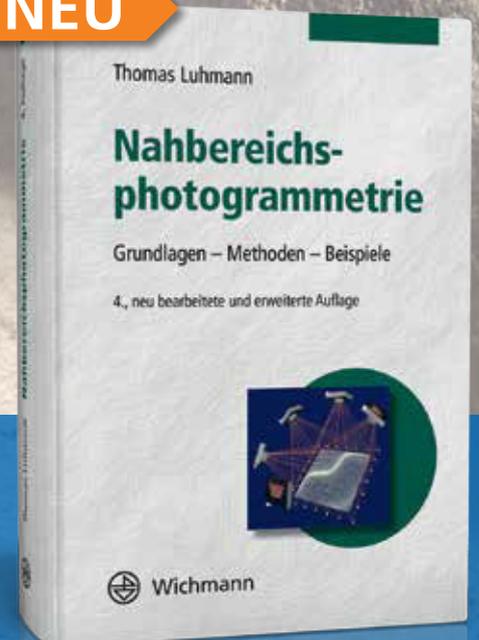
Studieren probieren: bei der Kurzvorlesung „Geoinformationssysteme“ konnten die Besucher Hochschulluft schnuppern



Wichmann



NEU



Technikwissen punktgenau: Fundierter Einblick in die Nahbereichs- photogrammetrie!

Das Werk geht nach einer Einführung auf mathematische Grundlagen, Aufnahmetechniken, Orientierungs- und 3D-Rekonstruktionsverfahren, Bildverarbeitung, Auswerte- und Messsysteme, Planungs- und Optimierungsfragen sowie typische Anwendungsgebiete ein. Mit zahlreichen Abbildungen und Beispielen.

Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten. Das Kombiangebot bestehend aus Buch und E-Book ist ausschließlich auf www.vde-verlag.de erhältlich. Dieses Buch ist für das Studium geeignet.

4., neu bearb. und erw. Auflage 2018
783 Seiten
96,- € (Buch/E-Book)
134,40 € (Kombi)



Bestellen Sie jetzt: (030) 34 80 01-222 oder www.vde-verlag.de/171223



EINWEIHUNG 3D-HIGHSPEED-LABOR MIT MODERNSTER KAMERATECHNIK

Im Labor für optische 3D-Messtechnik des IAPG konnte am 2. Juni 2017 die Einweihung des 3D-Highspeed-Labors gefeiert werden. Die Ausstattung wurde aus Studienqualitätsmitteln finanziert und wird in Lehrveranstaltungen und studentischen Projekten eingesetzt. Studierenden soll damit ermöglicht werden mit moderner Technik selbständig zu arbeiten und Erfahrung zu sammeln.

3D-Highspeed-Kameratechnik bietet mit ihrer hohen Aufnahme­frequenz interessante Einsatzmöglichkeiten, z.B. die detaillierte Dokumentation schneller Zerstörungsvorgänge oder eine präzise Deformationsanalyse von Windkraftanlagen und Fahrzeugen im Crashversuch, aber auch die Aufnahme von Filmen höchster Bildqualität in Superzeitlupe für die Film- und Werbeindustrie. High-speed-Kameras werden in der industriellen Produktion eingesetzt, um beispielsweise die Bewegung von Presswerken oder Bewegungsabläufe bei Fahrzeugsicherheitsversuchen nachzuvollziehen. In der Sportmedizin nutzt man sie, um Vibrationsplatten zu überprüfen oder das Bewegungsverhalten z.B. bei Profisportlern zu ermitteln. So finden sich verschiedene Anwendungsgebiete aus den unterschiedlichsten Branchen für die 3D-Highspeed-Kameratechnik und eine dreidimensionale hochgenaue Vermessung.

Die Veranstaltung wurde von einem Vortragsprogramm sowie von Live-Demonstrationen begleitet. Den Teilnehmern aus verschiedenen Fachgebieten konnte so ein Einblick in modernste Kameratechnik für vielfältige Anwendungsgebiete gewährt werden. Weltweit gibt es derzeit nur wenige Messtechniklabore mit einer ähnlich hochwertigen Ausstattung an 3D-Highspeed-Kamerasystemen. Prof. Dr. Thomas Luhmann gab in seiner Einführung einen Überblick über die bis dato durchgeführten Projekte und forderte die Anwesenden auf, Projektideen aus ihren Arbeitsbereichen einzubringen. Am Beispiel der Bewegung von Rotorblättern eines Ventilators wurde die 3D-Messung dynamischer Vorgänge mit dem Produkt MoveInspect der Firma AICON durch Heidi Hastedt demonstriert. Das Drei-Kamera-System erfasst Objekte, die mit retroreflektierenden Marken signalisiert sind, in Echtzeit und liefert direkt 3D-Koordinaten. Weiterhin wurden verschiedene High-End-Hochgeschwindigkeitskameras der Firma PCO von Wolfgang Mehringer vorgestellt. Sie



Im Vordergrund ist ein Teil der High-Speed Kameraausrüstung zu sehen. Die Veranstaltung wurde durch Vorträge und Vorführungen begleitet.

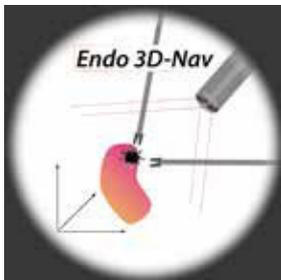


Live-Demo: Platzen eines mit Konfetti gefüllten Luftballons zur Visualisierung der ablaufenden Prozesse

ermöglichen die Erfassung dynamischer Szenen mit bis zu 160.000 Bildern pro Sekunde. Eine hochpräzise Synchronisation mehrerer Kameras erlaubt die dreidimensionale Vermessung der dynamischen Szenen. Das Labor verfügt außerdem über ein 9-Kamera-System zur 3D-Bewegungsanalyse.

- Laborleitung: Prof. Dr. Thomas Luhmann, Heidi Hastedt (M.Eng.)

3D-ENDOSKOPIE ROBUSTE OBERFLÄCHENERFASSUNG



Das Promotionsprojekt befasst sich mit der dreidimensionalen Vermessung und Überwachung des Behandlungsbereichs während eines minimalinvasiven chirurgischen Eingriffs. Mithilfe mehrfacher endoskopischer Bilder, die aufgrund der medizinischen Messumgebung sehr schwierige Bildverarbeitungsbedingungen aufweisen, werden Oberflächen erfasst. Diese sind für die computerassistierte Chirurgie sehr wertvoll und bieten viele Anwendungsmöglichkeiten wie z.B. die Überlagerung mit präoperativen 3D-Modellen.

Endoskope gibt es in verschiedensten Bauformen und werden für spezielle Anwendungsfälle konzipiert. Seit etwa einer Dekade werden in der Medizin Stereoendoskope eingesetzt. Diese ermöglichen den Chirurgen eine räumliche Wahrnehmung und sollen dadurch die Operationszeit verkürzen. Die optische Messtechnik ist in diesem Zusammenhang ein hochinteressantes Forschungsthema und bietet ein aussichtsreiches Potenzial für die computerassistierte Chirurgie.

Daher befasst sich dieses Forschungsprojekt im Speziellen mit der Oberflächenerfassung aus mehrfachen Endoskopiebildern. Vorrangiges Ziel des Vorhabens ist, ein endoskopisches Messsystem zu entwickeln, das möglichst robust und mit ausreichend hoher Genauigkeit Oberflächenstrukturen dreidimensional erfassen kann.

In der Praxis werden endoskopische Stereobilder aufgrund der sehr komplexen Aufnahmebedingungen nicht für 3D-Messungen während einer realen chirurgischen Operation eingesetzt. Das medizinische Umfeld birgt dazu noch zu viele nicht triviale Schwierigkeiten für die endoskopische Oberflächenerfassung:

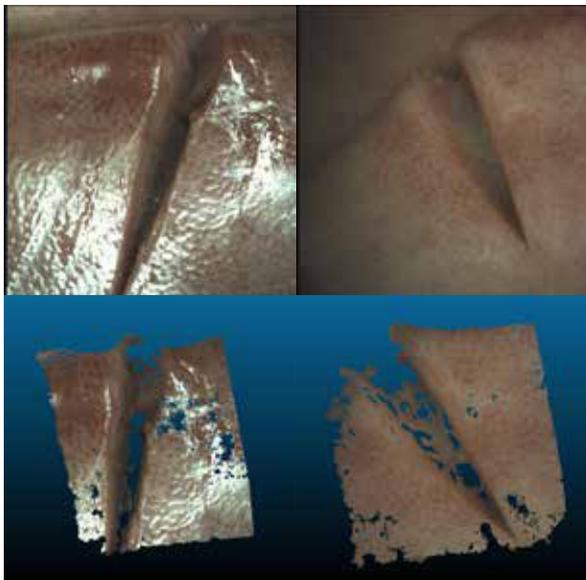
- Das Gewebe ist weich und ständig in Bewegung.
- Die relative Position zwischen Gewebe und Endoskop verändert sich stetig.
- Die Beleuchtung ist u.U. nicht ausreichend, zu stark oder ungleichmäßig.
- Es treten Lichtreflexe auf (durch Beleuchtung und Flüssigkeiten wie Wasser und Blut).
- Es gibt teilweise schwach strukturierte Bereiche.
- Es gibt bewegende und verdeckende Hindernisse (chirurgische Werkzeuge).
- Es können sonstige Störungen und Verzerrungen im Bild auftreten (Lichtbrechung durch Gas oder Flüssigkeiten, thermische Einflüsse (Kamerastabilität)).

Mithilfe eines neuartigen endoskopischen Dreikamerasystems soll es ermöglicht werden, auch in diesen komplexen Umgebungen robuste Messergebnisse zu erzeugen. Die Miniaturkameras haben jeweils einen Durchmesser von 6mm, bieten eine Auflösung von 640x640 px² sowie eine Bildwiederholrate von bis zu 100Hz. Die Kameras sind in einem gleichseitigen Dreieck angeordnet und grob horizontaliert. Durch die kompakte Anordnung der drei Kameras kann ein Außendurchmesser von etwa 14mm erreicht werden; aktuelle Laparoskope haben einen Durchmesser von etwa 10mm. Erweitert wird das System durch eine polarisierte Ringbeleuchtung und ein Polarisationsfilter vor den Objektiven, deren Polarisationsrichtung um 90° zu der Beleuchtung gedreht ist.



Prototypischer Kamerakopf mit drei miniaturisierten Kameras, Ringlicht und kreuzweise angeordneten Polarisationsfiltern
Ausschnitt oben rechts: Kamerakopf (Stereobasis ca. 7 mm)

Durch diese Anordnung der Polarisationsfilter können direkte Reflexionen auf den Oberflächen komplett ausgelöscht werden. Diese Technik ist auch als Kreuzpol-Blitztechnik aus der Fotografie bekannt. Chirurgen profitieren von einer reflexionsärmeren Sicht und die Auswertalgorithmen erzeugen eine vollständigere Punktwolke.



Mit Wasser befeuchtete Schweineniere mit einem Einschnitt. Oben: originales Endoskopiebild, unten: rekonstr. Punktwolke, links: ohne Polfilter, rechts: mit gekreuzten Polfiltern

Nachteile der Polarisationsfilter sind eine verringerte Lichtausbeute sowie ein schwacher Tiefpasseffekt. Dennoch kann für das polarisierte System eine signifikante innere und relative Orientierung mit photogrammetrischen Standardverfahren bestimmt werden.

Durch den Einsatz einer dritten Kamera ergeben sich einige Vorteile im Auswerteprozess, die insgesamt zu einem robusteren Ergebnis führen.

Zur Beschleunigung und Vereinfachung des Bildzuordnungsverfahrens (Image Matching) werden Normalbildtripel erzeugt. Dabei werden die Bilder auf eine gemeinsame Ebene (Trifokalebene) projiziert und entlang einer gemeinsamen Raumachse ausgerichtet, sodass die Epipolarlinien im linken und rechten Bild horizontal verlaufen. Somit können Korrespondenzen wie beim Stereomatching entlang der Bildzeilen gesucht werden.

Für jede mögliche Stereo-Korrespondenz kann durch Schnitt von Epipolarlinien der zugehörige Punkt im dritten Bild direkt berechnet werden. Dies reduziert die Anzahl möglicher Mehrdeutigkeiten und ist ein wesentlicher Vorteil der dritten Kamera und der Anordnung im gleichseitigen Dreieck.

Für jedes Punkttupel werden die lokalen Matchingkosten paarweise mittels normierter Kreuzkorrelation berechnet. Anschließend wird eine semi-globale Optimierung entlang von acht Pfaden auf die Kostentriplets angewendet. Durch Aggregation der drei Kostenwerte über eine Minimumfunktion muss die rechenintensive Optimierung nur einmal angewendet werden.

Nach weiteren Verfeinerungsschritten wie Subpixelinterpolation und Medianfilter wird eine Punktwolke erzeugt. Je nach Aufnahmeabstand h beträgt die laterale Auflösung im Objektraum $\Delta x,y$ 0.036mm für $h = 60\text{mm}$ und 0.06mm für $h = 100\text{mm}$. Konstruktionsbedingt haben Endoskope ein unvorteilhaftes Höhen-Basis-Verhältnis, was die Tiefenmessgenauigkeit negativ beeinflusst. Durch Verfeinerungsverfahren mit benachbarten Punkten kann dies etwas kompensiert werden. Bei einem Soll-Ist-Vergleich mit einer gut strukturierten Skulptur konnte eine 1-Sigma-Standardabweichung von $72\mu\text{m}$ erreicht werden, die indirekt die Tiefenmessgenauigkeit repräsentiert.

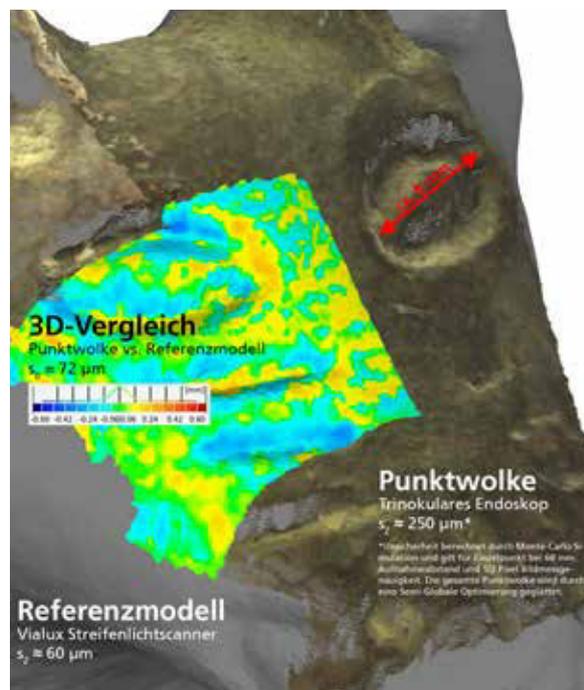
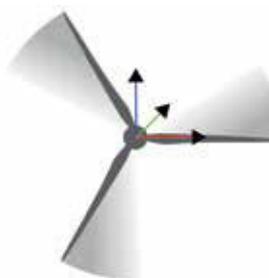


Schaubild zur Ergebnisanalyse anhand einer Skulptur

- Projektbeteiligte: Prof. Dr. Thomas Luhmann, Niklas Conen M.Sc.
- Förderung durch das Jade2Pro Promotionsprogramm
- Laufzeit 01.04.2014-30.09.2017
- Kooperationspartner: Aesculap AG, AXIOS 3DServices GmbH, TU Dresden
- iapg.jade-hs.de/projekte/endonav

BERÜHRUNGSLOSE ERFASSUNG BEWEGTER ROTORBLÄTTER



Das Forschungsvorhaben zielt ab auf die Entwicklung eines neuen Messverfahrens zur berührungslosen und markierungsfreien Erfassung der dynamischen Zustände von Rotorblättern im laufenden Betrieb. Durch die Kombination von Photogrammetrie und Distanzmessung wird ein Messverfahren entwickelt, welches unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen die Ableitung verschiedener Parameter zur Beschreibung der Rotorblattverformungen (Torsion, Durchbiegung in Windrichtung usw.) erlaubt.

Die tatsächliche Verformung der Rotorblätter im laufenden Betrieb einer Windenergieanlage (WEA) ist für Anlagenhersteller ein interessantes Thema. Mit diesem Wissen können Rotorblätter im Hinblick auf Aerodynamik, Energieausbeute sowie Materialeigenschaften optimiert werden. Annahmen über die Verformungen von Rotorblättern werden bisher aus numerischen Simulationen und Laborversuchen abgeleitet. Erste Aussagen über die tatsächliche Verformung im laufenden Betrieb konnten bisher nur testweise in Forschungsprojekten über aufwendige photogrammetrische Verfahren gegeben werden. Es ist eine komplexe Aufgabenstellung, die Verformungen im laufenden Betrieb zu messen. Rotorblätter erreichen mittlerweile eine Länge von bis zu 80m. Dabei liegt der Querschnitt an der Nabe bei etwa 5m, an der Außenspitze lediglich bei 0,5m. Aufgrund der Windbelastungen kommt es an den Außenspitzen zu einer Schlagbewegung von 10% der Rotorblattlänge bei einer Spitzengeschwindigkeit von 80m/s. Besonders interessant ist für die Anlagenhersteller die Torsion an der Außenspitze, diese soll mit einer Genauigkeit von unter 1° bestimmt werden.

Als mögliches Messverfahren für die berührungslose und markierungsfreie Erfassung der Rotorblätter bietet sich das Laserscanning an, wobei sich übliche Anwendungen mit statischen Objekten befassen. Einzelne Messwerte werden sequentiell aufgenommen, der Laser wird dabei um die horizontale und vertikale Achse umgelenkt. In einem vorherigen Forschungsprojekt wurden für die Verformungsmessung der Rotorblätter mehrere synchronisierte Laserscanner vom Typ 5010 der Firma Zoller + Fröhlich GmbH eingesetzt, bei denen die Umlenkeinheit deaktiviert werden kann. Die notwendige Genauigkeit



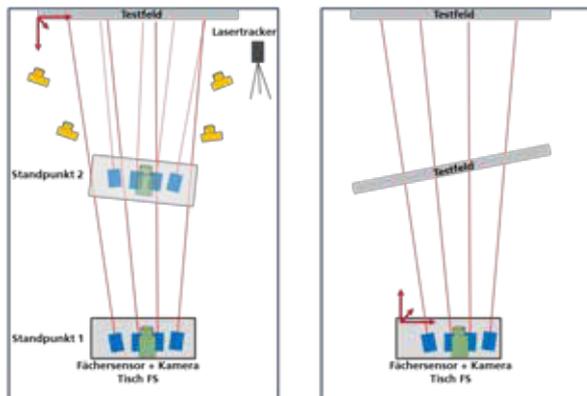
Neu entwickeltes fächerartiges Distanzmesssystem, bestehend aus 4 Distanzmessern vom Z+F Imager 5006

bei der Ausrichtung der Laserscanner ist jedoch praktisch nicht umsetzbar.

Zur Optimierung des Verfahrens wurde in diesem Promotionsprojekt ein fächerartiges Distanzmesssystem entwickelt. Dieses besteht aus vier synchronisierten Distanzmessern des Laserscanners Z+F Imager 5006. Die Distanzmesser sind jeweils auf einem Drehtisch befestigt, welche wiederum auf einer Plattform angebracht sind. Die Horizontalwinkel können für die jeweilige Anwendung zwischen den Distanzmessern verstellt werden. Zusätzlich ist an dem Gehäuse des Fächersensors eine Kamera befestigt, mit der eine Transformation in ein übergeordnetes Koordinatensystem ermöglicht wird.

Die relative Orientierung des fächerartigen Distanzmesssystems muss für die Berechnung von 3D-Koordinaten bekannt sein, ebenso die Orientierung der Kamera zum Distanzmesssystem. Hierzu wurde ein Ansatz entwickelt, bei dem ein Lasertracker und photogrammetrische Verfahren eingesetzt werden. Das photogrammetrische Testfeld besteht aus codierten Messmarken, Maßstäben und

Lasertracker-Nestern. Die Nester werden ebenfalls für Photogrammetrie-Targets genutzt, um eine Transformation der photogrammetrischen Daten ins Koordinatensystem des Lasertrackers zu gewährleisten. Weiterhin werden Nester am Fächersensor befestigt, so dass die Position des Testfeldes zum Fächersensor bestimmt wird. Der Fächersensor wird an verschiedenen Positionen relativ zum Testfeld aufgestellt. Für die Bestimmung der relativen Orientierung sind mind. zwei Standpunkte notwendig.



Verfahrensskizze zur Bestimmung der relativen Orientierung der Distanzmesser des Fächersensors und der Kamera

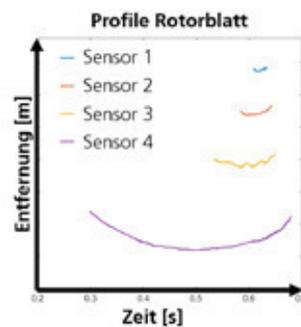
An jeder Position misst der Fächersensor Distanzen zum Testfeld. Zusätzlich werden die Laserflecken des Sensors in Bezug zu den codierten Messmarken mit einer IR-Kamera eingemessen, welche im Koordinatensystem des Testfeldes liegen (obige Abb. links). Anschließend erfolgt eine Transformation in das Koordinatensystem des Fächersensors (obige Abb. rechts). Aus den Positionen der Laserflecken zweier Standpunkte kann ein Richtungsvektor bestimmt werden und mit der gemessenen Distanz des Fächersensors die Position des Distanzmessers im Koordinatensystem des Tisches berechnet werden. Es erfolgt eine weitere Transformation ins Koordinatensystem des Fächersensors, und mit den Positionen der Laserflecken kann die relative Orientierung der Distanzmesser bestimmt werden. Die Position der Kamera wird über einen räumlichen Rückwärtsschnitt bestimmt.

Zur Untersuchung der erreichbaren Genauigkeit des Fächersensors wurde ein Laboraufbau mit einem motorisierten Modell einer Windenergieanlage entwickelt. Der Fächersensor misst Distanzen in Abhängigkeit der Zeit. Mit der bekannten relativen Orientierung können aus diesen Daten 3D-Koordinaten berechnet werden. Im Fall bewegter Rotorblätter muss zur Profilberechnung die Geschwindigkeit des Messobjektes an der jeweiligen Position

mit einfließen, die im Laborversuch z.B. durch die photogrammetrisch erzeugten Referenzdaten berechnet werden kann. Dazu ist auf einem Rotorblatt ein Zufallsmuster angebracht. Zwei Kameras erfassen die Bewegung des Rotorblattes und über ein flächenhaftes Matching und Tracking können 3D-Koordinaten bestimmt werden und ebenso die Geschwindigkeit des Blattes berechnet werden. Die fest angebrachte Kamera auf dem Fächersensor dient zur Transformation der Daten ins Koordinatensystem des Fächersensors. Dies ermöglicht einen Vergleich der Profile des Fächersensors und der Photogrammetrie und lässt auf die zu erreichende Genauigkeit schließen.



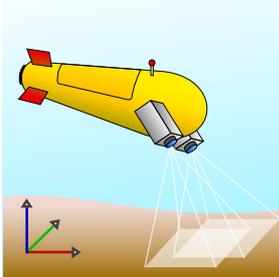
Laboraufbau mit motorisiertem Modell einer Windenergieanlage



Gemessene Profile des Fächersensors eines Durchlaufes vom Rotorblatt

- Projektbeteiligte: Prof. Dr. Thomas Luhmann, Martina Göring M.Sc.
- Förderung durch das Jade2Pro Promotionsprogramm
- Laufzeit 01.11.2014-31.10.2019
- Kooperationspartner: ForWind, TU Dresden, Zoller + Fröhlich
- iapg.jade-hs.de/projekte/windscan2

OPTISCHE 3D-MESSTECHNIK FÜR UNTERWASSERFAHRZEUGE



Als Teil des kooperativen EITAMS-Projekts zielt dieses Forschungsprojekt auf die Entwicklung, Kalibrierung und Verifizierung eines bildbasierten Multi-sensorsystems für unbemannte Unterwasserfahrzeuge ab. Das System soll sowohl Aufgaben zur Positionierung und Erfassung innerhalb einer unbekannten Umgebung erfüllen, als auch eine kognitive Systemarchitektur unterstützen. Mögliche Anwendungsfelder sind Erkundungs- und Überwachungsaufgaben in für Menschen prekären oder schwer erreichbaren Gebieten.

