

**Preisverleihungen der Österreichischen Geodätischen Kommission (ÖGK) an em. Univ.-Prof. Dr. Franz Leberl und an Dr. Hana Krásná**  
N. Höggerl

**Laudatio auf em. Univ.-Prof. Dr. Franz Leberl anlässlich der Überreichung der Friedrich Hopfner-Medaille 2014**  
K. Schindler

**Über Innovationen in der (Luft-)Bildmessung**  
F. Leberl, M. Gruber

**Laudatio auf Dr. Hana Krásná anlässlich der Überreichung des Karl Rinner Preises 2013**  
J. Böhm

**Bestimmung von Love-Zahlen und FCN-Periode aus VLBI-Daten**  
H. Krásná

**Das Archiv der ÖZ/VGI geht online**  
A. Roncat et al.







# Österreichische Zeitschrift für Vermessung & Geoinformation

Organ der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation  
und der Österreichischen Geodätischen Kommission

102. Jahrgang 2014

Heft: 4/2014

ISSN: 1605-1653

Schriftleiter: Dipl.-Ing. Andreas Pammer

Stellvertreter: Dipl.-Ing. Ernst Zahn

Dipl.-Ing.(FH) Georg Topf

A-1020 Wien, Schiffamtsgasse 1-3

Internet: <http://www.ovg.at>

*N. Höggerl:*

**Preisverleihungen der Österreichischen Geodätischen  
Kommission (ÖGK) an em. Univ.-Prof. Dr. Franz Leberl und  
an Dr. Hana Krásná — Vorwort**

159

*K. Schindler:*

**Laudatio auf em. Univ.-Prof. Dr. Franz Leberl  
anlässlich der Verleihung der Friedrich Hopfner-Medaille 2014**

162

*F. Leberl, M. Gruber:*

**Über Innovationen in der (Luft-)Bildmessung**

165

*J. Böhm:*

**Laudatio auf Dr. Hana Krásná anlässlich der Verleihung des  
Karl Rinner Preises 2013**

186

*H. Krásná:*

**Bestimmung von Love-Zahlen und FCN-Periode aus VLBI-Daten**

187

*A. Roncat, H. Kastner, D. Schlögelhofer, M. Konopiski, J. Ernst, A. Pammer,  
G. Steinkellner, N. Pfeifer:*

**Das Archiv der ÖZ/VGI geht online**

193

**Dissertationen, Diplom- und Magisterarbeiten**

200

**Recht und Gesetz**

223

**Tagungsberichte**

227

**Mitteilungen**

234

**Buchbesprechungen**

236

**Veranstaltungskalender**

240



**Organ der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation und der Österreichischen Geodätischen Kommission**

102. Jahrgang 2014 / ISSN: 1605-1653

**Herausgeber und Medieninhaber:** Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation (OVG), Austrian Society for Surveying and Geoinformation, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien zur Gänze. Bankverbindung: BAWAG P.S.K., IBAN: AT21 60000 00001190933, BIC: OPSKATWW. ZVR-Zahl 403011926.

**Präsident der Gesellschaft:** Dipl.-Ing. Gert Steinkellner, Tel. + 43 1 21110-2714, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien.

**Sekretariat der Gesellschaft:** Dipl.-Ing. Julius Ernst, Tel. +43 1 21110-3703, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien. E-Mail: office@ovg.at.

**Schriftleitung:** Dipl.-Ing. Andreas Pammer, Tel. +43 1 21110-5262, Dipl.-Ing. Ernst Zahn, Tel. +43 1 21110-3209, Dipl.-Ing. (FH) Georg Topf, Tel. +43 1 21110-3620, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien. E-Mail: vgi@ovg.at.

**Manuskripte:** Bitte direkt an die Schriftleitung senden. Es wird dringend ersucht, alle Beiträge in digitaler Form zu übersenden. Genaue Angaben über die Form der Abfassung des Textes sowie der Abbildungen (Autoren-Richtlinien) können bei der Schriftleitung angefordert werden bzw. sind auf <http://www.ovg.at> unter „VGI Richtlinien“ zu ersehen. Beiträge können in Deutsch oder Englisch abgefasst sein; Hauptartikel bitte mit einer deutschsprachigen Kurzfassung und einem englischen Abstract sowie Schlüsselwörter bzw. Keywords einsenden. Auf Wunsch können Hauptartikel einem „Blind-Review“ unterzogen werden. Nach einer formalen Überprüfung durch die Schriftleitung wird der Artikel an ein Mitglied des Redaktionsbeirates weitergeleitet und von diesem an den/die Reviewer verteilt. Artikel, die einen Review-Prozess erfolgreich durchlaufen haben, werden als solche gesondert gekennzeichnet. Namentlich gezeichnete Beiträge geben die Meinung des Autors wieder, die sich nicht mit der des Herausgebers decken muss. Die Verantwortung für den Inhalt des einzelnen Artikels liegt daher beim Autor. Mit der Annahme des Manuskriptes sowie der Veröffentlichung geht das alleinige Recht der Vervielfältigung und Wiedergabe auf den Herausgeber über.

**Redaktionsbeirat für Review:** Univ.-Prof. Dr. Johannes Böhm, Univ.-Prof. Dr. Werner Lienhart, Univ.-Prof. Dr. Norbert Pfeifer, Dipl.-Ing. Gert Steinkellner, Prof. Dr. Josef Strobl, O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Hans Sünkel und Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. iur. Christoph Twaroch

**Copyright:** Jede Vervielfältigung, Übersetzung, Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen sowie Mikroverfilmung der Zeitschrift oder von in ihr enthaltenen Beiträgen ohne Zustimmung des Herausgebers ist unzulässig und strafbar. Einzelne Photokopien für den persönlichen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen davon angefertigt werden.

**Anzeigenbearbeitung und -beratung:** Dipl.-Ing. Andreas Pammer, Tel. +43 1 21110-5336, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien. Unterlagen über Preise und technische Details werden auf Anfrage gerne zugesendet.

**Erscheinungsweise:** Vierteljährlich in zwangloser Reihenfolge (1 Jahrgang = 4 Hefte). Auflage: 1200 Stück.

**Abonnement:** Nur jahrgangsweise möglich. Ein Abonnement gilt automatisch um ein Jahr verlängert, sofern nicht bis zum 1.12. des laufenden Jahres eine Kündigung erfolgt. Die Bearbeitung von Abonnementangelegenheiten erfolgt durch das Sekretariat. Adressänderungen sind an das Sekretariat zu richten.

**Verkaufspreise:** Einzelheft: Inland 15 €, Ausland 18 €; Abonnement: Inland 50 €, Ausland 60 €; alle Preise exklusive Mehrwertsteuer. OVG-Mitglieder erhalten die Zeitschrift kostenlos.

**Satz und Druck:** Buchdruckerei Ernst Becvar Ges.m.b.H., A-1150 Wien, Lichtgasse 10.

## Offenlegung gem. § 25 Mediengesetz

**Medieninhaber:** Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation (OVG), Austrian Society for Surveying and Geoinformation, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien zur Gänze.

**Aufgabe der Gesellschaft:** gem. § 1 Abs. 1 der Statuten (gen. mit Bescheid der Bundespolizeidirektion Wien vom 26.11.2009): a) die Vertretung der fachlichen Belange der Vermessung und Geoinformation auf allen Gebieten der wissenschaftlichen Forschung und der praktischen Anwendung, b) die Vertretung aller Angehörigen des Berufsstandes, c) die Förderung der Zusammenarbeit zwischen den Kollegen der Wissenschaft, des öffentlichen Dienstes, der freien Berufe und der Wirtschaft, d) die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, e) die Herausgabe einer Zeitschrift mit dem Namen „Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation“ (VGI).

**Erklärung über die grundlegende Richtung der Zeitschrift:** Wahrnehmung und Vertretung der fachlichen Belange aller Bereiche der Vermessung und Geoinformation, der Photogrammetrie und Fernerkundung, sowie Information und Weiterbildung der Mitglieder der Gesellschaft hinsichtlich dieser Fachgebiete.



<http://www.ovg.at>



<http://www.oegk-geodesy.at>

## Preisverleihungen der Österreichischen Geodätischen Kommission (ÖGK) an em. Univ.-Prof. Dr. Franz Leberl und an Dr. Hana Krásná



Festveranstaltung ÖGK

Am 28. Oktober 2014 wurden in einer öffentlichen Sitzung der Österreichischen Geodätischen Kommission im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen die höchsten geodätischen Auszeichnungen, welche die ÖGK zu vergeben hat, in einer feierlichen Zeremonie überreicht: die Friedrich Hopfner-Medaille 2014 an em. Univ.-Prof. Dr. Franz Leberl und der Karl Rinner Preis 2013 an Dr. Hana Krásná. Über die beiden Preisverleihungen soll im Folgenden kurz berichtet werden.

### Friedrich Hopfner-Medaille 2014 an em. Univ.-Prof. Dr. Franz Leberl

In Würdigung der Verdienste Friedrich Hopfners, Professor für Höhere Geodäsie an der Technischen Hochschule Wien von 1936 bis 1949, um die Internationale Erdmessung, beschloss 1976 die damalige Österreichische Kommission für die Internationale Erdmessung (jetzt Österreichische Geodätische Kommission), die Stiftung einer Friedrich Hopfner-Medaille für hervorragende Leistungen auf dem Gebiete der Geodäsie.

Die Bestimmungen für die Verleihung der Friedrich Hopfner-Medaille sind auszugsweise folgende:

- Die Friedrich Hopfner-Medaille wird von der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung (ÖKIE) – jetzt Österreichische Geodätische Kommission

(ÖGK) – im Abstand von 4 Jahren, beginnend mit 1977, verliehen.

- Die Medaille wird im Regelfall an österreichische Staatsbürger für hervorragende wissenschaftliche Leistungen auf einem Gebiet verliehen, das in den Aufgabenbereich der Internationalen Assoziation für Geodäsie fällt.

- Mitglieder der ÖKIE (ÖGK) sind von der Verleihung ausgeschlossen. Jedes Mitglied der ÖKIE (ÖGK) ist zum Vorschlag von Kandidaten für die Verleihung der Friedrich Hopfner-Medaille berechtigt.

- Die ÖKIE (ÖGK) wählt aus den vorgeschlagenen Kandidaten den ihr am geeignetsten Erscheinenden aus. Erfüllt nach Ansicht der Kommission keiner der vorgeschlagenen Kandidaten die notwendigen Bedingungen, so wird die Friedrich Hopfner-Medaille in dem betreffenden Jahr nicht vergeben; die nächste Verleihung erfolgt wieder in 4 Jahren.

- Die Medaille wird dem Preisträger anlässlich einer Sitzung der ÖKIE (ÖGK) durch deren Präsidenten überreicht.

Die ÖGK ist gemäß ihren Statuten das Organ der internationalen Geodäsie in Österreich. Sie vertritt die Belange Österreichs in der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG) und sie ist die offizielle Verbindungsstelle Österreichs zur Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG).

Die Kommission setzt sich aus Universitätsprofessoren, Vertretern der fachlich zuständigen Bundesministerien, des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, des Institutes für Weltraumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, sowie der Bundeskammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten zusammen. Die ÖGK ist damit in dieser personellen Zusammensetzung eine einzigartige Plattform, in der Persönlichkeiten aus Wissenschaft, Verwaltung und Praxis vor dem gemeinsamen fachlichen Hintergrund beurteilend und beratend tätig werden können.

Die Verleihung der Friedrich Hopfner-Medaille durch dieses Gremium stellt somit eine ganz besondere Auszeichnung dar und ist die höchste Würdigung, die die österreichische Geodäsie vergeben kann.

In ihrer Sitzung am 6. Mai 2014 hat die Österreichische Geodätische Kommission beschlossen, die Friedrich Hopfner-Medaille 2014 an em. Univ.-Prof. Dr. Franz Leberl zu verleihen. Die wissenschaftlichen Leistungen von Prof. Leberl waren und sind unumstritten und wurden durch Einholung zweier, nicht der Kommission angehörender Gutachter, bestätigt.

Die festliche Verleihung der Medaille fand am 28. Oktober 2014 im Rahmen einer öffentlichen Festsitzung der Österreichischen Geodätischen Kommission im Karl Neumaier-Saal des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien vor einem vollen Auditorium statt.

Höhepunkte der Veranstaltung waren die Laudatio auf Prof. Dr. Franz Leberl, gehalten von Prof. Dr. Konrad Schindler, sowie die Ver-

leihung der Medaille durch den Präsidenten der Österreichischen Geodätischen Kommission, Prof. Dr. Norbert Pfeifer und den Vizepräsidenten des BEV, Dr. Johann Pacher. Im Anschluss an die Verleihung der Medaille hielt Prof. Dr. Franz Leberl seinen Festvortrag mit dem Titel „Über Innovationen in der (Luft-) Bildmessung“.

Die Verleihung der Friedrich Hopfner-Medaille an Prof. Dr. Leberl stellt die Würdigung der persönlichen Leistung dar, welcher: ... eine Jahrhundertpersönlichkeit ist und fürwahr Unglaubliches geleistet hat: als Lehrer, als Forscher, als Innovator, als Leiter und Leitbild und als Geschäftsmann (Zitat Gutachten).

Prof. Dr. Franz Leberl reiht sich würdig in die Reihe der bisherigen Preisträger (Prof. Dr. Karl Killian 1978, Prof. Dr. Karl Ramsayer 1982, Prof. Dr. Hellmut Schmid 1986, Prof. Dr. Fritz Brunner 1990, Prof. Dr. Heinrich Ebner 1998, Prof. Dr. Thomas Wunderlich 2002 und Prof. Dr. Manfred Buchroithner 2010) ein.

<http://www.oegk-geodesy.at/ehrungen.html>



Laudatio auf Prof. Leberl durch Prof. Schindler



Prof. Leberl mit Hopfner Urkunde und Medaille



Preisverleihung mit ÖGK-Präsident Prof. Pfeifer, Prof. Leberl und Vizepräsident Dr. Pacher (v.r.n.l)



Hopfner-Medaille (Vorderseite)

### Karl Rinner Preis 2013 an Dr. Hana Krásná

Zur Förderung von hervorragenden jungen österreichischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern verleiht die Österreichische Geodätische Kommission seit 2003 jährlich den Karl Rinner Preis. Mit diesem Preis sollen auch die Verdienste von Karl Rinner, Universitätsprofessor an der Technischen Hochschule in Graz und von 1980 – 1987 Präsident der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung (ÖKIE), gewürdigt werden. Karl Rinner hat die österreichische Geodäsie auf vielfältige Art gefördert und zu großem internationalen Ansehen geführt.

Die Bestimmungen für die Verleihung des Karl Rinner Preises sind auszugsweise folgende:

- Die Preisträger/Innen müssen österreichische Staatsbürger sein oder im Beurteilungsjahr in Österreich beschäftigt gewesen sein. Voraussetzung ist ein abgeschlossenes Universitätsstudium.
- Die Kandidaten/Innen dürfen im Beurteilungsjahr das 37. Lebensjahr nicht vollendet haben.
- Das Beurteilungskriterium ist die herausragende Qualität einer Präsentation an einer internationalen Tagung oder einer Publikation in einer internationalen Zeitschrift im Fachgebiet Geodäsie. Bei mehrfachen Autoren/Innen ist die Hauptautorenperson entscheidend. Der Beurteilungszeitraum ist jeweils ein Kalenderjahr.
- Der Karl Rinner Preis besteht aus einem Zertifikat und einem Scheck über € 1.000,-.
- Der Preis wird dem/der Preisträger/In anlässlich einer Sitzung der Österreichischen Geodätischen Kommission oder einer entsprechenden Veranstaltung gemeinsam durch den Präsidenten der Österreichischen Geodätischen Kommission und durch den Sponsor des Preises überreicht.
- Der/Die Preisträger/In verpflichtet sich, zum Thema, das die Preisvergabe begründet hat, in der Österreichischen Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation (vgi) zu publizieren.

In ihrer Sitzung am 6. Mai 2014 hat die Österreichische Geodätische Kommission beschlossen, den Karl Rinner Preis 2013 an Dr. Hana Krásná von der TU Wien / Forschungsgruppe Höhere Geodäsie für ihre im Journal of Geodynamics publizierte Arbeit: *Tidal Love and Shida numbers estimated by geodetic VLBI* zu verleihen.



Laudatio auf Dr. Krásná durch Prof. Böhme



Preisverleihung: ÖGK-Präsident Prof. Pfeifer gratuliert Dr. Krásná



Überreichung des Preisschecks: DI Kolbe, Dr. Krásná

Nach der von Prof. Böhme gehaltenen Laudatio wurde die Karl Rinner Preis Urkunde vom Präsidenten der ÖGK, Prof. Pfeifer, und der von der Bundessektion Ingenieurkonsulenten der Bundeskammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten gesponserte Preisscheck von deren Vizepräsidenten BR h.c. Dipl.Ing. Kolbe überreicht. Im Anschluss an die Preisverleihung hielt Dr. Krásná ihren Festvortrag: Bestimmung von Love-Zahlen und FCN-Periode aus VLBI-Daten.

<http://www.oegk-geodesy.at/ehrungen-2.html>  
Norbert Höggerl  
Sekretär der ÖGK

## Laudatio auf em. Univ.-Prof. Dr. Franz Leberl anlässlich der Überreichung der Friedrich Hopfner-Medaille 2014

Lieber Franz, sehr geehrte Damen und Herren!

Guten Tag, und danke für die Einladung, diese Laudatio zu halten, was mir eine große Ehre ist. Es gibt mir auch eine Gelegenheit, mich ein wenig zu bedanken, denn Franz Leberl hat meine eigene berufliche Laufbahn mehrmals entscheidend beeinflusst. Aber darum geht es heute nicht.

Für gewöhnlich wäre so ein Festvortrag eine gute Gelegenheit, einmal ohne Folien zu sprechen. Aber es ist eben kein gewöhnlicher Festvortrag. Das Leitmotiv für das berufliche Leben von Franz Leberl war nach eigener Aussage seine „Leidenschaft für Bilder“ – und so sollte ich wohl zumindest ein paar zeigen.



An dieser Stelle ist es angebracht, kurz seinen Werdegang zusammenzufassen. Franz Leberl hat in seinem Berufsleben, immer um das Thema der Bildanalyse kreisend, mehrmals zwischen der Forschung, dem Geschäftsleben und dem Wissensmanagement hin- und hergewechselt.



Er hat an der TU Wien Vermessung studiert, 1967 das Diplom gemacht, war dann am ITC in

Holland tätig und hat 1972 promoviert. Von Delft hat er erstmals den Sprung über den großen Teich gemacht, um sich am Jet Propulsion Laboratory der NASA mit der Radar-Vermessung des Mondes und der Venus zu beschäftigen. 1976 hat er sich an der TU Graz habilitiert, wurde außerordentlicher Professor, und gründete die Abteilung für Photogrammetrie und Fernerkundung. In diese Zeit fällt auch die Gründung des Instituts für digitale Bildverarbeitung bei Joanneum Research. 1984 hat er wieder in die USA gewechselt, diesmal ins Geschäftsleben, zuerst zur Markhurd Corporation, dann 1985 folgte die Gründung der Firma Vexcel. 1992 kam er wieder zurück nach Österreich als Professor für Computergrafik and Vision, und nebenbei hat er auch noch eine weitere Firma gegründet, Vexcel Imaging in Graz. 1996–1998 war er kareziert und war Geschäftsführer des Forschungszentrums Seibersdorf. Dort hat er in einer schwierigen Situation in kurzer Zeit viel bewirkt, aber hat dann doch entschieden sein weiteres Leben dem Kampf gegen technische Hindernisse zu widmen und nicht dem Kampf gegen politische Windmühlen. Zurück an der Universität hat er, gewissermaßen als „Nebenjob“, die 3D Stadt-Modellierung bei Vexcel USA mit aufgebaut und bei Vexcel Graz die bis heute meistverkaufte digitale Luftbildkamera, die UltraCam, entwickelt. Als dann 2006 beide Firmen an Microsoft verkauft wurden hat er noch zwei Jahre für die Firma weitergearbeitet – was ihm neben Professor und CEO den weit ausgefalleneren Berufstitel „Evangelist“ eingebracht hat.