Das Projekt EITAMS (siehe auch S. 32f.) befasst sich mit der Entwicklung eines Schwarms teilautonomer Unterwasserfahrzeuge (AUV), welche durch unbemannte Überwasserfahrzeuge (USV) koordiniert werden (siehe Abb. 1).

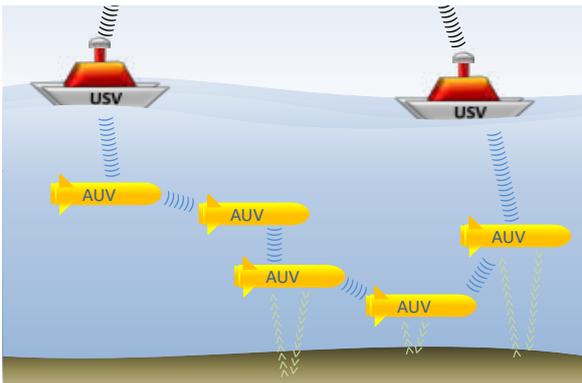


Abb. 1: Prinzipische Skizze des Projektaufbaus: Ein oder mehrere unbemannte Überwasserfahrzeuge (USV) koordinieren die Mission mehrerer teilautonomer Unterwasserfahrzeuge (AUV)

Zur Navigation, Erfassung und Ortung eines AUVs ist es unerlässlich dieses mit Messtechnik auszustatten, welche Informationen über die aktuelle Position und Umgebung zur Missionslaufzeit bereitstellt. Das vorgestellte Teilprojekt „Optische Unterwasser-3D-Messtechnik“ befasst sich mit sämtlichen Aspekten der Unterwasserphotogrammetrie und Fusionierung mit weiterer Sensorik zu einem Multisensorsystem. Weitere Zielsetzung ist die Entwicklung eines Kalibrierverfahrens, um die spezifischen Eigenschaften der Medien Luft, Wasser und Glas im Strahlengang vom Objekt zur Kamera beschreiben zu können.

Aufgrund heterogener Dichten der Medien besitzen diese unterschiedliche Brechungsindices. Der Raumstrahl wird entsprechend dem Brechungsgesetz nach Snellius an den jeweiligen Grenzflächen zum dichteren Medium hin gebrochen (siehe Abb. 2). Weiterhin sind inkonstante Temperaturbedingungen und damit auch Fragen nach der zeitlichen Veränderung eines kalibrierten Mehrkamerasystems zu beantworten. Auch die Behandlung schlechter Sichtverhältnisse unter Wasser ist im Rahmen des Teilprojekts zu berücksichtigen.

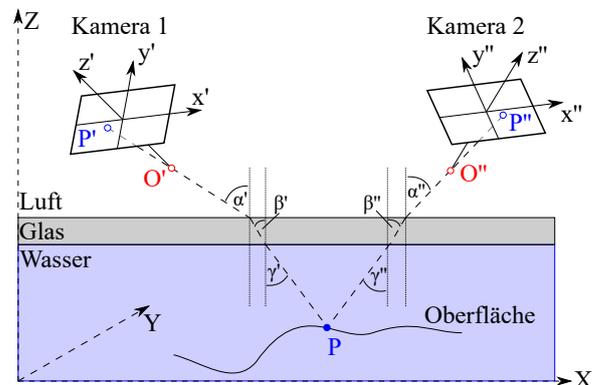


Abb. 2: Allgemeiner Fall der Stereo-Mermedienphotogrammetrie mit zwei Medienübergängen. Der Strahl wird an den Trennflächen Luft-Glas und Glas-Wasser gebrochen

Als Trägerplattform unter Wasser wurde im Rahmen des Projekts der BlueROV2, ein ferngesteuertes Unterwasserfahrzeug (ROV) der Firma BlueRobotics, angeschafft. Dieses bietet die Möglichkeit modular in drei Druckgehäusen zusätzliche Payload anzubringen, welche am ROV arretiert werden kann, um die Plattform mit autonomen Eigenschaften zu erweitern. Zusätzlich zum bereits integrierten Barometer, Drucksensor und der Inertialen Messeinheit (9 DOF) wird die Plattform um drei Indus-

triekameras kompakter Bauweise sowie einem akustikbasierten Positionierungs- und Kommunikationssystem erweitert. Letzteres ermöglicht die relative Ortung des ROVs zur Überwasserplattform, welche mit einem GNSS-Empfänger ausgestattet ist. Somit lässt sich der Bezug zu einem übergeordneten Koordinatensystem, wie dem ETRS89, herstellen.

Das photogrammetrische System (s. Abb. 3 und Abb. 4) im ROV besteht aus zwei vorwärts und einer rückwärts blickenden Kamera mit Weitwinkelobjektiven. Durch diese spezielle Anordnung soll bei der sequentiellen Bildaufnahme eine stabilere geometrische Basis, als mit einem Stereosystem realisiert werden. Zur Befestigung der Kameras in den drei Druckgehäusen wurde eine angepasste Halterung entwickelt, welche flexibel integrierbar ist. Das System soll weiterhin mit der zusätzlich integrierten Sensorik fusioniert werden, um mögliche Ausfälle einer rein bildbasierten Positionierung abzufangen und gleichzeitig die Orientierungsinformationen der Bilder zu stützen.



Abb. 3: Dreikamerasystem in den Druckgehäusen eingefasst (links) und Halterung zur Arretierung innerhalb der Druckgehäuse (rechts)

Das System befindet sich derzeit in der Erprobung und ist bislang durch Power-over-Ethernet (PoE)-Verbindungen mit einem Laptop, welcher sich auf einem USV befindet, verbunden. Im weiteren Projektverlauf sollen, direkt in den Druckgehäusen integrierte, Einplatinencomputer diese ersetzen, sodass sämtliche Auswertungen ROV-intern geschehen können.

Die Positionierung und gleichzeitige Umgebungskartierung zur Missionslaufzeit ist ein Problem aus der Robotik. Mittels Algorithmen des „Simultaneous Localization and Mapping“ (SLAM) können die Bilddaten, bspw. auf Grundlage des Extended Kalman Filters, effizient ausge-

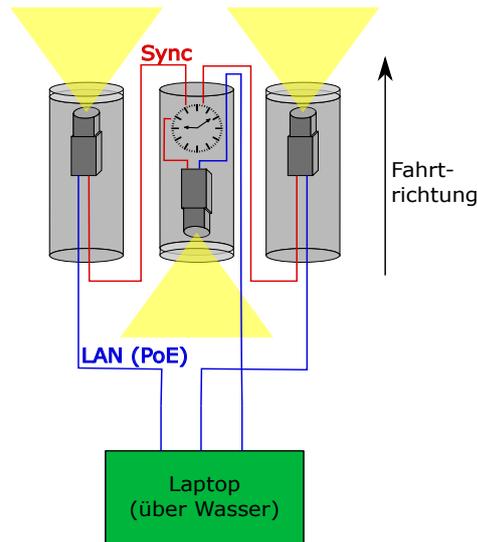


Abb. 4: Prinzipskizze des Dreikamerasystems in den Druckgehäusen mit Daten- und Synchronisationsverbindung. Perspektivisch soll die LAN-Verbindung zu einem Laptop durch Einplatinencomputer in den Gehäusen ersetzt werden

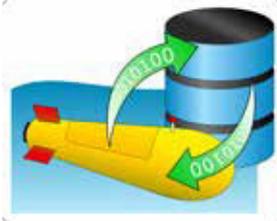
wertet und fusioniert werden. Nach Abschluss der Aufnahme kann auf Grundlage der Näherungswerte aus dem SLAM-Algorithmus eine vollständige Bündelausgleichung unter Einbezug aller Sensordaten erfolgen.

Die nächsten Schritte umfassen die Kalibrierung des Dreikamerasystems sowie die Entwicklung entsprechender Auswertalgorithmen. Dies umfasst im Speziellen die Integration eines flexiblen Mehrmedienansatzes in einer Bündelausgleichung sowie die Untersuchung verfügbarer SLAM-Algorithmen im Hinblick auf die Aufgabenstellung. Anschließend werden die Daten weiterer Sensorik integriert, um das Multisensorsystem zu komplettieren. Nach der Fertigstellung des Systems soll perspektivisch ein Prüfverfahren entwickelt werden, mit welchem die innere und äußere Genauigkeit des Systems anwendungsnah mit hoher zeitlicher Auflösung evaluiert wird.



- Projektbeteiligte: Prof. Dr. Thomas Luhmann, Robin Rofalski M.Sc.
- Förderung durch die VolkswagenStiftung
- Laufzeit 1.2.2017-30.4.2020
- eitams.de/tp3/eitams_TP3.html

GEODATENMANAGEMENT FÜR UNTERWASSERFAHRZEUGE



Inspektions- und Forschungsarbeiten in Gewässern werden zunehmend durch Unterwasserfahrzeuge unterstützt. Die anfallenden Beobachtungen verfügen über eine zeitliche und räumliche Dimension und stellen Unterwasserfahrzeuge vor eine Reihe von Herausforderungen. Neben der Speicherung und Verwaltung heterogener Messdaten werden Lösungen zur Datenauswertung benötigt. Als Teil des EITAMS-Projekt erfolgt daher die Entwicklung eines Datenmanagementsystems für autonome maritime Systeme.

Sowohl für die Untersuchung von Gewässerböden als auch für die Suche nach Objekten oder Phänomenen unter Wasser erfolgt zunehmend der Einsatz von AUVs (Autonomous Underwater Vehicle). Dabei nimmt die Aufnahme, Verarbeitung und Bereitstellung von Sensordaten durch das Fahrzeug eine bedeutsame Rolle ein. Die erfassten Beobachtungen verfügen in der Regel über eine zeitliche und räumliche Dimension und stellen die ohnehin bereits leistungsbegrenzten Unterwasserfahrzeuge vor eine Reihe von Herausforderungen. Ihre kompakte Bauform und ihr limitiertes Gesamtgewicht schränken das Mitführen langanhaltender Energiequellen sowie die Unterbringung leistungstarker Hardware stark ein. Somit existiert der Bedarf nach einem effizienten Datenmanagementsystem, das die Verarbeitung und Verwaltung von speicher- und rechenintensiven Geodaten erlaubt.

Herkömmliche Möglichkeiten zum drahtlosen Austausch von Daten basieren auf dem Übertragungsmedium Luft und ermöglichen hohe Datentransferraten. Der Einsatz von WLAN und vergleichbaren Übertragungstechniken ist unter Wasser nicht möglich. Alternativ stehen akustikbasierte Lösungen zur Verfügung, die eine Brutto-

Datendurchsatzrate von wenigen Kilobyte pro Sekunde ermöglichen. Ein zeitnahe Austausch von größeren Datenmengen zur Missionslaufzeit ist somit nicht möglich. Vielmehr wird ein System benötigt, das eine Zwischenspeicherung der anfallenden Beobachtungen vornimmt. Für diese Aufgabe sieht die Architektur aus Abb. 1 pro Fahrzeug ein lokales Geodatenbanksystem vor. Während eine interne Schnittstelle die Auswertung der Datenbasis durch die Fahrzeugsoftware ermöglicht, können kooperierende Unterwasserfahrzeuge Teilergebnisse mithilfe von Akustikmodems austauschen. Für eine nachgelagerte Auswertung der aufgezeichneten Beobachtungen erfolgt abschließend eine standardisierte Synchronisation der Datenbasen mit einem zentralen System.

Im Rahmen des EITAMS-Projekts werden Unterwasserfahrzeuge mithilfe der Open Source Software "Unified Navigation Environment" (DUNE) betrieben. Diese digitale Umgebung ist auf den Einsatz auf unbemannten Fahrzeugen unter Wasser und in der Luft spezialisiert. Der mitgelieferte Funktionsumfang befasst sich u. a. mit Hardwareabstraktion, Positionierung unter Wasser und Echtzeitauswertung von Sensordaten. Für nachgelagerte Missionsanalysen legt DUNE alle Beobachtungen in kom-

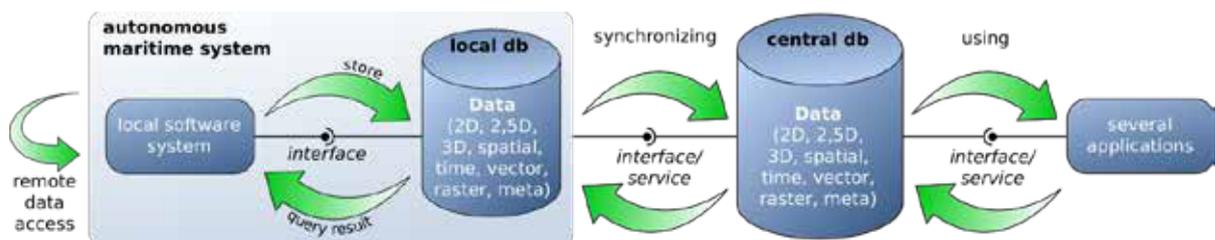


Abb.1: Architektur zur Verwaltung, Bereitstellung und Austausch raum-zeitlicher Geodaten auf Unterwasserfahrzeugen

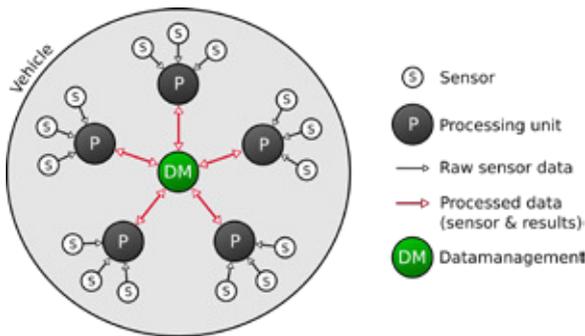


Abb. 2: Schema zentrales Datenmanagement

primierter Form innerhalb einer Log-Datei ab. Eine Auswertung dieser Datenbasis zur Laufzeit ist derzeit nicht vorgesehen.

Aufgrund der limitiert vorliegenden Hardwareressourcen wird das Datenmanagement in DUNE eingebettet. Speicher-, Verwaltungs- und Auswertemethoden liegen somit nicht in Form einer separaten Softwarekomponente vor und werden stattdessen ein direkter Bestandteil der Fahrzeugsoftware. Während Produkte wie PostgreSQL, DB2 und Oracle auf große Strukturen mit verteilten und gleichzeitigen Datenzugriffen ausgelegt sind, werden einbettbare Datenbank-Engines auf die Nutzung innerhalb einer einzigen Anwendung optimiert. Sie können gemäß Abb. 2 als zentrale Komponente zur Bereitstellung und Verteilung von Informationen verwendet werden.

Der derzeitige Projektstand umfasst einen Prototyp, der unter Verwendung von SQLite und der Geo-Erweiterung SpatialLite OpenGIS-kompatible Datentypen und Funktionen zur Verfügung stellt. Mithilfe von "Well Known Text" und "Well Known Binary" lassen sich somit punkt-, linien und flächenbasierte Geometrien beschreiben. Da SQLite auf dem relationalen Modell basiert, wird die Definition eines Datenschemas erforderlich. Innerhalb des Prototyps wird das Schema aus Abb. 3 eingesetzt. Es dient zur Ver-

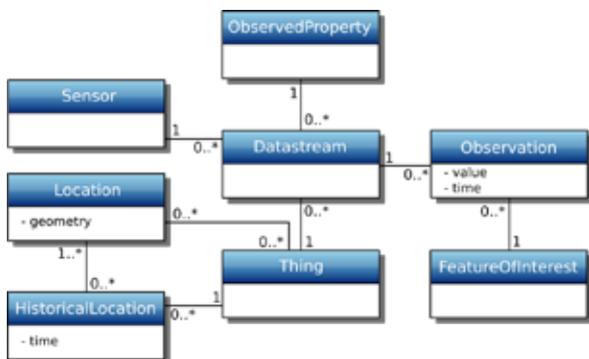


Abb. 3: Vereinfachtes Schema von OGCs SensorThings API

waltung raum-zeitlicher Beobachtungen und ist Teil des kürzlich veröffentlichten OGC-Standards "SensorThings API". Neben der Erfassung von Ort, Zeit und Wert einer Beobachtung dient es ebenfalls zur Beschreibung der eingesetzten Sensorik und der betrachteten Phänomene. Die Besonderheit des Schemas liegt in der Modellierung von Sensormessdaten als Datenstrom. Hierbei werden Messwerte nicht einzeln im Raum verortet, sondern mithilfe ihres Aufnahmezeitpunkts und der zeitabhängigen Position des Sensorträgers geocodiert.

Während Geodatenbanksysteme typischerweise eine Verarbeitung von räumlichen Daten im 2,5-dimensionalen Raum erlauben, werden unter Wasser zum Teil 3D-Funktionalitäten benötigt. Daneben sind Systeme wie SpatialLite für einen effizienten Zugriff auf endliche und statische Datenbasen optimiert. Unterwasserfahrzeuge generieren hingegen mehrere theoretisch unbegrenzte Datenströme, deren Elemente oftmals eine begrenzte Lebenszeit aufweisen. Hierbei wird vielmehr eine kontinuierliche Auswertung der eingetroffenen Daten erforderlich und daher typischerweise innerhalb eines Datenstrommanagementsystems durchgeführt.

Damit zukünftig auch die Verarbeitung von Datenströmen auf einem Unterwasserfahrzeug möglich ist, soll der bestehende Prototyp um Funktionen eines Datenstromsystems erweitert werden. Hierzu zählt neben der Einführung entsprechender Datentypen auch die Bereitstellung von Methoden zur Verknüpfung von unterschiedlichen Sensormessdaten. Ziel ist die Entwicklung einer SQLite-Erweiterung, die eine kontinuierliche Kombination und Auswertung von Informationen unter der Berücksichtigung von raum-zeitlichen Aspekten erlaubt.



- Projektbeteiligte: Prof. Dr. Thomas Brinkhoff, Tobias Werner M.Sc.
- Förderung durch die Volkswagenstiftung
- Laufzeit 01.02.2017-31.07.2020
- eitams.de/tp4/eitams_TP4.html

RADARSATELLITEN-GESTÜTZTE DETEKTION VON FLÜCHTLINGSBOOTEN



Ziel dieses Vorhabens im Rahmen des Promotionsprogramms SAMS (Sichere Automatisierte Maritime Systeme) ist die Entwicklung von Verfahren zur (halb-)automatischen Detektion von Flüchtlingsbooten mit Hilfe von Radar-Satellitendaten. Im Bereich der Detektion maritimer Objekte, genauer der Schiffsdetektion, konzentrierten sich die bisherigen Anstrengungen auf das Auffinden von großen, metallischen Fahrzeugen. Im Gegensatz dazu sind hier kleine, nicht-metallische Schlauchboote das Ziel der Ortung.

Synthetic Aperture Radar (SAR, dt.: Radar mit synthetischer Apertur) kam in den frühen Jahren der Entwicklung überwiegend in wissenschaftlichen und ingenieurbezogene Kontexten zur Anwendung. Mit der rasanten und anhaltenden Weiterentwicklung von SAR-Sensoren und entsprechenden Satellitenmissionen wuchs das Spektrum an möglichen Anwendungsgebieten in der Radarfernerkundung. Satellitenbasierte Radardaten sind beispielsweise prädestiniert für den Katastrophenschutz und stellen eine sehr gute Datengrundlage für Schadenserhebungen und Fast-Echtzeitkarten dar. Sie dienen als Planungsgrundlage für Einsatzkräfte vor Ort und liefern zeitnah unentbehrliche Informationen über Ausmaß und Lage der Schäden. Auch im Bereich der maritimen Sicherheit, beispielsweise bei der Detektion von Schiffen oder Ölteppichen, wird diese Technologie eingesetzt.

Das hier beschriebene Promotionsvorhaben ist im Rahmen einer Kooperation zwischen der Universität Oldenburg und der Jade Hochschule Oldenburg angelegt. Sie beschäftigt sich mit der satellitengestützten (semi-)automatischen Detektion von Schlauchbooten, die speziell in der jüngeren Vergangenheit von Migranten benutzt werden, um eine Überfahrt von Nordafrika nach Europa zu versuchen. Keines dieser mit mindestens 100, manchmal mit bis zu 200 Menschen voll besetzten Boote hat jemals die Überquerung des Mittelmeers geschafft. Es handelt sich um aufblasbare 5-Kammern-Schlauchboote, die zur rudimentären Stabilisierung mit untereinander verschraubten Holzplatten ausgelegt werden. Als Antrieb wird meist ein 40PS-Außenbordmotor verwendet. Die Versorgung mit Treibstoff und Nahrungsmittel ist in den meisten Fällen mehr als mangelhaft, geeignete Navigationsmittel fehlen ebenfalls. Diese Fahrzeuge sind somit in keiner Weise hochseetauglich und befinden sich per

Definition von dem Moment des Ablegens an in Seenot. Die Forschungsarbeit ist ein Versuch, der seit Jahren anhaltenden humanitären Krise im Mittelmeer zu begegnen. Ziel ist es, die technischen Grundlagen für ein System zu schaffen, das diese Boote in dem kontinuierlich anwachsenden Strom von Satelliten-Radardaten (semi-)automatisch identifiziert und ortet und damit die zivile Seenotrettung wie auch andere Akteure vor Ort in ihrem Bemühen, Menschenleben zu retten, unterstützt. Die besondere Herausforderung besteht dabei einerseits in den verhältnismäßig kleinen Dimensionen des gewählten Zielobjektes, andererseits in seinen, in Hinblick auf Radarrückstrahlung, charakteristischen Materialeigenschaften. Weil das Schlauchboot größtenteils aus nicht-metallischen Materialien besteht (synthetische Kunststoffe, Holz), erzeugt es ein nur sehr schwaches Radarecho und ist damit vergleichsweise schwer zu identifizieren.

Die Datenerhebung erfolgt mit satellitengestützten Synthetic Aperture Radar (SAR). Diese neueste Generation von Radar-Fernerkundungssensoren erreicht bis dato nicht gekannte räumliche Auflösungen von bis zu 1 Meter und eröffnet damit eine Reihe neuer Möglichkeiten und Anwendungen. Aktuelle Forschungsarbeiten im Bereich der Schiffsdetektion konzentrierten sich bisher vorwiegend auf große metallische Ziele. Die in diesem Rahmen erprobten Methoden sollen nun an dem speziellen Zielobjekt angewendet, getestet und optimiert werden. Die Projektergebnisse sollen einen wichtigen Baustein zur technischen Unterstützung von Search-and-Rescue-Missionen darstellen und eine lückenlosere und raschere Rettung von Migranten in Seenot ermöglichen. Am Beginn des Projektes stand die Suche nach Satelliten-Radardaten, die Flüchtlingsboote oder ähnliche



Datenaufnahme mit „vollem“ Boot: 30 Freiwillige sollen ein realistischeres Radarecho erzeugen.

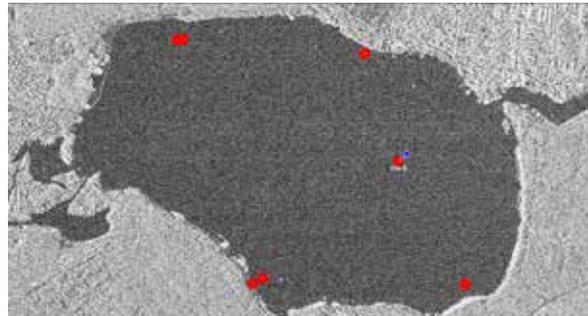
Fahrzeuge an bekannter Position („sea truth“) enthalten. Die Evaluation ergab, dass solche Daten entweder nicht existieren oder zumindest nicht der zivilen Öffentlichkeit zugänglich sind. Als Konsequenz daraus begann die Planung einer Erhebung eigener Testdatensätze. Diese Kampagne startete mit dem Zuwasserlassen des Testobjektes Ende März diesen Jahres. Die in diesem Zuge entstandene Webseite ist unter fluchtboot.de zu erreichen. Im Zeitraum bis Ende September wurde am Berliner Müggelsee eine große Anzahl von Ausfahrten unternommen. So konnte in Kooperation mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) mit insgesamt knapp 40 Datensätzen eine bislang einmalige Sammlung von SAR-Satellitenbildern angelegt werden, die Fluchtboote enthalten. Zusätzlich wurden 10 SAR- wie auch Multispektraldatensätze von den Satellitenmissionen SENTINEL-1 und SENTINEL-2 aufgenommen. Als Testobjekt diente ein vom Kooperationspartner Sea-Watch e.V. zur Verfügung gestelltes, originales Fluchtschlauchboot.

Die Größe der Radar Cross Section (RCS, dt.: Radarquerschnitt) des Bootes beschreibt das Vermögen eines Objektes, Radarstrahlen zurück zu streuen, und bestimmt damit die Sichtbarkeit des Bootes im RadARBild. Diese RCS ist von einer Reihe von Faktoren abhängig. Die wichtigsten Sensoreigenschaften sind Wellenlänge, Polarisation, Auflösung und Aufnahmewinkel (es handelt sich um Seitensicht radar). Wichtige Szeneneigenschaften



Das Fluchtboot im Müggelsee: aufblasbares PVC-Boot, Holzplatten rudimentär verschraubt, 2-Takter-Außenborder 40PS

ten sind Größe, Form, Ausrichtung, Geschwindigkeit und Richtung, Material und Feuchtigkeit (Dielektrizitätskonstante) sowie Beladung und Überbau des Zielobjektes und Rauigkeit der Wasseroberfläche (abhängig von Seegang, Windgeschwindigkeit und -richtung). Die Kampagne wurde mit dem Ziel konzipiert, eine möglichst große Spannbreite verschiedener Kombinationen dieser Sensor- und Szeneneigenschaften in den Daten



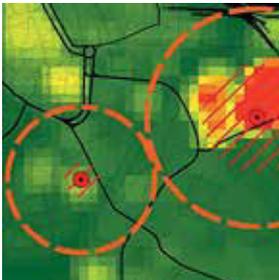
SAR-Satellitenbild vom Müggelsee ((c) DLR) mit Schiffsdetektionen eines CFAR-Algorithmus der European Space Agency.

abzubilden. Dies soll tragfähige Aussagen bezüglich der zur Ortung des Bootes erforderlichen Daten ermöglichen. Im Zentrum steht insbesondere die Auflösung; je niedriger die Anforderung an diese Eigenschaft, desto höher die gewährleistete räumliche Abdeckung und die Erfolgchancen für die spätere Anwendung. Der Seegang kann in diesem Zusammenhang als Störfaktor angesehen werden, der den Schiff-Boot-Kontrast stört. Dieser Störfaktor wird im Testgebiet Müggelsee fast zur Gänze eliminiert. Für die spätere Anwendung im Mittelmeer ist eine Simulation lokal realistischer Wellensituationen im Forschungsvorhaben geplant.

Das aktuelle Arbeitspaket umfasst die Prozessierung und Auswertung der gesammelten Datensätze. Dabei müssen die Rohdaten mehrere Verarbeitungsschritte, wie zum Beispiel radiometrische und geometrische Korrekturen durchlaufen, um eine erste visuelle Interpretation zu ermöglichen und etablierte Schiffsdetektoren testen zu können.

- Projektbeteiligte: Peter Lanz, Prof. Dr. Thomas Brinkhoff
- Förderung durch das SAMS Promotionsprogramm (Land Niedersachsen)
- Laufzeit 01.10.2015-30.9.2018
- Kooperationspartner: DLR, SeaWatch e.V.
- iapg.jade-hs.de/projekte/artefactDetection fluchtboot.de

DER RAUMBEZUG IM ZUKÜNFTIGEN ENERGIESYSTEM



Die Energiewende schreitet auch im Siedlungsbereich immer weiter voran, Strom und Wärme werden zunehmend gemeinsam betrachtet. Die räumliche Analyse von Wärmeversorgungsoptionen bietet eine Grundlage für eine nachhaltige Energieplanung und für Langfriststrategien zum Umbau der urbanen Energiesysteme. Mit Hilfe einer Simulation unterschiedlicher Entscheidungsmöglichkeiten auf Gebäudeebene werden die Robustheit der zuvor ermittelten Eignungsbereiche getestet und Modifizierungsmöglichkeiten ermittelt.

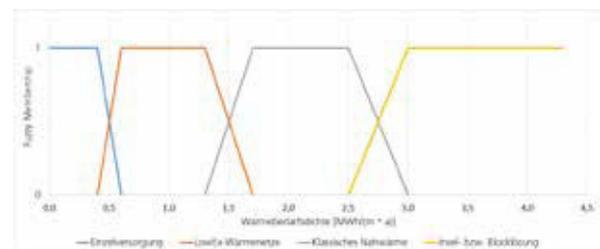
Projektkontext

Den Gebäudebestand in naher Zukunft klimaneutral mit Wärme zu versorgen stellt eine besondere Herausforderung dar. Die Transformation bestehender Wärmeversorgungen muss zukunftssicher und mit einer ausreichenden Flexibilität erfolgen, um auf örtliche Begebenheiten reagieren zu können. Aktuelle energetische Planungen sind auf Quartiersebene sehr detailliert, ohne dass die Entscheidung für ein Zielsystem transparent dargelegt und die weitere Umgebung einbezogen wird. Aktuelle Förderkulissen für einzelne Technologien sind in der Regel maßgebend. Auf gesamtkommunaler Ebene sind energetische Planungen – falls vorhanden – meist auf einer allgemeinen Empfehlungsebene zu finden.

Im Projekt wird der Versuch unternommen, zum einen eine Brücke zwischen programmatischen Zielen und einer quartiersbezogenen Detailplanung zu bauen, und zum anderen einen raumanalytischen Ansatz zu entwickeln, mit dem vorhandene Potentiale erneuerbarer Energien in die Wärmeversorgung integriert werden können.

Projektgebiete

Für die Städte Oldenburg, Bramsche und Wallenhorst (alle Nds.) werden modellierte Wärmebedarfe für Wohn- und Nichtwohngebäude verwendet. Die Daten für Oldenburg (ca. 55.000 Punktobjekte) stammen aus einem kommerziellen Datensatz der DBI GUT GmbH, die ca. 23.000 Punktobjekte in den Städten Bramsche und Wallenhorst stammen aus dem Forschungsprojekt PiNA (Planungsportal industrieller Abwärme) des Landkreises Osnabrück. Für die Modellierung werden die Gebäudegeometrien, Baujahr und Bautyp, aber auch statistische Daten z.B. über Einwohner berücksichtigt. Die Berech-

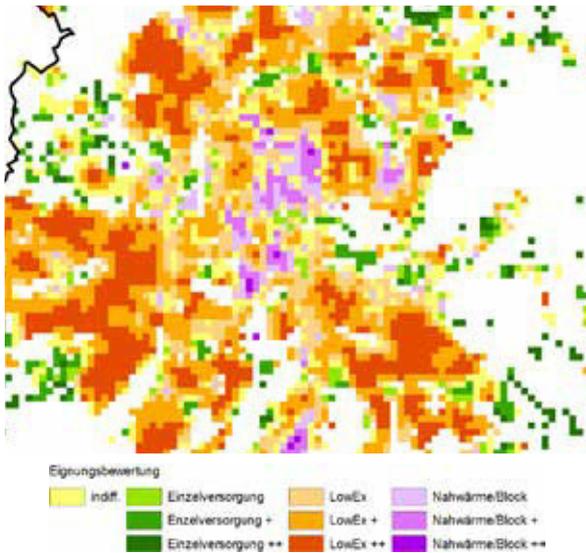


Fuzzy Membership der Wärmeversorgungsoptionen bezogen auf die Wärmebedarfsdichte

nung orientiert sich an den Normvorschriften für die Berechnung des Wärmebedarfs für Wohngebäude (DIN EN 12831 und DIN 4108-6) und für Nichtwohngebäude (DIN V 18599-2).

Wärmeversorgungsoptionen

Wärmenetzen wird ein besonders hohes Potential zugesprochen, erneuerbare Energien in die Wärmeversorgung zu integrieren. Die Wärmebedarfsdichte, bezogen auf die potentielle Wärmenetzlänge, ist ein guter Indikator für die Eignung verschiedener leitungsgebundener Wärmeversorgungssysteme. Die theoretische Länge eines Wärmenetzes wird auf Grundlage der OSM-Straßensegmente zuzüglich der Entfernung zwischen den Punktgeometrien und den Straßen in einem 100 x 100m Raster ermittelt. Der Prozess vermeidet parallele Leitungsstrukturen und baut Verzweigungen auf. Zusätzlich wird eine räumliche Glättung über den Mittelwert der Netzlängen in der unmittelbaren Zellnachbarschaft durchgeführt, um Extremwerte zu vermeiden. Der Wärmebedarf innerhalb der Rasterzellen wird aufsummiert und mit der ermittelten Netzlänge in Form von MWh/(m x a) dargestellt.



Räumliche Ausprägung der Wärmeversorgungsoptionen in Oldenburg (Status Quo)

Die längenbezogene Wärmebedarfsdichte stellt einen wichtigen Indikator für die Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Wärmeversorgungsoptionen dar. Allerdings ist die Effizienz von Wärmenetzen nicht strikt an diese Wertebereiche gebunden. Die publizierten Betriebserfahrungen und die neuen Entwicklungen hinsichtlich der Integration von Solarthermie und Abwärme, sowie die technischen Entwicklungen bei Wärmepumpen machen deutlich, dass diese Grenzen sehr unscharf sind und sich ständig weiterentwickeln. Die aus der Analyse resultierenden Eignungsbereiche der einzelnen Wärmeversorgungsoptionen weisen somit ebenfalls Übergänge auf, die mit Hilfe der Fuzzy Membership beschrieben werden können. Für jede Rasterzelle wird, basierend auf der Wärmebedarfsdichte, die Zugehörigkeit zur jeweiligen Wärmeversorgungsoption und eine abgestufte Eignung ermittelt, indem die Fuzzy-Zugehörigkeiten räumlich überlagert werden.

Um das Ziel eines nahezu klimaneutralen Gebäudebestands zu erreichen, kann ein Korridor der erforderlichen Reduktion des Wärmebedarfs vorgegeben werden, der eine Reduktion um maximal 60% (Szenario 2050A) bis mindestens 40% (Szenario 2050B) beschreibt. Dieser Korridor berücksichtigt die Effekte des Klimawandels, der demografischen Entwicklung, aber auch den sog. „Sanierungssockel“ (s.a. Energieeffizienzstrategie Gebäude der Bundesregierung). Unabhängig von rein städtebaulichen Quartierskriterien können so Bereiche detektiert werden, die einer Wärmeversorgungsoption zugeordnet und in der nachfolgenden Detailplanung genauer betrachtet werden können. In Kombination mit dem Potential in-

dustrieller Abwärme und dem Solarpotential auf Dächern werden räumlich explizit Energiebilanzen erstellt, die den Versorgungsgrad aufzeigen.



Agenten basierte Modellierung auf Basis von Gebäudedaten und Eignungsbereichen in NetLogo

Im Gegenstromprinzip wird in einem weiteren Schritt untersucht, inwieweit Einzelentscheidungen die zuvor ermittelten Eignungsbereiche modifizieren können. Hierzu werden im Zuge einer Agenten-basierten Modellierung jedem Gebäude unterschiedliche Wahloptionen zugeordnet, die teils zufällig bedingt (unter Berücksichtigung der Wärmebedarfshöhe), durch die Nachbarschaft geprägt oder durch den Eignungsbereich vorgegeben sind. In der Summe führen diese Einzelentscheidungen zu einer Veränderung oder auch Bestätigung der Eignungsbereiche. So kann nicht nur ermittelt werden, wie robust die zuvor ermittelten Eignungsbereiche sind. Noch wichtiger ist die Erkenntnis, wo sich ggf. spezifische Besonderheiten räumlich herauskristallisieren, bei denen ein Abweichen von den Eignungsbereichen erfolgversprechender hinsichtlich der Akzeptanz sein könnte.

- Projektbeteiligte: Prof. Dr. Manfred Weisensee, Dipl.-Landschaftsökol. Jürgen Knies MSc. (GIS)
- Förderung durch das Jade2Pro Promotionsprogramm
- Laufzeit 01.09.2015-15.03.2019
- Kooperationspartner: Universität Oldenburg
- iapg.jade-hs.de/projekte/spatialEN/

AUTOMATISCHE INTERPRETATION ARCHITEKTONISCHER PUNKTWOLKEN

Das Forschungsprojekt zielt darauf ab, einen Algorithmus zu entwickeln, mit dem ein automatisches System die geometrischen Informationen von unvollständigen Laserscanning-Punktwolken extrahieren und für die Rekonstruktion zerstörter architektonischer Objekte effizient interpretieren kann. Damit können anschließend mithilfe wissensbasierter Analogien vorhandene Wissenslücken mit höchster Wahrscheinlichkeit automatisch geschlossen sowie Fehlstellen oder Ergänzungen passgenau modelliert werden.

Im Laufe der Zeit sind viele Informationen über ehemalige Kulturobjekte verloren gegangen, manche Objekte wurden stark beschädigt bzw. ruiniert. Als Beispiel dienen die zerstörten orthodoxen Kirchen auf dem Gebiet der ehemaligen Sowjetunion, die in der aktuellen Arbeit als ein Forschungsobjekt ausgewählt wurden und deren Rekonstruktion großes Interesse von Bauarchäologen weckt. Mit 3D-Laserscanning kann man dazu Rekonstruktionspläne mit höchster Präzision bilden.

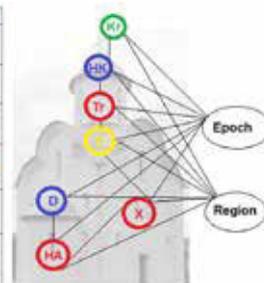
Nachfolgende Weiterverarbeitungen mit geometrischen Methoden ermöglichen es, neben der reinen Repräsentation der dreidimensionalen Punktmessungen auch semantische Information zur Rekonstruktion einfließen zu lassen, um letztendlich eine Beschreibung und Darstellung durch Objekte, wie z.B. Bauteile, zu ermöglichen.

Im Fokus aktueller Arbeit steht die Entwicklung eines Algorithmus, der

- einen optimalen Weg für die iterative Suche und Detektion der Geometrie der kirchlichen Bauteile aus der Punktwolke ergibt und
- basierend auf den erkannten Geometrien die zerstörte Kirche digital rekonstruiert bzw. die zerstörten Bauteile vervollständigt.

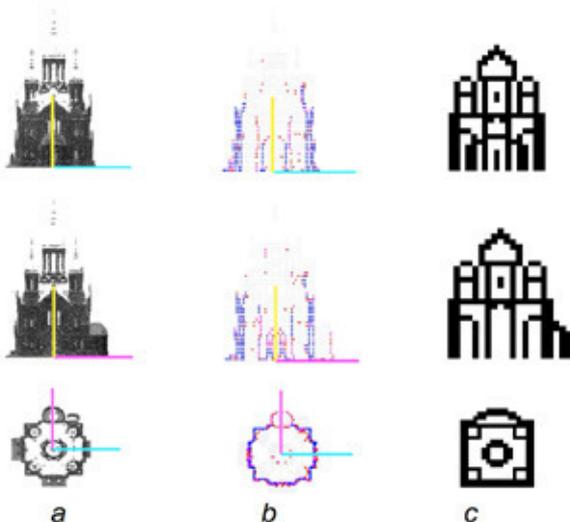
Als Form der Wissensrepräsentation wurde eine Graphdarstellung der zu untersuchenden Objekte ausgewählt (die Knoten sind die Bauteile und zusätzliche Informationen über das Objekt, die Kanten stellen topologische Verbindungen zwischen den Bauteilen dar), mit dem die topologischen, semantischen und statistischen Informationen zusammengesetzt und anschaulich beschrieben werden können. Als Basis dazu dient eine Klassifikationsbibliothek der Kirchenbauteile, die Informationen über Geometrien, Proportionen sowie mathematische Beschreibungen der Bauteile enthält.

Component	Model 1	Model 2	Model 3
crossifix (K _c)			
domes (K, HK)			
cylinder (T _v)			
roof (D)			
altars (A, HA, OA)			
nave (N)			



Graphbasierte Wissensrepräsentation vom Objekt

Die quantitative Analyse der existierenden, nicht zerstörten Kirchen liefert die Informationen über die Häufigkeit der einzelnen Bauteile bzw. Kombinationen von solchen Bauteilen. Das Wissen darüber wird dann als ein probabilistisches und orientiertes Netz organisiert, das auf der Graphrepräsentation solcher Kirchen basiert. Das System detektiert iterativ von Knoten zu Knoten im Netz die Geometrien der einzelnen Bauteile (optimiert durch den Zellulären Automaten, der erst die wahrscheinlichste Geometrie zur Erkennung bietet), anhand der erkannten Geometrien läuft der Konstruktionsprozess ab: die zerstörten oder nicht mehr existierenden Bauteile werden nach diesem Prinzip vervollständigt. Dabei wird die bedingte Abhängigkeit zwischen Knoten mit dem a priori Wissen kombiniert. Die „Kinder“-Knoten können gleichzeitig als „Eltern“-Knoten dienen und umgekehrt. Einer der wichtigsten Schritte für die Realisierung des Rekonstruktionsalgorithmus ist die Segmentierung sowie die Semantikbestimmung der segmentierten Bereiche. So wurde im Rahmen einer internen Forschungsförderung ein Vorhaben zur Untersuchung semantischer Interpretation, insbesondere die Entwicklung einer semantischen Segmentierung der Punktwolke in Kooperation mit der Michigan Tech University (USA) organisiert. Als For-

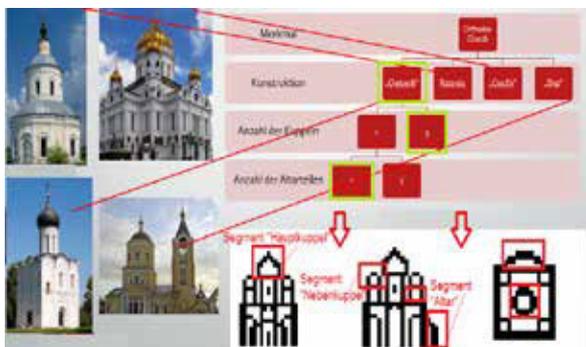


Schritte des Punktwolkenhashings: a - Punktwolke der Kirche, b - ausgefilterte Hauptstrukturen des Gebäudes, c - Hash der gefilterten Punktwolkenprojektionen

schungsbeispiel haben die Punktwolken von zerstörten orthodoxen Kirchen gedient.

Die entwickelte Segmentierungsmethode basiert grundsätzlich auf der psychologischen menschlichen Interpretation von geometrischen Objekten, insbesondere auf den grundlegenden Regeln der primären Wahrnehmung der Hauptstrukturen eines Objektes (längere Geraden, einfache Geometrien, vertikalhorizontale Ausrichtung usw.). Darauf basierend werden die Gebäude nach solchen Strukturen relativ schnell vom Menschen klassifiziert.

Die primäre Aufgabe der semantischen Segmentierung wäre in diesem Fall, solche Hauptstrukturen eines Gebäudes aus der Punktwolke zu extrahieren und dabei die Datenmengen für weiteres Prozessieren zu reduzieren. Für die Lösung dieser Aufgabe wird eine Methode vorgeschlagen, die auf der mathematischen Operation des Hashings basiert. Dabei wird eine Menge der Eingangsdaten in eine Bit-Zeile mit einer vordefinierten Länge



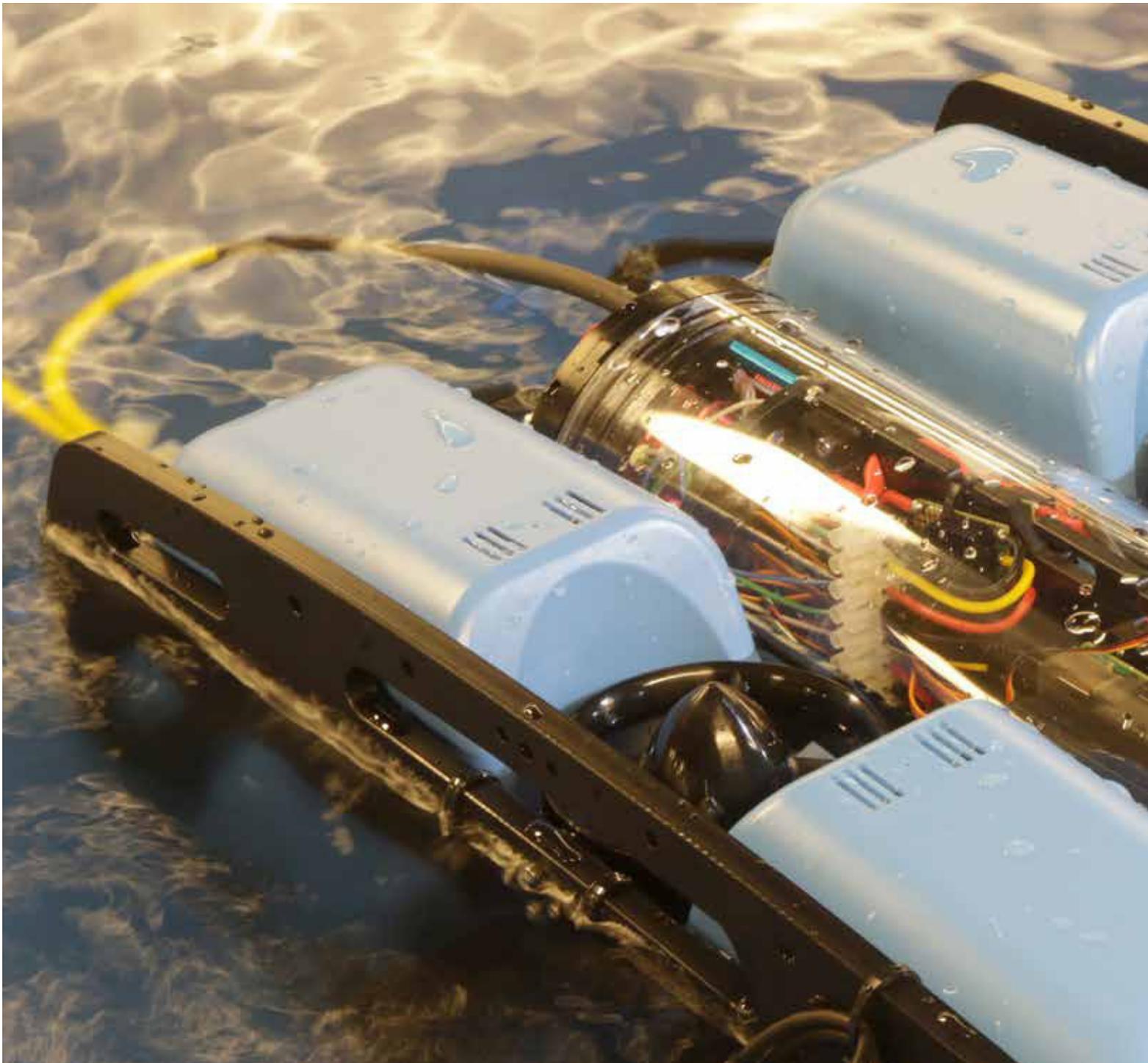
Hierarchische Klassifikation von Kirchen mit der Teilung nach den möglichen Segmenten in der Hash-Projektion

transformiert, was erlaubt, nicht nur die Datenmenge zu reduzieren (im Kontext von Punktwolken und des Big-Data Problems besonders wichtig), sondern auch die Hauptstrukturen eines Objektes (bzw. niederfrequente Signalanteile) zu extrahieren.

Für die Klassifizierung von Objekten wurde ein hierarchischer Baum von bestimmten Kirchentypen (z.B. Basilika, Rotunde, Kirchenschiff usw.) entwickelt, die als gehashte Kirchenprojektionen von realen Kirchen dargestellt sind. Für die weitere Segmentierung sowie Semantikbestimmung von einzelnen Segmenten werden die Koordinaten der Regionen eingegeben, in denen ein Bauteil mit bestimmter Semantik unter Berücksichtigung des Kirchentyps erscheinen kann (im 3D-Raum wird es mit einer Bounding Box repräsentiert). Die Datenbank mit den gehashten Kirchenprojektionen und Bounding Boxes der Bauteile dient als Basis für die semantische Segmentierung der Input-Punktwolke des ganzen Objektes.

Die gehashten Punktwolkenprojektionen werden mit den in der Datenbank existierenden Projektionen mithilfe eines dreifachen Hashes verglichen. Basierend auf der Berechnung des Hamming-Abstands wird dann ein Kirchentyp für die Input-Kirche gefunden. In den gehashten Projektionen der Input-Kirche werden die Regionen der möglichen Segmente von der zur entsprechenden Projektion passenden Kirche (aus der Datenbank) übernommen und dann an der Input-Punktwolke mit Bounding Boxes angewendet. Der entwickelte Algorithmus wird mittels HCI (human computer interaction) durch „menschliche“ Korrektur der Segmentierungsergebnisse optimiert. Die Einbindung der menschlichen Entscheidungsfindung wird durch einen interaktiven Augmented-Reality-Test realisiert. Während der Segmentierung werden die resultierenden Bounding Boxes der Segmente vom menschlichen Betrachter in Größe und semantischer Bedeutung sowie Rekonstruktionsergebnisse korrigiert. Alle Änderungen werden im System gespeichert und für die weitere dynamische Entwicklung der o.g. Algorithmen (sowie des Rekonstruktionsalgorithmus) verwendet.