Ich könnte jetzt im Detail die Verdienste auf diesem Weg aufzählen und der Vortrag wäre vorbei – aber das würde wohl einer Vorstellung von Franz Leberl nicht gerecht. Außerdem sind diese Dinge hervorragend dokumentiert auf seiner Webpage [www.leberl.info](http://www.leberl.info).

Als ich mich bei der Vorbereitung so gefragt habe, was sind die Eigenschaften, die ihn ausmachen, da ist mir eine seiner eigenen Vortragsfolien eingefallen. Es geht bei der Folie darum, was für einen erfolgreichen Einstieg ins Geschäftsleben notwendig ist. Und es trifft gut genug auf Franz Leberl selbst zu, dass der Erfolg, den er über viele Jahre gehabt hat, dadurch etwas weniger verwunderlich erscheint.

*Desire:*

Wer ihn bei einem seiner vielen Projekte erlebt hat wird bestätigen, dass er Dinge mit unglaublicher Begeisterung und Energie angeht, und wirklich etwas bewirken will. Er wird öfters als der Wandler zwischen den Welten der Universität und des Unternehmertums dargestellt, und ich denke das trifft zu, im besten Sinne: Es beginnt mit dem Wissenschaftler, der Fähigkeit zu analysieren; und dann kommt der Ingenieur, das „Desire“ die Dinge auch umzusetzen.

*Confidence:*

Auch das trifft gut auf ihn selbst zu – Selbstvertrauen, Glaube an die eigenen Fähigkeiten, überzeugt von der „Macht der Bilder“. Eine Frage, bei der sicher nicht nur ich an Franz Leberl denke, ist „Warum soll des net gehen?“ Ebenfalls zu dieser Einstellung gehört, keine Angst zu haben vor dem Scheitern; oder, im wissenschaftlichen Diskurs, keine Angst eine provokante These aufzustellen, auch auf die Gefahr hin, am Schluss nicht immer Recht zu behalten.

*Commitment:*

Seine Aussagen und Handlungen standen immer im Dienst der Sache, getrieben von der Überzeugung, dass etwas wichtig ist für die Zukunft, oder von der Sorge über Entwicklungen, die er für falsch hielt. Dabei hat er sich nicht gescheut, wenn nötig „einen Wirbel zu machen“, was für einen Schlagzeuger wohl nur natürlich ist. Aber auch wenn er Dinge gesagt hat, die manche nicht hören wollten, hat er oft recht behalten.

So hat er zum Beispiel am ISPRS-Kongress 2004 anlässlich der Vorstellung der UltraCam postuliert „film is dead“. Das hat für heftigen Protest gesorgt, um sich dann in kürzester Zeit als richtig herauszustellen. Ein anderes Beispiel sind seine Aussagen und Entscheidungen rund um die damalige finanzielle und inhaltliche Situation von Seibersdorf – ich würde mir wünschen, mehr Verantwortungsträger würden so kommunizieren statt um den heißen Brei zu reden.

*Realism – accept people as they are, live & succeed with imperfections:*

Dass Franz Leberl kein Zögerer ist und sich von kleinen Imperfektionen nicht bremsen lässt wurde ja schon gesagt. Als Gesprächspartner fällt einem auch bald auf, dass er die Qualitäten und Eigenheiten der Leute um sich sehr genau wahrnimmt. Und auch wenn er in der Sache leidenschaftlich ist und hohe Ansprüche stellt, nimmt er die Menschen dahinter so, wie sie



sind, und so zählt er viele seiner Wegbegleiter auch zu seinen persönlichen Freunden, von den Jazz-Freunden der Studienzeit bis hin zu seinem letzten „Boss“ bei Microsoft, Steve Lawler.

*Ability – be very good at something:*

Ich denke, niemand hier bezweifelt, dass das auf Franz Leberl zutrifft, aber dieser Punkt ist natürlich die Gelegenheit für einen ganz kurzen Überblick über ein paar wissenschaftlich-technische Highlights.

In der Wissenschaft war er ein Pionier der Radargrammetrie, der digitalen Photogrammetrie, der 3D Stadtmodellierung, aber auch der virtuellen Realität und der medizinischen Computergrafik, und hat es auf die Titelseiten der bedeutendsten Zeitschriften geschafft, von Science bis VGI.



In der Geschäftswelt ist sein Name natürlich vor allem mit den beiden Firmen Vexcel Corporation und Vexcel Imaging in Colorado und Graz verbunden; in Amerika steht der Name für eine breite Palette von Fernerkundungsdienstleistungen, von Radar-Bodenstationen bis hin zu Stadt-

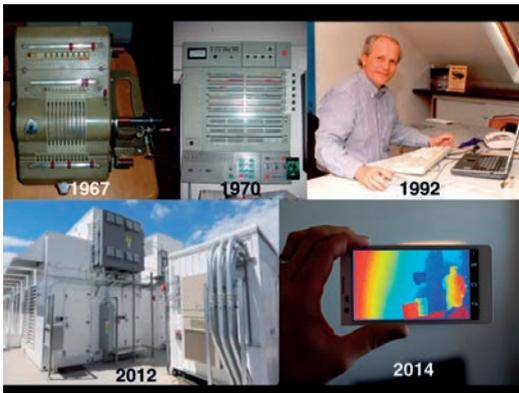
modellen für die Telekom-Industrie, und schließlich den Inhalt von Bing Maps; in Österreich steht er für die Hardware der digitalen Photogrammetrie, zuerst den bekannten Luftbildscanner, dann die noch bekanntere Luftbildkamera.



#### Opportunity:

Damit solche Erfolge gelingen, müssen Talent und Einsatz auf die richtigen Bedingungen treffen. Die Möglichkeit der Paradigmenwechsel, die er genutzt hat, war die Computer-Revolution, und er hat sich dafür selbst als einen „Franz im Glück“ bezeichnet.

Illustriert wird das vielleicht am besten dadurch, dass er für seine Staatsprüfung 1967 noch eine Kurbelrechenmaschine verwenden musste; in Delft hat er die ersten elektronischen Rechner von IBM genutzt, und er ist überzeugt, dass mit der heute verfügbaren Photogrammetrie am Handy die Entwicklung noch lange nicht zu Ende ist.



Aber es gehört mehr dazu als zur richtigen Zeit geboren zu werden. Er hat früh das Potential der digitalen Bildverarbeitung und die Notwendigkeit der Zusammenarbeit erkannt. Als ich Wolfgang Förstner, den wohl viele als eine Leitfigur dieser

„Photogrammetric Computer Vision“ sehen, gefragt habe, wie er zur digitalen Bildverarbeitung gekommen ist, hat er mir erzählt sein erster Kontakt sei in einem Workshop gewesen, den Franz Leberl veranstaltet hat, um eben diese Zusammenarbeit anzuregen. Und er hat dann auch, als er Präsident der ISPRS Technical Commission III war, deren Namen in „Photogrammetric Computer Vision and Image Analysis“ geändert; als jetziger Präsident kann ich bestätigen, so heißt sie bis heute.

#### Start-up – specific enabling event:

Ich weiß nicht genau, was bei Franz Leberl die speziellen Auslöser der einzelnen Erfolge waren. Aber es waren viele, und selbst wenn wirklich jede seiner zahlreichen Kreationen und Innovationen, von so abstrakten Dingen wie Instituten und wissenschaftlichen Gesellschaften hin zu handfesten wie der UltraCam, einen konkreten Auslöser hatte, so gehört wohl der richtige Blick dazu, um diese Auslöser alle auch zu erkennen.

Franz, Du bist mit Deinem begeisterten, zu packenden, kompromisslosen Zugang von Erfolg zu Erfolg geeilt und hast über lange Zeit die weltweite Photogrammetrie entscheidend mitgestaltet.



Dafür hast Du in den vergangenen Jahren schon zahlreiche Auszeichnungen erhalten – von der Republik das große silberne Ehrenzeichen; von der TU Graz einen eigenen Hörsaal; von der ISPRS die Brock-Medal, die gewissermaßen den Nobelpreis für das Lebenswerk eines Photogrammeters darstellt; und viele mehr. Ich freue mich, dass wir Dir heute noch eine weitere Trophäe für Deine Sammlung überreichen dürfen und gratuliere Dir herzlich!

Prof. Dr. Konrad Schindler



## Über Innovationen in der (Luft-)Bildmessung

Franz Leberl und Michael Gruber, Graz

### Kurzfassung

Die Innovationsraten in der Luftbildmessung haben sich in den vergangenen Dezennien beschleunigt. Getrieben sind sie von den Fortschritten erstens im Computing, zweitens in der Bildgebung und drittens in der Internet-inspirierten Anwendung. Wir beschreiben diese Innovationen und ihre Auswirkungen auf das eigenständige Fachgebiet der Photogrammetrie. Darin haben sich alle nur denkbaren Aspekte verändert und bewegt, seien es die akademischen Einrichtungen, die Industrie, die Apparaturen, die Datendienstleistungen, die Fachliteratur, die Tagungen, die Geldflüsse und die Internet-inspirierten Anwendungen. Aufgrund ihrer Verursacher im Computing und in der Sensorik sind die Innovationstreiber heute in der Informatik zu finden. Die Positionierung der Photogrammetrie als Fachgebiet ist in diesem veränderten Umfeld neu zu bedenken.

Wir berichten von photogrammetrischen Projekten, welche aus 16 Terabytes an Luft- oder terrestrischen Bildern Punktwolken mit 100 Milliarden Koordinatentripeln einer Stadt wie Graz errechnen. Und wir erahnen eine Zukunft, in der eine Diversifizierung von Bildquellen aus fahrenden Autos, dem Internet und Drohnen auf neuartige Anwendungen am Telefon und im Internet trifft. Im Zentrum stehen Innovationen der Rechenverfahren, welche in der Lage sind alle Informationsquellen unserer Umwelt zu berücksichtigen und in einem Weltkoordinatenmodell ein 3D-Weltmodell zur Anwendung zu bringen. Navigation und 3D-Modellierung der Umwelt verschmelzen zu einer neuen Sicht auf Geodatenerzeugung und ihre Nutzung.

**Schlüsselwörter:** Photogrammetrie, Sensoren, Plattformen, Sensor-Pose, Bildanalyse, Datenprodukte, Internet-Mapping, Punktwolken, Structure-from-Motion, 3D-Weltmodell

### Abstract

Innovation rates in aerial photogrammetry accelerated during recent decennia. This is being driven by progress in computing, progress in digital imaging and progress in Internet-inspired applications. We describe these innovations and their effect on the separate discipline of photogrammetry. In this, all conceivable aspects have undergone changes. This addresses academic institutions, the industry, the devices, the data services, the literature, the conferences, the money flows and the Internet-inspired applications. Since the innovations are being driven by computing and sensing, their main forces are in computer science. This requires that the field of photogrammetry revisit its position in a changed environment.

We report on photogrammetry projects that use 16 Terabytes of aerial or terrestrial source data to develop point clouds with 100 billion 3D coordinate triplets in a city like Graz. And we develop a sense of a future in which photogrammetry can rely on imagery from everyday driving cars, from the Internet, from unmanned aerial devices, meeting new Internet-driven applications on smart phones. Computing algorithms will get developed that use all the diverse information sources of our environment in a World coordinate system to apply a 3D World model. Navigation and mapping merge into a new paradigm for the creation and application of geo-information.

**Keywords:** Photogrammetry, Sensors, Platforms, Sensor-pose, Image analysis, Data products, Internet-mapping, Point clouds, Structure-from-motion, 3D World model

## 1. Panta Rhei – Das photogrammetrische Umfeld

### 1.1 Photogrammetrie als eigenständiges Fachgebiet

Wir sprechen über die Photogrammetrie, die sich seit etwa 150 Jahren zu einem eigenständigen wissenschaftlich-technischen Fachgebiet herausgebildet hat. Man kann sie *eigenständig* durch 8 Elemente begründen, welche auch manch andere Fachgebiete definieren. Es sind dies zunächst (1) die Universitäten mit eigenen Professuren und deren klarer Zuständigkeit, weiters (2) nationale und internationale

Fachgesellschaften, natürlich (3) Lehrbücher und gewidmete Zeitschriften, (4) abgegrenzte Fachabteilungen in der Verwaltung, (5) eine global agierende erzeugende Zuliefer-Industrie für Werkzeuge, mit welchen dann (6) Firmen Arbeitsflüsse entwickeln, die (7) erkennbare Produktfamilien erzeugen und schließlich (8) eine Vielzahl von Anwendern dieser Produkte, welche dieses System in Bewegung halten.



Abb. 1: Autonavigation in einem 3D Modell. Viele Beispiele sind im Internet unter dem Suchbegriff Car Navigation with Augmented Reality zu finden, dem auch dieses Beispiel entnommen ist.

Diese Elemente eines eigenständigen Fachgebietes sind für jedermann klar sichtbar. Bemerkenswert ist die Dynamik der Veränderungen. Wir wollen dies in diesem Beitrag sichtbar machen. Es erfordert keine wesentliche analytische Fähigkeit zu erkennen, dass die Entwicklungen des Computing diese Dynamik bestimmen. Betrachten wir diese 8 Elemente.

## 1.2 Die Welt der Anwender – # 8

Die explosionsartige Vermehrung der Zahl der Anwender für photogrammetrische Produkte sehen wir alleine schon im Verkehrswesen und den Smartphones mit ihren Bedürfnissen nach Geoinformation (Abb. 1). Jeder Erdenbürger ist potentiell mehrmals täglich ein Anwender. Das unterscheidet sich sehr von der Vergangenheit, wenn das Kartenlesen eine zu erlernende Kunst darstellte und Produkte meist nur von Experten konsumiert wurden. Es geht heute um Geodaten und computergestützte Navigation, während es vormals um die „Kunst“ des Kartenlesens ging.

## 1.3 Die Datenprodukte – # 7

Die Produkte selber unterliegen einer ständigen Dynamisierung. Der Begriff *Geoinformation* beschreibt den Übergang vom 2D-Papierplan mit kodierter 3. Dimension zum digitalen 3D-Weltmodell mit einem Detailreichtum, der sich am menschlichen Umfeld und den Bedürfnissen einer Augmented Reality orientiert (Abb. 2). Damit ist ein Datenvolumen im Exabytes-Bereich vorzuhalten und zu erneuern [Leberl, 2014].

## 1.4 Datenproduktion – # 6

Der Charakter jener Unternehmungen und Verwaltungseinrichtungen, welche diese Produkte erzeugen, vorhalten und erneuern, ändert sich. Statt nur regional tätiger Firmen mit Bildflugzeugen und einem manuell ausgerichteten Datenverarbeitungsfluss sind es nun einige wenige global agierende Betreiber von Internet-Suchmaschinen, die den Großteil der Inhalte solcher 3D-Weltmodelle erstellen. Abb. 3 stammt aus dem Projekt „Global Orthophoto“ der Firma Microsoft [Walcher, Leberl, Gruber, 2012]. Abb. 4 zeigt die Marktentwicklung für Geodaten. Ein Wachstum auf jährlich 14 Milliarden USD im Jahr 2022 wird vorausgesagt [Montello, Hepner, Boermann, 2011].

## 1.5 Industrie der photogrammetrischen Werkzeuge – # 5

Die Zulieferindustrie schrumpfte durch einen Übergang zunächst von Glas, Metall und Elektrik zu spezialisierten Stereo-Computer-Arbeitsplätzen, und dann weiter durch den Übergang zur Software für völlig automatische Prozesse auf generische persönliche Computer. Ein umfassender Gerätepark für eine photogrammetrische Datengewinnung reduziert sich heute auf einige Sensoren, typisch geometrisch kalibrierte (Luft-) Bildkameras und ein Rechenzentrum. Die



Abb. 2: Eine Betrachterin erfährt einen virtuellen Supermarkt via einem Oculus System (li). Die Firma Oculus wurde im Jahr 2014 von Facebook gekauft. Der virtuelle Supermarkt liegt als 3D-Modell vor (re) und wird interaktiv durchwandert. Waren werden begutachtet und durch Anklicken gekauft. Dieses Beispiel wird von TESCO in Korea realisiert (aus [http://www.youtube.com/watch?v=08S86X\\_5CrS](http://www.youtube.com/watch?v=08S86X_5CrS)).



Abb. 3: Illustration der Geodaten aus dem Projekt „Global Orthophoto“ der Firma Microsoft [siehe Walcher, Leberl, Gruber, 2012]. Das digitale Höhenmodell liefert Punkte im Abstand von 0,3 bis 1 Meter. Das Orthophoto (re) wird dem DSM (Digital Surface Model) überlagert und kann in einer Vogelperspektive betrachtet werden. Das Projekt produzierte ein DSM und Orthophotokarten von Nordamerika und Westeuropa im Ausmaß von 10 Millionen Quadratkilometern in 30 Monaten mit einer Auflösung von 30 cm [aus Walcher, Leberl, Gruber, 2012].

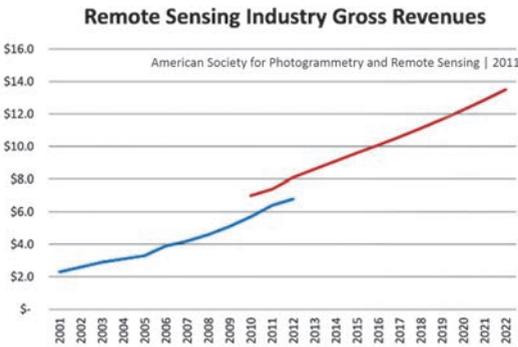


Abb. 4: Der Markt für Geoinformation wird in einer Studie der amerikanischen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung von heute USD 7 Milliarden im Jahr 2022 auf USD 22 Milliarden anwachsen [Montello, Hepner, Boermann, 2011]. Die blaue Kurve markiert die tatsächliche Marktgröße in der Vergangenheit, die rote Kurve zeigt die Prognose.

einst klare Trennung von den Erzeugern der Werkzeuge für die Photogrammetrie mit damals klingenden Firmennamen wie Wild, Kern, Zeiss, Galileo, OMI, Fairchild usw. einerseits und deren Anwendern andererseits wird durch eine Neigung zu proprietären Arbeitsflüssen in globalen Internet-Firmen wie Google, Microsoft und Apple infrage gestellt.

**1.6 Fachabteilungen – # 4**

Fachabteilungen in der Verwaltung und bei großen Unternehmungen haben sich von einer Spezialisierung auf photogrammetrische Prozesse hin zur Geoinformation gewandelt. Besondere photogrammetrische Geräte sind durch Computersoftware ersetzt, die ehemalige Photogrammetrie-Abteilung ist nunmehr in der IT-Infrastruktur aufgelöst.