- Projektbeteiligte: Dipl.-Ing. Maria Chizhova, Prof. Dr. Thomas Luhmann, Prof. Dr. Uwe Stilla, Prof. Dr. Ansgar Brunn
- Promotion im Rahmen der Forschungsprofessur (VW-Vorab)
- Laufzeit 01.10.2014-31.10.2018
- Kooperationspartner: TU München, FH Würzburg/Schweinfurt



Die Nutzung des Wirtschaftsraumes Meer erfordert sich stets weiterentwickelnde Methoden und Systeme in verschiedensten Fachdisziplinen. Insbesondere in Gewässerbereichen, die ein hohes Gefährdungsrisiko für den Menschen bieten (z.B. bei havarierten Schiffen), gilt es effiziente Herangehensweisen zu finden, um Mensch und Umwelt keinen unnötigen Gefahren auszusetzen. Daraus motiviert entstand das Projekt EITAMS („Entwicklung innovativer Technologien für autonome maritime Systeme“) an der Jade Hochschule. Dieses standortübergreifende und interdisziplinäre Forschungsprojekt, bestehend aus fünf Teilprojekten, behandelt die spezifischen und komplexen Anforderungen an einen Schwarm teilautonomer Unterwasserfahrzeuge. Die Teilprojekte befassen sich mit den Themen „Kognitive Systeme“, „Suchalgorithmen für kooperierende Unterwasserfahrzeuge“, „Optische Unterwasser-3D-Messtechnik“ (siehe S. 22f.), „Datenmanagement“ (siehe S. 24f.) und der „Entwicklung eines unbemannten Überwasserfahrzeuges“.



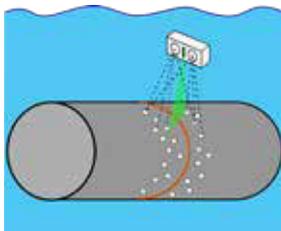
Ziel des Projektes ist die Entwicklung von preiswerten Systemkomponenten für flexibel konfigurierbare Fahrzeuganwendungen unter Wasser, von denen Wissenschaft und Wirtschaft durch niedrigere Kosten und neue Möglichkeiten profitieren können. Die in den einzelnen Teilprojekten entwickelten Komponenten sollen schließlich die Option bieten, zu einem Gesamtsystem fusioniert zu werden, um autonome Aufgaben im maritimen Bereich wahrnehmen zu können.

Die Abbildung zeigt den BlueROV2 in einer Gewässerszene, welcher als Trägerplattform für Unterwasseranwendungen eingesetzt wird.

Weiteres unter eitams.de



3D-OBERFLÄCHENVERMESSUNG VON SCHWEISSNÄHTEN UNTER WASSER



Das Forschungsvorhaben befasst sich mit der Entwicklung eines prototypischen Messsystems zur optischen Prüfung von Schweißnähten unter Wasser. Das System soll den sehr speziellen anspruchsvollen Umgebungsbedingungen im Wasser gerecht werden und zusätzlich in der Lage sein, feinste Defekte (Risse, Poren etc.) auf der Schweißnaht zu detektieren und genauestens zu vermessen. Höchste Auflösungen und Genauigkeiten werden durch eine Stereokamera in Kombination mit einer projizierenden Laserlinie realisiert.

Im Bereich von Unterwasserbauwerken, speziell im Zusammenhang mit Schweißnähten, kann ein erhebliches Defizit in der Verfügbarkeit objektiver Prüfverfahren identifiziert werden. Die Qualität von Schweißnähten ist für verschiedenste Bauwerke entsprechend der geltenden Normen und Richtlinien nachzuweisen. Resultierend aus Betriebs- und Umgebungsbelastungen sind Konstruktionen im Unterwasserbereich teilweise hohen statischen, dynamischen, aber auch korrosiven Beanspruchungen ausgesetzt. Nachweise bzgl. der Qualität, und damit der geometrischen Form einer Schweißnaht, sind, je nach Bauwerk, periodisch zu erbringen.

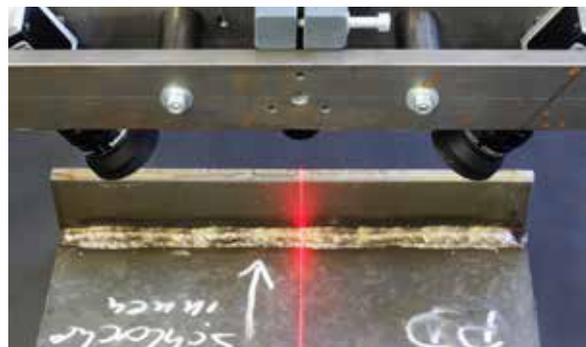


Unterwasser-Schweißfachkraft bei Reparaturarbeiten

Durch die extremen Belastungen kann es an Schweißnähten zu Defekten kommen, welche wiederum schwerwiegende Folgen bzgl. der Stabilität der Naht nach sich ziehen können. Winzige Risse, Poren oder Form- und Maßabweichungen, wie Einbrandkerben und Nahtüberhöhung an der Oberfläche sind Indikatoren für die mangelhafte Qualität einer Naht. Um solche Defekte zu identifizieren, werden Sichtprüfungen von Tauchern durchgeführt. Durch eine Prüfung mit Hilfe einfachster Werkzeuge, wie z.B.

einer Schweißnahtlehre, werden Defekte in der Naht lokalisiert. Dieses Verfahren ist fehleranfällig, subjektiv und bietet nur unzureichende Möglichkeiten der Dokumentation und Vermessung einer Fehlstelle.

Derzeit gibt es keine technische Lösung zur automatisierten Erfassung einer solch komplexen Oberflächentopographie unter Wasser. Die Struktur einer Schweißnaht ist sehr fein und zudem stark reflektierend. Neben den harschen Umgebungsbedingungen unter Wasser, wie Salzgehalt, Druck, Strömungen und der limitierten Sichtweite muss das Messsystem den geometrischen Anforderungen gerecht werden. Oberflächendefekte von $>0,1$ mm sollen gefunden und vermessen werden. Dazu muss das Messsystem eine örtliche Auflösung von $<0,05$ mm leisten.

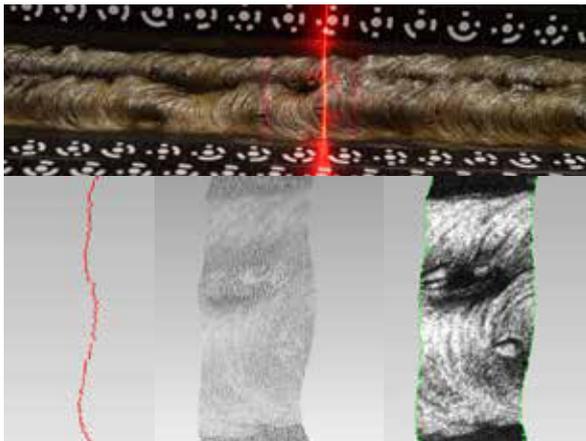


Stereokamerasystem beobachtet eine, auf eine Probeschweißnaht projizierte, Laserlinie

Das aktuell in Entwicklung befindliche System besteht aus einem Stereokamerasystem und einer Laserlinieneinheit. Die Laserlinie wird auf das Objekt projiziert und durch die Stereokameras beobachtet. Um die Laserlinie dreidimensional rekonstruieren zu können, müssen die Kameras vorab kalibriert werden. Hierbei werden deren relative Lage (Translation) und Drehung (Rotation) zuei-

ander sowie deren geometrischen Abbildungsparameter bestimmt.

Durch individuell entwickelte Algorithmen ist es möglich, aus dem Bildpaar des Stereosystems für jedes korrespondierende Bildpixel, in dem die Laserlinie abgebildet ist, einen Punkt im Objektraum zu berechnen. Dies ermöglicht die vollständige Laserlinie dreidimensional aus einem Bildpaar zu rekonstruieren. Werden viele Einzellinien zueinander orientiert, entsteht eine Punktwolke, welche das geometrische Abbild der Schweißnaht darstellt. Zusätzlich kann die Punktwolke zu einem geschlossenen 3D-Oberflächenmodell vermascht werden.

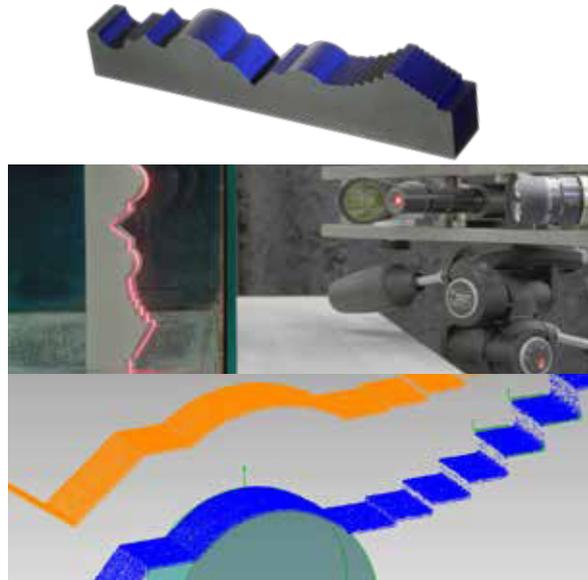


Oben: Detailaufnahme einer Schweißnaht
Unten: Rekonstruierte Einzellinie, Punktwolke aus Einzellinien, Vermaschtes 3D-Oberflächenmodell

Die Orientierung einzelner Linien erfolgt über ein ortsfestes Koordinatensystem, welches durch Photogrammetrie-Targets realisiert ist. Mittels Rückwärtsschnitt kann die äußere Orientierung des Stereokamerasystems im ortsfesten System bestimmt werden. Anschließend kann der Bezug der im Kamerasystem vorliegenden rekonstruierten Laserlinien zum übergeordneten System hergestellt werden.

Damit das System unter Wasser einsetzbar ist, muss die Gesamtkonstruktion in ein Gehäuse eingefasst werden. Zusätzlich zu den äußeren Bedingungen muss aus mathematischer Sicht berücksichtigt werden, dass die optischen Strahlengänge nicht denen an Luft entsprechen. Durch Transmission durch das Plexiglas-Gehäuse und das Wasser entstehen Brechungen an den Trennflächen Luft-Glas und Glas-Wasser, die nicht vernachlässigbar sind. In folgender Abb. ist ein Vergleich zweier Punktwolken zu sehen. Ein im Wasser befindlicher Referenzkörper wird durch eine Aquariumscheibe beobachtet und dreidimensional rekonstruiert. Die Geometrien des Körpers sind übergeordnet genau bekannt. Der Vergleich der blauen (Brechung berücksichtigt) zur orangenen Punktwolke (Bre-

chung unberücksichtigt) zeigt, dass die geometrischen Elemente stark von der Sollform abweichen. Sowohl unter Berücksichtigung der Brechung als auch an Luft können die geometrischen Elemente mit einer inneren Genauigkeit von ca. 0,02 mm vermessen werden. Das zeigt, dass das System grundsätzlich in der Lage ist feinste Strukturen mit der notwendigen Genauigkeit aufzulösen.



Oben: Konturnormal, Mitte: Laboraufbau - Stereosystem vermisst das Konturnormal im Wasser durch die Aquariumscheibe, Unten: Ergebnispunktwolken mit (blau) und ohne (orange) Berücksichtigung der Brechung

Im Zuge weiterer Untersuchungen werden die Ergebnisse der Probeschweißnaht evaluiert, sodass auch der Nachweis über die Erfassbarkeit feinsten komplexer Topographien von Schweißnähten erbracht wird. Durch die Integration in ein wasserdichtes Gehäuse wird die Entwicklung des Prototypen fortgeführt. Nachdem zusätzlich ein flexibler Mehrmedienansatz implementiert ist, wird das System unter realen Bedingungen validiert.

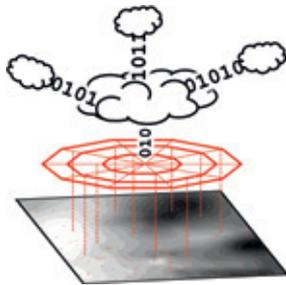


EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung



- Projektbeteiligte: Prof. Dr. Thomas Luhmann, Oliver Kahmen M.Sc.
- Förderung durch den europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)
- Laufzeit 01.01.2017-31.12.2019
- Kooperationspartner: AXIOS 3D Services GmbH, Ingenieurberatung Bröggelhoff GmbH
- iapg.jade-hs.de/projekte/schweissnaht2

CEP FÜR DIE UMWELTÜBERWACHUNG MITTELS GEOSENSOREN



Im Rahmen des Promotionsvorhabens „Complex Event Processing (CEP) für die Umweltüberwachung mittels Geosensoren“ wurde ein Framework zum Monitoring kontinuierlicher Umweltphänomene wie Temperatur, Niederschlagsmengen oder Luftverschmutzung entwickelt. Durch Simulationsläufe mit jeweils variierten Bedingungen und Konfigurationen kann anhand ausgewählter Indikatoren (Genauigkeit, Berechnungsaufwand) eine kontinuierliche Optimierung des Interpolationsverfahrens systematisch durchgeführt werden.

Mit der stetigen Zunahme von verfügbaren Geosensoren zur Beobachtung kontinuierlicher Phänomene gewinnt die adäquate Auswertung und Bereitstellung dieser Daten an Dringlichkeit. Um im Rahmen von Analysen sinnvoll verwendet werden zu können, müssen die vorhandenen Beobachtungen interpoliert werden. Es gilt, möglichst gute Schätzer für die beobachtete Größe in unbeobachteten Bereichen (in Raum und Zeit) zu bestimmen. Sofern das beobachtete Phänomen nicht ausreichend durch deterministische Methoden (z. B. Fluidodynamik) beschrieben werden kann, werden häufig geostatistische Methoden wie das Kriging zur Interpolation herangezogen. Ergebnis einer solchen Interpolation ist meist ein zwei- oder dreidimensionaler Rasterdatensatz, der dann sehr einfach mit anderen Geodaten kombiniert und aggregiert werden kann (z. B. monatlicher Niederschlag in einem Stadtbezirk).

Ein Umweltmonitoring stellt stets einen Kompromiss dar, bei dem die folgenden Faktoren, die sich auch teilweise gegenseitig bedingen, berücksichtigt werden müssen:

- Räumliche/zeitliche Dynamik des Phänome
- Dichte, Verteilung und Genauigkeit der Beobachtungen
- Qualität der Interpolationsmethode
- Geforderte Genauigkeit

Hier gilt es, eine möglichst effiziente Lösung unter Berücksichtigung der übergeordneten Ziele eines Monitorings und der verfügbaren Ressourcen zu finden (siehe Abb. 1). Eine Simulationsumgebung, bei der eine systematische und automatische Variation dieser Faktoren mit einhergehender Evaluierung der Ergebnis-

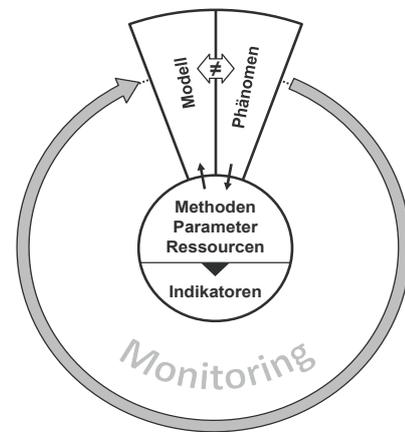


Abb. 1: Grundprinzip der Evaluation eines Monitorings

se durchgeführt werden kann, ist das Ergebnis dieser Arbeit. Im Zuge der Konzeption und Implementierung des Frameworks wurden neue Verfahren zur beschleunigten Modellberechnung, zur nahtlosen Integration neuer Beobachtungen in bestehende Modelle und zur Kompression von Sensordaten entwickelt. Insgesamt stellt die Arbeit einen Beitrag dar, um zwischen der zunehmenden Menge an verfügbaren Sensormessungen und dem immer dringender erforderlichen Wissen über die beobachteten Umweltphänomene zu vermitteln.

- Projektbeteiligte: Prof. Dr. Thomas Brinkhoff, Peter Lorkowski M.Sc.
- Förderung durch das Jade2Pro Promotionsprogramm
- Kooperation: Prof. Dr.-Ing. Manfred Ehlers, Universität Osnabrück
- Laufzeit 01.04.2014-31.07.2017
- iapg.jade-hs.de/projekte/sensorweb

PHOTOGRAMMETRISCHE ERRFASSUNG EINER RIESENSEIFENBLASE



Im Zuge eines Weltrekordversuchs bekam das IAPG eine hochinteressante Anfrage des Wissenschaftsmuseums Phaeno in Wolfsburg. Es sollte das Volumen einer frei schwebenden Riesenseifenblase direkt nach seiner Erzeugung berührungslos bestimmt werden. Nach verschiedenen Voruntersuchungen konnte ein Messkonzept entwickelt und eingesetzt werden. Das Verfahren und weitere Ergebnisse werden bei den Oldenburger 3D-Tagen 2018 publiziert.

Die photogrammetrische Erfassung der Gestalt einer Seifenblase ist nicht trivial, da sie kein Regelkörper ist, ständig ihre Form ändert und zudem durchsichtig ist. Daher kommen klassische Matchingansätze auf Basis korrespondierender Punkte nicht zum Einsatz. Stattdessen wurde ein Verfahren entwickelt, bei dem die längliche Seifenblase von drei Seiten synchron mit orientierten Kameras erfasst wird. In den Aufnahmen werden manuell Punkte auf dem Rand der Blase bestimmt. Aus diesen werden 3D-Punkte berechnet, eine Ausgleichsebene ermittelt und die Bilder auf diese projiziert, sodass metrische Größen im Objektraum abgegriffen werden können.

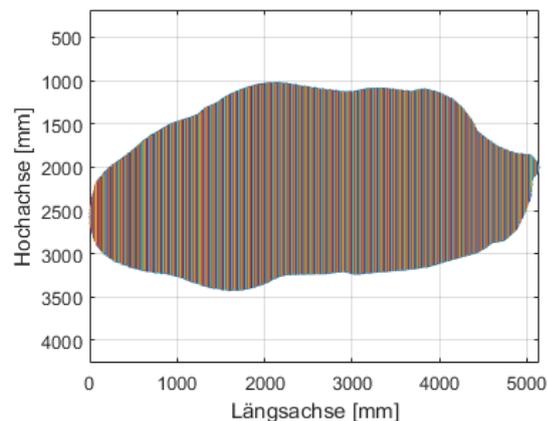
Für die Bestimmung des Volumens wurde ein bestehendes mathematisches Verfahren verfeinert. Hierfür wird die entstandene Grundfläche der Seifenblase in dünne ellipsenförmige Scheiben zerteilt. In den Aufnahmen wird nun die Größe der Ellipse gemessen, das Volumen berechnet und aufsummiert.

Im Rahmen des Seifenblasenfestivals „Bubblemania“ fand der Weltrekordversuch statt. Das Seifenblasenkünstler-Duo „Paris Bubbles“ hatte sich vorgenommen, den aktuellen Rekord der größten schwebenden Seifenblase von 19,8 Kubikmeter um zehn Prozent zu überbieten. Leider scheiterte der Versuch, da die geringe Luftfeuchtigkeit im Wolfsburger Wissenschaftsmuseum Phaeno die Stabilität der Seifenblase beeinträchtigte. Trotz aufgestellter Luftbefeuchter und Wasser sprühender Museumsmitarbeiter zerplatzte die Blase in mehreren Versuchen frühzeitig und damit auch der Traum, den Weltrekord zu brechen.

Da die Genauigkeit der Messung im Realversuch nicht verifizierbar ist, wurden vorab Laborversuche mit durchsichtigen Körpern (PET-Flasche, Gymnastikball) durchgeführt, zu denen Referenzdaten des Volumens zur Verfügung standen. Die erreichbare Genauigkeit kann mit ca. 10% des Körpervolumens abgeschätzt werden.



Der Künstler erzeugt die Seifenblase in dem für eine photogrammetrische Messung präpariertem Veranstaltungsraum. (Foto: Matthias Leitzke, phaeno)



Die Seifenblase wurde für die Volumenberechnung in ellipsenförmige Scheiben zerteilt. Ihre Größe lässt sich in den vorverarbeiteten Bildern bestimmen.

- Beteiligte: Prof. Dr. Thomas Luhmann und Doktoranden
- Datum: 28.-29.09. und 5.-6.10.2017
- Ort: Wissenschaftsmuseum Phaeno, Wolfsburg

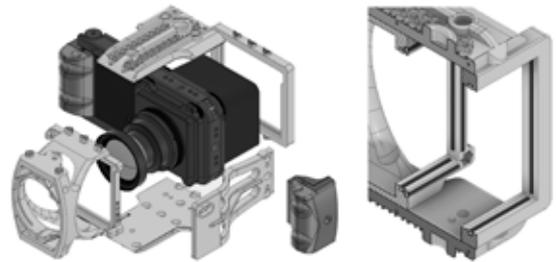
PROTOTYPISCHE ENTWICKLUNG EINER MITTELFORMAT-MESSKAMERA

Für industrielle Anwendungen ist der Einsatz hochgenauer Messsysteme unabdingbar. Die Qualitätsforderung der 3D-Erfassung ist bereits auf einem sehr hohen Niveau und erfordert spezialisierte Messsysteme und -verfahren. Vorgestellt wird die prototypische Entwicklung und Untersuchung einer Mittelformat-Messkamera.

Um den hohen Qualitätsansprüchen insbesondere in industriellen Anwendungen, aber auch anderweitig angesiedelten Aufgabengebieten, verschiedener Volumina gerecht werden zu können, werden zunehmend Messsysteme und -verfahren, die die dreidimensionale Erfassung mit höchstem Genauigkeitsniveau erlauben, erforderlich. Die Objektgrößen variieren dabei zwischen relativ kleinen (Standard-) Volumina von 2-3m für jede Koordinatenrichtung bis zu großvolumigen Anwendungen im Bereich von ca. 20m x 20m x 1-10m. Diesbezüglich bestehen Genauigkeitsforderungen für einen Einzelpunkt (RMS 1-sigma) von 10µm für kleine Volumina und von 100-300µm für große Volumina. Insbesondere für Aufgaben großvolumiger Erfassungen ist die Bereitstellung einer Messkamera eine langfristige Entwicklungs- und Forschungsaufgabe. Die Optimierung photogrammetrischer Erfassungen mit SLR-Technologie ist vor allem durch algorithmischen Entwicklungen (z.B. Modellierung einer varianten inneren Orientierung) möglich. Jedoch ist die Akzeptanz dieser Algorithmen ebenso wie die Geometrieprüfung limitiert. Ergänzend ist zu berücksichtigen, dass insbesondere eine Vorabkalibrierung des photogrammetrischen Messsystems für viele Anwendungen unabdingbar ist. Dies wiederum erfordert ein Aufnahmesystem, welches über eine erhöhte Langzeitstabilität und Qualität der Systemkomponenten verfügt.

In diesem Zusammenhang erfolgte eine prototypische Entwicklung einer Mittelformatkamera der Firma ALPA Zürich, der ALPA 12 fps, zu einer Messkamera, der ALPA 12 fps add|metric. Durch additive Fertigungstechniken wurde in verschiedenen Entwicklungsphasen eine Stabilisierung der Systemkomponenten entwickelt und während des Prozesses messtechnisch untersucht und bewertet. In diesem Zusammenhang wurden Genauigkeitsevaluationen nach der VDI/VDE Richtlinie 2634 Blatt

1 durchgeführt, bei denen sowohl unterschiedliche Anwender, Digitalrückteile, Blitztechniken und Auswertungsverfahren zur Anwendung kamen. Alle Ergebnisse (aus 15 Datensätzen) einer photogrammetrischen Standardauswertung führen zu einer Längenmessabweichung von maximal 25µm. Die Kamera wurde außerdem an einem großvolumigen Objekt getestet, die Ergebnisse verweisen auf höchste Genauigkeiten.



Schematischer Aufbau der ALPA 12 fps add|metric



ALPA 12 fps add|metric

- Projektbeteiligte: Heidi Hastedt (M.Eng.), Robin Rofalski (M.Sc.), Prof. Dr. Thomas Luhmann
- In Kooperation mit ALPA Capaul & Weber Ltd., Ralph Rosenbauer, David Ochsner



SIGMA3D
FLEXIBLE 3D MESSTECHNIK

3 Standorte. 50 Ingenieure. 5000 Projekte. Wir sorgen weltweit für objektive Messergebnisse.

- Nahbereichs-Photogrammetrie
- Reverse Engineering
- 3D Laserscanning
- As-Built-Dokumentation
- Qualitätskontrolle
- Softwareentwicklung für Messapplikationen
- Vermietung von Mess-Equipment



Wir bieten
Berufseinsteigern ein
attraktives Arbeitsumfeld.

Jetzt bewerben!

Es gibt viele gute Gründe, die für den Einsatz mobiler 3D-Messtechnik in der industriellen Qualitätssicherung sprechen. Aber welche Gründe sprechen dafür, mit einem externen Spezialisten für mobile 3D-Dienstleistungen zusammenzuarbeiten? Die Antwort darauf ist die perfekte Kombination aus erfahrener Ingenieurwissen, hoher Anwendungskompetenz und modernster mobiler 3D-Messtechnik.

MITGLIEDSCHAFTEN DES IAPG

AGILE

Seit Anfang 2007 ist das IAPG eigenständiges Mitglied bei der „Association of Geographic Information Laboratories for Europe“ (AGILE). AGILE ist die Vereinigung von etwa 100 GIS-Instituten und -Abteilungen in Europa. Ziel von AGILE ist „to promote academic teaching and research on Geographic Information Science by representing the interests of those involved in GI-teaching and research at the national and the European level, and the continuation and extension of existing networking activities.“ Jährlich findet die AGILE-Konferenz statt: 2018 in Lund (Schweden). Die Webadresse von AGILE lautet: agile-online.org.

**OFFIS**

Das Oldenburger Institut für Informatik (OFFIS e.V.) wurde 1991 als An-Institut der Carl von Ossietzky Universität in Oldenburg gegründet und gehört mit mehr als 250 Mitarbeitern heute zu den renommiertesten Forschungsinstituten der angewandten Informatik. Seit November 2009 sind die IAPG-Professoren Thomas Brinkhoff, Thomas Luhmann und Manfred Weisensee Mitglieder des OFFIS. Aufbauend auf den Forschungsaktivitäten der letzten fünfzehn Jahre ist damit eine engere Verzahnung zwischen den Kompetenzbereichen in IAPG und OFFIS möglich geworden. Aktuell wird in verschiedenen Bereichen zusammengearbeitet, u.a. in der optischen Messtechnik, bei der Konzeption von Energiesystemen und im Bereich maritimer Systeme. Die Webadresse lautet: offis.de

**Fraunhofer Vision**

Fraunhofer-Allianz Vision ist ein Forschungsverbund für industrielle Qualitätssicherung. Die Partner bilden ein Netzwerk aus Industrie und Hochschulen. Die Vision-Institute der Fraunhofer-Gesellschaft arbeiten auf dem Gebiet der automatischen Bildverarbeitung und des maschinellen Sehens. Ziel ist es, neue Entwicklungen unter industriellen Bedingungen einsetzbar zu machen, und entsprechende Problemstellungen sowie Anfragen aus der Industrie im Verbund zu bearbeiten und zu lösen. Seit 2009 ist das IAPG Fraunhofer Vision-Hochschulpartner. Die Webadresse lautet: vision.fraunhofer.de.

**GiN e.V.**

Das IAPG ist Gründungsmitglied vom „Verein zur Förderung der Geoinformatik in Norddeutschland“ (GiN e.V.). Der Verein möchte insbesondere dabei helfen, Angebot, Zugänglichkeit, Qualität, Verwendbarkeit, Dienstleistungen und Nutzen von Geoinformationen für alle Bereiche der Gesellschaft zu verbessern. Konkret ist man dazu u.a. in folgenden Bereichen aktiv:



- Vertretung der Geoinformationsbranche in Norddeutschland
- Wissens- und Technologietransfer
- Koordinierung und Consulting von Projekten
- Bildung von Innovationsnetzwerken
- Durchführung von Tagungen und Foren
- Erstellung von GI-Studien und Befragungen
- Aus- und Weiterbildung
- Kontaktpflege und Vermittlung

GiN e.V. hat zurzeit etwa 40 Mitglieder; das IAPG ist durch Prof. Dr. Thomas Brinkhoff als Vorsitzender vertreten. Jährlich veranstaltet GiN Foren und Konferenzen. Die Webadresse des Vereins lautet: gin-online.de

ISPRS

Die Arbeitsgruppe 1 „Vision Metrology“ der Kommission 5 der International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) wurde im Zeitraum 2008 bis 2012 von Prof. Stuart Robson (University College, London) sowie Dr. Jean-Angelo Beraldin (NRC, Ottawa) und Prof. Thomas Luhmann (IAPG) als Co-Chairmen geleitet. Von 2012 bis 2016 wurde sie unter Leitung von Prof. Mark Shortis (RMIT University, Melbourne) mit den Co-Chairmen Stuart Robson und Thomas Luhmann weitergeführt. Seit der Neustrukturierung der ISPRS-Kommissionen beim Kongress in Prag 2016 wird die Arbeitsgruppe in der Kommission II (Photogrammetry) als Working Group II/7 „Vision Metrology“ unter Leitung von Dr. Stephen Kyle (UCL London), Stuart Robson und Thomas Luhmann weitergeführt. Die Arbeitsgruppe führt auf internationaler Ebene Wissenschaftler und Praktiker auf dem Gebiet der optischen 3D-Messtechnik zusammen und richtet dazu entsprechende Vortragssitzungen auf dem Zwischensymposium (Riva del Garda 2018) und dem Hauptkongress der ISPRS (Nizza 2020) aus. Weitere Informationen zur Arbeitsgruppe unter: www2.isprs.org/commissions/comm2/wg7.html.



DGPF

Das IAPG engagiert sich seit Jahren maßgeblich in der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation (DGPF). So hat Prof. Helmut Kuhn über viele Jahre das Amt des Schriftleiters ausgeübt und damit verbunden zahlreiche Jahrestagungen, unter anderem 1996 in Oldenburg, mitorganisiert. Prof. Thomas Luhmann hat von 1993 bis 2000 den DGPF-Arbeitskreis „Nahbereichsphotogrammetrie“ geleitet, war von 2000 bis 2004 Vizepräsident der DGPF und von 2004 bis 2008 Präsident der Gesellschaft. Das IAPG organisierte 2008 die Jahrestagung der DGPF zusammen mit dem Deutschen Kartographentag in Oldenburg. Die Webpräsenz der DGPF lautet: dgpf.de



OLEC

Der Oldenburger Energiecluster, seit 2007 als Verein organisiert, ist ein Netzwerk von Firmen und wissenschaftlichen Einrichtungen im Nordwesten Niedersachsens, die im Bereich der erneuerbaren Energien tätig sind. Sie bieten ein weites Spektrum von innovativen, zum Teil einzigartigen Produkten, Dienstleistungen und Angeboten für die Energiewirtschaft. Den Schwerpunkt der Aktivitäten bildet in der Küstenregion die Nutzung der Windenergie; ebenfalls stark vertreten sind Photovoltaik und Wasserstofftechnologie. Die Jade Hochschule ist seit 2008 Mitglied im OLEC und wird dort durch Hans-Peter Ratzke vertreten. Ziel der Mitgliedschaft im OLEC ist die weitere Vernetzung mit Unternehmen und Institutionen aus dem Energiesektor, um das an der Jade Hochschule und auch am IAPG angesiedelte Querschnittsthema „Energie“ intensiv in den Lehr- und Forschungsbetrieb integrieren zu können. Die Webpräsenz lautet: energiecluster.de



DGfK

Die Deutsche Gesellschaft für Kartographie e.V. (DGfK) – Gesellschaft für Kartographie und Geomatik – wurde 1950 gegründet. Als gemeinnützige, wirtschaftlich unabhängige und politisch neutrale Fachgesellschaft vertritt sie national und international die Interessen der deutschen Kartographie. Die DGfK veranstaltet jährlich den Deutschen Kartographentag und war zuletzt im Jahr 2013 nationale Ausrichterin der International Cartographic Conference in Dresden. Zahlreiche Mitglieder des IAPG engagieren sich in der DGfK und in ihren Fach-Kommissionen, so in der gemeinsamen Kommission „3D-Stadtmodelle“ von DGfK und DGPF. Manfred Weisensee war von 2009 bis 2011 Vizepräsident und ist seit 2011 Präsident der DGfK. Die Webpräsenz der DGfK finden Sie unter: dgfk.net



ZUSAMMENARBEIT MIT OSTEUROPAISCHEN PARTNERN

Die seit 2011 begonnene Zusammenarbeit mit osteuropäischen Partnern wurde auch im Jahr 2017 weitergeführt und ausgebaut. Ein besonderer Schwerpunkt liegt in der Kooperation mit der Kyiv National University for Construction and Architecture (KNUCA), die sich auch auf den akademischen Bereich der Lehre ausgeweitet hat. Jährlich findet ein Austausch ukrainischer und deutscher Studierender statt, die gemeinsam eine Messprojekt in Kiew durchführen, das anschließend in Oldenburg ausgewertet wird.

Auch im Jahr 2017 erfolgten wieder eine Reihe von Aktivitäten mit den Kooperationspartnern in Osteuropa. Sie setzen eine inzwischen etablierte und erfolgreiche Zusammenarbeit fort, die 2011 mit einer ersten Kontaktreise in die Ukraine begann und inzwischen Länder wie Russland, Armenien, Moldawien sowie Polen, Litauen, Rumänien und die tschechische Republik einschließt.

Wie bereits in den Vorjahren reiste eine Gruppe von neun Studierenden der Studiengänge Angewandte Geodäsie und Geoinformatik im April 2017 für eine Woche nach Kiew, um mit einer dortigen Studentengruppe der Kyiv National University for Construction and Architecture (KNUCA) erneut gemeinsam ein Projekt zur Erfassung und Modellierung von Bauwerken in der Nähe des Universitätscampus zu planen und durchzuführen. Während der größte Teil der Gruppe mit dem Flugzeug anreiste, wählten zwei Teilnehmer_innen den Landweg mit Bus und Zug und kamen nach ca. 24 Stunden Reisezeit auch sicher in Kiew an. Neben dem nicht ausbleibenden Kulturschock (für alle Beteiligten die erste Reise nach Osteuropa) bestand die Herausforderung besonders darin, mit einer ausländischen Gruppe Studierender mit ganz anderen fachlichen Erfahrungen in ausschließlich englischer Sprache zu kommunizieren und Lösungswege für die komplexen Projektaufgaben zu finden. In drei jeweils aus ukrainischen und deutschen Studenten zusammengesetzten Kleingruppen wurden Aufgaben zum terrestrischen Laserscanning, zur Aufnahme photogrammetrischer Bilder und zur Erzeugung eines geodätischen Grundlagentznetzes bearbeitet, so dass alle wichtigen praktischen Teilbereiche in allen Gruppen vorkamen und gelöst werden mussten. Als Messobjekte wurde eine große Statue sowie ein Restaurantgebäude mit benachbartem Bühnenpavil-



Deutsch-ukrainische Projektgruppen in Kiew

lon gewählt, die in zwei Gruppen aufgenommen wurden. Die Tage bestanden überwiegend aus Feldarbeiten, bei denen so manches unerwartete praktische Problem gelöst werden musste. Die photogrammetrischen Aufnahmen erfolgten mit einer digitalen Spiegelreflexkamera vom Boden bzw. mit einer einfachen Digitalkamera von einer Drohne aus. Das terrestrische Laserscanning wurde mit einem Faro Focus Scanner durchgeführt. Für die tachymetrischen Messungen standen verschiedene Totalstationen zur Verfügung, teilweise mit ausschließlich russischer Bedienoberfläche.

Fünf ukrainische Studierende und zwei Betreuer kamen dann im Mai 2017 ebenfalls für eine Woche nach Oldenburg, um die Auswertung der Daten vorzunehmen. Die photogrammetrischen Auswertungen erfolgten mit Agisoft Photoscan, die gescannten Punktwolken wurden mit CloudCompare und AutoCAD bearbeitet. Die aufgenommene Skulptur wurde im Anschluss für den 3D-Druck aufbereitet, der am Fachbereich Ingenieurwissenschaften der Jade Hochschule in Wilhelmshaven durchgeführt wurde. Am Ende der Woche wurden alle Ergebnisse gruppenweise präsentiert. Neben der Projek-



Ukrainische und deutsche Studierende mit ihren Betreuerinnen und Betreuern



Punktwolke des Bühnenpavillons

arbeit gab es genügend Zeit für Ausflüge nach Bremen oder für gemeinsame Partys. Auch 2018 wird wieder ein studentisches Austauschprojekt stattfinden.

Gastwissenschaftler der KNUCA hielten sich auch 2017 wieder am IAPG auf. Denys Gorkovchuk konnte seine Firma SPM3D auf der Ausstellung der Oldenburger 3D-Tage präsentieren. Mit ukrainischen Kollegen fand im Oktober ein Treffen auf der Intergeo in Berlin statt. Im Dezember konnten Maria Chizhova und Thomas Luhmann jeweils einen Vortrag sowie eine Master Class für das Programmsystem PhoX auf dem ISPRS-Workshop GeoSpace in Kiew halten. Die im KNUCA-Projekt konzipierte Vorlesungswoche fand parallel statt. Die Veranstal-



Verarbeitung von Punktwolken zur Erzeugung von 3D-Modellen



Photogrammetrisch erzeugte Punktwolke der Skulptur



Für den 3D-Druck aufbereitetes 3D-Modell der Skulptur

tungen bestanden erneut aus Vorlesungen und Übungen in Nahbereichsphotogrammetrie und terrestrischem Laserscanning.

Die Kontakte nach Litauen konnten bei einem Kongressbesuch in Vilnius vertieft werden. Leider wurde ein gemeinsam beantragtes Erasmus Plus Projekt nicht genehmigt.

In Zusammenarbeit mit Dr. Vladimir Knyaz vom State Research Institute of Aviation Systems (GosNIIAS) in Moskau wurde die russische Übersetzung des Lehrbuchs „Close-range Photogrammetry and 3D Imaging“ abgeschlossen. Die Veröffentlichung wird nach etlichen Verzögerungen nun für das Frühjahr 2018 erwartet und erschließt den großen russischsprachigen Raum.

- Projektbeteiligte: Prof. Dr. Thomas Luhmann, Dipl.-Ing. Maria Chizhova, Martina Göring M.Sc.
- Förderung durch den Fonds für Internationalisierung der Jade Hochschule
- Laufzeit 1.1.2014-31.12.2017
- Kooperationspartner: Kyiv National University for Construction and Architecture

PUBLIKATIONEN VON MITGLIEDERN DES IAPG IM JAHR 2017



Die nachfolgend aufgeführten 27 Bücher, Studien und Proceedings sowie Beiträge in Büchern, Zeitschriften und Tagungsbänden wurden im Jahr 2017 von den Mitgliedern des Instituts für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik publiziert. Wir wünschen viel Spaß und Erkenntnisgewinn beim Lesen.

Bethmann, F., Luhmann, T. (2017): **„Object-based Semi-global Multi-image Matching“**. PFG – Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science, (6). [doi:10.1007/s41064-017-0034-z](https://doi.org/10.1007/s41064-017-0034-z)

Brandt, T., Semmling, E., Zahl, M., Göring, M., Willemsen, T. (2017): **„Aufbau und Untersuchung einer Messeinrichtung zur Deformationsmessung von bewegten Rotorblättern im Laborversuch mittels optischer 3D-Messtechnik“**. In Luhmann/Schumacher (Hrsg.): Photogrammetrie, Laserscanning, Optische 3D-Messtechnik – Beiträge der 16. Oldenburger 3D-Tage, Wichmann Verlag, S. 83-94.

Brinkhoff, T. (2017): **„Supporting Dynamic Labeling in Web Map Applications“**. Proceedings 20th AGILE Conference on Geographic Information Science, Wageningen, the Netherlands.

Böge, M., Knies, J. (2017): **„Die Energie ist unter uns“**. In Porth M., Schüttrumpf H. (eds): Wasser, Energie und Umwelt. Springer Vieweg, Wiesbaden, 75-80. [doi:10.1007/978-3-658-15922-1_10](https://doi.org/10.1007/978-3-658-15922-1_10)

Chizhova, M., Korovin, D., Brodovskii, M., Brunn, A., Stilla, U., Luhmann, T. (2017): **„Probabilistic reconstruction of orthodox churches from precision point clouds using cellular automata“**. 3D Arch 2017, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-2/W3, pp. 187-194. [doi:10.5194/isprs-archives-XLII-2-W3-187-2017](https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W3-187-2017)

Chizhova, M., Korovin, D., Gurianov, A., Brodovskii, M., Brunn, A., Stilla, U., Luhmann, T. (2017): **„Automatically Extraction and Reconstruction of Cupola Geometries of Orthodox Churches from Precision Point Clouds“**. Beiträge der 37. Wissenschaftlich-Technischen

Jahrestagung der DGPF in Würzburg – Publikationen der DGPF.

Chizhova, M., Luhmann, T. (2017): **„Wavelet-basierte Erkennung architektonischer Formen aus präzisen Punktwolken“**. In Luhmann/Schumacher (eds.): Photogrammetrie, Laserscanning, Optische 3D-Messtechnik – Beiträge der 16. Oldenburger 3D-Tage, Wichmann Verlag, pp. 129-141.

Conen, N., Luhmann, T. (2017): **„Overview of Photogrammetric Measurement Techniques in Minimally Invasive Surgery using Endoscopes“**. ISPRS International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XLII-2/W4, pp. 33-40.

Conen, N., Luhmann, T., Maas, H. (2017): **„Development and Evaluation of a Miniature Trinocular Camera System for Surgical Measurement Applications“**. Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science (PFG), Vol. 85, Issue 2, pp. 127-138.

Eric, V., Göring, M., Luhmann, T. (2017): **„Intensity of the terrestrial laser scanning data: incident angle and surface reflectance effects“**. In Luhmann/Schumacher (eds.): Photogrammetrie, Laserscanning, Optische 3D-Messtechnik – Beiträge der 16. Oldenburger 3D-Tage, Wichmann Verlag, pp. 40-49.

Göring, M., Luhmann, T. (2017): **„Entwicklung eines fächerartigen Distanzmesssystems zur Messung von Rotorblättern – Konzept, Orientierung und erste Ergebnisse“**. In Luhmann/Schumacher (eds.): Photogrammetrie, Laserscanning, Optische 3D-Messtechnik – Beiträge der 16. Oldenburger 3D-Tage, Wichmann Verlag, pp. 52-65.



Thomas Luhmann auf der 56th Photogrammetric Week in Stuttgart

Holube, I., von Gablenz, P., Schüssler, F., Roland, J. (2017): **„Hearing test results of 18- to 20-year old men preceding military conscription from 2008-2010“**. Laryngo-Rhino-Otologie, Heft 07/17.

Knies, J. (2017): **„A spatial approach for a future-oriented heat planning in urban areas“**. Book of Abstracts of the 3rd International Conference on Smart Energy Systems and 4th Generation District Heating 2017, Copenhagen, Denmark.

Knies, J. (2017): **„Durch Raumanalysen das energetische Potenzial von Abwasser heben“**. In: Porth M., Schüttrumpf H. (eds) Wasser, Energie und Umwelt. Springer Vieweg, Wiesbaden, S. 87-96. [doi:10.1007/978-3-658-15922-1_12](https://doi.org/10.1007/978-3-658-15922-1_12)

Knies, J. (2017): **„Räumliche Integration industrieller Abwärme in zukünftige Wärmeversorgungsoptionen“**. AGIT – Journal für Angewandte Geoinformatik, Vol. 3, S. 98-108.

Knies, J. (2017): **„Shaping Energetic Neighbourhoods: A Dynamic Approach for a Future Proof Urban Energy Planning“**. Proceedings of the World Sustainable Built Environment Conference 2017, Hong Kong, pp. 1870-1875.

Knyaz, V., Knyaz, V., Conen, N., Luhmann, T. (2017): **„Deep Learning of Convolutional Auto-encoder for Image Matching and 3D Object Reconstruction in the Infrared Range“**. 3rd International Workshop on Recovering 6D Object Pose, ICCV.

Luhmann, T. (2017): **„Industriephotoграмmetrie“**. In Sackewitz (ed.): Handbuch zur Industriellen Bildverarbeitung, 3. Aufl., Fraunhofer Verlag, Stuttgart, pp. 214-219.

Luhmann, T. (2017): **„Industriephotoграмmetrie“**. In Sackewitz (ed.): Leitfaden zur optischen 3D-Messtechnik, Fraunhofer Verlag, Stuttgart, pp. 9-13.

Luhmann, T. (2017): **„Softwareunterstützte Lehre in Photoграмmetrie mit PhoX“**. In Kersten (ed.): Publikationen der DGPF, Band 26, Würzburg, pp. 350-362.

Luhmann, T., Schumacher, C. (2017): **„Photoграмmetrie, Laserscanning, Optische 3D-Messtechnik – Beiträge der 16. Oldenburger 3D-Tage“**. Wichmann Verlag, Offenbach/Berlin.

Rofalski, R., Luhmann, T. (2017): **„Untersuchung und Modellierung des Rolling-Shutter-Effekts für photoграмmetrische Einzel- und Mehrbildauswertungen“**. 37. Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der DGPF.

Rofalski, R., Luhmann, T. (2017): **„Untersuchung und Modellierung des Rolling-Shutter-Effekts für photoграмmetrische Einzel- und Mehrbildauswertungen“**. Photoграмmetrie - Laserscanning - Optische 3D-Messtechnik: Beiträge der Oldenburger 3D-Tage 2017.

Rosenbauer, R., Fontana, F., Hastedt, H., Luhmann, T., Ochsner, D., Rieke-Zapp, D., Rofalski, R. (2017): **„Advantages in Additive Manufacturing for a Medium Format Metrology Camera“**. In Meboldt M., Klahn C. (eds): Industrializing Additive Manufacturing - Proceedings of Additive Manufacturing in Products and Applications (AMPA2017). [doi:10.1007/978-3-319-66866-6_28](https://doi.org/10.1007/978-3-319-66866-6_28)

Theuerkauff, T., Werner, T., Wallhoff, F., Brinkhoff, T. (2017): **„3D-Visualisierung von Über- und Unterwasserfahrzeugen zur Evaluation von Steuerungsalgorithmen mithilfe einer Game-Engine“**. Tagungsband zur Konferenz Go-3D 2017 „Mit 3D Richtung Maritim 4.0“, Rostock, Fraunhofer Verlag, S. 135-146.

Wu, L., Brinkhoff, T., Hahn, A. (2017): **„Modeling Spatio-Temporal Variations for the Language-Driven Development of Simulated Environment Generators“**. Proceedings of Workshops and Posters at the 13th International Conference on Spatial Information Theory (COSIT), L'Aquila, Italy, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, Springer, pp. 143-148. [doi:10.1007/978-3-319-63946-8_28](https://doi.org/10.1007/978-3-319-63946-8_28)

VORTRÄGE VON MITGLIEDERN DES IAPG IM JAHR 2017



Mitglieder des Instituts für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik haben im Jahr 2017 regional, deutschlandweit und auch international die Ergebnisse ihrer Arbeiten auf Foren, Workshops, Konferenzen und Kolloquien vorgestellt. Nachfolgend die entsprechende Liste mit 35 Vorträgen.

Luhmann, T.: **„Photogrammetrie – ein hochgenaues Verfahren der optischen 3D-Messtechnik“**. Geodätisches Kolloquium Leibniz Universität Hannover, Januar 2017

Brinkhoff, T.: **„Globales Web Mapping mit offenen Geodaten – ein Kinderspiel?“**. DGfK-Kolloquium der Sektion Hannover, Januar 2017

Chizhova, M.: **„Wavelet-basierte Erkennung architektonischer Formen aus präzisen Punktwolken“**. 16. Oldenburger 3D-Tage, Februar 2017

Göring, M.: **Entwicklung eines fächerartigen Distanzmesssystems zur Messung von Rotorblättern – Konzept, Orientierung und erste Ergebnisse**. 16. Oldenburger 3D-Tage, Oldenburg, Februar 2017.