**1.7. Lehrbücher und Fachzeitschriften – # 3**

Innovationen für die photogrammetrischen Aufgaben entstehen heute vor allem in der Informatik und dem maschinellen Sehen, der Computer Vision. Es stellt sich die Frage, inwiefern ein Lehrbuch der Computer Vision, wie jenes von Hartley und Zissermann [2003], noch Raum für einen gesonderten Text der Photogrammetrie übrig lässt.

Fachzeitschriften widmen sich vermehrt den Themen der Satellitenfernerkundung und des Geoinformationswesens. Die Zahl der eingereichten Fachartikel mit photogrammetrischem Inhalt reicht oft nicht mehr zur Veröffentlichung einer periodisch erscheinenden photogrammetrischen Zeitschrift. Dies steht in krastem Gegensatz zu einer wachsenden Zahl von Zeitschriften mit sehr hohen Impact-Faktoren zu Themen des maschinellen Sehens. Ein Beispiel ist die Zeitschrift IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence.

**1.8 Nationale und international Gesellschaften – # 2**

Die Erosion der Industrie und die Veränderungen in der Datenproduktion hat die Teilnehmerzahl internationaler technisch-wissenschaftlicher Photogrammetrie-Kongresse reduziert. Obwohl global die wissenschaftliche Reisetätigkeit allgemein zugenommen hat, ist sie im Falle der Photogrammetrie gesunken. Gleichzeitig ist aber eine Plethora nationaler und global agierender Gesellschaften der Computer Vision entstanden, die heute mit Teilnehmerzahlen rechnen dürfen, die jene vergangener Photogrammetrie-Kongresse bei weitem übersteigen. Abb. 5 illustriert diese Entwicklung von der Photogrammetrie zur Computer Vision.



## 2014 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)



Abb. 5: Ein Stimmungsbild der Plenarsitzung bei der 2012 Jahrestagung der American Society for Photogrammetry and Remote Sensing in Sacramento mit unter 1000 Teilnehmern versus die brodelnde Betriebsamkeit bei einer Unzahl von internationalen Tagungen zur Computer Vision mit mehreren 1000 Teilnehmern und einer beachtlichen Zahl an Weltfirmen als Sponsoren.

### 1.9 Bildungseinrichtungen – # 1

Professuren und akademische Einrichtungen der Photogrammetrie sind nach dem zweiten Weltkrieg weltweit und in großer Zahl entstanden. Und weltweit hat sich ein Trend gezeigt, diese akademischen Exzellenzzentren nach Abtreten der Gründergeneration nicht weiter zu betreiben. Dramatisch sichtbar ist dies in den USA. Zum Teil sind die Inhalte dieser Einrichtungen zur Geoinformation mutiert, zum Teil ist der Fokus in die Satellitenfernerkundung gewandert (Abb. 6). In Österreich wurde die Zahl der fokussierten Vollzeit-Photogrammetrie-Lehrstühle zuletzt auf 1 an der TU Wien reduziert.

Bemerkenswert ist, dass in allen Texten des ehemaligen holländischen „Tempels der Photogrammetrie“ ITC (heute Fakultät für Geoinformationwissenschaften und Erdbeobachtung der Universität Twente) das Wort Photogrammetrie völlig verschwunden ist.

### 1.10 Trotz enormer Dynamik ein Bedeutungsverlust

Natürlich fließt alles, alles verändert sich, und das ist gut so. Unbestreitbar ist Geoinformation in seiner Bedeutung enorm gewachsen. Eindeutig ist auch die Vervielfachung der eingesetzten Ressourcen zur Innovation in der Gewinnung von Geoinformation. Es ist daher schwer verständlich, dass die Bedeutung der Photogrammetrie mit ihren Ausprägungen an Universitäten, bei Kongressen und in der Innovationsliteratur nicht auch zugenommen hat. Eine Erklärung liegt wohl in der explosionsartigen Ausbreitung der Computer Vision innerhalb der Informatik, deren

Dynamik jene in der Entwicklung der Photogrammetrie unterläuft [Leberl, Bischof et al., 2010].

## 2. Panta Rhei – Vom Bild zum Datenprodukt

### 2.1 Vom Flächenflugzeug zu „Alles was sich bewegt“

Fast ein Jahrhundert lang war die Photogrammetrie nahezu ausschließlich mit Messungen aus Bildern befasst, die aus Flächenflugzeugen aufgenommen wurden. Nur die Nahbereichsphotogrammetrie verwendete Bilder, die meist terrestrisch mittels handgehaltener Kameras erstellt wurden.

Satellitenbilder verfügten ab etwa 1972 (System Landsat) zunächst mit 80 m über eine ungenügende geometrische Auflösung um photogrammetrisch verwendet zu werden; das trifft aber mit Pixelgrößen im Bereich von 30 cm nicht mehr zu, die nun von kommerziellen Unternehmungen angeboten werden. Und im Zuge der besonderen Bedeutung von 3D-Stadtmodellen hat es sich sehr rasch eingebürgert, Kameras auf Fahrzeugen aller Art zu montieren, seien dies Autos oder Micro Aerial Vehicles (MAVs) wie etwa Quadcopter (Abb. 7) oder auch unbemannte Flächenflugzeuge. Kameras werden auf Roboter montiert, welche dann autonom eine Szene erfassen. Innenräume werden von manuell geführten Kameras abgebildet.

Mit dem erweiterten Portfolio von Plattformen wurde auch die Disziplin bei der geometrisch optimierten Bilderfassung gelockert. Solange die Bilder einander überlappen, sind sie nützlich, aber dass sie eine regelmäßige Anordnung von Bildblöcken mit standardisierten Vorwärts- und Seitwärtsüberlappungen ergeben, ist nicht mehr

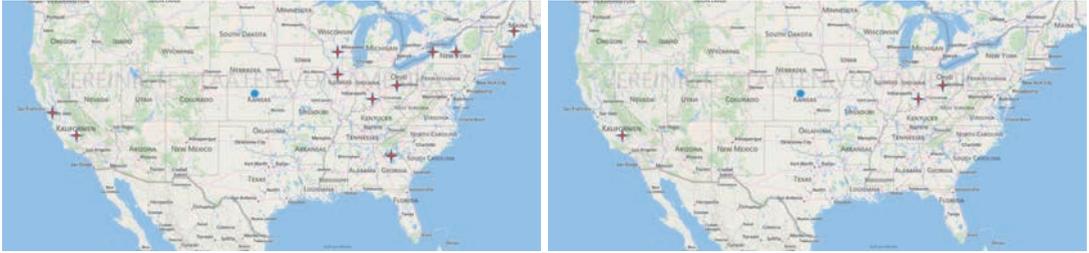


Abb. 6: Entwicklung der Zahl der gewidmeten Lehrstühle für Photogrammetrie in den USA in 1970 (li) versus 2014 (re). Die rückläufige Zahl wird durch einen Zuwachs an Professuren für Computer Vision und Geografische Informationssysteme kompensiert.



Abb. 7: Ein Micro-Aerial Vehicle (MAV) im Flug und in der Werkstatt [Wendel, Irschara, Bischof, 2011]. MAV ist die in der Robotik übliche Bezeichnung. In der Vermessung spricht man eher von Unmanned Aerial Systems (UAS). Die Kamera ist mit ihren Systemkomponenten im MAV-UAS Fluggerät integriert.



Abb. 8: Nicht standardisiert sind die Bildverbände aus neuen unkonventionellen Fahrzeugen, etwa einem MAV, wie hier vom Grazer Schlossberg [Wendel, Irschara, Bischof, 2011; siehe auch [aerial.icg.tugraz.at](http://aerial.icg.tugraz.at)].

wichtig. Grund für die Bedeutung der standardisierten Bildblöcke war die Einfachheit der Ermittlung von Näherungswerten für die Sensorpose und die Notwendigkeit, die Stereobetrachtung zu ermöglichen. Mit neuen Methoden der näherungsweise Posen-Berechnung, und auch mit der automatischen Bildüberlagerung wurden die standardisierten Bildverbände irrelevant (Abb. 8).

## 2.2 Sensorvielfalt

Geometrisch präzisionskalibrierte Kameras sind nunmehr auch nicht mehr die alleinige Voraussetzung für photogrammetrische Vermessungen. Zunächst wurde ab etwa 1970 durch die Fernerkundung die Vielfalt von Sensoren in Richtung Radar-, Schall-, Multispektral- und passive Radiometriesensoren erweitert. Gemessen wurden nicht nur die Geometrie einer Szene, sondern auch verschiedene andere Parameter wie etwa Feuchte, Temperatur oder Rauheit.

Heute sind auch einfache Amateurkameras, manchmal Videokameras für 3D-Vermessungen im Einsatz. Aus der Luft werden Bilder mittels schräg stehender Kameras erzeugt. Mit der Erfindung der CCD-Flächensensoren im Jahre 1970 (Nobelpreis 2009 an W. S. Boyle und G. E. Smith) wurde ab etwa 2000 der Film irrelevant. Luftbild-Kameras sind seit etwa 2003 digital und verwenden lichtempfindliche Elemente in einer Zeile oder auch Flächenanordnung.

LIDAR hat sich seit etwa 2000 rasch in die Photogrammetrie eingenistet [Baltsavias, 1999],

weil damit sehr schnell eine 3D-Punktwolke erzeugt werden konnte, während dies mit film-basierten Luftbildkameras einfach nicht möglich war. LIDAR wird topographisch aus Flugzeugen und Fahrzeugen zur Anwendung gebracht. Innenräume werden stationär vermessen.

Durch den Übergang vom Film auf gänzlich digitale Kameras und Arbeitsflüsse ist es nunmehr möglich, detailreiche Punktwolken sehr rasch auch aus Bildern zu erstellen. Damit entsteht eine Konkurrenz zwischen der direkten LIDAR-Punktwolke und der berechneten bild-basierten Punktwolke [Leberl, Irschara et al., 2010]. Dies wird im Abschnitt 4 näher betrachtet.

## 2.3 Sensorpositionen und Orientierungen

Die Aerotriangulierung von photogrammetrischen Bildblöcken stand im Zentrum vieler Dissertationen in den Dekaden bis etwa 2000. Seither hat die direkte satellitengestützte Positions- und Orientierungsbestimmung von Kameras die Aerotriangulierung in eine Sonderrolle gedrängt. Für eine Vielzahl an Anwendungen reichen differentielle GNSS-Messungen aus, um Bilder im 3D-Raum zu orientieren und durch einen Prozess des „Dead-Reckoning“ auch 3D-Koordinaten zu bestimmen. Heute liefern GPS und IMU Orientierungsparameter im Bereich von  $\pm 3$  bis  $\pm 20$  Zentimetern. Die Triangulierung kann dies noch etwas verbessern und erzielt Genauigkeiten im Sub-Pixelbereich. Im Bild sind das oft Werte von  $< \pm 1 \mu\text{m}$  oder  $< \pm 0.1$  Pixel.

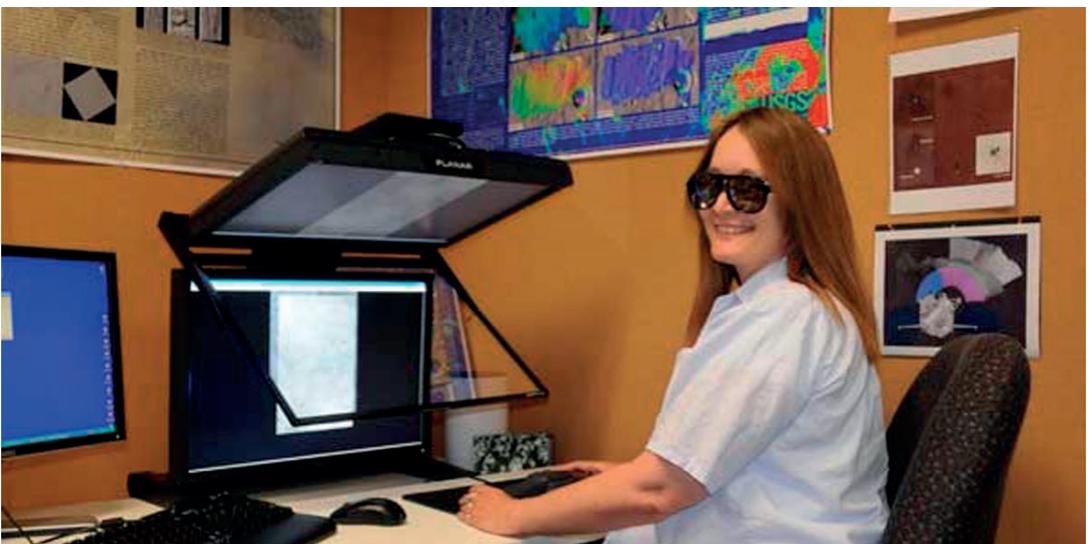


Abb. 9: Ein digitaler Arbeitsfluss in der Bildauswertung verwendete abgetastete Filmbilder. Das Zweibild-Paradigma der traditionellen Photogrammetrie blieb erhalten. Die Informationsgewinnung war weiterhin manuell, wenn auch die Arbeit zur Gänze digital ablief (© USGS).

## 2.4 Informationsgewinnung

Die stereoskopisch geführten sogenannten Analytischen Auswertegeräte sind seit etwa dem Jahr 2000 gänzlich obsolet und werden seit dieser Zeit auch nicht mehr geliefert. An ihre Stelle traten zunächst manuell gesteuerte PCs mit einem Stereobildschirm (Abb. 9). Zwei Bilder wurden betrachtet und 3D-Koordinaten konnten von Hand vermessen und interaktiv mit einer Bedeutung versehen werden. Die automatische Informationsgewinnung blieb lange noch eine unerfüllte Hoffnung.

Heute hat der voll-digitale Arbeitsfluss in Verbindung mit sehr erhöhten Bildüberlagerungen dazu geführt, dass neue Auswerteverfahren dichte Punktwolken im Bereich von 200 Millionen Punkten pro Bild erzeugen können (Abb. 10) und damit nicht nur 3D-Punktwolken, sondern auch verarbeitete und interpretierte Höhenmodelle erstellt werden. Vegetation wird automatisch klassifiziert, Straßenzüge können verfolgt werden, der Traum der automatischen Befüllung eines GIS mit 3D-Daten scheint erfüllbar.

## 2.5 Mensch-Maschine-Interaktion

Noch vor 10 Jahren wurde alle GIS-Information interaktiv und von Hand am Stereomonitor aus 2 überlappenden Bildern gemessen. Nur das Orthophoto war Gegenstand einer vollautomatischen Erzeugung, vor allem, wenn eine 3D Punktwolke mittels LIDAR-Verfahren gewonnen und mit Bildinformation zusammengeführt werden konnte.

Der photogrammetrische Stereo-Monitor wird heute von einer interaktiven Benutzerschnittstelle abgelöst. Jeder Objektpunkt wird nicht länger auf 2, sondern auf vielen Bildern abgebildet. Dies verunmöglicht es dem zwei-äugigen menschlichen Betrachter, diese Bildmenge auch visuell zu verarbeiten. Bei hohen Bildüberlagerungen kommt es unweigerlich zu vormals unvorstellbar

großen Bildmengen. Wenn einst ein Bildblock von 150 Bildern ausreichte, um eine Stadt wie Graz zu vermessen, so sind heute durchaus 3000 solche Bilder gebräuchlich. Diese müssen interaktiv betrachtet und verarbeitet werden. Neuartige Softwareverfahren kommen dazu zur Anwendung, welche im Abschnitt 6.1 angesprochen werden.

Manuelle Dateneingaben betreffen oft nur die semantisch beschreibende Information und die Qualitätskontrolle. Automatische Verfahren schlagen geometrische Formen und Bedeutungen vor, der Mensch prüft und verbessert. Nicht in allen Fällen ist dazu ein Raumeindruck notwendig. Das einst belächelte Mono-Plotting auf einem Einzelbild mit Hintergrund-DGM wird ein durchaus nützliches Messverfahren. Der photogrammetrische Auswerter hat nicht länger das Monopol auf Bildmessung und Interpretation.

## 2.6 Von der Landkarte zum 3D-Weltmodell

Das Orthophoto war der erste Vorbote einer neuen Zeit mit einer Diversifizierung der Datenprodukte aus Bildmessverfahren. In Ansätzen gab es dieses Orthophoto schon in den Zwischenkriegsjahren, danach mittels industriell produzierender optisch-mechanischer Geräte. Der wirkliche Durchbruch des Orthophotos gelang erst mit dem Übergang auf digitale Bildverarbeitung, wobei die Filmbilder durch Abtastgeräte in Pixel-Matrizen umgewandelt, geometrisch korrigiert und schließlich wieder auf Film projiziert werden konnten.

Die klassischen Produkte der Photogrammetrie waren Punkteverzeichnisse nach einer Aerialtriangulierung, die Strichkarte, das Orthophoto und das digitale Geländemodell DGM. Mit der Entwicklung des GIS entstanden digitale Versionen von Strichkarten mit Kanten und Knoten der Strichinformationen, die diversen Schichten eines GIS und dichte DGMs.



Abb. 10: Aus vertikalen und schräg aufgenommenen Luftbildern, wie hier im Falle von Salzburg mit einem Ultra-Cam-Osprey-Schrägbild (li), werden sehr dichte Punktwolken erzeugt, die pro Quadratmeter bis zu 1000 Punkte beinhalten können, eben zu jedem Bildpunkt ein Koordinatentripel im Gelände (re).

### 3. Panta Rhei – Diversifizierung der (Luft-) Bildkameras

#### 3.1 Vom Standard zur Diversifizierung

In der versunkenen Welt der Glas- und Filmbilder wurden die Kameras strikt standardisiert. Es war klar, was eine Normal-, Weit- oder Überweitwinkelgeometrie darstellt. Wer auch immer eine Luftbildkamera erzeugte, produzierte diese Standardformate. Die zu kaufenden Filmrollen erzwangen dasselbe Format von  $23 \times 23 \text{ cm}^2$ , die Überlappungen waren genau 60 % in Flugrichtung und 20 % quer dazu. Damit ergaben sich einfache Standards für die Ermittlung von Näherungswerten für die Triangulierung. Mit Standardwerten für das Basis-Höhenverhältnis konnten einfache Regeln die zu erwartenden Genauigkeiten definieren. In Nordamerika führte dies zu den sogenannten C-Faktoren für die Flughöhen, um ein gewisses Höhenlinienintervall zu rechtfertigen. Es war vollkommen klar, dass die Zahl der Bilder für ein Projekt für die zu erreichenden Genauigkeiten zu minimieren war. Nur ja nicht zu tief fliegen, nur ja nicht die Überlappung höher werden lassen als absolut notwendig war. Jedes Filmbild kostete Geld für den Film, dann im Fotolabor und schließlich bei der Verarbeitung mit Stereo-Paaren. Je mehr Bilder, desto mehr Arbeit musste für die Aero-triangulierung budgetiert werden. Die Zahl der Stereopaare wuchs mit der Zahl der Bilder und desto mehr Handarbeit musste erledigt werden. Farbe? Falschfarben-Infrarot? Nur wenn die Farbinformation unerlässlich war.

Diese Zwänge sind heute völlig obsolet. Digitale Bildverarbeitungsverfahren können diverse Bildformate problemlos akzeptieren. Die digital erfassten Bilder haben keine variablen Kosten, daher kann ein Projekt mit sehr vielen Bildern befliegen werden, ohne dadurch Zusatzkosten zu verursachen. Farbe und Infrarot erzeugen

im digitalen Arbeitsfluss keine extra Kosten. Die Triangulierung ist vollautomatisch, die Erfassung der Höheninformation, und daher die Stereobearbeitung, ist voll automatisiert und daher ist eine Minimierung der Bilderzahl kein Thema mehr.