Rofallski, R.: **„Untersuchung und Modellierung des Rolling-Shutter-Effekts für photogrammetrische Einzel- und Mehrbildauswertungen“**. 16. Oldenburger 3D-Tage 2017, Februar 2017

Brinkhoff, T.: **„Geodatenbanksysteme“**. CAS Räumliche Informationssysteme, ETH Zürich, Schweiz, Februar 2017

Knies, J.: **„Energetische Nachbarschaften – Impulse für eine zukünftige Energie(leit)planung und Umsetzung am Beispiel Alter Stadthafen in Oldenburg“**. 7. KoBE-Fachtagung „Zukunft Bauen und Sanieren 2017“, Oldenburg, Februar 2017

Chizhova, M.: **„Probabilistic Reconstruction of 3D Buildings using Cellular Automaton“**. 7th International Workshop 3D ARCH – „3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures“ (ISPRS/CIPA), März 2017

Knies, J.: **„Energetische Nachbarschaften – Impulse für eine zukünftige Energie(leit)planung“**. Kolloquium Institut für Solarenergieforschung in Hameln (ISFH), Hameln-Emmertal, März 2017

Brinkhoff, T.: **„Wissenschaft trifft Praxis - Jade Hochschule Oldenburg“**. IP SYSCON 2017, Hannover, März 2017

Göring, M.: **„Vermessung von Windenergieanlagen“**. BDVI Mitgliederversammlung, Emden, März 2017

Luhmann, T.: **„Industrial photogrammetry – a powerful tool for metrology“**. 10th International Conference “Environmental Engineering”, Vilnius, Litauen, April 2017

Schütte, A., Gollenstede, A.: **„Wheelmap“**. Inklusionswoche Oldenburg, Schlaues Haus Oldenburg, Mai 2017

Brinkhoff, T.: **„Supporting Dynamic Labeling in Web Map Applications“**. 20th AGILE Conference on Geographic Information Science. Wageningen, the Netherlands, Mai 2017

Conen, N.: **„Overview of Photogrammetric Measurement Techniques in Minimally Invasive Surgery using Endoscopes“**. ISPRS International Workshop “Photogrammetric and computer vision techniques for video surveillance, biometrics and biomedicine”, Moscow, Russia, May 2017, Mai 2017

Göring, M.: **„Entwicklung eines Messverfahrens zur Erfassung bewegter Rotorblätter von Windkraftanlagen“**. Doktorandentreffen, Dresden, Mai 2017

Hastedt, H.: **„Hochgenaue Optische 3D-Messtechnik“**. Mitgliederversammlung Institut für Rohrleitungsbau an der Fachhochschule Oldenburg, Juni 2017



Martina Göring bei ihrem Vortrag auf der Mitgliederversammlung des BDVI in Emden

Knies, J.: **„Shaping Energetic Neighbourhoods: A Dynamic Approach for a Future Proof Urban Energy Planning“**. World Sustainable Built Environment Conference, Hong Kong, Juni 2017

Schüssler, F.: **„Räumliche Aspekte der ambulanten Bedarfsplanung“**. Warum sind wir in der Theorie mit niedergelassenen Ärzten überversorgt, müssen aber in der Praxis lange auf Termine warten? Öffentliche Vorlesungsreihe Public Health, Oldenburg, Juni 2017

Gollenstede, A.: **„Teaching/Research Project ‚Wheelmap‘“**. 28th International Cartographic Conference 2017 (ICC 2017), Washington, DC, USA, Juli 2017

Knies, J.: **„Räumliche Integration industrieller Abwärme in zukünftige Wärmeversorgungsoptionen“**. AGIT 2017 – Symposium und Fachmesse Angewandte Geoinformatik, Salzburg, Österreich, Juli 2017

Luhmann, T.: **„Dense pointclouds from combined nadir and oblique imagery by object-based semi-global multi-image matching“**. 56th Photogrammetric Week ,17, Stuttgart, September 2017

Luhmann, T.: **„Messgenauigkeit in der 3D-Bildverarbeitung und Photogrammetrie“**. Testo, Titisee, September 2017

Theuerkauff, T.: **„3D-Visualisierung von Über- und Unterwasserfahrzeugen zur Evaluation von Steuerungsalgorithmen mithilfe einer Game-Engine“**. Konferenz Go-3D 2017 „Mit 3D Richtung Maritim 4.0“, Rostock, September 2017

Chizhova, M.: **„Probabilistic reconstruction of destroyed and incomplete objects from point clouds using Bayesian networks and cellular automata“**. Michigan Tech University, Houghton, USA, September 2017

Luhmann, T.: **„Bildbasierte 3D-Oberflächenrekonstruktion – Möglichkeiten und Grenzen“**. Intergeo Berlin, September 2017

Chizhova, M.: **„Planning and execution of the LIDAR scanning project using Faro scanner“**. Special teach-time in Michigan Tech University, Houghton, USA, Oktober 2017

Hastedt, H.: **„A medium format camera for high accuracy photogrammetry“**. 3D Metrology Conference - 3DMC Aachen, Oktober 2017

Werner, T.: **„Management of spatio-temporal data for autonomous maritime systems“**. GeolT.GISCO 2017, Berlin, Dezember 2017

Luhmann, T.: **„A software-based concept for teaching photogrammetry“**. ISPRS GeoSpace, Kiev, Ukraine, Dezember 2017

Luhmann, T.: **„Introduction to Close-Range Photogrammetry“**. Kiev National University for Construction and Architecture, Kiev, Dezember 2017

Luhmann, T.: **„PhoX Master Class“**. ISPRS GeoSpace, Kiev, Ukraine, Dezember 2017

Chizhova, M.: **„Human-computer-interaction in reconstruction of lost architecture from point clouds“**. III international scientific and technical conference Geospace, Kiev, Ukraine, Dezember 2017

Schüssler, F.: **„GIS und Geomarketing zur Analyse ambulanter Versorgung“**. Fachärztemangel oder Verteilungsproblem? Gießener Geographische Gesellschaft, Dezember 2017



Jürgen Knies auf der World Sustainable Built Environment Conference 2017 in Hongkong

ABSCHLUSSARBEITEN

Die Mitglieder des Instituts für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik wirkten auch im Jahre 2017 wieder an zahlreichen Abschlussarbeiten mit.

Bachelor-Abschlussarbeiten:

C. Frerichs: Branchenanalyse des deutschen Fernbusverkehrs

1. Betreuer: R. Hergert, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: T. Brinkhoff, Jade Hochschule: IAPG
- Januar 2017

C. Lauts: Guerilla Marketing als Konzept im Marketingmanagementprozess am Beispiel von Startup-Unternehmen

1. Betreuer: U. Michel, Jade Hochschule
 2. Betreuer: T. Brinkhoff, Jade Hochschule: IAPG
- Januar 2017

J. Hanneken : Optimierung der Messgenauigkeit eines Stereokamerasystems mit punktförmiger Antastung

1. Betreuer: T. Luhmann, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: H. Broers, AXIOS 3D Services GmbH
- Januar 2017

E. Dworak: Untersuchungen zur Genauigkeit von PPK GNSS basierten UAV-Luftbildbefliegungen im Insel- und Küstenschutz

1. Betreuer: T. Luhmann, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: H. Dirks
- Januar 2017

D. Wilkens: Aufbereitung und Analyse der Erbbaurechtsverträge in der Freien Hansestadt Bremen

1. Betreuer: R. Hergert, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: T. Brinkhoff, Jade Hochschule: IAPG
- Februar 2017

J. Middel: Elektromobilität und Urbanität in Deutschland. Eine GIS-basierte Analyse der räumlichen Verteilung von Pkw mit elektrischem und hybridem Antrieb.

1. Betreuer: F. Schüssler, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: H. Syska
- Februar 2017

K. Staufenbiel: GIS-basierte Analyse der Nitratbelastung im Sickwasser. Eine Effektivitätsbetrachtung stickstoffsenkender Maßnahmen in der Landwirtschaft am Beispiel ausgewählter Trinkwassergewinnungsgebiete des OOWV.

1. Betreuer: F. Schüssler, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: U. Scheele
- Februar 2017

J. Rommert: GIS-basierte Analyse des Lebensmittel-Einzelhandels zur Sicherung der Daseinsvorsorge im Landkreis Wesermarsch

1. Betreuer: F. Schüssler, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: M. Lücke
- Februar 2017

M. Barkela: Untersuchung der Energiesparpotentiale im Gebäudebestand und der Steuerungsmöglichkeiten für Kommunen über eine Evaluierung und Fördermittelempfängerbefragung am Beispiel des Altbausanierungsprogramms der Stadt Oldenburg

1. Betreuer: T. Brinkhoff, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: H. Dannemann, Stadt Oldenburg
- Februar 2017

E. Kromminga: Strategisches Beschaffungsmanagement: Untersuchung zur Ableitung baugruppenspezifischer Beschaffungsstrategien unter Berücksichtigung der individuellen Marktbedingungen am Beispiel der Meyer Werft GmbH & Co. KG

1. Betreuer: R. Hergert, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: F. Schüssler, Jade Hochschule: IAPG
- Februar 2017

T. Haase : Zeit-räumliche Polarisierungseffekte des Einkommens in Niedersachsen, Hamburg und Bremen.

1. Betreuer: F. Schüssler, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: U. Kröcher
- Februar 2017

N. Terfehr: Vergleichende Anbindung von GPS-Empfängern an das geoportal g.on aimPort

1. Betreuer: S. Schöpf, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: U. Meyer, G.ON Experience AG
- Februar 2017

S. Steinhoff: GIS-gestützte Analyse des Wählerverhaltens bei der Bürgerschaftswahl 2015 in Hamburg, bezogen auf soziale Milieus und statistische Gebiete

1. Betreuer: U. Michel, Jade Hochschule
 2. Betreuer: S. Nicolaus, Jade Hochschule: IAPG
- Februar 2017

K. Overdiek: Untersuchungen zum Testfelddesign und zum mathematischen Modell für die Kalibrierung von Fish-eye-Kameras

1. Betreuer: T. Luhmann, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: C. Huang
- Februar 2017

O. Wickmann: Konzeption, Durchführung und Analyse von UAV-Photogrammetrie und terrestrischem Laser-scanning zur Bestandsaufnahme eines Fußballstadions

1. Betreuer: T. Luhmann, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: A. Gelhausen
- Februar 2017

U. Wilbers: Prototypische Entwicklung eines Tools zur Verwaltung von Versorgungsunterbrechungen und deren Übertragung nach EnWG §52

1. Betreuer: S. Schöpf, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: C. Lügermann
- Februar 2017

D. Gamballa: Rentabilitätsanalyse von AUS-basierter Luftbilddauswertung bei Liegenschaftsvermessungen gegenüber konventionellen Messverfahren am Beispiel einer Zerlegungsmessung

1. Betreuer: T. Luhmann, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: U. Eichhorn, Vermessungsbüro Ehrhorn
- März 2017

S. Nietiedt: Untersuchung der Einflussfaktoren für die Berechnung von Dummykopfbewegungen mittels photogrammetrischer Onboardverfahren im Fahrzeugsicherheitsversuch

1. Betreuer: T. Luhmann, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: Raguse, Volkswagen AG
- März 2017

A. Bierlmeier: Entwicklung einer Cross-Plattform-Bibliothek zur Synchronisation zwischen einer Configuration Management Database und mobilen Datenbanken am Beispiel von CMDBuild und SQLite

1. Betreuer: T. Brinkhoff, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: R. Hachmann, IP SYSCON GmbH
- März 2017

F. Bakker: Durchführung einer Routenoptimierung auf Grundlage einer betrieblichen Standortplanung mithilfe eines Geoinformationssystems.

1. Betreuer: U. Michel, Jade Hochschule
 2. Betreuer: S. Nicolaus, Jade Hochschule: IAPG
- März 2017

M. Tuchner: Konzeption, Implementierung und Evaluation einer mobilen Augmented Reality Anwendung für Fotoleinwände

1. Betreuer: S. Schöpf, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: T. Schinke
- März 2017

Y. Krüp: Qualitätsanalyse von in Agisoft PhotoScan erzeugten Orthomosaiken mit UAV-basierten Bildern einer low-cost Kamera

1. Betreuer: T. Luhmann, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: H. Hastedt, Jade Hochschule: IAPG
- März 2017

S. Baumgart: Entwicklung und Integration eines Clustering-Verfahrens auf Basis von georeferenzierten Fotos zur Visualisierung in einem Web-Modul

1. Betreuer: S. Schöpf, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: M. Lübcke
- Mai 2017

K. Kolodziej: Entwurf und prototypische Entwicklung einer touristischen Augmented-Reality-Kartenanwendung mittels des .NET-Frameworks und der Programmibliothek für Bildverarbeitung OpenCV

1. Betreuer: A. Gollenstede, GeoXXL
 2. Betreuer: T. Brinkhoff, Jade Hochschule: IAPG
- Mai 2017

O. Leis: Konzeption und prototypische Implementierung eines Map-Matching-Algorithmus für Busfahrten auf Basis von MS SQL Server und .NET Framework

1. Betreuer: T. Brinkhoff, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: B. Bruns, AMCON GmbH
- Mai 2017

Bachelor-Abschlussarbeiten:

L. Ebert: Antibiotikaverordnungen in der ambulanten Versorgung. Analyse der regionalen Unterschiede in Niedersachsen.

1. Betreuer: F. Schüssler, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: M. Scharlach
- Juli 2017

I. Boldt: Breitbandausbau in Deutschland. Die Fördersituation am Beispiel des Landkreises Aurich.

1. Betreuer: F. Schüssler, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: R. Hergert, Jade Hochschule: IAPG
- August 2017

R. Meyer: Kriterien und Maßnahmen zur nachhaltigen Qualitätssicherung von Geobasisdaten in Niedersachsen

1. Betreuer: I. Jaquemotte, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: A. Jeschke
- August 2017

H. Braaf: Analyse und Visualisierung von Airborne-Laser-scanning-Daten für Anwendungsmöglichkeiten in der Flurbereinigung

1. Betreuer: T. Luhmann, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: A. Albers, Amt für regionale Landesentwicklung Lüneburg
- August 2017

S. Ludwig: Landärztliche Versorgungssituation in Niedersachsen - regionale Analyse der Maßnahmen der Kassenärztlichen Vereinigung Niedersachsen und des Gesundheitsamts Cloppenburg

1. Betreuer: F. Schüssler, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: K. Lucke
- August 2017

E. Barvels: Pendlerstrukturen und regionale Arbeitsmarktverflechtungen in Niedersachsen, Bremen und Hamburg.

1. Betreuer: F. Schüssler, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: U. Kröcher
- August 2017

I. Elert: Standort- und Potentialanalyse für Indoor-Spielcenter im Raum Cloppenburg mittels Geographischer Informationssysteme

1. Betreuer: F. Schüssler, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: R. Hergert, Jade Hochschule: IAPG
- Oktober 2017

Master-Abschlussarbeiten:

V. Beckmann: Entwicklung einer Standortanalyse für Ladestationen in der Energiewirtschaft als Einsatzszenario für das GIS Reporting auf Basis von SAP HANA

1. Betreuer: S. Schöpf, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: R. Wischmeyer
- März 2017

P. Grashorn: Cloud Computing als Strategie zur Realisierung eines integrierten Software-Portfolios - Eine Evaluation von Cloud-Technologien am Beispiel „Space Situational Awareness“

1. Betreuer: S. Schöpf, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: H. Ernst, Airbus Defence & Space
- August 2017

T. Jacobs: Untersuchung der Eignung der CMDB-Software „CMDBuild“ für die Konzeption und prototypische Entwicklung ausgewählter Anwendungsfälle eines web-gestützten Kompensationsflächenkatasters

1. Betreuer: T. Brinkhoff, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: R. Hachmann, IP SYSCON GmbH
- September 2017

J. Schmik: Photogrammetrisches Monitoring und Deformationsanalyse der Bremer Hanse-Kogge

1. Betreuer: T. Luhmann, Jade Hochschule: IAPG
 2. Betreuer: H. Hastedt, Jade Hochschule: IAPG
- Oktober 2017

PREISVERLEIHUNGEN

Für herausragende Abschlussarbeiten wurden auch in diesem Jahr Preise verliehen:

Vom Verein der Förderer der Fachhochschule Oldenburg e.V. übergab Prof. Dr. Werner Heckler einen Geldpreis an Enno Kromminga für seine Bachelor-Arbeit „Strategisches Beschaffungsmanagement: Untersuchung zur Ableitung baugruppenspezifischer Beschaffungsstrategien unter Berücksichtigung der individuellen Marktbedingungen am Beispiel der Meyer Werft GmbH & Co. KG“.



Werner Heckler übergibt den Geldpreis an Enno Kromminga

Den Landespreis des Verbands Deutscher Vermessungsingenieure e.V. übergab der Vorsitzende Michael Tschöke an Tomke Jantje Lambertus für ihre Bachelor-Arbeit zum Thema „Realisierung und Nutzen eines auf Intensitätswerten basierenden stochastischen Modells für Schätzverfahren zur geodätischen Überwachung von Bauwerken mit terrestrischen Laserscannern“.



Michael Tschöke übergibt den Landespreis an Tomke Jantje Lambertus

Wiebke Mildes wird für ihre Masterarbeit „Umweltmonitoring des Vehnmoors durch fernerkundliche Änderungsanalyse“ mit einem Buchpreis vom Verband Deutscher Vermessungsingenieure e.V. geehrt.



Im Rahmen des Absolventenforums Geoinformation übergibt Michael Tschöke den Buchpreis des VDV an Wiebke Mildes

Die Ingenieurkammer Niedersachsen verlieh Tobias Werner einen Geldpreis für seine Masterarbeit zum Thema „Geodatenmanagement am Beispiel von Datenbereinigungen im Umfeld eines Verteilernetzbetreibers unter Verwendung einer Process Engine“.

Robin Rofalski wird für die beste Gesamtdurchschnittsnote im Masterstudiengang Geodäsie und Geoinformatik mit einem Buchpreis vom Deutschen Verein für Vermessungswesen e.V. ausgezeichnet.



Robin Rofalski erhält den Buchpreis vom DVW im Rahmen des Absolventenforums Geoinformation überreicht.

Hon.-Prof. Klaus Kertscher übergab für den Deutschen Verein für Vermessungswesen e.V. jeweils einen Buchpreis für die beste Gesamtdurchschnittsnote an Kerstin Overdiek im Bachelor-Studiengang Angewandte Geodäsie, an Niklas Terfehr im Bachelor-Studiengang Geoinformatik sowie an Jan Middel im Bachelor-Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen Geoinformation.

EVALUIERUNG VON BILDVORVERARBEITUNGSVERFAHREN

Im Rahmen des Masterprojektes werden verschiedene Bildvorverarbeitungsalgorithmen untersucht und mit Blick auf die Bildmessung von codierten Messmarken evaluiert. Der zugrundeliegende Anwendungsfall ist die hochgenaue Vermessung der komplexen Oberflächentopographie von Schweißnähten unter Wasser.

Die photogrammetrische Erfassung von Schweißnähten unter Wasser zeichnet sich neben hohen Genauigkeits- und Auflösungsanforderungen auch durch spezielle Umweltbedingungen aus. Zum einen führt die Absorption des Lichtes durch das Wasser und die natürliche Trübung zu einer Farbdämpfung in den aufgenommenen Bildern, welche einen geringen Kontrast und eine niedrige Helligkeit aufweisen. Die Helligkeit kann durch das Öffnen der Blende erhöht werden, was jedoch zu einer relevanten Minderung der benötigten Schärfentiefe führt. Aufgrund der Bewegung der Schwebepartikel führen längere Belichtungszeiten ebenfalls zu einer geringeren Bildqualität. Die Aufnahmen erfolgen mit einer monochromatischen Industriekamera und das eingesetzte Objektiv weist eine feste Brennweite von 10,2mm auf. Die Messung unter Wasser wird in einem Aquarium nachgestellt, das abhängig vom Versuch mit klarem oder getrübttem Wasser gefüllt ist. Die Kamera ist außerhalb des Aquariums platziert und nimmt die Testfelder mit einem Abstand von 6cm durch die Aquariumscheibe auf. Beleuchtet wird der Versuchsaufbau mit einer Stehlampe, die hinter der Kamera aufgestellt ist (Abb. 1).

Die untersuchten Algorithmen sind in zwei Gruppen zu unterteilen.

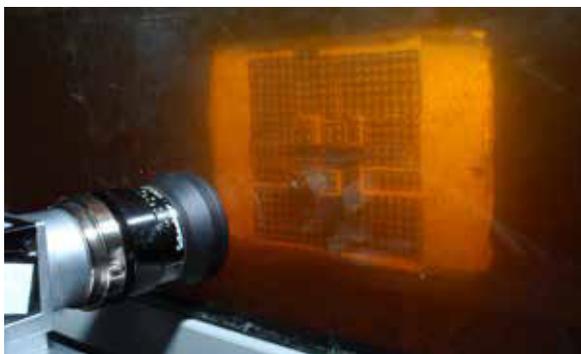


Abb. 1: Blick auf das Testfeld im getrübtten Wasser durch die Aquariumscheibe

Es werden verschiedene Punktoperatoren, zum Beispiel die Histogrammspreizung (Abb. 2), untersucht, welche kein zusätzliches Vorwissen benötigen. Dagegen benötigen Verfahren der Bildrestauration zusätzliches Vorwissen für die Bildbearbeitung. Zur Bildrestauration werden unter anderem der Richardson-Lucy Algorithmus und der Wiener Filter evaluiert. Der Richardson-Lucy Algorithmus wird zur Verbesserung der Schärfe verwendet und benötigt zusätzlich die Punktspreizfunktion. Der Wiener Filter verwendet das Signal-Rausch-Verhältnis zur Reduzierung des Rauschens. Die Auswirkungen der Bildbearbeitung auf die gemessenen Bildkoordinaten sind anhand eines formatfüllenden Testfeldes zu evaluieren. Das Testfeld weist, neben vier unterschiedlich hohen Hochpunkten, mehrere codierte Messmarken auf. Veränderungen des Mikrokontrastes und der maximalen Auflösung werden anhand der modularen Transferfunktion (MTF) ermittelt und bewertet.



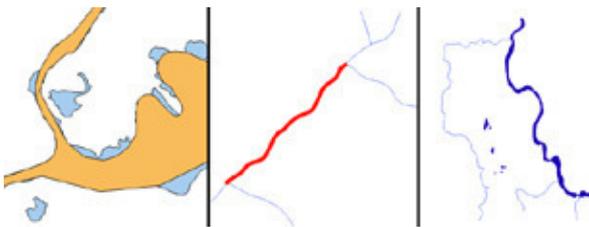
Abb. 2: links: Aufgenommenes Testfeld im trüben Wasser rechts: Modifiziertes Bild. Nach der Histogrammspreizung des Originalbildes steigt die Anzahl der messbaren Marken.

- Projektbeteiligte: Simon Nietiedt B.Sc.
- Projektbetreuung: Oliver Kahmen M.Sc., Prof. Dr. Thomas Luhmann

GRAPHBASIERTE MODELLGENERALISIERUNG MIT QGIS UND NEO4J

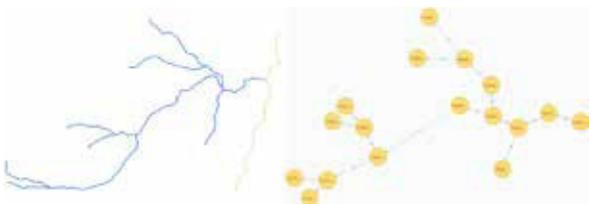
In QGIS existieren Plugins für die Generalisierung von Flächen und Linien. Die im Projekt verwendeten Flussdaten Islands lassen sich jedoch nicht mit diesen Werkzeugen generalisieren, da notwendige Identifizierungsmöglichkeiten fehlen. Daher wird die Topologie in der Graphdatenbank Neo4j analysiert und die Hauptverläufe zurückgegeben.

Ziel dieses Projektes ist es, einen Ansatz zur automatisierten Generalisierung von vorliegenden Flussdaten zu finden. In der entwickelten Methode wird die Annahme getroffen, dass insbesondere die Länge eines Flusses relevant für die maßstabsbezogene Generalisierung ist. Somit ist es das Ziel, zusammenhängende Flussverläufe nur anhand der Geometrien zu erkennen. Dies ermöglicht das Identifizieren von Hauptverläufen und Seitenarmen. Die vorliegenden Flusslinien des Datensatzes aus Island bestehen aus einzelnen, sich berührenden Segmenten.



Generalisierung von Wasserflächen; Illustration eines Flusssegments; Flächen und Liniengeometrien.

Um später möglichst effizient lange Segmentreihen zu erkennen, werden die Flüsse rekursiv über die QGIS-Python-API durchlaufen und in Form von Graphen in die Graphdatenbank Neo4j abgelegt. Hierfür wird die HTTP-REST-Schnittstelle von Neo4j genutzt.



Ein Fluss im Shapefile Format (links) und als Graph in Neo4j (rechts).

Beim Bau der Graphen werden Längenangaben aus den Geometrien übernommen. Für nachfolgende Graphalgorithmen sind die Kanten ausgehend von einem Startpunkt gerichtet definiert. Nach dem Graphenbau

findet auf der Datenbank die Generalisierung folgendermaßen statt: Zunächst wird der längste Pfad sowie dessen Start- und Endpunkt ermittelt. Der längste Pfad kann Schleifen enthalten, welche sich durch die Ermittlung des kürzesten Pfades zwischen Start- und Endpunkt entfernen lassen. Der resultierende Pfad wird in ein Shapefile übernommen, auf der Datenbank als benutzt markiert und das Verfahren iterativ wiederholt. Ein Parameter ermöglicht die Erzeugung unterschiedlicher Layer in Abhängigkeit der Flusslängen (>50.000m, >40.000m, usw.). Somit kann die Flussgeneralisierung an einen Maßstab angepasst werden. Aktuell wird eine Vereinfachung des Graphen über einen minimal gewichteten Spannbaum angestrebt.

In QGIS verwendete räumliche Operationen werden aus Gründen der Performanzsteigerung mit Geometrieapproximationen und räumlichen Indizes durchgeführt.



Flüsse vor und nach der Generalisierung; Flüsse mit einer Länge von weniger als fünf Kilometern wurden entfernt.

Der entwickelte Ansatz ist visuell zufriedenstellend. Er weist modelltechnisch jedoch noch Verbesserungsbedarf auf (Flussrichtung aus Höhenangaben, Skelettierung, ...).

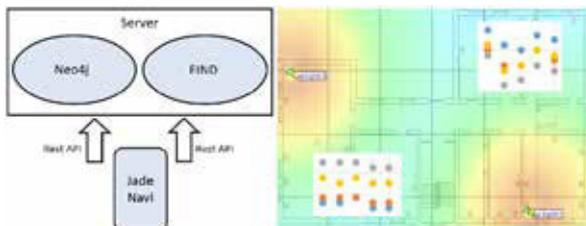
- Projektbeteiligte: Felix Zierle B.Sc., Niklas Terfehr B.Sc.
- Projektbetreuung: Dipl.-Ing. Andreas Gollenstede

WLAN-BASIERTE INDOOR-NAVIGATION AUF DEM CAMPUS

Ziel dieses Projektes ist die Umsetzung eines Indoor-Navigationssystems für den Campus der Jade Hochschule mit den typischen Bestandteilen, wie einer Indoor-Karte mit Gebäudegrundrissen, rollstuhlgerechter Routenermittlung und Indoor-Lokalisierung.

Für eine Positionierung im Innenbereich können u.a. verschiedene Hochfrequenz-Technologien wie WLAN, Bluetooth, Ultra-Wideband etc. eingesetzt werden. Da die Jade Hochschule flächendeckend mit WIFI-Sendern (Access Points) ausgestattet ist, lässt sich auf das Lokalisierungsverfahren „RSSI Fingerprinting“ zurückgreifen. Dabei erfassen mobile Geräte die eingehende WIFI-Signalstärke (RSSI, received signal strength indicator) von umliegenden Sendern, wodurch individuelle spektrale „Fingerabdrücke“ entstehen. HF-Signale werden durch physische Objekte wie Wände, Metall aber auch menschliche Körper abgeschwächt und reflektiert.

Die Fingerabdrücke werden zunächst in einer Trainingsphase gesammelt und einer Position zugeteilt. In der anschließenden Lokalisierungsphase lässt sich über weitere Signalmessungen und serverseitige Klassifizierungsalgorithmen die aktuelle Position ermitteln. Dieses Verfahren wird im Rahmen des Projektes mit der Open-Source-Serversoftware FIND realisiert, welche sich über eine REST API angesprochen lässt. Das Abfragen von WLAN-Signalen ist über eine Android-Schnittstelle möglich.



Systemarchitektur sowie eine illustrative Heatmap der WLAN Signalausbreitung und beispielhafte RSSI-Fingerabdrücke

Für die Datenhaltung und Routinganfragen kommt die Graphdatenbank Neo4j zum Einsatz, da sich Positionen und Wege auf einer Karte natürlicherweise zu einem Graph zusammensetzen. Somit ist es möglich Orte mit geographischen Positionen und weiteren Attributen

zu erzeugen, Wege zwischen diesen zu definieren sowie Routinganfragen zu formulieren. Die fertige Datenstruktur gestattet das Routing mit folgenden Aspekten:

- Navigation über verschiedene Stockwerke (Treppen)
- Rollstuhlgerechte Navigation (nicht über Treppen, dafür alternativ über Aufzüge)

Gebäudegrundrisspläne wurden mit Photoshop zugeschnitten sowie über eine entsprechende Schnittstelle in die Google Maps API mit grober Georeferenzierung anhand der Google Satellitenbilder eingebettet. Die App erlaubt das Wechseln von Stockwerken über einen Schieberegler, Lokalisierung der aktuellen Position, das Formulieren von Routinganfragen und Auswählen von allen Orten in einer Übersicht. Ein zusätzliches Administrator-Interface ermöglicht das Editieren des Graphen inklusive Messung der RSSI-Werte an einer Position. Bisherige Tests zur Positionierung fielen überwiegend positiv aus, Genauigkeitsaussagen werden demnächst getroffen.



Die App von links nach rechts: Administratoransicht und gewöhnliches bzw. rollstuhlgerechtes Routing im Client

- Projektbeteiligte: Felix Zierle B.Sc.
- Projektbetreuung: Dipl.-Ing. Andreas Gollenstede

pcoco.

on the cutting edge

PCO – leading manufacturer
of camera technology for
photogrammetry applications



pcoco.de

NACHRICHTEN AUS DER ABTEILUNG GEOINFORMATION



2017 starteten insgesamt 132 neue Studierende. Neue Kooperationen sollen die Nachwuchsgewinnung zukünftig unterstützen. An Veranstaltungen für Studieninteressierte nahmen in diesem Jahr über 350 Personen teil. Ein großes Arbeitspaket stellte die Reakkreditierung dreier Studiengänge der Abteilung dar.

Einschreibestatistik

Im Sommersemester starteten 13 Studierende im Masterstudiengang. Im Wintersemester nahmen 59 junge Menschen ein Studium der „Angewandten Geodäsie“ auf. Mit dem erneuten Anstieg hat sich die Studierendenzahl in diesem Studiengang innerhalb von sechs Jahren fast verdoppelt. Im „Wirtschaftsingenieurwesen Geoinformation“ starteten 38 Studierende und 22 in der „Geoinformatik“.

Personalien

Peter Lorkowski, langjähriger wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Geoinformatik, verließ die Hochschule im September. Tobias Theuerkauff (Laborbetreuung Virtuelle Welten) wechselte in die Abteilung TGM der Hochschule. Wir wünschen beiden alles Gute für ihre berufliche Zukunft!

Neuer Mitarbeiter für den Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen Geoinformation ist seit März Hendrik Beckemeyer. Jörn Ahlers, der bereits seit 2013 als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätig ist, unterstützt seit Oktober nun dauerhaft die Fachgebiete Informatik und Geoinformatik.

Reakkreditierung

Unter Leitung von Studiendekanin Prof. Dr. Jaquemotte und Prof. Dr. Brinkhoff konnten im Herbst die umfangreichen Unterlagen zur Reakkreditierung der Bachelorstudiengänge „Angewandte Geodäsie“ und „Geoinformatik“ sowie des Masterstudiengangs eingereicht werden. Die stärksten Veränderungen erfährt dabei der Masterstudiengang, der nach Abschluss des Akkreditierungsprozesses unter dem neuen Namen „Geoinformationswissenschaften“ mit den drei Studienprofilen „Geodäsie“, „Geoinformatik“ und „Geodatenanalyse“ angebo-

ten wird. Damit wird der Studiengang neuen Zielgruppen geöffnet, insbesondere den Absolvent_innen des Wirtschaftsingenieurwesens Geoinformation. Grundsätzlich überarbeitet wurde auch der Modulplan des Studiengangs Geoinformatik. Die wichtigsten Änderungen im Studium der Geoinformatik sind die Verstärkung des Anwendungsbezugs in der Anfangsphase und eine stärkere Profilierung und Modernisierung in der Informatik. Im Studiengang „Angewandte Geodäsie“ wird durch eine größere Wahlfreiheit der Module eine höhere Flexibilität ermöglicht. In den beiden Bachelorstudiengängen werden den Studierenden zukünftig bessere Vertiefungsmöglichkeiten angeboten.

Ergebnisse im CHE-Hochschulranking

Im aktuellen CHE-Hochschulranking erhielt der Studiengang „Wirtschaftsingenieurwesen Geoinformation“ Bestnoten in den Kategorien „Kontakte zur Berufspraxis“ und „Unterstützung in der Studieneingangsphase“.

Kooperationsvereinbarung mit Berufsschule geschlossen

Im Februar schloss die Abteilung Geoinformation eine Kooperationsvereinbarung mit dem Bildungszentrum Technik und Gestaltung (BZTG) der Stadt Oldenburg. Diese ermöglicht im Rahmen des Programms *abiStudiumGeo/IT* die Verbindung einer Ausbildung in der Vermessungstechnik mit dem Erwerb eines Bachelorgrades im Studiengang „Angewandte Geodäsie“ oder „Geoinformatik“. Durch den demographischen Wandel besteht in Niedersachsen ein erheblicher Nachwuchsmangel im Bereich der Geodäsie, dem entgegengewirkt werden soll. Diesem Nachwuchsmangel will man entgegen wirken. Als erste Ausbildungsstätte steigt das Landesamt für Geoinforma-

tion und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) ein und stellte zum 1. August die ersten AbiStudierenden ein.

Ausstattung

Neben neuen PC- und Raumausstattungen wurde für die Lehre in 2017 ein neuer GNSS-Receiver (Modell G16, Fa. Leica) aus Studienqualitätsmitteln beschafft. Für den Einsatz im Modul „Sensorik“ steht ein neuer Laserinterferometer (Fa. LD Didactic) zur Verfügung.

100. Abschluss im Wirtschaftsingenieurwesen

Der Studiengang „Wirtschaftsingenieurwesen Geoinformation“ (GWI) wird seit dem Wintersemester 2008/2009 angeboten. Im Februar konnte nun Leon Seebach als 100. Absolvent verabschiedet werden. Seebach setzte sich in seiner Bachelor-Thesis mit dem Thema „GIS-gestützte Impact-Analyse der Auswirkungen vogelschutzbedingter Abschaltalgorithmen auf die Wirtschaftlichkeit von Windparks“ auseinander. Erstgutachter Prof. Dr. Frank Schüss-

ler und Zweitgutachter Jürgen Berlin (Planungsabteilung Enercon) gratulierten ihm zu seinem erfolgreichen Studienabschluss.

Campussanierung vorerst abgeschlossen

Im Herbst wurden eine Vielzahl von Bauarbeiten zur Umgestaltung des Campus in Oldenburg beendet. Hierzu gehören die Optimierung der Parkplatzsituation, die Schaffung zusätzlicher Fahrradabstellmöglichkeiten, die Modernisierung von Gehwegen und Parkplätzen sowie die Schaffung barrierefreier Eingänge. Der sanierte Campusplatz übernimmt durch die Neustrukturierung und die Sanierung der Mensa neue, zentrale Aufgaben und bietet vielfältige Aufenthalts- und Sitzmöglichkeiten. Insgesamt wurden seit 2015 4,7 Millionen Euro in die Campussanierung investiert. Weitere Baumaßnahmen wie der Umbau der ehemaligen Feuerwache sind in Planung.

ABSOLVENTENFORUM GEOINFORMATION 01.12.2017

Information & Networking – unter diesem Motto könnte man das jährliche Treffen der rund 80 Absolvent_innen der Geoinformation zusammenfassen. Die Veranstaltung besteht aus einem Vortragsprogramm mit Beiträgen der Hochschule und der Absolventen und wird von einem Rahmenprogramm begleitet, welches das Pflegen und Knüpfen von Kontakten leichtmacht.

Wirtschaftsingenieur Oliver Smith berichtete in seinem Vortrag über seine Tätigkeit als Regionalmanager beim Bürgerdialog Stromnetz. Geoinformatiker Nico Zimmer gab einen Einblick in seine Arbeit als Führungskraft im Forschungszentrum des Flugzeugbauers Boeing.

Geodät Kay Johannesmann, Abschlussjahrgang 2002, besucht die Veranstaltung seit mehreren Jahren. „Ich bin immer wieder gerne hier. Neben den interessanten Fachvorträgen hält man so den Kontakt zu Berufskollegen außerhalb des eigenen Wirkungskreises und hält zusätzlich den Kontakt zur Hochschule. Die Fachvorträge zeigen mir jedes Jahr aufs Neue, welche Bandbreite an Themen die Vermessung bietet.“, so Johannesmann. Er kam dieses



Absolvent Kay Johannesmann gibt einen Einblick in seinen ungewöhnlichen Arbeitsplatz am Containerterminal

Mal als Referent zum Forum und berichtete über seine Tätigkeit bei bremenports, wo er für die Monitoringmessungen der Hafenanlagen zuständig ist.

Das Absolventenforum wird seit 2005 angeboten. Seitdem konnten ca. 700 Ehemalige an der Hochschule begrüßt werden. Rund 50 Vorträge wurden gehalten.

Weitere Informationen: jade-hs.de/alumni-geo

ARBEITSGRUPPE GEOINFORMATIK



In den Vorlesungszeiten trifft sich die Arbeitsgruppe Geoinformatik in der Regel wöchentlich. Neben den Mitgliedern des IAPG sind auch Geoinformatikerinnen und Geoinformatiker aus anderen akademischen Institutionen eingeladen. Meist hat das Treffen ein Oberthema, das aus den aktuellen Tätigkeiten in Forschung, Lehre oder akademischer Selbstverwaltung entspringt. Nachfolgend soll ein kurzer Überblick über die in den letzten Semestern behandelten Themen gegeben werden.

Wintersemester 2016/2017

- Peter Lanz: **Satellite-based detection of highly vulnerable small maritime vehicles**
- Peter Lorkowski & Andreas Gollenstede: **BMVI-Ausschreibung mFUND**
- Jörn Ahlers: **GIS-Infrastruktur des IAPG und der Hochschule - Stand und Nutzbarkeit**
- Alle: **Geoinformatik – Außendarstellung / GIS an Schulen / Tag der offenen Tür**
- Master-Studierende: **Zwischenstand der Masterprojekte**
- Ingrid Jaquemotte & Tobias Theuerkauff: **Labor virtuelle Welten – Stand und Nutzbarkeit für Lehre und Projekte**
- Ulrich Michel (Abt. Geoinformation): **Hochauflösende Fernerkundung im Alten Land**
- Jörn Ahlers: **OGC SensorThings API – erste Erfahrungen**
- Tobias Brandt (Projekt SAMS, Universität Oldenburg): **GeoStreams: A general purpose streaming platform for spatio-temporal data and its application in the maritime domain**
- Jörn Ahlers & Thomas Brinkhoff: **Konzeption der neuen IAPG-Website**
- Liqun Wu (Projekt SAMS, Universität Oldenburg): **Modeling Spatio-Temporal Variations to Facilitate the Language-Driven Development: Simulated Environment Generators as Applications**
- Peter Lanz: **Kampagne zur Radarsatelliten-Aufnahme eines PVC-Flüchtlingsboots**

Wintersemester 2017

Sommersemester 2017

- Thomas Brinkhoff: **Weiterentwicklung des Bachelorstudiengangs Geoinformatik**
- Thomas Brinkhoff: **Weiterentwicklung des Masterstudiengangs Geodäsie und Geoinformatik**
- Peter Lorkowski: **Ein Simulationsframework für das Monitoring kontinuierlicher Phänomene**
- Tobias Theuerkauff & Tobias Werner: **Projekt „EITAMS“: Entwicklung innovativer Technologien für autonome maritime Systeme**
- Christian Aden (IBU, Universität Oldenburg): **Vom Feld in die Geodateninfrastruktur**
- Jürgen Knies: **Agentenbasierte Modellierung in der Geoinformation – Überblick und Projektbeispiel**
- Tobias Werner: **Geodaten unter Wasser: Einsatz von Spatialite auf AUVs**
- Jürgen Weitkämper & Jörn Ahlers: **Lehrerfahrungen mit Python**
- Stefan Nicolaus: **Marktdaten und mikrogeographische Daten für die Lehre**
- Master-Studierende: **Zwischenstand der Masterprojekte**

STUDIERENDE VISUALISIEREN KLOSTERRUINE IN HUDE

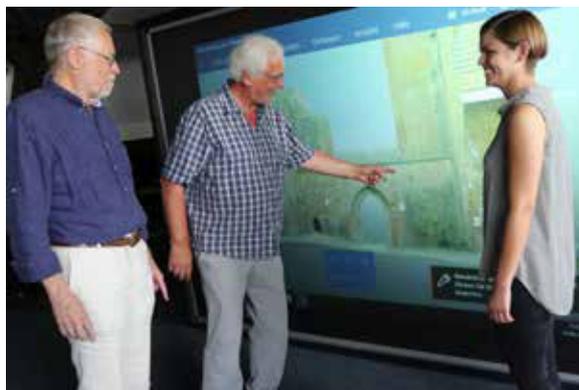
In der Veranstaltung „Projekt Visualisierung“ sollen Studierende in Projektarbeit Techniken und Gestaltungsverfahren der 3D-Visualisierung kennenlernen und anhand eines praktischen Beispiels umsetzen. So werden verschiedene Visualisierungstechniken evaluiert und deren Voraussetzungen erarbeitet, um diese für eine Projektaufgabe anwenden und umsetzen zu können.

Im Sommersemester nahmen sieben Studierende des Studiengangs Angewandte Geodäsie unter Leitung von Prof. Dr. Ingrid Jaquemotte an der Veranstaltung teil und erarbeiteten verschiedene Visualisierungen der Klosterruine Hude. Hon.-Prof. Klaus Rademacher, Vorstandsmitglied im Verein „Freunde des Klosters Hude“, hatte das Projekt initiiert. Rademacher wusste um die technischen Möglichkeiten im Bereich Visualisierung an der Jade Hochschule aus vorangegangenen Projekten. So war es nahe liegend auch die Ruine des Zisterzienserklosters aus dem 13. Jahrhundert virtuell zu präsentieren. „Visualisierungen sind ein unverzichtbares Hilfsmittel zur Schulung der Vorstellungskraft und helfen uns bei der Vermittlung unserer Ideen des Museumskonzeptes“, so Rademacher.

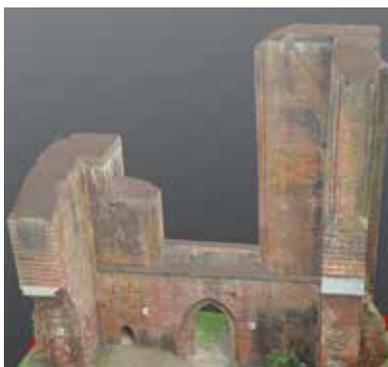
Unter Begleitung von Prof. Jaquemotte, Fachpersonal und der Eigentümerin der Klosterruine Hude wurden mit einem Laserscanner und mehreren Digitalkameras die Klosterruinen für die spätere Visualisierung erfasst. Durch die Nutzung mehrerer Scanner-Standpunkte konnte das ehemalige Kloster fast vollständig erfasst werden. Nach der Bearbeitung liegen ein maßstäbliches 3D-Modell und eine Videofahrt durch die Ruine vor. Auch aus den Kameraaufnahmen erstellten die angehenden Geodäten 3D-Modelle, die sehr realitätsnah auf den Betrachter wirken. Zudem wurden Panoramen erzeugt, in denen der Betrachter das Klostergelände virtuell erleben kann. Betreuerin Jaquemotte zeigt sich erfreut über die Zusammenarbeit mit den Freunden des Klosters Hude: „Aufgabenstellungen aus der Praxis motivieren unsere Studierenden besonders“, sagt die Expertin für Visualisierung.

Durch den starken Bewuchs an der Ruine kommt es vermehrt zu Schäden am Mauerwerk. Mauerstücke drohen abzubrechen. Aus diesem Grund nimmt der Verein in Kürze Gespräche mit dem Landkreis über die Erstellung

eines Instandsetzungskonzeptes auf. Für die Planung können die virtuellen Modelle laut Rademacher Hilfestellung leisten. „Die Maßstäblichkeit und Detailgenauigkeit wird den Zeitaufwand und die Kosten zur Erstellung des Konzeptes deutlich reduzieren“, so der Huder Architekt.



Geodäsiestudentin Wiebke Wolters beantwortet Fragen von Wolfgang Schaller und Klaus Rademacher (li.) zum Modell



Virtuelles 3D-Modell der Klosterruine Hude

- Projektbeteiligte: Studierende Angewandte Geodäsie 5. Semester
- Projektbetreuung: Prof. Dr. Ingrid Jaquemotte

NEUIGKEITEN

Neues Forschungsprojekt „OrthoScan“

Als Folgeprojekt eines Promotionsvorhabens im Bereich der endoskopischen Oberflächenerfassung wurde aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und des Landes Niedersachsen das Projekt OrthoScan für den Zeitraum vom 1.10.2017 bis 30.9.2020 bewilligt. Die allgemeine Aufgabenstellung ist die Untersuchung bildgebender Techniken und Entwicklung spezieller Verfahren, die auf Basis von intraoperativen und präoperativen Daten agieren. Konkreter geht es um die robuste Erfassung der Knorpeloberfläche eines Kniegelenks während einer Chirurgie. Diese Messdaten könnten den Operationsprozess entscheidend verbessern.

Prof. Dr. Frank Schüssler im VGDH-Vorstand

Dr. Frank Schüssler, Professor für Geoinformation und Wirtschaftslehre an der Jade Hochschule, wurde im Oktober 2017 in den Vorstand des „Verbandes für Geographie an Deutschsprachigen Hochschulen und Forschungseinrichtungen (VGDH)“ gewählt. Die Wahl fand während des Deutschen Kongresses für Geographie in Tübingen statt. Die Amtszeit erstreckt sich auf die Kalenderjahre 2018 und 2019.



Prof. Dr. Frank Schüssler

Prof. Dr. Manfred Weisensee bleibt DGfK Präsident

Die Mitglieder der DGfK – Gesellschaft für Kartographie und Geomatik – haben in Berlin ihren Vorstand für die

nächsten vier Jahre gewählt. Präsident der DGfK bleibt Prof. Dr. Manfred Weisensee, Präsident der Jade Hochschule, der dieses Amt seit 2011 innehat. Vizepräsident national bleibt Prof. Dr. Jochen Schiewe von der HCU in Hamburg. Ebenso wurden Steffen Hild, Dresden, als Sekretär und Peter Neumann, München, als Schatzmeister der DGfK in ihren Funktionen bestätigt.

2. Preis Innovationsnetzwerk Niedersachsen

Im Rahmen der Hannover Messe im April 2017 wurde das Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik (IAPG) des Fachbereichs Bauwesen Geoinformation Gesundheitstechnologie und die Axios 3D Services GmbH aus Oldenburg mit dem 2. Preis des Innovationsnetzwerks Niedersachsen 2017 ausgezeichnet. Den Innovationspreis erhielten sie für die Entwicklung eines Dreikamera-Endoskops für den Einsatz in der Medizin. Durch die innovative Verwendung von drei Kameras ist es möglich, die damit erfassten medizinischen Oberflächen hochpräzise dreidimensional zu erfassen. Ärzten wird damit ein deutlich verbessertes Werkzeug bereitgestellt, beispielsweise zur Überlagerung von CT- oder MRT-Daten während einer Operation. Weitere Anwendungen z.B. in der industriellen Inspektion sind ebenfalls möglich. Das Verfahren wurde bereits zum Patent angemeldet. Seitens der Jade Hochschule waren Niklas Conen, Promovend im Jade2Pro Programm, und Prof. Dr. Thomas Luhmann an der Entwicklung beteiligt. In ihrer Laudatio lobte die niedersächsische Wissenschaftsministerin die seit über 15 Jahren bestehende Kooperation zwischen dem IAPG und der Axios 3D Services GmbH. Dies sei ein Beispiel dafür, dass Wis-



Preisverleihung zum Innovationsnetzwerk Niedersachsen

senschaftstransfer von der Forschung in die Wirtschaft in Niedersachsen durchaus Tradition habe.