Das menschliche Auge ist nicht mehr das wichtige Paradigma für den digitalen Arbeitsfluss. Daher können Bilder mit mehr als den nur 3 Farbkanälen zur Anwendung kommen und statt dem Zweibildpaar entsteht das digitale „Multi-Auge“ zur Nutzung von 10 und mehr Bildern für eine einzelne Messung. Schließlich stellt sich die Frage, ob parallele optische Achsen für überlappende Bilder noch notwendig sind. Die Antwort ist nein. Damit eröffnet sich die Möglichkeit für die Anwendung von Schrägbildern, wo die Bildüberlappungen dem menschlichen 3D-Sehsinn Schwierigkeiten bereiten. Aber der digitale Arbeitsfluss kann solche Bilder verarbeiten.

Der Sehsinn hat seine Bedeutung als Vorbild besonders dramatisch eingebüßt, wenn man Bilder mittels CCD-Zeilen in langen Bildstreifen erzeugt, wie dies in der Leica ADS-100 Luftbildkamera der Fall ist (siehe [www.leica-geo-systems.at/de/Leica-ADS100-Airborne-Digital-Sensor\\_103271.htm](http://www.leica-geo-systems.at/de/Leica-ADS100-Airborne-Digital-Sensor_103271.htm)). Die Farbe wird durch Filter auf mehreren CCD-Zeilen erfasst und es entsteht ein Streifen für jeden Farbkanal. 3D wird durch Verwendung von Mehrfachzeilen gemessen, die unabhängig Bilder nach vorne, nach hinten und vertikal nach unten erzeugen. Damit entstehen 3 einander überlappende Bildstreifen. Mit zwei Augen sind jeweils nur 2 der erfassten Streifen betrachtbar. Die Verarbeitung erfordert den digitalen Arbeitsfluss.

#### 3.2 Farben

Es werden heute nur mehr Farbbilder erzeugt und zwar fast immer mit 4 Farbkanälen in Blau, Grün, Rot und Infrarot (Abb. 11). Dem wird oft ein höher aufgelöster panchromatischer 5. Kanal



Abb. 11: Beispiel eines (a) Rot-Grün-Blau Farbbildes mit 3 cm Pixeln einer UltraCamXpin in Leibnitz; (b) eines Falschfarbenbildes aus 10 cm Pixeln in Infrarot-Rot-Grün aus Gleisdorf und (c) eines Schneebildes mit schwieriger Radiometrie in Schladming mit 15 cm Pixeln. Die Radiometrie umfasst etwa 7.000 Grauwerte, die den oft nur etwa 100 Grauwerten in typischen Luftfilmbildern gegenüberstehen.

beigefügt, um die geometrische Detailtreue zu erhöhen. Das „Bild“ besteht dann aus 5 gesondert erfassten Bändern oder Kanälen, die als Einheit verwendet werden. Während im digitalen Arbeitsfluss diese 5 Bildkanäle durchaus automatisch verarbeitet werden können, setzt eine Visualisierung der Bilder für den menschlichen Betrachter voraus, dass dem Auge einfache rot-grün-blaue Bilder dargeboten werden. Durch verschiedene Verfahren werden aus diesen 5 Kanälen je 1 Farbbild und 1 Falschfarbenbild erzeugt. Das Farbbild entsteht durch Einfärbung des panchromatischen Bildes unter Verwendung einer Transformation des Farbraumes in einen Raum der Intensität-Farbe-Sättigung. Man ersetzt die Intensität aus dem RGB-Bild durch das panchromatische Bild und transformiert in den RGB-Farbraum zurück. Analog ist das Verfahren für das Falschfarbenbild.

Man verwendet Kameras, die diese 5 Kanäle gesondert aufzeichnen und andere Kameras, die das RGB-Bild in einem einzigen Kanal erfassen.

Eine panchromatische Kamera hat im Bildfeld eine CCD-Anordnung mit Mikrofiltern, welche jedem Pixel ein Farbband zuweisen. Damit stellt der Messwert jedes panchromatischen Pixels je einen grünen, blauen oder roten Wert dar, je nachdem, welches Filter dem Pixel vorgeschaltet ist. Man spricht von einem Bayer-Muster. Die drei Farbauszüge in Rot, Grün und Blau entstehen durch eine Interpolation dieser Farben ausgehend von den einzelnen Pixeln des Schwarz-Weiß-Bildes und dem Wissen, wie die Farbfilter arrangiert sind.

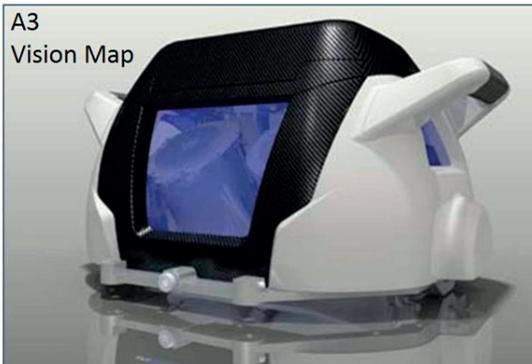
Bei der Bildaufzeichnung mittels mehrfacher CCD Bildzeilen entstehen gesonderte Farbkanäle. Diese gilt es zusammenzufügen. Da alle Farbkanäle gleich hoch geometrisch aufgelöst sind, gibt es keine Aufgabe der „Einfärbung“. Aber da die einzelnen Farbkanäle gesondert aufgezeichnet sind, gilt es, diese geometrisch präzise zu überlagern. Dazu werden Bildüberlagerungsverfahren genutzt.



ADS 100 | Leica



DMC 250  
Intergraph



A3  
Vision Map

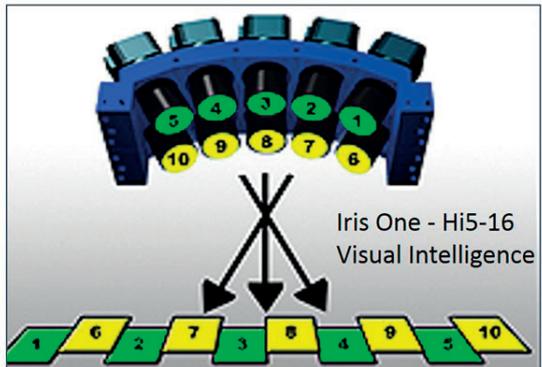


Abb. 12: Vier Luftbildkameras mit unterschiedlichen Technologien. Die Hexagon-Leica ADS100 ist eine Zeilenkamera (oben li), die DMC II 250 von Hexagon-Intergraph (oben re) verwendet einen monolithischen großen Flächensensor, Vision Map A3 (unten li) schwenkt ein Objektiv in einer Panorama-Bewegung, Visual Intelligence (unten re) koppelt mehrere unabhängige Kameras in einem Panorama-Arrangement.

### 3.3 Von der klassischen Luftbild-Filmkamera zum Großformat-UltraCam-Bild

Als im Jahr 2000 beim Amsterdamer XX. Internationalen Kongress für Photogrammetrie und Fernerkundung erstmals digitale Luftbildkameras gezeigt wurden, war klar, dass die Zukunft bunt sein würde. Die beiden damals führenden Unternehmen der Luftbildindustrie Zeiss und Leica zeigten zwei Ansätze, die verschiedener nicht sein konnten und die bisherigen Standards pulverisierten. Abb. 12 zeigt diese Ansätze in aktuellen 2014-Versionen. Im Fall Z/I Imaging (nunmehr Hexagon-Intergraph) wurde die Digitalversion eines Luftbildes zunächst dadurch erzeugt, dass 4 kleinere Teilbilder erfasst und mittels Software zu einem Großformat-Bild zusammengefügt wurden.

Im Fall Leica wurden kontinuierliche Streifenbilder, und zwar eines pro Farbkanal und Blickrichtung akquiriert. Vier Farbenkanäle vertikal nach unten und drei Blickrichtungen (nach vorne, nach hinten und nach unten) mit panchromatischen Bildern ergaben insgesamt 7 gesonderte Streifenbilder. Durch die Vorwärtsbewegung des Flugzeuges als Kameraplattform konnten Bildstreifen entstehen, die zunächst alle Plattformbewegungen als geometrische Störungen beinhalten. Eine photogrammetrische Bearbeitung und Auswertung solcher Bilder benötigte einen neuartigen Arbeitsfluss.

Ab 2010 zeigt Z/I Imaging, innerhalb von Intergraph heute die Nachfolgeabteilung der Photogrammetrieabteilung von Zeiss, ein Kamerakonzept mit einem sehr großen panchromatischen CCD Sensor (Abb. 13) und 4 kleineren

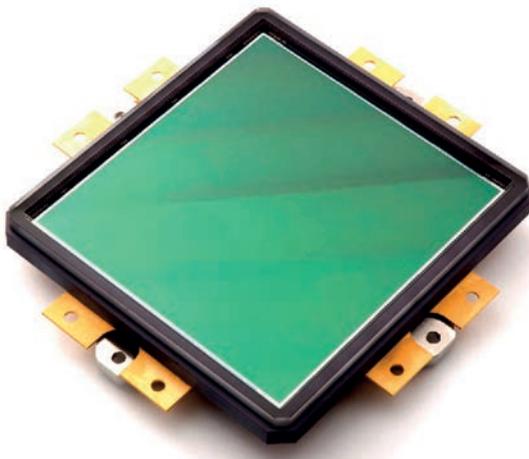


Abb. 13: Der heute größte Flächensensor von DALSA mit etwa 17.000 mal 14.000 Bildpunkten

Sensoren für Farbe und Infrarot. Wenig später stellt Leica einen Flächensensor mit etwa 60 MegaPixel vor. Dieses Kameraprodukt wird auch als Mehrkopflösung beworben und das führt nun wieder zur Lösung mit 4 Teilbildern, die später durch Software zu einem vollständigen Bild zusammengesetzt werden. Durch die Akquisition von Intergraph durch Hexagon im Herbst 2010 werden die Kameraprodukte von Leica und Intergraph nun vom gleichen Eigentümer kontrolliert.

Ab 2000 wurde die Frage gestellt, was denn die gleichwertige geometrische Auflösung eines Digitalbildes sein müsste, um dem Filmbild ebenbürtig zu sein. Man muss annehmen, dass im Filmbild die (binäre, also schwarze) Körnung die Auflösung begrenzt. Es ist nachweisbar, dass die Information im Filmbild zur Gänze erfasst ist, wenn mit einer Pixelgröße von etwa 25 µm auf 8 Bit pro Farbauszug abgetastet wird [Perko, Gruber, 2002]. Es zeigt sich auch, dass geometrische und radiometrische Auflösungen miteinander verknüpft sind. Damit ist die Digitalversion des traditionellen 23 cm x 23 cm Filmbildes in einem Pixelgitter von 9.000 x 9.000 8-Bit-Pixeln wiederzugeben. Von Anfang an waren die Digitalkameras bei der geometrischen Auflösung überlegen, auch weil sie von vornherein mit mehr als 8 Bit auflösten.

Die im Jahr 2000 gezeigten Luftbildkameras ermutigten Konkurrenten, ebenfalls Digitalkameras zu entwickeln. Im Mai 2003 wurde daher die Grazer Luftbildkamera UltraCam der Firma Vexcel Imaging GmbH der Weltöffentlichkeit bei einer Tagung in Alaska vorgestellt und fand unmittelbar großen Anklang [Leberl et al., 2003]. Sehr rasch wurde mit der neuen Technologie ein Weltmarktanteil von 50% bei großformatigen Digital-Luftbildkameras erobert (Abb. 14). Begründet wurde dieser Erfolg durch Vorteile gegenüber der Konkurrenz. Dies betraf die hohe geometrische Genauigkeit, die radiometrische Farbtiefe, die günstigen Herstellungskosten und daher den Produktpreis sowie das geringere Gewicht und die höhere Wiederholrate bei der Bildauslösung, welche erhöhte Bild-Überlappungen ermöglichte.

Die UltraCam-Lösung beruht auf einer einfachen, jedoch überzeugenden Idee, wie man aus kleinen Bildkacheln ein großes Flächen-Bild zusammenfügen kann. Die CCD-Technologie liefert Bildformate von damals etwa 4.000 x 2.700 Bildpunkten. Wie erhält man damit ein Luftbild von 11.500 x 7.500 Bildpunkten? Man nutzt 4 Objektivs, die alle dasselbe Gesichtsfeld haben, welches diese 11.500 x 7.500 Bildpunkte enthal-

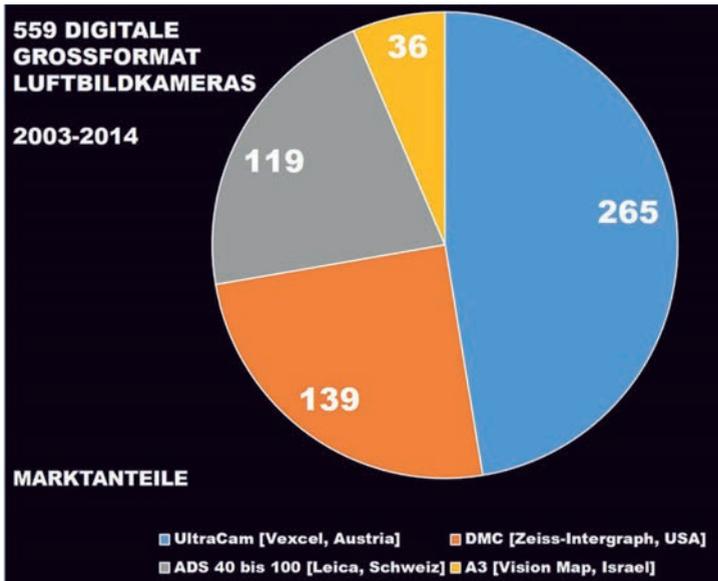


Abb. 14: Aufteilung des Welt-Marktes für großformatige digitale Luftbildkameras

ten könnten, wenn es nur CCD-Flächensensoren dieses Formates gäbe. In die Bildebene jedes Objektivs werden 1 bis 4 CCD-Sensoren montiert, insgesamt 9 solcher Sensoren, jeder mit den 4.000 x 2.700 Pixeln. Jeder Sensor liefert bei der Auslösung der Kamera eine Bildkachel. Diese überlappen einander und können damit sehr genau zu einem Großbild zusammengefügt werden. Abb. 15 illustriert die heute aktuellen Versionen der UltraCam Familie.

Es zeigt sich, dass Bilder aus einem derartigen Ansatz eine innere Bildgenauigkeit von 1/10 Pixel liefern [Gruber, Ladstädter, 2011]. Die Radiometrie ist das Ergebnis der Elektronik, des Objektivs und der CCD-Qualität. Mehr als 7.000 bzw.



Abb. 15: Die aktuellen 4 UltraCam-Modelle der Grazer Firma Vexcel Imaging, eine 100% Tochter von Microsoft

$2^{13}$  verschiedene Grauwerte können mit dieser Technologie erfasst werden. Man spricht daher von einer Radiometrieauflösung mit nahezu 13 Bit. Das stellte eine enorme Verbesserung gegenüber dem Film mit nur 8 Bit pro Farbkanal dar. Oft lieferte Film gar nur 6 bis 7 Bit oder 64 bis 128 verschiedene Grauwerte [Perko, 2004].

Die Technologie der CCD-Flächensensoren entwickelte sich seit 2003 weiter, die CCDs wurden größer und die Pixel kleiner. Dies ermöglichte die Verdichtung der Geometrieauflösung, sodass das neueste UltraCam-Modell mit dem Namen Eagle heute Bilder mit 20.010 x 13.080 liefert [Wiechert, Gruber, 2013].

Eine Lösungsvariante, die UltraCam-G, verwendete eine abgeänderte Objektiv- und Sensoranordnung, um für eine wirtschaftlich optimale Orthophotoerzeugung Bilder mit 28.000 x 3.880 Pixeln zu belichten [Walcher, Leberl, Gruber, 2012].

Wir finden heute im Wesentlichen drei verschiedene großformatige Luftbildkameras, wobei man mit *großformatig* heute Luftbildkameras mit etwa 20.000 Pixeln quer zur Flugrichtung bezeichnet. Hier ist die Flächenkamera von Zeiss, heute Intergraph-Hexagon, als Modell DMC-II 250 im Angebot; die Streifenkamera von Leica wird heute als Modell ADS100 geliefert, und von Microsoft-Vexcel wird die UltraCam-Eagle erzeugt. Es gibt noch weitere Angebote aus den USA (Visual Intelligence) und Israel (Vision Map A3), aber deren Rolle am Markt ist kaum erkennbar.

Die Welt der sogenannten Mittelformatkameras mit bis zu 10.000 Bildpunkten quer zur Flugrichtung ist vielfältiger und eine Anzahl von Herstellern bietet eine Reihe von Produkten an. Das im Vergleich zu den Großformatkameras kleinere Bildformat hat Nachteile im Hinblick auf die Produktivität bei der Erfassung von großen Projektgebieten. Geringere Anschaffungskosten und eine Unterstützung durch moderne Flugführungssysteme und automatisierte Auswertprozesse machen diese Kameras trotzdem attraktiv für die Befliegung von kleinen Bereichen oder



Abb. 16: Schräg abbildende UltraCam Osprey und Beispiel eines Schrägbildes vom Kunsthaus in Graz. Die Bodenauflösung im Schrägbild variiert zwischen 7cm und 15 cm.

auch für spezielle Aufgaben. Oft werden diese Kameras mit LiDAR Scannern kombiniert.

### 3.4 Schräg abbildende Kameras und das Modell UltraCam Osprey

In der Internet-Kartographie betrachtet man zunächst das Straßenmuster. Nähert man sich einer Szene auf der Erdoberfläche, so entsteht der Wunsch, den Detailreichtum für den Betrachter durch Luftbilder zu erhöhen. Statt nur die Hausdächer zu sehen, will der Betrachter die Hausfassaden sehen. Das hat den Appetit auf Schrägaufnahmen aus der Luft angeregt. Es ist auch durchaus möglich aus derartigen Schrägaufnahmen einfache Messungen über die dargebotenen Gebäude abzuleiten. Daraus entstand ein Angebot an speziellen Kameras für Schrägaufnahmen. Pionier dieser Entwicklung war die Firma Pictometry, heute Eagleview (siehe [www.eagleview.com](http://www.eagleview.com)). Petrie [2009] verfasste eine Übersicht diverser Lösungen. Heute gibt es eine Reihe von Anbietern solcher Kameras. Am interessantesten sind Lösungen, die sowohl die traditionellen Vertikalbilder liefern, als auch im selben Bildmessflug Schrägaufnahmen erfassen können.

Aus Österreich stammt die Lösung UltraCam Osprey [Gruber & Walcher, 2013, 2014; Abb. 16]. Die Vertikalbilder werden einem Arbeitsfluss zur Erstellung traditioneller Datenprodukte zugeführt und entsprechen den Anforderungen einer photogrammetrischen Messkammer. Neben dem panchromatischen Präzisionsbild wird für die Vertikalaufnahme auch Farbe und nahes Infrarot registriert. Die gleichzeitig erfassten Schrägaufnahmen verbessern die Details der Fassaden und liefern eine Erhöhung der Redundanz bei

etwaigen Berechnungen. Die Salzburger Punktwolke aus Abb. 10 entstammt aus einer Kombination von vertikalen und schräg aufgenommenen UltraCam-Luftbildern.

## 4. Seit 1999 die Punktwolke

### 4.1 Definition

Die Idee, dass man eine terrestrische Szene mittels eines LiDAR-Sensors abtastet und damit eine Wolke von dicht angeordneten 3D-Punkten erzeugt, wurde ab etwa 1999 unter Photogrammetern diskutiert [Baltasvias, 1999]. Es entstand ein neues Datenprodukt direkt beim Auslesen der Sensordaten, eine sogenannte Punktwolke. Das Objekt ist die Erdoberfläche, wie man sie aus der Luft betrachtet. Oder es ist eine terrestrische Straßenszene, wie man sie aus einem fahrenden Auto wahrnimmt. Das Objekt mit seinen Häusern, Bäumen, Verkehrsflächen usw. wird durch Punkte mit 3 Koordinaten dargestellt. Sind die Punkte dicht genug angeordnet, so liefern sie ein treues Modell des Objektes im 3D-Raum. Landet ein Vermessungsflugzeug oder stoppt ein fahrendes Vermessungsauto, so werden die Daten aus dem LiDAR-Sensor ausgelesen und der Betrachter hat sofort und unmittelbar ein schwarz-weißes Rohbild der 3D-Formen des Objektes durch die Punktwolke (Abb. 17).

Dieses Datenprodukt faszinierte in den späten 90er-Jahren die Fachwelt. Bis dahin wurde die 3D-Objektform aus Filmbildern errechnet. Dazu mussten die Filmbilder im Labor entwickelt, dann trianguliert werden. Darauf folgte eine Abtastung zur Erzeugung von digitalen Versionen der Filmbilder. Damit konnte mittels automatischer Bildüberlagerung eine (oft gestörte und unvollständige) Punktwolke des Objektes errechnet werden.



Abb. 17: LiDAR Punktwolke aus einem fahrenden Auto in Graz. Die Punktdichte beträgt in diesem Fall auf den Hausfassaden etwa 60 Punkte pro  $m^2$  (Streetmapper im Auftrag von Microsoft).

Wochen konnten vergehen, bis die Punkte gemessen waren, die das Objekt darstellten. Die neue Technologie der LiDAR-Messung beflügelte den Appetit auf eine schnelle Befriedigung. LiDAR trat einen Siegeszug an.

## 4.2 LiDAR

In der Vermessungswelt von heute sind LiDAR-Sensoren allgegenwärtig. Große internationale Tagungen befassen sich mit der Technologie und ihren Anwendungen (siehe [www.lidarmap.org](http://www.lidarmap.org)), wobei sie sich dagegen verwehren, von photogrammetrischen Fachgesellschaften vereinnahmt zu werden. Sie erzeugen Abstandsmessungen mit Hilfe eines Laserstrahls, der auf einen rotierenden Spiegel projiziert wird und eine Objektzeile abtastet. Durch Bewegung der Sensor-Plattform werden die Objektzeilen zu einer dichten flächenhaften Punktanordnung zusammengefügt. In den Rohdaten stecken die Unregelmäßigkeiten der Plattformbewegungen, also etwa des Flugzeuges oder des Autos. Es besteht die nicht-triviale Aufgabe, Punktwolken aus verschiedenen Autofahrten oder Fluglinien in einem übergeordneten Koordinatensystem zusammenzufügen.

Dass diese Innovation der Photogrammetrie zuzuordnen ist, ist in der Wiener Schule der Photogrammetrie unbestritten [Kraus, 2004]. Dort spricht man von „Laserscanner Bildern“ und rechtfertigt damit die Zugehörigkeit des Themas zur Photogrammetrie. Um *Bildmessung* im engeren Sinne handelt es sich bei den 3-dimensionalen Punktwolken aus LiDAR-Sensoren allerdings nicht.

## 4.3 Bildgeneriert

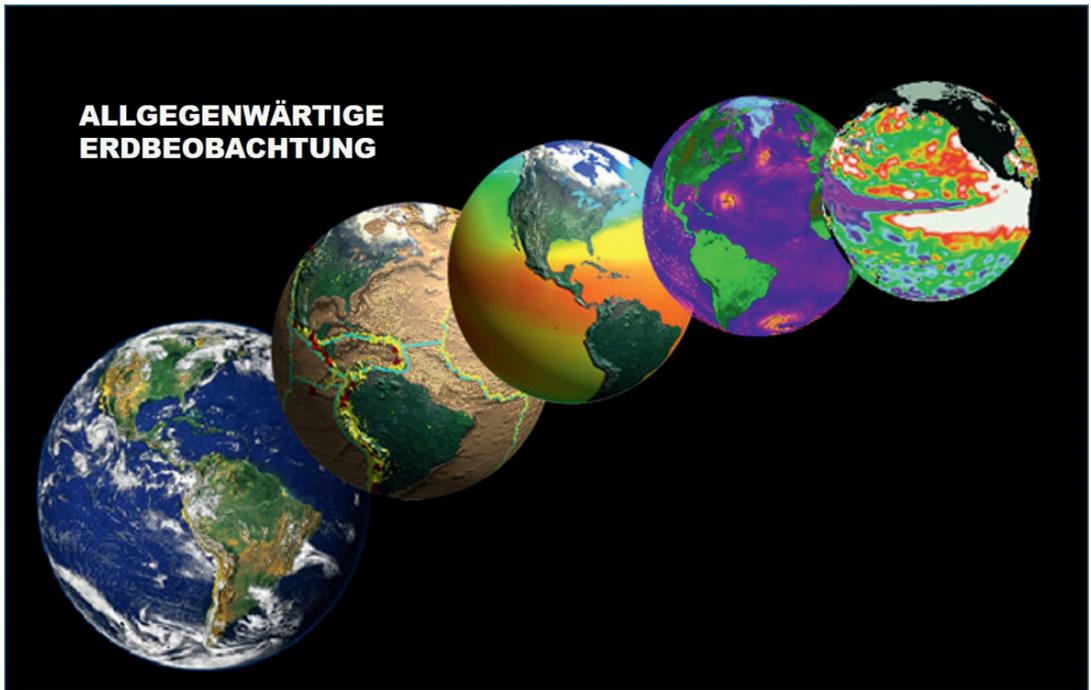
Die Alternative, aus Bildern mit einem Stereoverfahren ebenfalls Punktwolken zu erzeugen, wurde erst durch den voll-digitalen Arbeitsfluss wettbewerbsfähig. Ein Beispiel wurde in Abb. 10 gezeigt. Der Weg vom hoch-überlappenden Verband von Digitalbildern über die automatische Triangulierung und eine automatische Stereomessung führt sehr schnell zur Punktwolke, allerdings sofort im übergeordneten Koordinatensystem und mit simultaner Auflösung etwaiger Diskrepanzen in den Überlappungsbereichen der Fluglinien oder Autofahrten.

Während die Dichte der LiDAR-Messungen von der Geschwindigkeit der Sensorplattform und der Abtastrate der Laser-Echos bestimmt wird, ist jene aus Bildern durch die Pixelzahl und Pixelgröße im Objektraum gegeben. Die neuen Verfahren der Computer Vision mit der Bezeichnung „Structure from Motion“ [siehe Hartley und Zissermann, 2003] liefern einen 3D-Punkt zu jedem Pixel. Jedem Bild sind damit 100 Millionen und mehr Punkte zuzuordnen. Hat das Luftbild eine Pixelgröße von 3 cm, so werden pro Quadratmeter 1.100 3D-Farbpunkte erzeugt.

## 5. Sensoren der Fernerkundung

### 5.1 Die Genese der Fernerkundung

In den frühen 60-er-Jahren entstanden in den USA der Begriff und das Fachgebiet des Remote Sensing. Die Ursprünge liegen in militärischen Beobachtungsgeräten und Methoden, die auch für zivile Problemstellungen anwendbar schienen. Die Bezeichnung entstammt einer ersten Tagung im Jahr 1962, bei welcher die bis dahin geheimen Entwicklungen veröffentlicht wurden. Veranstalter waren die WillowRun Laboratories der Universität von Michigan, welche später in Environmental Research Institute of Michigan ERIM umbenannt und aus dem Universitätsverband ausgegliedert wurde. Gegen Ende der 60er-Jahre schwappte diese Entwicklung nach Europa über und wurde im Deutschen mit dem Begriff Fernerkundung benannt. Die diversen Geowissenschaften, die Geographie und natürlich die Photogrammetrie sahen darin eine Erweiterung ihres jeweils eigenen Fachgebietes. Aus „Photogrammetrie“ wurde „Photogrammetrie und Fernerkundung“. Ziel der Fernerkundung war vor allem die Interpretation der beobachteten Objekte. Aus welchen Materialien besteht es? Wie alt ist es? Wie feucht ist es? Wie rau ist seine Oberfläche? Was ist es? Wie gesund ist die Vegetation? Und natürlich



## ALLGEGENWÄRTIGE ERDBEOBACHTUNG

Abb. 18: Die gesamte Erde wird aus hunderten Satelliten mit einer Vielfalt an Sensoren beobachtet (Bereitgestellt von Charles Toth, Ohio State University)

besteht auch die zentrale photogrammetrische Frage nach der Lage und Größe der Objekte.

### 5.2 Elektromagnetisches Spektrum

Getrieben wurde die Fernerkundung von der Erfindung neuartiger Sensoren, die von Flugzeugen und Satelliten aus die Erdoberfläche beobachten. Auch Sensoren im Wasser zur Beobachtung der Meeresböden fallen in die Fernerkundung. Diese neuen Sensoren erweitern die Nutzung des elektromagnetischen Spektrums erstens mit dem Wunsch, alle Spektralbereiche von der kosmischen Strahlung bis zu den Radiowellen zur Beobachtung der Erde zur Anwendung zu bringen. Zweitens besteht der Wunsch, das Spektrum in kleine Spektralbereiche aufzuspalten und möglichst viele solcher Bereiche gesondert und in Kombination miteinander zu nutzen. Abb. 18 fasst diese Vielfalt an Daten über die Erde zusammen.

### 5.3 Radarsensoren

Der Weg von den ersten Radar-Systemen des 2. Weltkrieges zu den heutigen Satellitensystemen war lang. Radar ist ja ein Akronym für *Radar Detection and Ranging* und hat zunächst mit Bildgebung nichts zu tun. Es diente der Entdeckung von reflektierenden Objekten vor

einem einförmigen Hintergrund, also Schiffen auf dem Meer oder Flugzeugen am Himmel und der Messung der Distanz zum Objekt. Die Idee der Bildgebung und Messung der Rückstrahlung der Erdoberfläche nahm langsam Gestalt an. Prof. Rinner war ein Pionier dieser Idee und bearbeitete sie noch während seiner Zeit als Marineoffizier in Berlin [Rinner, 1948].

Heute verfügt die Fernerkundung, und damit die Luftbildmessung, über bildgebende Radarsensoren zur aktiven Beleuchtung der Objekte im Mikrowellenbereich und unter Verwendung der Polarisierung. Multiple Radarbilder werden interferometrisch ausgewertet. Synthetisches Apertur-Radar SAR ist heute auf vielen Satelliten zur Dauerbeobachtung der Erdoberfläche im Einsatz und erweitert den Bereich des elektromagnetischen Spektrums ganz entscheidend [Henderson, Lewis, 1998]. Die interferometrischen Messverfahren [iSAR] liefern digitale Höhenmodelle mit einem Detailreichtum und einer Genauigkeit im Bereich der Wellenlänge und Pixelgröße, also durchaus bis in die 10 cm (Abb. 19).

Die Themenstellungen entsprechen sehr oft genau jenen, welche auch in der traditionellen Photogrammetrie im Mittelpunkt stehen. Es gibt



**Abb. 19:** Synthetisches Apertur-Radar SAR kann heute geometrische Auflösungen im Bereich von 10 cm erreichen und zu interferometrisch erfassten Höhenmodellen gleicher Dichte führen. Das Beispiel zeigt ein Bild aus dem System von Sandia Laboratories mit 10 cm Pixeln und ein Luftbild derselben Szene (Quelle: Richard Carande, NevaRidge Inc., Boulder, Colorado).

daher den Begriff der Radargrammetrie, die sich eindeutig als Erweiterung der Photogrammetrie darstellt.

**5.4 Passive Radiometrie**

Eine in einem Flugzeug oder Satelliten mitgetragene Antenne kann die passiven Strahlungen messen, welche von allen Körpern abgegeben werden, solange sie warm sind, also eine Temperatur über dem absoluten Nullpunkt haben. Damit wird etwa die Temperatur der Gewässer erfasst. Eine Antenne liefert die Messung zu einem „Punkt“ der Erdoberfläche. Ein Bild entsteht durch Bewegung der Antenne auf der Plattform und die Plattform-Bewegung. Im Zentrum des Interesses ist die Erfassung von Objekteigenschaften, die sich aus der Abstrahlung rückrechnen lassen. Man spricht von „Inversionen“. Es besteht aber immer auch die Frage nach dem „wo“ der Beobachtungen, womit die traditionelle photogrammetrische Gedankenwelt gefordert ist.

**5.5 Multispektrale Bildgebung und Wärmebilder**

Am Anfang der 1960-Fernerkundung stand die multispektrale Beobachtung, welche heute in hyperspektralen Sensoren kulminiert. Ideen dazu entstanden schon zu Zeiten der Luft-Filmbilder, weil man mehrere Kameras mit unterschiedlichen Filtern ausstattete, um die spektralen Eigenschaften von Objekten zu erfassen. Diese Mehrfachkamera-Ansätze waren unpraktisch und nicht sehr erfolgreich.

Multispektral wird die Bildgebung wenn das von der Erdoberfläche reflektierte Sonnenlicht spektral aufgespalten wird und die einzelnen Farbkanäle gesondert gemessen und in je ein

Flächenbild umgewandelt werden. Hunderte solcher Bilder können entstehen, wenn das Spektrum in hunderte Teile zerlegbar ist. Jedem Objektpunkt wird ein Spektralmuster zugeordnet und somit wird es denkbar, Objektpunkte aufgrund ihrer spektralen Signatur zu klassifizieren. Der nahe Infrarotbereich wird mittels derselben Sensoren erfasst wie das sichtbare Licht. Geht man aber in längerwellige Infrarot-Bereiche, sprechen wir von Wärmestrahlen und es werden eigene Sensoren für die Strahlungsmessung notwendig. Multispektrale Bildgebung umfasst das sichtbare Licht und das nahe Infrarot. Die Wärmestrahlung wird wegen der dafür notwen-



**Abb. 20:** Hyperspektrale Sensoren erzeugen Bilder in sehr vielen Spektralkanälen, welche man oft als Kubus visualisiert (Quelle [http://en.wikipedia.org/wiki/Hyperspectral\\_imaging](http://en.wikipedia.org/wiki/Hyperspectral_imaging))

digen Sensorik gesondert als Wärmebildgebung bezeichnet. Ein Handbuch gibt es von Lillesand, Kiefer, Chipman [2007].

Hyperspektral sind Bilder mit hunderten Spektralbändern. Die Strahlung eines Objektpunktes wird so aufgespreizt, dass sie von einer ganzen 1D-Sensor-Zeile aufgenommen wird. Eine Zeile von Objektpunkten füllt daher einen ganzen 2D-Flächensensor. Mit der Sensorbewegung wird Objektzeile nach Objektzeile abgetastet und es entsteht ein 3D-Datenwürfel zur Darstellung der Spektralmessungen eines flächenhaften Objektes (Abb. 20).

## 5.6 Sonar

Eine eigene bildgebende Welt befasst sich mit dem Meeres- oder Gewässerboden. In Analogie zum Radar handelt es sich hier um *Sound Navigation and Ranging*. Militärisch interessiert die Entdeckung und Verortung von Schiffen und Unterseebooten. Daraus entwickelte sich in Analogie zum Radar die Bildgebung zur Erfassung der Gewässerböden (Abb. 21). Ein Höhenmodell des Meeresbodens kann heute mit interferometrischen Sonar-Systemen gewonnen werden. Die Methoden der Radargrammetrie sind weitgehend auch auf Sonar-Daten anwendbar.

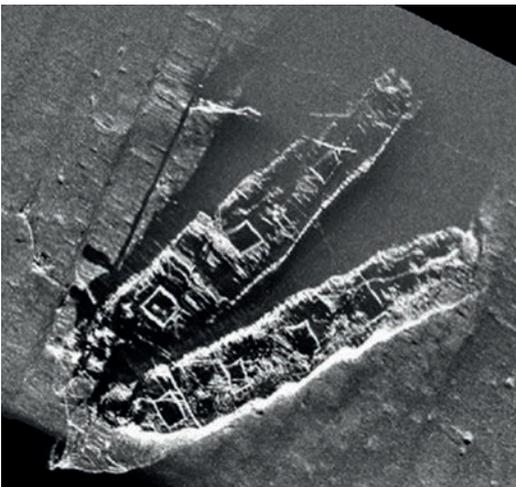


Abb. 21: *Sound Navigation and Ranging* kann auch zur Bildgebung verwendet werden. Gezeigt wird ein Paar versunkener Schiffe vor der Küste von Massachusetts (Quelle [http://www.sciencebuzz.org/topics/35W\\_bridge\\_collapse\\_minneapolis/recovery\\_technology](http://www.sciencebuzz.org/topics/35W_bridge_collapse_minneapolis/recovery_technology))

## 6. Structure-from-Motion

### 6.1 Traditionelle Zweibildphotogrammetrie

Die Photogrammetrie hat sich aus der Zweibildmessung unter Verwendung des menschlichen Sehsinns entwickelt. Das Stereobildpaar und

das menschliche Augenpaar sind das Fundament der photogrammetrischen Methode. Es sind viele Bildpaare, die einen Bildverband oder Block bilden. Ein Bildpunkt definiert einen Projektionsstrahl zum Objektpunkt. Zwei Projektionsstrahlen schneiden einander im Raum und begründen damit die Berechnung der 3D-Lage jedes abgebildeten Punktes.

Es gibt zwei fundamentale Aufgaben der Photogrammetrie. *Erstens* ist die Lage und Orientierung der Kamera zu jedem Bild mittels einer Triangulierung zu berechnen. Heute bezeichnet man dies oft als Kamera-Pose. Dies erfolgt durch Messungen aller Projektionsstrahlen ausgewählter Objekte. In einem klassischen Bildverband findet man zu jedem der Verknüpfung dienenden Objektpunkt 6 Bilder, in welchen dieser eine Verknüpfungspunkt abgebildet ist, also werden 6 Strahlen jedem Objektpunkt zur Berechnung der Kamera-Pose zugeordnet. Invers gesehen sind in jedem Bild 9 Objektpunkte auszuwählen, die entlang des Bildrandes angeordnet sind. Nehmen wir an, eine große Stadt wäre durch 170 mal  $60 \approx 10.000$  einander überlappende Bilder in einem Bildblock abgebildet. Dieser Bildverband wird durch  $9 \times 10.000 = 90.000$  Bildpunkte verknüpft. Diese 90.000 Bildpunkte definieren im Objektraum 15.000 Objektpunkte. Man berechnet in der Triangulierung daher 60.000 unbekannte Parameter der Kamerastandpunkte und -orientierungen, und dazu die 45.000 Koordinatenwerte der 3D-Verknüpfungspunkte im Objektraum.

*Zweitens* ist nach Ermittlung der Kamera-Pose der Bildinhalt auszuwerten und ein 3D-Datenmodell der Objektszene zu erstellen. Dies erfolgt pro Bildpaar und weitgehend von Hand unter Verwendung der Stereobetrachtung. Die aus jedem Bildpaar erfassten Daten passen durch die Lösung der ersten Aufgabe der Triangulierung geometrisch zusammen. Ein traditionell erfasstes Höhenmodell würde pro Stereobildpaar etwa 65k (65.000) Messungen umfassen und für den 10.000-Bilder-Block daher 1.3 Milliarden Punkte.

Die photogrammetrischen Arbeitsflüsse sind bis zuletzt nur zu einem bescheidenen Ausmaß automatisch abgelaufen. Praktisch sind durch die Einschränkung auf die Zweibild-Methode nicht einmal die digitalen Höhenmodelle ausreichend automatisch erfassbar gewesen. Die manuelle Nachbearbeitung der automatischen Rohdaten zur Füllung der Datenlöcher und Korrektur der groben Ausreißer brachte unzureichende Einsparungen, um automatisch vorzugehen.

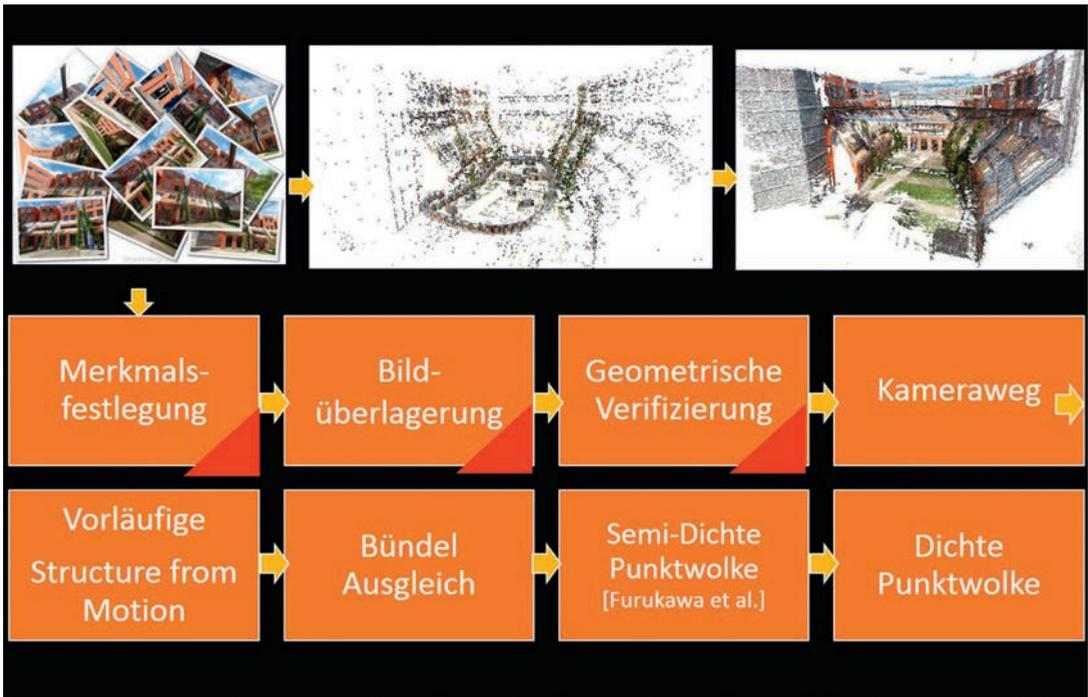


Abb. 22: Übersicht des Verfahrensablaufes der neuen SfM-Methode der Mehrbildauswertung zur Erzeugung von 3D-Punktwolken [aus Wendel et al., 2012]

## 6.2 Structure-from-Motion: Vielbildphotogrammetrie

In der Computer Vision, die sich der Informatik zuordnet, waren die photogrammetrischen Methoden zunächst nur von geringem Interesse. Von Anfang an galt es, die Bilder vollautomatisch zu verarbeiten und man meinte, in der Photogrammetrie seien manuelle Verfahren üblich. Man lief mit Video- und Einzelbildkameras durch Städte, betrachtete Objekte von allen Seiten und entwickelte Gedanken, wie diese Mengen an Bildern ohne menschlichen Eingriff verarbeitet werden können. Daraus entwickelte sich die mit SfM *Structure-from-Motion* bezeichnete Methode. Die „Bibel“ über diese Methode ist von Hartley und Zissermann [2003] verfasst worden. Auf ganz natürliche Art waren die Bildverbände so gestaltet, dass jedes Objekt 10 bis 20 Mal abgebildet wurde. Es galt, die Objektgeometrie aus einer ungeordneten Menge vieler Bilder zu beschreiben.

Abb. 22 fasst den Arbeitsfluss eines typischen Structure-from-Motion-Verfahrens (SfM) zusammen. Die erste Aufgabe stellt den Zusammenhang zwischen den Bildern her. Dazu werden herausragende Bildmerkmale in jedem Bild ermittelt und dieses Muster von Bildpunkten

aus jedem Bild wird mit allen anderen Bildern verglichen, um die Überlappungen festzustellen. Damit entsteht eine Wolke von Passpunkten, welche die Bilder verknüpfen. Das ist die Grundlage der Triangulierung mit dem Ergebnis der Kamera-Posen und einer spärlichen Punktwolke (scarce point cloud). „Spärlich“ ist für den Alt-Photogrammeter mit seinen 9 Bildpunkten pro trianguliertem Luftbild eine Provokation oder Fehlbezeichnung. SfM produziert pro Bild vielleicht 20.000 Bildpunkte, sodass in der Objektszene innerhalb des Gesichtsfeldes eines Luftbildes als Ergebnis der Triangulierung ebenfalls 20.000 3D-Objektpunkte anfallen. Und dies wird mit „spärlich“ oder „scarce“ bezeichnet.

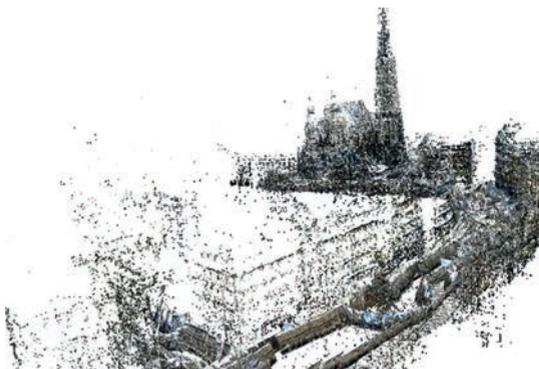
Diese Terminologie erklärt sich durch den folgenden Arbeitsschritt des SfM-Arbeitsflusses. Es wird eine dichte (dense) Punktwolke ermittelt, indem jedem Pixel im Bild eine 3D-Position zugeordnet wird. In einem Luftbild mit 20.000 × 14.000 Pixeln entsteht dabei eine Punktwolke mit 280 Millionen Punkten pro Gesichtsfeld eines einzigen Luftbildes. Das Verfahren ermittelt im Objekt-raum zu jeder 3D-Zelle die Wahrscheinlichkeit, dass sie auf der Objektoberfläche liegt. Es sind dabei alle Bilder betroffen, die diese Zelle abbilden. Daher ist das Zweibild-Paradigma irrelevant

geworden. Alle 10 oder 20 Projektionsstrahlen der hoch überlappenden Bilder werden in der Berechnung berücksichtigt. Das Ergebnis ist übrigens nicht eine 2,5D-Punktwolke der Objektoberfläche, sondern ein wirkliches 3D-Modell der Szene, solange die Bilder die 3D-Form zeigen (Abb. 23).



*Abb. 23: Das Eiserne Tor in Graz mit einem Glasaufzug neben der Mariensäule. Es ist die vertikale Struktur modelliert, um zu illustrieren, dass eine wahre 3D-Datenstruktur sinnvoll ist. Siehe auch Abb. 1 für eine wahre 3D-Modellierung (Quelle: Tom Pock, TU Graz)*

Der neue SfM-Ansatz ist robust und auf verschiedenste Bildgebungs-Szenarien anzupassen. Bilder aus allen möglichen Kameras und Sensorplattformen werden im selben Modus und Arbeitsfluss bearbeitet, seien dies Bilder aus handgetragenen Kameras, von Innenräumen, mittels MAVs oder nach traditionellen Bildflugregeln erfolgen. Die wesentliche Voraussetzung sind höhere Überlappungsraten als man sie in der Traditionsphotogrammetrie gewohnt war. Abb. 24 zeigt einen Bildverband aus einer ma-



*Abb. 24: Ein Bildverband aus dem Straßenniveau der Kärntnerstraße in Wien wird mittels SfM-Methode trianguliert, sodass eine dünne Wolke an Triangulierungspunkten entsteht. Auch die Kameraposen sind ein Triangulierungsergebnis (Quelle Tom Pock, TU Graz).*

nuellen erfassten Bildfolge in der Wiener Kärntnerstraße und dem Stephansdom.

## 7. IT - Infrastruktur

### 7.1 Datenmengen

Wir haben bei den dichten Ergebnis-Punktwolken von 280 Millionen Werten pro großformatigem Luftbild gesprochen und in der Triangulierung pro Bild an die 20.000 Punkte zu bearbeiten. Ein Stadtgebiet wie jenes von Graz umfasst etwa 150 km<sup>2</sup>. Mit einer Pixelgröße von 5 cm würde das Stadtgebiet durch eine Punktwolke mit 60 Milliarden Werten beschrieben werden. Nehmen wir an, dass ein Luftbildblock mit UltraCam-Eagle erfolgen wird, wobei die Überlappungsraten nach vorne 90 % und zur Seite 80 % wären. Jedes Einzelbild hat 20.010 × 13.080 Pixel. Es wird ein Datensatz mit 10.200 Bildern erfolgen und jedes Bild liefert 1,6 Gigabytes. Daher ist ein Datengebilde mit 16 Terabytes zu bearbeiten.

Eine interaktive Überprüfung der Bilder erfordert ganz neue Ansätze des Umgangs mit riesigen Datenmengen. Abb. 25 illustriert eine Benutzeroberfläche, welche dem Betrachter gestattet mit diesen 10.000 Bildern komfortabel zu interagieren. Was noch vor wenigen Jahren eine unmögliche Aufgabe war, ist heute realisierbar. Diese neuen Visualisierungsverfahren betreffen alle visuellen Datenbestände, daher auch die unmittelbare Interaktion mit sehr großen photogrammetrischen Bildverbänden [Reitinger et al., 2012].

### 7.2 Rechenzeiten

Der Triangulierungsschritt eines SfM-Arbeitsflusses mit dem Ergebnis der Posen und „dünnen“ Punktwolke ist heute mit einem Durchsatz von mehreren großformatigen Luftbildern pro Minute





Abb. 25: Sehr große Bildverbände mit tausenden Luftbildern erfordern die Verfügbarkeit von Benutzerschnittstellen am Computer, die es ermöglichen, alle Bilder eines Verbandes übersichtsmäßig anzuzeigen und in Echtzeit in jedes beliebige Detail zu zoomen. Die Beispiele zeigen einen 3.000-Photoblock aus Graz und einen Wiener Block mit 2.700 Luftbildern.

anzusetzen. Mit 10.000 Bildern entspräche dies einigen Stunden. Nähme die Berechnung einer „dichten“ Punktwolke pro Großformatbild an einem einzelnen zeitgemäßen PC eine Stunde in Anspruch, so wären allein dafür 10.000 Rechenstunden oder 420 Rechentage anzusetzen. Wir müssen für große Projekte mit Rechenjahren kalkulieren, welche ein derartiges Projekt nicht realisierbar erscheinen lassen.

**7.3 Speicherkosten und das Wunder der GPUs**

Speichermedien liegen im Jahr 2014 pro Terabyte im Bereich von unter USD 50. Die Verfügbarkeit von mehreren Graphical Processing Units (GPU) als Erweiterung eines einzigen persönlichen Rechners kann dessen Durchsatz um einen Faktor 100 beschleunigen. Damit erreichen wir eine 5 cm Punktwolke von Graz mit nur einem

Rechner in 4 Tagen. Es obliegt einer geschickten Parallelisierung eines Projektes, um den Durchsatz mittels mehreren Rechnern auf eine erwünschte Rate zu drücken. Aus Rechenjahren wird ein Rechentag.

**8. Perspektiven**

Ein Abgänger des Vermessungsstudiums des Jahres 1967 an der TU Wien arbeitete damals mit Brunsviga Kurbelrechnern und Logarithmentafeln, um in einigen Stunden einige wenige 3D-Koordinatentripel zu berechnen. Abb. 26 erinnert an das Werkzeug einer 1967-Staatsprüfung an der TU Wien. Sicher hatte dieser Abgänger vor 50 Jahren nicht im Entferntesten davon geträumt, dass am Ende seiner Laufbahn 16 Terabytes an digitalen Bildern innerhalb von Tagen an einem persönlichen Kleinrechner zu 100-Milliarden-Koordinatentripel eines Höhenmodells mit einer

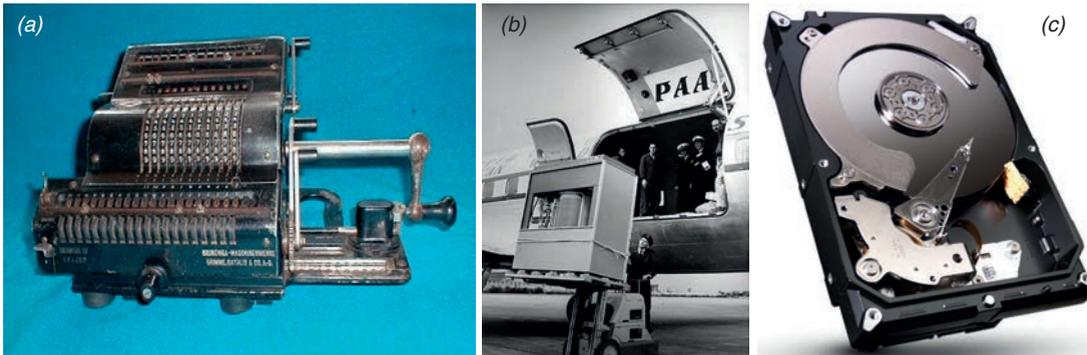


Abb. 26: Die Rechnerentwicklung seit 1960: (a) Kurbelmaschine der Firma Brunsviga, welche 1967 bei der Staatsprüfung an der Technischen Universität Wien mit Logarithmentafeln angewendet wurde. (b) Plattenstation einer IBM 350 mit 3,1 Mbyte – ~ USD 160K. (c) Aktuelle 4 TB-Platte für einen Notebook Computer – ~ USD 100. Seit 1960 verbesserten sich Speicher um einen Faktor 1 Milliarde. Rechnersysteme verbesserten sich allerdings um 1 Billion (Quelle: Wikipedia).

Maschenweite von 5 cm verarbeitet werden. Wie soll diese Entwicklung weitergehen? Womit sollte eine Studienabgängerin des Jahres 2014 am Ende ihrer Berufslaufbahn rechnen?

Schon heute kann davon gesprochen werden, dass die Sensoren, die Speicher, die Prozessoren und die Softwarealgorithmen die meisten Beschränkungen in der Photogrammetrie und Computer Vision beseitigt haben. Es gilt nicht mehr, dass Aufgaben wegen mangelnden Speichervolumens oder unzureichender Rechenkapazitäten unrealisierbar blieben. Dennoch sehen wir am Horizont viel Neues.

Zunächst wird die *Bildgebung* wohl wesentlich weiter diversifiziert werden. Wir werden Quelldaten in der Form von terrestrischen Amateurphotos, von Inhalten diverser Bilddatenbanken im Internet und aus Smart Phones haben, aus unbemannten Miniaturflugkörpern, aus einer Unzahl fahrender Autos mit ihren nach vorne, hinten und zur Seite gerichteten Kameras, aus unbemannten und Batterie-betriebenen Flugkörpern, die in den Straßenschluchten entlang fliegen. In einer Stadt wie Graz sind dann nicht mehr nur 10.000 großformatige Luftbilder, sondern Millionen kleinformatige terrestrische Bilder zu verarbeiten.

Auch werden wir neue *Algorithmen* haben, welche nicht nur Bilderverbände bearbeiten, sondern alle vorhanden Informationen über unsere Umwelt mitberücksichtigen können, also die Orthophotos, Straßendatenbanken, Grundstücksgrenzen, digitalen Höhen- und Gebäudemodelle. Verbesserungen der Positionsbestimmungen durch GNSS und Orientierungsmessungen mittels Inertialsensoren werden viele der geometrischen Aufgaben erleichtern und sicherstellen, dass alle Messungen in einem einzigen Weltkoordinatensystem ausgetauscht werden können. Weit mehr Augenmerk wird damit auf die Erneuerung von Datenbeständen gelegt werden als der heutige Fokus auf die erstmalige Erzeugung zulässt.

Geodaten und ihre Visualisierung haben schon bedeutende und tiefgreifende Erweiterungen ihrer *Anwendungen* erfahren. Das ortsbewusste Internet und das GIS sind bedeutende Treiber für diese Erweiterungen. Nun steht zu erwarten, dass die „Mixed Reality“ in Verbindung mit dem Smart Phone und dem tragbaren Rechnen (wearable Computing) die allgegenwärtige Nutzung von Geodaten mit stets wachsendem Detailreichtum antreiben werden.

Die Anwendung in der Navigation erhöht die Anforderungen an 3D-Weltmodelle durch die

Notwendigkeit, alle Daten in Echtzeit bereitzustellen und gegen aktuelle Bildinformation abzugleichen. Es eröffnet sich das weite Feld der simultanen Navigation und Geodatenerfassung.

Wie sehr diese Entwicklungen weiterschreiten können, ist vor allem eine Funktion der *Vergünstigung des Rechnerwesens*. Nach der Regel von Moore [Moore, 1965] würde eine fortgesetzte Gültigkeit dieser Regel in 30 Jahren den Verbesserungs-Faktor von 1 Million ergeben. Unvorstellbar wären die Folgen einer solchen Entwicklung.

### Danksagung

Im Vorfeld des Vortrages zur Verleihung der Friedrich-Hopfer-Medaille hat Franz Leberl Hilfe in mehreren Gesprächen erhalten, die er mit Stewart Walker, derzeit Präsident der American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, als auch mit dessen Stellvertreter Charles Toth (Ohio State University) führen konnte. Wolfgang Walcher von Microsoft und Fritz Fraundorfer mit Tom Pock vom Heimatinstitut an der TU Graz stellten diverse Bilder und Videos für den Vortrag und diesen Text zur Verfügung.

### Referenzen

- Baltsavias, M. (1999): A comparison between photogrammetry and laser scanning, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 54, pp 83–94.
- Gruber, M., Ladstädter R. (2011): Results from UltraCam Monolithic Stitching, Proceedings of the American Society for Photogrammetry & Remote Sensing, 1-5 May, 2011, Milwaukee, WI.
- Gruber M., Walcher W. (2013): Oblique Image Collection – Challenges and Solutions, Proceedings of the Photogrammetric Week 2013, September 2013, Stuttgart, DE.
- Gruber M., Walcher W. (2014): Calibrating the new UltraCam Osprey Oblique Aerial Sensor, Proceedings of the EuroCOW 2014, February 2014, Castelldefels, Spain.
- Hartley R., Zisserman A. (2003): Multiple View Geometry in Computer Vision. Cambridge University Press, 655 p.
- Henderson Floyd, Anthony J. Lewis, eds. (1998) *Principles & applications of imaging radar*. John Wiley & Sons Publishers, 896 pp.
- Kraus K. (2007): Photogrammetry – Geometry from Images and Laser Scans. 2. Auflage. Verlag Walter de Gruyter, Berlin. 451 p.
- Leberl F. (2014): 10<sup>18</sup> – Ein virtuelles 3D Modell der Welt, in Nachhaltige Entwicklungen an der Technischen Universität Graz.
- Leberl F., Bischof H., Pock T., Irschara A., and Kluckner S., (2010): Aerial Computer Vision for a 3D Virtual Habitat, IEEE Computer, vol. 43, no. 6, p. 24-31.
- Leberl F., Irschara A., Pock T., Meixner P., Gruber M., Scholz S., Wiechert A. (2010): Point Clouds: LIDAR versus 3D Vision, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, vol. 76, p. 1123-1134.
- Leberl F., Gruber M., Ponticelli M., Bernögger S., and Perko R. (2003): The UltraCam Large Format Aerial Digital Camera System, in Annual Convention of the American

Society for Photogrammetry and Remote Sensing [ASPRS], Anchorage, Alaska, 2003, Proceedings by ASPRS.

Lillesand T., Kiefer R., Chipman J. [eds] (2007): Remote Sensing and Image Interpretation, 6th Edition John Wiley and Sons, 768 p.

Mondello Ch., Hepner G., Boermann S. (2011): ASPRS Ten-Year Remote Sensing Industry Forecast. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 77, No. 11, pp. 1081-1095.

Moore G. (1965): Cramming More Components onto Integrated Circuits, Electronics (Volume 38, Number 8), pp. 114-117.

Perko R., Gruber M. (2002): Comparison of Quality and Information Content of Digital and Film Images. ISPRS Commission III Symposium in Graz, Austria. Archives of the ISPRS, Vol. XXXIV, Part 3B, available from GITC bv, Lemmer, The Netherlands, pp. B206-B209.

Perko R. (2004): Computer Vision for Large Format Digital Aerial Cameras. Dissertation an der Technischen Universität Graz (online.tugraz.at).

Petrie G. (2009): Systematic Oblique Aerial Photography Using Multiple Digital Frame Cameras. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol. 75, No. 2, p. 102-107.

Reitinger B., Sormann M., Zebedin L., Schachinger B., Hoefler M., Tomasi R., Lamparter M., Gruber B., Schiester G., Kobald M., Unger M., Klaus A., Bernögger S., Karner K., Wiechert A., Ponticelli M., Gruber M. (2012): UltraMap V3 – A revolution in aerialphotogrammetry, Intl. Archives Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, Volume XXXIX B4, Melbourne 2012, Australia.

Rinner K. (1948): Die Geometrie des Funkmessbildes. Österreichische Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse.

Walcher W., Leberl F., Gruber M. (2012): The Microsoft Global Ortho Program. ISPRS Annals for Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences Vol. I-4, pp 53-58.

Wendel A., Hoppe C., Bischof H., Leberl F. (2012): Automatic Fusion of Partial Reconstructions. ISPRS Annals for Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. I-3, pp 81-86.

Wendel A., Irschara A., Bischof H. (2011): 3D Vision Application for MAVs: Localization and Reconstruction. Proc. Intl. Symposium on 3D Data Processing, Visualization and Transmission (3DPVT).

Wiechert A., Gruber M. (2013): News from the UltraCam Camera LineUp, Proceedings of the American Society for Photogrammetry & Remote Sensing, 24-28 March, 2013, Baltimore, MD.

#### **Anschrift der Autoren**

em. o. Univ.-Prof. Franz Leberl, Institut für Maschinelles Sehen und Darstellen, Technische Universität Graz, Inffeldgasse 16, 8010 Graz.

E-Mail: leberl@icg.tugraz.at

Dr. Michael Gruber, Microsoft Corp. – UltraCam Business Unit, Anzengrubergergasse 8, 8010 Graz.

E-Mail: michgrub@microsoft.com

## Laudatio auf Dr. Hana Krásná anlässlich der Überreichung des Karl Rinner Preises 2013

Sehr geehrte Damen und Herren,

der Karl Rinner Preis der Österreichischen Geodätischen Kommission wird heuer - bzw. für das Jahr 2013 – bereits zum 9. Mal vergeben. Und es freut mich besonders, dass ich die Laudatio für die erste Frau halten darf, die diesen Preis erhält, nämlich Frau Dr. Hana Krásná.

Globale terrestrische und himmelsfeste Referenzrahmen sind von großer Bedeutung, nicht nur für die Geodäsie sondern auch für die Gesellschaft, sei es für die Positionierung und Navigation oder für die Beschreibung von globalen Veränderungen wie des Meeresspiegelanstiegs. Das geodätische Weltraumverfahren der Very Long Baseline Interferometry, in Deutsch der Interferometrie auf langen Basislinien, leistet einen entscheidenden Beitrag zur stabilen Realisierung dieser globalen Referenzsysteme. Hana Krásná hat sich in den letzten Jahren intensiv mit der Bestimmung dieser Referenzrahmen beschäftigt und sie hat dabei auch sehr mächtige Tools in der Vienna VLBI Software erstellt, mit denen sie auch eine Reihe von anderen geodynamischen und astronomischen Parametern bestimmen kann. Im Paper „Tidal Love and Shida numbers estimated by geodetic VLBI“, das 2013 im Journal of Geodynamics erschienen ist und heute ausgezeichnet wird, bestimmt sie frequenzabhängige Parameter zur Beschreibung der gezeitenbedingten Deformation der Erde aus 27 Jahren an VLBI Beobachtungen. Sie wird diese Ergebnisse dann im Anschluss noch genauer präsentieren. Hana Krásná war generell in den letzten Jahren schon extrem aktiv, was die Publikationstätigkeit betrifft - so hat sie bereits mehr als zehn begutachtete Publikationen vorzuweisen.

Nun ein paar Informationen zur Person: Hana Krásná, mit Mädchennamen hieß sie Spicakova, wurde 1983 in Prag geboren. Nach dem Besuch des Johannes Kepler Gymnasiums in Prag studierte sie an der Technischen Universität Prag Geodäsie und Kartographie, das Studium

schloss sie im Juni 2008 ab. Zusätzlich studierte sie auch schon ab März 2007 an der TU Wien, unterstützt durch das MONDI Austrian Student Scholarship, und auch dieses Studium schloss sie im Juni 2008 ab. Gleich danach begann sie an der TU Wien das Doktoratsstudium der technischen Wissenschaften, das sie schließlich im Jänner 2013 mit der Promotion beendete. Betreuer der Arbeit war Prof. Harald Schuh, und die Arbeit behandelt eben die Bestimmung der Love and Shida Zahlen sowie Parameter der Free Core Nutation. In diese Zeit fällt übrigens auch die Hochzeit mit Karel im Jahr 2012. Seit damals ist sie bei uns an der Forschungsgruppe Höhere Geodäsie auf einer Post-Doc Stelle angestellt.

Hana Krásná spielt bei uns an der Forschungsgruppe Höhere Geodäsie eine sehr wichtige Rolle. Sie leitet die Entwicklungen in der Vienna VLBI Software und befindet sich damit in der ausgezeichneten Position, dass sie aktuelle Fragestellungen sofort durch geeignete Maßnahmen behandeln kann. Außerdem spielt sie eine wichtige Rolle in der Lehre, so zum Beispiel bei der Betreuung von Bachelor- und Diplomarbeiten. Zusätzlich war sie nun einige Jahre aktiv im Arbeitskreis für Gleichbehandlungsfragen der TU Wien tätig. Auch international ist Hana Krásná sehr anerkannt. Das zeigt sich auch daran, dass sie erfolgreich ein Hertha Firnberg Stipendium des Österreichischen Wissenschaftsfonds (FWF) eingeworben hat, mit dem sie in den nächsten Jahren geodätische und astronomische Untersuchungen mit der VLBI durchführen wird.

Ich persönlich schätze sehr an Hana Krásná, dass man sich voll auf sie verlassen kann, und dass sie in gewissen Situationen auch die nötige Unaufgeregtheit an den Tag legt. Als Nächstes steht aber nun eine Babypause an, und ich wünsche ihr dafür alles Gute – vorher freue ich mich aber noch auf den Vortrag. Ich gratuliere recht herzlich zum Karl Rinner Preis 2013.

*Prof. Dr. Johannes Böhm*



## Bestimmung von Love-Zahlen und FCN-Periode aus VLBI-Daten

Hana Krásná, Wien

### Kurzfassung

Die Gravitationswirkung der Sonne und des Mondes auf die Erde verursacht eine Deformation der Erdoberfläche, die täglich bis zu mehreren Dezimetern in der vertikalen Richtung betragen kann. Die Verschiebung der Erdoberfläche ist eine Funktion der sog. Love-Zahlen (vertikale Richtung) und der Shida-Zahlen (horizontale Ebene). Bei den heutigen hohen Genauigkeitsanforderungen der Geodäsie müssen die Love- und Shida-Zahlen in komplexer Form angegeben werden, wobei der imaginäre Teil die Anelastizität des Erdmantels ausdrückt. Außerdem muss man die einzelnen Tiden innerhalb der verschiedenen Frequenzbänder unterscheiden. Andererseits ermöglichen die hochgenauen Weltraumverfahren der Geodäsie, wie z.B. die Very Long Baseline Interferometry (VLBI), Informationen über die geophysikalischen Parameter aus den Beobachtungen abzuleiten und damit die theoretischen Modelle zu validieren.

In der vorliegenden Arbeit werden die Love-Zahlen der zwölf täglichen Tiden aus einer Gesamtlösung aller geeigneten VLBI-Daten aus 27 Jahren (1984.0 – 2011.0) geschätzt. Außerdem wird eine direkte Schätzung der Free Core Nutation (FCN)-Periode aus den VLBI-Daten präsentiert. Die FCN verursacht auf einer Seite durch ihre Resonanz mit der Gezeitenkraft eine starke Frequenzabhängigkeit der Love- und Shida-Zahlen im täglichen Bereich, auf der anderen Seite ist ihre Wirkung in der quasiperiodischen Bewegung des Celestial Intermediate Pole im himmelsfesten Referenzrahmen sichtbar. Unter Berücksichtigung beider Phänomene in einem globalen Ausgleich der VLBI-Daten wurde ein Wert von  $-431.18 \pm 0.10$  Sterntage für die FCN-Periode bestimmt.

**Schlüsselwörter:** Love- und Shida-Zahlen, Gezeiten der festen Erde, Free Core Nutation, Radiointerferometrie auf langen Basislinien

### Abstract

The gravitational attraction of the Moon and the Sun causes deformation of the Earth's surface which can reach several decimetres in vertical direction during a day. The displacement is a function of the so-called Love numbers (vertical direction) and Shida numbers (horizontal plane). Due to the present accuracy of the VLBI measurements the parameters have to be specified as complex numbers, where the imaginary parts describe the anelasticity of the Earth's mantle. Moreover, it is necessary to distinguish between the single tides within the various frequency bands. On the other hand, the increasing accuracy of the space geodetic techniques, such as Very Long Baseline Interferometry (VLBI), allows access to these parameters in the theoretical models and provides possibilities to validate them directly from the measured data. In this work Love numbers of twelve diurnal tides included in the solid Earth tidal displacement modelling are estimated directly from 27 years of VLBI measurements (1984.0 – 2011.0). Furthermore, the period of the Free Core Nutation (FCN) is computed which shows up in the frequency-dependent solid Earth tidal displacement as well as in a nutation model describing the motion of the Earth's axis in space. The FCN period in both models is treated as a single parameter and its estimated value is  $-431.18 \pm 0.10$  sidereal days.

**Keywords:** Love and Shida numbers, solid Earth tides, Free Core Nutation, Very Long Baseline Interferometry

## 1. Einleitung

Radiointerferometrie auf langen Basislinien (Very Long Baseline Interferometry, VLBI) ist ein geodätisches Weltraumverfahren, das eine direkte Verknüpfung des terrestrischen und des himmelsfesten Referenzrahmens durch die Erdorientierungsparameter ermöglicht. Das Grundprinzip der VLBI liegt in einer simultanen Beobachtung einer kosmischen Radioquelle mit mindestens zwei erdbasierten Antennen (Abb. 1).

Die primäre Beobachtungsgröße der VLBI ist die sog. Laufzeitverzögerung  $\tau$ , welche die Differenz

der Ankunft der Wellenfront an den beiden Antennen darstellt. Die Grundgleichung der VLBI (Gl. 1) verknüpft die Basislinie  $b$  zwischen den beiden Antennen mit dem Einheitsvektor der Richtung zur Radioquelle  $k$  durch die Erdorientierungsparameter. Die Matrix  $W$  stellt die Rotationsmatrix für die Polbewegung dar,  $R$  ist die Matrix der Erddrehung und  $Q$  beschreibt die Präzession und Nutation.

$$\tau = -\frac{1}{c} b \cdot WRQ \cdot k \quad (1)$$

Gezeiten und verschiedene Auflasten verursachen eine Deformation der Erdoberfläche und

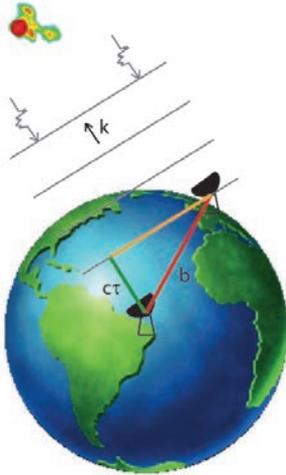


Abb. 1: Grundprinzip der VLBI: Simultane Beobachtung einer kosmischen Radioquelle mit mindestens zwei erdbasierten Antennen

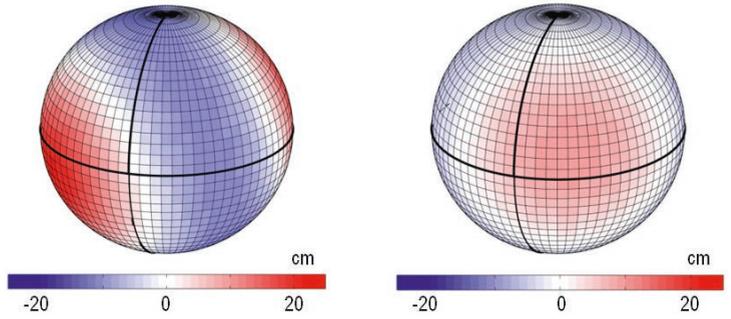


Abb. 2: Deformation der Erdoberfläche, die durch das Gezeitenpotential zweiten Grades vom Mond (links) und der Sonne (rechts) verursacht wird

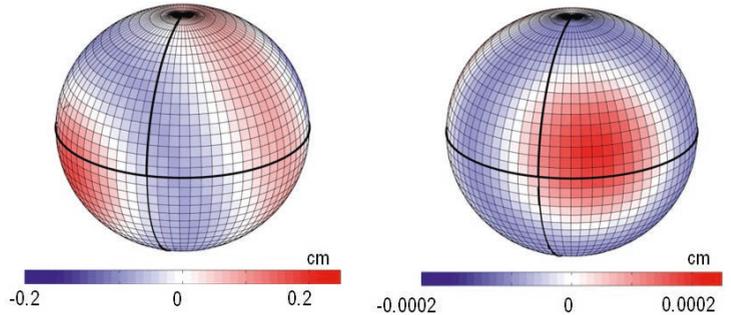


Abb. 3: Deformation der Erdoberfläche, die durch das Gezeitenpotential dritten Grades vom Mond (links) und der Sonne (rechts) verursacht wird

damit auch einer Veränderung der Basislinie. Darum sind theoretische Modelle, die solche Stationsverschiebungen beschreiben, von großer Bedeutung. Die größte vertikale Krustendeformation wird durch die Gezeiten der festen Erde verursacht. Die Hebung und Senkung der Erdoberfläche erreicht bis zu vierzig Zentimeter in den mittleren Breiten jeden Tag. Auf der anderen Seite ermöglichen die präzisen VLBI-Beobachtungen die Bestimmung der Parameter der theoretischen Modelle bzw. ihre Validierung. In dieser Arbeit wurden die sog. Love- und Shida-Zahlen aus den VLBI-Beobachtungen berechnet, die eine Verknüpfung zwischen dem Gezeitenpotential und der resultierenden Deformation der Erdoberfläche darstellen. Außerdem wurde die Periode der Nutation des freien Kerns (Free Core Nutation, FCN) berechnet, die sich auf die Love- und Shida Zahlen im täglichen Bereich als eine starke Resonanzkraft auswirkt.

**2. Gezeitendeformation**

Die Gezeitendeformation der festen Erde entsteht aus den Variationen im Gravitationsfeld, die durch Himmelskörper (vor allem durch den Mond und die Sonne) verursacht werden. Der Zusammenhang zwischen dem Gezeitenpoten-

zial und der Verformung der Erde wird durch die Love- und Shida-Zahlen beschrieben.

In der klassischen Theorie des Erdmodells (z.B. Melchior, 1978 [1]), in der die Erde als sphärisch, nicht-rotierend, elastisch und isotrop (SNREI) betrachtet wird, sind die Love- und Shida-Zahlen ( $h, l$ ) nur vom Grad  $n$  des Gezeitenpotentials  $V_n^t$  abhängig. Der Verschiebungsvektor  $\Delta d$ , der durch das Gezeitenpotential verursacht wird, lautet in lokalen Koordinaten (Vertikal  $r$ , Ost  $e$ , Nord  $n$ ):

$$\Delta d = \frac{1}{g} \sum_{n=2}^{\infty} h_n \cdot V_n^t \cdot \hat{r} + \frac{1}{g \cos \varphi} \sum_{n=2}^{\infty} l_n \frac{\partial V_n^t}{\partial \lambda} \cdot \hat{e} + \frac{1}{g} \sum_{n=2}^{\infty} l_n \frac{\partial V_n^t}{\partial \varphi} \cdot \hat{n}, \tag{2}$$

wobei  $\varphi$  und  $\lambda$  die geozentrische Breite und Länge der Station und  $g$  die Gravitationsbeschleunigung sind. Um die Submillimetergenauigkeit zu gewährleisten reicht es, bis zum Grad 3 des Potentials, das durch den Mond und Sonne entsteht, zu summieren (Petit und Luzum, 2010 [2]). Abbildungen 2 und 3 zeigen vertikale Verschiebungen, die durch das Gezeiten-

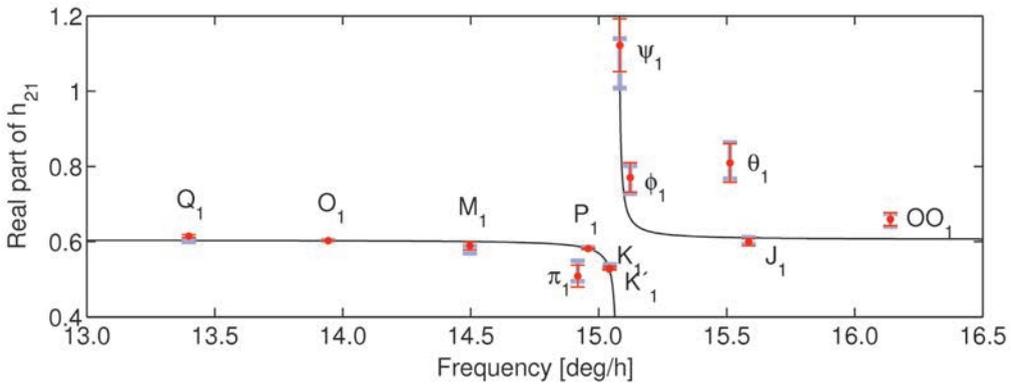


Abb. 4: Der Realteil der komplexen Love-Zahlen für die zwölf täglichen Gezeitenwellen. In rot die Lösung mit dem FES2004 Ozeanauflastmodell, in blau mit dem AG06a Modell. Die schwarze Linie zeigt die theoretischen Werte von Mathews u.a. (1997, [4]).

potential vom Mond (links) und von der Sonne (rechts) am 14. April 2012 um 12 UT erzeugt werden. Die Abbildung 2 zeigt die Auswirkung des Potentials zweiten Grades, die Abbildung 3 Verschiebungen anhand des Potentials vom Grad drei.

Die moderne Gezeitentheorie der festen Erde basiert auf dem Modell von Wahr (1981 [3]), der die Erde als rotierend und elliptisch mit einem elastischen Mantel und flüssigem Kern betrachtet. Die Rotationsachsen von Mantel und Kern sind nicht identisch, was zu einer Resonanz zwischen der Nutation des freien Kerns mit der Gezeitenkraft im täglichen Frequenzband führt. Daraus folgt eine starke Frequenzabhängigkeit der Love- und Shida-Zahlen im täglichen Bereich in der Nähe von der FCN-Frequenz.

Die Vorgangsweise zur Berechnung der Verschiebungen der Erdoberfläche, die in den aktuellen IERS Standards 2010 (Petit und Luzum, 2010 [2]) empfohlen wird, beruht auf dem Modell von Mathews u.a. (1997 [4]), welches die Verschiebung in zwei Schritten berechnet. Im ersten Schritt wird die Verschiebung mit den frequenzunabhängigen Nominalwerten von Love- und Shida-Zahlen für Grad zwei und drei des Gezeitenpotentials berechnet. In dem zweiten Schritt kommen die frequenzabhängigen Korrekturen mit den Variationen anhand der Mantelanelastizität dazu (Mathews u.a., 1997 [4]). Den Realteil der Korrektur zur Verschiebung in vertikaler Richtung aufgrund der Frequenzabhängigkeit im täglichen Bereich stellt die Gleichung 3 dar:

$$\delta u_{R(f)}^{(21)} = -\frac{3}{2} \sqrt{\frac{5}{24\pi}} H_f \delta h_{21(f)} \sin(2\varphi) \sin(\theta_f + \lambda) \quad (3)$$

$H_f$  ist die Amplitude des Gezeitenterms mit der Frequenz  $f$  nach der Konvention von Cart-

wright und Tayler (1971, [5]),  $\theta_f$  ist das Gezeitenargument mit der Frequenz  $f$  und  $\delta h_{21(f)}$  ist die Love-Zahl-Korrektur zum nominalen Wert vom Grad zwei.

In dieser Arbeit werden die geschätzten Love-Zahlen für zwölf tägliche Tiden aus einer Gesamtlösung aller geeigneten VLBI-Daten aus 27 Jahren gezeigt (Krásná u.a. 2013a [6]). Es wurden 4.6 Mio. VLBI-Beobachtungen aus den Jahren 1984.0–2011.0 mit der VLBI-Software VieVS (Böhm u.a., 2012 [7]) ausgewertet. Für die Love-Zahlen-Schätzung wird die übliche Parametrisierung der VLBI-Beobachtung verwendet. Diese enthält die Schätzung von den zeitabhängigen Parametern wie der Uhren, der troposphärischen Parameter (feuchte Laufzeitverzögerung in Zenitrichtung mit den troposphärischen Gradienten) und der Erdorientierungsparameter. Die zeitunabhängigen Parameter werden durch eine Stapelung der Normalgleichungen der einzelnen Sessions gewonnen. Es handelt sich um die Antennenkoordinaten und Geschwindigkeiten, die einen neuen terrestrischen Referenzrahmen bilden, die Radioquellenkoordinaten, die den himmelfesten Referenzrahmen realisieren und die Gezeitenparameter.

Abbildung 4 zeigt die Realteile der komplexen Love-Zahlen für zwölf tägliche Gezeitenwellen. Es handelt sich um die drei stärksten Gezeitenwellen ( $K_1$ ,  $O_1$ ,  $P_1$ ), um vier Wellen ( $Q_1$ ,  $M_1$ ,  $\pi_1$ ,  $K'_1$ ) mit einer niedrigeren Frequenz als die Resonanzfrequenz der FCN und um fünf Wellen ( $\psi_1$ ,  $\Phi_1$ ,  $\theta_1$ ,  $J_1$ ,  $OO_1$ ) mit einer höheren Frequenz. Die schwarze Linie stellt die theoretischen Werte von Mathews u.a. (1997, [4]) dar. Es wurden zwei Lösungen für die Love-Zahlen berechnet, die sich durch das a priori Modell für die Ozeanauflast unterscheiden. Die Ozeanauflast wurde

nur für vier Gezeitenwellen modelliert ( $K_1$ ,  $O_1$ ,  $P_1$ ,  $Q_1$ ), es wurde darum erwartet, dass sich jegliche Unterschiede in den Ozeanmodellen primär auf die Love-Zahlen für diese vier Gezeitenwellen auswirken. In der ersten (roten) Lösung wurde das FES2004 (Lettelier, 2004 [8]) Ozeanauflastmodell verwendet, in der zweiten Lösung das AG06a (Andersen, 2006 [9]) Modell.

Um eine bessere Vorstellung zu bekommen, wie stark sich die Abweichungen in den Love-Zahlen in der vertikalen Verschiebungen der Erdoberfläche widerspiegeln, wurden Differenzen in der Deformation mit Hilfe der Gleichung 4 gerechnet und in der Tabelle 1 zusammengefasst.

$$\delta R_f = -\frac{3}{2} \sqrt{\frac{5}{24\pi}} H_f \delta h_{21(f)} \quad (4)$$

Die dritte Spalte der Tabelle zeigt die Differenzen in der Verschiebung zwischen den theoretischen Werten für die Love-Zahlen und den Werten aus der ersten Lösung mit dem FES2004-Modell. Man sieht, dass die Verschiebungsdifferenz im Submillimeterbereich für alle zwölf täglichen Gezeitenwellen liegt. Den größten Unterschied ( $-0.30 \pm 0.08$  mm) bekommt man für die Tide  $\theta_1$ , was wahrscheinlich an der niedrigen Amplitude der Gezeitenwelle (3.94 mm) liegt, die eine genauere Bestimmung der Love-Zahl verhindert. Der Gesamtunterschied in der vertikalen Verschiebung zu den theoretischen Werten, der

als eine Summe der absoluten Beiträge aller zwölf täglichen Tiden gerechnet wird, erreicht  $1.73 \pm 0.29$  mm, was bei den heutigen Genauigkeitsanforderungen der Weltraumverfahren von Bedeutung ist. Der Vergleich der Love-Zahlen und der daraus resultierenden Verschiebungsdifferenzen zwischen der FES2004-Lösung und der AG06a-Lösung in der vierten Spalte der Tabelle 1 zeigt die größten Unterschiede für die Tiden  $K_1$  und  $Q_1$  ( $-0.26 \pm 0.14$  mm und  $-0.21 \pm 0.11$  mm). Die Unterschiede in den restlichen zwei Tiden  $O_1$  und  $P_1$ , die im Ozeanmodell modelliert sind, liegen innerhalb der formalen Fehler, genauso wie die Differenzen der acht Gezeitenwellen, die das Ozeanmodell nicht berücksichtigt.

### 3. Free Core Nutation

Die Free Core Nutation (FCN) ist ein freier Rotationsmodus der Erde, der durch die Abweichung der Rotationsachsen des Erdmantels und des flüssigen Erdkerns verursacht wird. Im himmelfesten Koordinatensystem ergibt sich durch die FCN eine rückläufige Bewegung der Erdrotationsachse mit einer Periode von ungefähr 430 Tagen, im erdfesten Koordinatensystem ist sie als eine tägliche Bewegung sichtbar. Die starke Frequenzabhängigkeit der Love- und Shida-Zahlen im täglichen Band ist durch die Resonanz der FCN mit der Gezeitenkraft verursacht.

Tide	$H_f$ [mm]	$\delta R_f$ [mm] FES2004	$\Delta \delta R_f$ [mm] AG06a – FES2004
$Q_1$	-50.21	$0.22 \pm 0.08$	$-0.21 \pm 0.11$
$O_1$	-262.25	$0.00 \pm 0.09$	$0.12 \pm 0.12$
$M_1$	20.62	$0.09 \pm 0.08$	$0.08 \pm 0.11$
$\pi_1$	-7.16	$-0.22 \pm 0.08$	$0.04 \pm 0.11$
$P_1$	-122.35	$-0.03 \pm 0.08$	$0.11 \pm 0.11$
$K_1$	369.14	$-0.08 \pm 0.10$	$-0.26 \pm 0.14$
$K'_1$	49.97	$-0.16 \pm 0.08$	$-0.11 \pm 0.11$
$\psi_1$	2.94	$-0.09 \pm 0.08$	$0.05 \pm 0.11$
$\Phi_1$	5.26	$-0.22 \pm 0.08$	$0.01 \pm 0.11$
$\theta_1$	3.94	$-0.30 \pm 0.08$	$-0.01 \pm 0.11$
$J_1$	20.62	$0.09 \pm 0.08$	$-0.03 \pm 0.11$
$OO_1$	11.29	$-0.23 \pm 0.08$	$0.01 \pm 0.11$

Tab. 1: Zwölf tägliche Tiden mit ihrer Amplitude nach der Konvention von Cartwright und Tayler (1971, [5]) (zweite Spalte). In der dritten Spalte stehen die Verschiebungsdifferenzen anhand der Differenz in den theoretischen und geschätzten Love-Zahlen in der FES2004-Lösung, die vierte Spalte zeigt die Deformationsdifferenzen resultierend aus den Differenzen in den bestimmten Love-Zahlen in der FES2004- und AG06a-Lösung.

In dieser Arbeit wird die Schätzung der FCN-Periode aus den VLBI-Daten präsentiert. Als erstes wurde die FCN-Periode aus ihrer Auswirkung auf die täglichen Love- und Shida-Zahlen bestimmt. Die allgemeine Gleichung 5 zeigt die Ableitung der VLBI-Laufzeitverzögerung nach der FCN-Frequenz ( $\sigma_{FCN}$ ), die durch die Love- und Shida-Zahlen eine Basisliniendifferenz zwischen zwei VLBI-Stationen verursacht ( $x_1$  und  $x_2$  sind die Positionsvektoren der Stationen).

$$\begin{aligned} \frac{\partial \tau}{\partial \sigma_{FCN}} &= k \cdot QRW \cdot \frac{\partial b}{\partial \sigma_{FCN}} = \\ &= k \cdot QRW \cdot \left( \frac{\partial x_2}{\partial \sigma_{FCN}} - \frac{\partial x_1}{\partial \sigma_{FCN}} \right) \end{aligned} \quad (5)$$

Weil der Zusammenhang zwischen den Stationsverschiebungen und der FCN-Frequenz nicht linear ist, musste die Bestimmung der FCN-Periode in einigen Iterationen durchgeführt werden. Die Abbildung 5 zeigt, dass bereits nach zwei Iterationsschritten die Periode stabil bei dem Wert  $-431.23 \pm 2.44$  Sterntage geblieben ist. Die allgemeinen Einstellungen der globalen VLBI-Auswertung waren identisch wie bei der Schätzung der Love- und Shida-Zahlen (Paragraph 2).

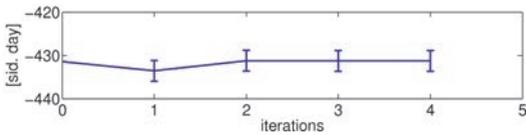


Abb. 5: Die FCN-Periode, die aus der Resonanz mit der Gezeitenkraft bestimmt wurde, konvergierte nach vier Iterationen zu  $-431.23 \pm 2.44$  Sterntagen

Die zweite Möglichkeit, wie man die FCN-Periode direkt aus den VLBI-Messungen bestimmen kann, basiert auf der Bewegung des Celestial Intermediate Pole (CIP) im himmelsfesten Referenzrahmen. Abbildung 6 zeigt die X- und Y-Koordinate der Celestial Pole Offsets (CPO) im Bezug auf das IAU 2006/2000A Präzession/Nutationsmodell (Mathews u.a., 2002 [10]; Capitaine u.a., 2003 [11]) wie sie in Krásná u.a. (2013b, [12]) bestimmt wurden. Die FCN ist in den Zeitserien als eine quasi-periodische Bewegung sichtbar, weil sie aufgrund ihrer schlechten Vorhersagbarkeit im Präzession/Nutationsmodell nicht integriert werden kann.

Um die FCN-Periode direkt während der VLBI-Auswertung schätzen zu können, wurde das empirische Modell von Lambert u.a. (2007, [13]) (Gl. 6) zur IAU Präzession/Nutationsmatrix da-

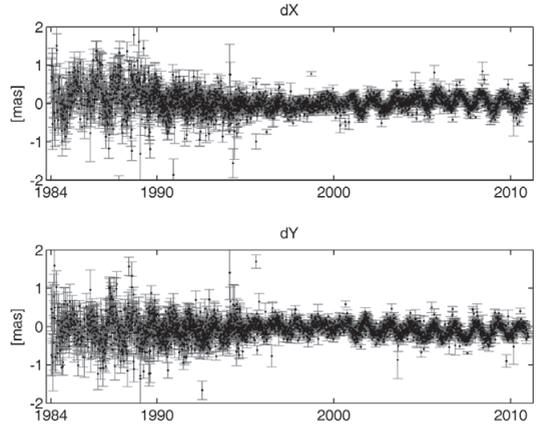


Abb. 6: X- und Y-Koordinate der Celestial Pole Offsets im Bezug auf das IAU 2006/2000A Präzession/Nutationsmodell

zugegeben (Gl. 6+7). Das Modell von Lambert u.a. (2007, [13]) besteht aus einer konstanten FCN-Frequenz  $\sigma_{FCN}$  von  $-431.39$  Sterntagen, die in den IERS Standards 2010 empfohlen ist und der zeitvariablen komplexen Amplitude. Die FCN-Offsets wurden mit den Amplituden  $A_S$  und  $A_C$  der Sinus- und Cosinus-Terme ausgedrückt (Gl. 7).

$$Q = dQ \cdot Q_{IAU} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & X_{FCN} \\ 0 & 1 & Y_{FCN} \\ -X_{FCN} & -Y_{FCN} & 1 \end{bmatrix} \cdot Q_{IAU} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \text{mit } X_{FCN} &= A_C \cos(\sigma_{FCN} \cdot t) - A_S \sin(\sigma_{FCN} \cdot t) \\ Y_{FCN} &= A_S \cos(\sigma_{FCN} \cdot t) + A_C \sin(\sigma_{FCN} \cdot t) \end{aligned} \quad (7)$$

Dies ermöglicht die VLBI-Laufzeitverzögerung nach der FCN-Frequenz abzuleiten, die in der Bewegung der Rotationsachse präsent ist (Gl. 8):

$$\frac{\partial \tau}{\partial \sigma_{FCN}} = k \cdot \frac{\partial dQ}{\partial \sigma_{FCN}} Q_{IAU} RW \cdot b \quad (8)$$

Die globale Auswertung der VLBI-Daten wurde wieder in einigen Iterationsschritten durchgeführt und die allgemeinen Einstellungen aus Paragraph 2 übernommen. Zusammen mit der FCN-Frequenz wurde auch eine konstante FCN-Amplitude mitgeschätzt. Nach vier Iterationen bleibt der Wert für die FCN-Periode bei  $-431.17 \pm 0.09$  Sterntagen stabil (siehe Abb. 7). Für die FCN-Amplitude wurde der Wert von  $73 \pm 1 \mu\text{s}$  bestimmt.

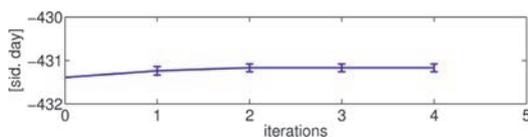


Abb. 7: FCN-Periode bestimmt aus der CIP-Bewegung. Nach vier Iterationen konvergiert der Wert zu  $-431.17 \pm 0.09$  Sterntagen.

Die umfangreichste Bestimmung der FCN-Periode stellt eine gleichzeitige Ableitung der Basislinie und der Nutationsmatrix dar (Gl. 9), wobei die FCN-Periode als ein gemeinsamer Parameter auftritt, der eine Stationsverschiebung und eine Bewegung der Rotationsachse verursacht.

$$\frac{\partial \tau}{\partial \sigma_{FCN}} = k \cdot \frac{\partial dQ}{\partial \sigma_{FCN}} Q_{IAU} RW \cdot b + k \cdot dQ \cdot Q_{IAU} RW \cdot \frac{\partial b}{\partial \sigma_{FCN}} \quad (9)$$

Der geschätzte Wert aus dieser Lösung für die FCN-Periode liegt bei  $-431.18 \pm 0.10$  Sterntagen, was in der Nähe der „Nutationslösung“ ist. Der Grund dafür ist der kleine formale Fehler, der bei dem Schätzwert aus der Nutationsbewegung im Vergleich zum Schätzwert aus den Gezeiten der festen Erde resultiert.

#### 4. Diskussion

Es wurden zwölf Love-Zahlen aus dem täglichen Frequenzband vorgestellt, die aus einem globalen Ausgleich von VLBI-Beobachtungen bestimmt wurden. Die Deformationsdifferenzen anhand des Unterschieds zwischen den geschätzten und theoretischen Werten, die von den einzelnen Tiden verursacht werden, überschreiten nicht 0.3 mm in der vertikalen Richtung. Wenn man aber die gesamte Differenz, die als eine Summe der einzelnen Differenzen erzeugt wurde, betrachtet, erreicht der Unterschied in der vertikalen Erdoberflächendeformation  $1.73 \pm 0.29$  mm.

Weiters wurde der Schätzwert für die FCN-Periode präsentiert, der aus einer direkten Schätzung während der VLBI-Datenauswertung gewonnen wurde. Der Wert von  $-431.18 \pm 0.10$  Sterntagen wurde aus einem globalen Ausgleich bestimmt, wo gleichzeitig der Einfluss der FCN auf die Gezeitenkraft und auf die Nutationsbewegung berücksichtigt wurde.

#### Referenzen

- [1] Melchior P. (1978): The Tides of the Planet Earth. Pergamon Press.
- [2] Petit G., Luzum B. (2010): IERS Conventions 2010. IERS Technical Note No. 36. Verlag des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt am Main.
- [3] Wahr J.M. (1981): Body tides on an elliptical, rotating, elastic, and oceanless Earth. Geophys J Roy Astr S 64/3, 677–703.
- [4] Mathews P.M., Dehant V., Gipson J.M. (1997): Tidal station displacement. J Geophys Res 102/B9, 20469–20477.
- [5] Cartwright D.E., Taylor R.J. (1971): New computations of the tide-generating potential. Geophys J Roy Astr S 23/1, 45–74.
- [6] Krásná H., Böhm J., Schuh H. (2013): Tidal Love and Shida numbers estimated by geodetic VLBI. Journal of Geodynamics 70. pp. 21–27. doi: 10.1016/j.jog.2013.05.001.
- [7] Böhm J., Böhm S., Nilsson T., Pany A., Plank L., Spicakova H., Teke K., Schuh H. (2012): The new