Führung durch das Labor für optische 3D-Messtechnik für die Besucher_innen des ITC aus Enschede

Besucher_innen des ITC in Enschede

Am 11. September 2017 besuchten Geoinformatik-Studierende der Universität Twente in Enschede, Niederlande mit ihren Betreuer_innen das Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik (IAPG) am Studienort Oldenburg der Jade Hochschule. Prof. Dr. Thomas Luhmann begrüßte die Teilnehmer und Teilnehmerinnen und gab ihnen einen Überblick über die Forschungsaktivitäten des IAPG. In weiteren Vorträgen wurden die Arbeitsschwerpunkte des IAPG in den Bereichen „Geoinformatik“, „Geoinformation und Wirtschaft“ und „Optische Messtechnik“ vorgestellt. Die aus 13 unterschiedlichen Nationen stammenden Exkursionsteilnehmer studieren im englischsprachigen Masterstudiengang „Geo-Information Science and Earth Observation“ an der Fakultät Geoinformationswissenschaften und Erdbeobachtung (ITC) der Universität Twente.

Prof. Dr. Thomas Brinkhoff GiN-Vorsitzender

Das IAPG ist seit der Gründung des Vereins zur Förderung der Geoinformatik in Norddeutschland (GiN e.V.) aktives Mitglied und hat eine Vielzahl von gemeinsamen Veranstaltungen durchgeführt (siehe auch Seite 40). Das langjährige Vorstandsmitglied Prof. Dr. Thomas Brinkhoff ist im letztem Jahr zum Vorsitzenden des Vorstands gewählt worden. Daher wurde auch die Geschäftsstelle des Vereins von Osnabrück nach Oldenburg verlagert.

Kooperation mit Deutschem Schiffahrtsmuseum

Im Rahmen verschiedener Gespräche im Hinblick auf das geometrische 3D-Monitoring, die 3D-Erfassung und Visualisierung für Objekte des Deutschen Schiffahrtsmuseums

(SDM) entstand im Jahr 2017 eine intensive Kooperation zwischen IAPG und DSM. Diese fokussiert derzeit insbesondere das geometrische 3D-Monitoring der Bremer Hansekogge. Nach dem Umbau und der Neugestaltung der Koggenhalle in Bremerhaven soll ein langfristiges Monitoringsystem aufgebaut werden, welches Hinweise über die Geometrie des mittelalterlichen Schiffes gibt und vor allem Daten für Maßnahmen zum Erhalt des Objektes liefert. In diesem Zusammenhang wurde im Rahmen einer Masterarbeit ein mögliches Messverfahren evaluiert



Bremer Hansekogge im Deutschen Schiffahrtsmuseum Bremerhaven

und in weiterführenden Arbeiten für den Museumseinsatz validiert. Das IAPG engagiert sich außerdem in einer internationalen Arbeitsgruppe MOPS (Cultural heritage of conserved ships), welche im Jahr 2017 gegründet wurde. Die Expert_innen aus verschiedenen Ländern nutzen dazu die Möglichkeiten des Erfahrungsaustauschs und der vielfältigen Kompetenzen der Gruppenmitglieder.

Neues Verbundprojekt „TurbuMetric“

Im Juni 2018 wird voraussichtlich das neue Projekt „TurbuMetric“ beginnen, einem EFRE-geförderten Innovationsverbund der Jade Hochschule, der Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg und der Hochschule Emden/Leer. In dem vom IAPG federführend geleiteten Projekt wird es zusammen mit dem Institut ForWind um die Methodenentwicklung zur simultanen Erfassung von dreidimensionalen Strömungsfeldern und Deformationen an Rotorblättern im neuen Turbulenzwindkanal gehen. Daraus erhoffen sich die beteiligten Wissenschaftler neue Informationen über Bewegung, Materialeigenschaften und Effizienz von Windenergieanlagen. Das Projekt wird eine Laufzeit von drei Jahren haben und wird mit insgesamt 1,3 Millionen Euro gefördert.

IAPG - DIE CHRONIK

IAPG.JADE-HS.DE/CHRONIK

1996

- Gründung des Instituts im Juni 1996 als internes Institut des Fachbereichs durch Senatsbeschluss (Gründungsmitglieder: T. Luhmann, H. Kuhn, U. Leuze, I. Jaquemotte, W. Tecklenburg, P. Meyer)
- DGPF-Jahrestagung in Oldenburg
- Umzug in ein neues Gebäude (renovierte Kaserne)

1997

- Erstes AGIP-Projekt „Automatische Maßkontrolle von Betonfertigteilen“ (T. Luhmann, H. Broers)
- Kooperationsprojekt „Grünflächeninformationssystem“ gemeinsam mit der Stadt Oldenburg (T. Luhmann, W. Tecklenburg, C. Zaehle)
- AGIP-Forschungsschwerpunkt „Raum-Rohr-Boden“ (T. Luhmann, H. Kuhn, H. Hemken, H. Behrens)
- Manfred Weisensee
Berufung auf die Professur „Kartographie“

1998

- IAPG überspringt die 1 Million D-Mark Grenze an eingeworbenen Drittmitteln

1999

- Erstes BMBF-Projekt „Optische Messung der Wellentopographie“ (T. Luhmann, W. Voigt)
- Thomas Brinkhoff
Berufung auf die Professur „Geoinformatik“
- ERSO-Projekt „Erfassung, Rekonstruktion und Simulation von Objekten“ (M. Weisensee, H. Broers, D. Mergelkuhl)

2000

- Spin-Off AXIOS-3D Services GmbH (T. Luhmann, H. Broers)
- 1. Auflage des Lehrbuchs „Nahbereichsphotogrammetrie“ (T. Luhmann)
- AGIP-Projekt „Filterverfahren zur Extraktion der Geländeoberfläche aus luftgestützten Laserscannerdaten“ (H. Kuhn, K. Schmidt)

2001

- Promotion Ingrid Jaquemotte

- HWP-Projekt „Optische 3D-Messtechnik“ (T. Luhmann, C. Rosing)
- Erstes EU-ESF-Projekt „Intensivierung des hor. Technologietransfers für die interdisziplinäre Nutzung der optischen 3D-Messtechnik“ (T. Luhmann, R. Behrendt, C. Rosing)
- AGIP-Projekt „Modellierung von photogrammetrischen Bildsensoren und Überprüfung von 3D-Messsystemen (T. Luhmann, H. Hastedt)
- Stiftungsstelle eines wissenschaftlichen Mitarbeiters durch HHK Braunschweig (H. Kuhn, P. Lorkowski)

2002

- Ingrid Jaquemotte
Berufung auf Professur „Vermessungskunde und graphische Datenverarbeitung“
- Jürgen Weitkämper
Berufung auf die Professur „Informatik“
- 1. Oldenburger 3D-Tage (T. Luhmann, C. Rosing, R. Behrendt)
- Gründung des GiN - Kompetenzzentrum Geoinformatik in Niedersachsen - zusammen mit der HS Vechta, der Uni Hannover und der Uni Osnabrück
- AGIP-Forschungsschwerpunkt „Biologische Bodensanierung“ (H. Kuhn, M. Weisensee, A. Fislser, R. Jantos)

2003

- AGIP-Projekt „Entwicklung von Zuordnungsverfahren zwischen Vektor- und Rasterdaten“ (H. Kuhn, A. Fislser, N. Krimpenfort)
- EU-CRAFT-Projekt „VISCUP: Improved vision system for visualisation and decision making in cultural heritage preservation“ (T. Luhmann, R. Riede, A. Wendt, C. Müller)
- AGIP-Projekt „Verifizierung und Quantifizierung von Einflussgrößen auf die Genauigkeit hochgenauer optischer 3D-Messsysteme“ (T. Luhmann, H. Hastedt)
- AGIP-Projekt „SVG-Viewer für mobile Endgeräte“ (T. Brinkhoff, J. Weitkämper, M. Brandes)
- BMBF-Projekt „Fernstudienunterlagen Geoinformatik (FerGI)“ (T. Brinkhoff, A. Krüger)

2004

- Stefan Schöpf
Berufung auf die Professur „Informatik“
- Vernetzung: Mitgliedschaft im Forschungsnetz „Bildgebende Sensortechnik“
- AGIP-Projekt „Entwicklung eines Zweikamerasystems mit optimiertem Abbildungsmodell zur 3D-Navigation in der computergestützten Chirurgie“ (T. Luhmann, R. Riede)
- ESF-Projekt „Geoinformatik – zielgruppenorientierte Weiterbildung“ (T. Brinkhoff, M. Sieling, A. de Vries)
- Thomas Luhmann wird Präsident der DGPF e.V.

2005

- AGIP-Forschungsschwerpunkt „Dynamische optische 3D-Messtechnik“ (T. Luhmann, M. Weisensee, H. Hastedt, V. Sahrhage)
- Das IAPG überspringt die 4 Mio. Euro Grenze an eingeworbenen Drittmitteln
- AGIP-Projekt „Überwachung von Sickerwasser aus Deponien mittels hyperspektraler Sensoren“ (M. Weisensee, H.-P. Ratzke)
- Manfred Weisensee wird zum Vizepräsidenten der FH OOW gewählt
- 1. Auflage des Lehrbuchs „Geodatenbanksysteme in Theorie und Praxis“ (T. Brinkhoff)
- BMBF-FH3-Projekt „OK-GIS: Offenes Katastrophenmanagement mit freiem GIS“ (T. Brinkhoff, J. Weitkämper, C. Rolfs)

2006

- 5. Oldenburger 3D-Tage (265 Teilnehmer) (T. Luhmann, C. Müller, B. Wille)
- Festkolloquium 10 Jahre IAPG
- EFRE-Projekt „Kompetenznetzwerk für Geoinformatik“ (T. Brinkhoff, S. Nicolaus, D. Tomowski, L. Pahl)
- AGIP-Projekt „Photogrammetrische Freiformfassung für dynamische Hochgeschwindigkeitsaufnahmen im Fahrzeugsicherheitsversuch“ (T. Luhmann, F. Bethmann)
- AGIP-/EFRE-Projekt „Organisation und Auswertung großer georeferenzierter und spatio-temporaler 2D- und 3D-Messwertdatenbanken“ (T. Brinkhoff, C. Möhlmann)

2007

- BMBF-Projekt „Webbasiertes Sensorsystem zur Bodenfeuchteprofilmessung in der Hochwasserfrühwarnung“ (T. Brinkhoff, C. Knese)

- BMBF-Projekt „Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung dynamischer Oberflächenveränderungen durch Mehrbildmatching mit geometrischen und zeitlichen Bedingungen“ (T. Luhmann, J. Ohm)
- Projekt „Überlegungen zur Software-Zertifizierung in der Nahbereichsphotogrammetrie“ (T. Luhmann, H. Hastedt, W. Tecklenburg)
- MWK-Projekt „Fernstudienmaterialien Geoinformatik PLUS“ (T. Brinkhoff, B. Garrelts)
- Projekt „Evaluierung der GDI-NI“ (T. Brinkhoff, A. Gollenstede)
- Promotion Axel Wendt

2008

- EFRE-Projekt „Bildgestützte Planung und Messung von Solardachanlagen“ (T. Luhmann, A. Voigt)
- AGIP-Forschungsschwerpunkt „Metallfraktion im Feinstaub“ (M. Weisensee, H.-P. Ratzke, C. Möhlmann)
- DGPF-Jahrestagung und Kartographentag in Oldenburg
- Gründung des Umwelttechnologie Netzwerk Oldenburg (M. Weisensee, H.-P. Ratzke)
- BMBF-Projekt „GEOBIZNET“ (T. Brinkhoff, S. Nicolaus)
- INTERREG IVB-Projekt „Smart Cities“ (M. Weisensee, A. Adams)
- Neuer Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen Geoinformation startet im WS 2008/09

2009

- EFRE-Machbarkeitsstudie „Videobasiertes 3D-Tracking“ (T. Luhmann, F. Koppelin, A. M. Meyer)
- Verabschiedung des ersten Bachelorjahrgangs der Studiengänge „Angewandte Geodäsie“ und „Geoinformatik“
- Start des Masterstudiengangs „Geodäsie und Geoinformatik“
- FHprofUnt-Projekt „Räumlich hochauflösende Erfassung von Dachflächen und Wärmebrücken mittels verschiedener Sensoren“ (T. Luhmann, J. Piechel)
- Defusion der Hochschule - Präsident der FH WOE: Elmar Schreiber, Vizepräsident: Manfred Weisensee
- INTERREG IVB-Projekt „NorthSea Sustainable Energy Planning (NorthSea SEP)“ (M. Weisensee)

IAPG - DIE CHRONIK

IAPG.JADE-HS.DE/CHRONIK

2010

- Frank Schüssler
Berufung auf die Professur „Geoinformatik und Wirtschaftslehre“
- Die Jade Hochschule übernimmt die Leitung des Forschungsnetzes „Bildsensoren und Bildanalyse“
- Habilitation Thomas Luhmann
- EFRE-Projekt „3D-Modellierung und optimierte Effizienzberechnung von Photovoltaikanlagen“ (T. Luhmann, A. Voigt)
- EFRE-Projekt „Simultane 3D-Objekt- und Bewegungserkennung“ (T. Luhmann, F. Koppelin, A. M. Meyer, B. Müller-Dohm)
- Verabschiedung der ersten Absolventen des Masterstudiengangs „Geodäsie und Geoinformatik“
- BMBF-Projekt „Entwicklung eines mobilen optischen Messsystems zur Rundheitsprüfung an Stahlrohren“ (T. Luhmann, D. Wendt)
- DBU-Projekt „Arternerfassung digital in Niedersachsen (ARDINI)“ (T. Brinkhoff, J. Loesbrock, L. Wiegand)
- EFRE-Projekt „Photogrammetrische Modellierung und Kalibrierung von optischen Messsystemen nach Scheimpflug“ (T. Luhmann, B. Herd)
- BMBF-Projekt „Mikroskopintegrierte Navigation für die Neurochirurgie“ (T. Luhmann, C. Tepe, F. Bethmann)

2011

- 10. Oldenburger 3D-Tage mit Festveranstaltung (T. Luhmann, C. Müller)
- Einweihung des neuen Labors für optische 3D-Messtechnik
- Eröffnung des Labors für Geomarketing und Wirtschaftsgeographie (GWI-Labor)
- 15 Jahre IAPG
- EFRE-Projekt „Technikinteresse bei Mädchen und Jungen (Klasse 6/7) an der Geoinformatik“ (I. Jaquemotte, T. Theuerkauff, T. Krause)
- EFRE-Projekt „Robuste Orientierung bewegter Hochgeschwindigkeitskameras im Fahrzeugsicherheitsversuch“ (T. Luhmann, F. Bethmann)

- BMBF-Projekt „WindScan - Messung und Modellierung des aeroelastischen Verhaltens von horizontalen Windkraftrotoren im laufenden Betrieb durch Laserscanning und Photogrammetrie“ (T. Luhmann, M. Große-Schwiep)
- BMWI-Projekt „Entwicklung und Qualifizierung automatisierter zerstörungsfreier Prüftechniken zur Bauwerks- und Schweißnahtprüfung unter Wasser“ (T. Luhmann, H. Hastedt, T. Ekkel)
- Promotion Daniel Muhle
- Thomas Luhmann erhält den Wissenschaftspreis Niedersachsen
- Manfred Weisensee wird DGfK-Präsident

2012

- Thomas Luhmann erhält Forschungsprofessur
- VW-Vorab-Projekt zur Forschungsprofessur „Objekterkennung und Matching in Farbbildern“ (T. Luhmann, F. Bethmann)
- EFRE-Projekt „Entwicklung eines echtzeitfähigen Low-Cost-Trackingsystems für medizinische und audiologicalhe Fragestellungen (ELCoT)“ (T. Luhmann, J. Pllinski)
- Mark Vetter
Verwaltungsprofessur „Geoinformatik“

2013

- VW-Vorab-Projekt Forschungsschwerpunkt „Hören im Alltag Oldenburg (HALLO)“, Teilprojekt „Erfassung von Kopfbewegungen“ (T. Luhmann, A. M. Meyer)
- Promotionsprogramm Systemintegration Erneuerbarer Energien (SEE) (T. Luhmann, C. Jepping)
- Manfred Weisensee wird als DGfK-Präsident für vier Jahre bestätigt

2014

- Jade2Pro Promotionsprojekt „Complex Event Processing für die Umweltüberwachung mittels Geosensoren“ (T. Brinkhoff, P. Lorkowski)
- Interreg Vlb-Projekt „Sustainable Energy Planning PLUS“ (M. Weisensee, H.-P. Ratzke, S. Nicolaus)

- Jade2Pro Promotionsprojekt „Endoskopische 3D-Navigation - Verfahren zur Systemmodellierung, Navigation und Objektrekonstruktion aus mehrfachen Endoskopiebildern“ (T. Luhmann, N. Conen)
- Jade2Pro Promotionsprojekt „Entwicklung eines berührungslosen und markierungsfreien Messverfahrens zur Erfassung bewegter Rotorblätter von Windkraftanlagen im Labor- und Feldversuch“ (T. Luhmann, M. Göring)
- Jade2Pro Promotionsprojekt „Endoskopische 3D-Navigation - Verfahren zur Systemmodellierung, Navigation und Objektrekonstruktion aus mehrfachen Endoskopiebildern“ (T. Luhmann, N. Conen)
- Frank Schüssler wird in den VDPH-Vorstand gewählt
- Thomas Brinkhoff wird zum Vorsitzenden des Vereins zur Förderung der Geoinformatik in Norddeutschland (GiN e.V.) gewählt
- Das IAPG erhält zusammen mit AXIOS den 2. Preis des Innovationsnetzwerks Niedersachsen
- Einweihung des Highspeed-Labors

2015

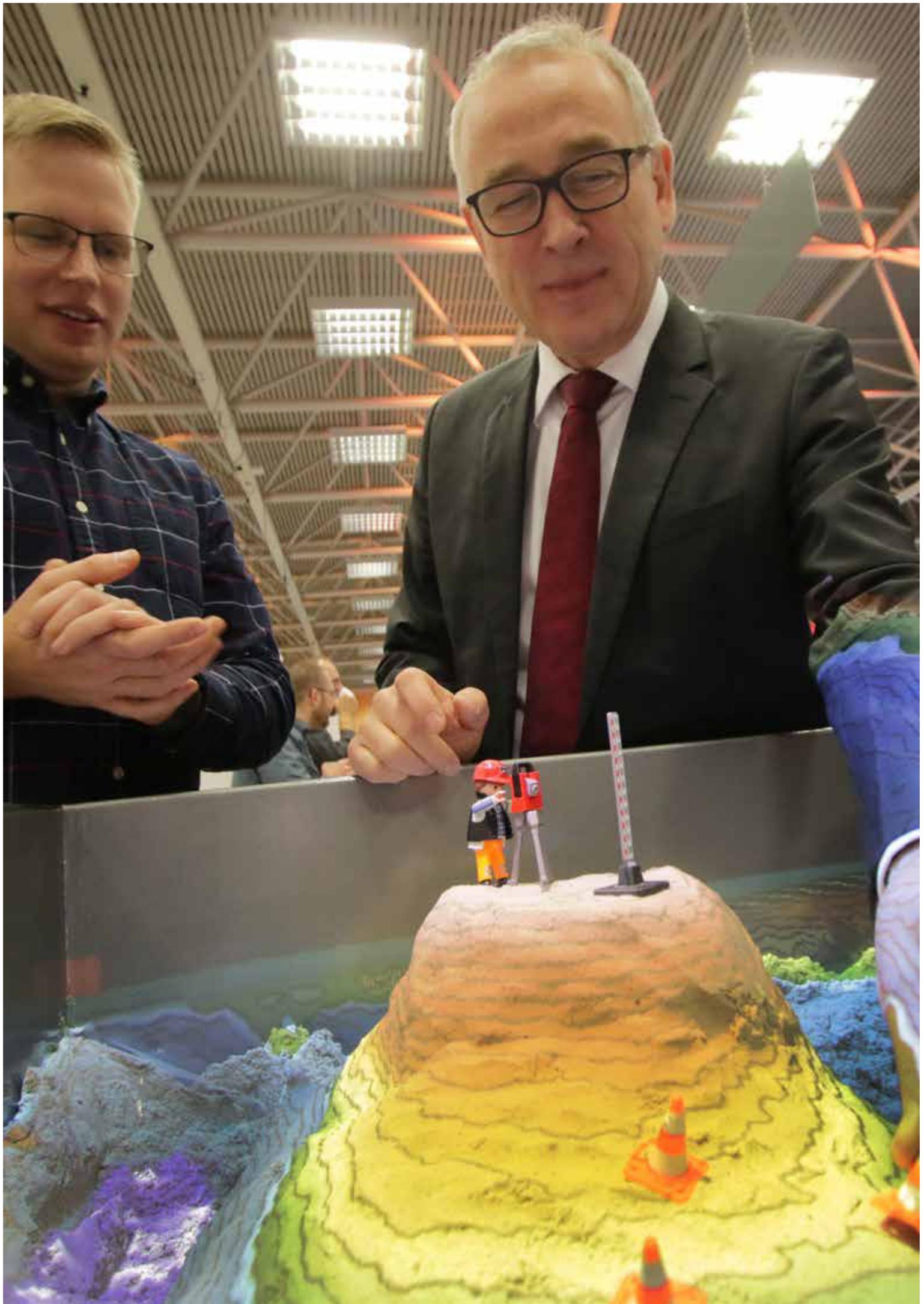
- Jade2Pro Promotionsprojekt „Der Raumbezug im zukünftigen Energiesystem“ (M. Weisensee, J. Knies)
- SAMS-Promotionsprojekt „(Teil) Automatisierte Sicherheitssysteme für maritime Fahrzeuge“ (T. Brinkhoff, P. Lanz)
- Manfred Weisensee wird zum Präsidenten der Jade Hochschule gewählt

2016

- 15. Oldenburger 3D-Tage (T. Luhmann, C. Schumacher)
- Thomas Luhmann erhält Ehrendoktorwürde (Doctor honoris causa) der Nationalen Universität für Bauwesen und Architektur Kiew (KNUCA)
- Fachkolloquium und Festveranstaltung 20 Jahre IAPG
- Promotion Daniel Lückehe

2017

- Manfred Weisensee wird als DGfK-Präsident für vier Jahre bestätigt
- VW-Vorab-Projekt zur „Entwicklung innovativer Technologien für autonome maritime Systeme (EITAMS)“ mit zwei Teilprojekten am IAPG: „Datenmanagement“ (T. Brinkhoff, T. Werner), „Optische Unterwasser 3D-Messtechnik“ (T. Luhmann, R. Rofalski)
- EFRE-Projekt „Entwicklung eines kompakten Prototyps zur hochgenauen 3D-Oberflächenmessung unter Wasser (T. Luhmann, O. Kahmen)
- EFRE-Projekt „Entwicklung eines echtzeitfähigen optischen Multisensorsystems zur hochgenauen Erfas-



IMPRESSUM

Herausgeber

Institut für Angewandte Photogrammetrie und Geoinformatik
Fachbereich Bauwesen Geoinformation Gesundheitstechnologie
Jade Hochschule Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth

Ofener Straße 16/19
D-26121 Oldenburg

Tel. +49(0) 441 7708-3243
Fax +49(0) 441 7708-3170
E-Mail iapg@jade-hs.de
URL iapg.jade-hs.de

Redaktion

Prof. Dr. Thomas Brinkhoff
Prof. Dr. Thomas Luhmann
Heidi Hastedt M.Eng.
Dipl.-Geogr. Stefan Nicolaus

Druck

Brune-Mettcker Druck- und Verlags-GmbH
Postfach 1243
26352 Wilhelmshaven

Auflage

750 Exemplare

© 2017

Bild links: 3D-Echtzeit-Visualisierung veränderlicher Geländeformen im „Sandkasten“ mit Prof. Dr. Manfred Weisensee und Jörn Ahlers

Neue Perspektiven und Orientierung mit Geodaten und Kartografie: ArcGIS.

Mehr Produktivität in Kartografie und Geomatik. In kaum einem anderen Bereich ist der Anteil manueller Arbeit ähnlich hoch. Mit ArcGIS erfüllt Esri die Wünsche der Kartografen nach Präzision, Effizienz und Produktivität bei der Erstellung qualitativ hochwertiger Karten – mit One-Click-Tools zur Datenerstellung, perfekter Datenbankanbindung und semiautomatischer Fehlerkontrolle als Werkzeug der Wahl für jeden, der professionell Geodaten verarbeitet.

Esri Deutschland GmbH, Telefon +49 89 207 005 1200, info@esri.de, esri.de
Ein Unternehmen der Esri Deutschland Group

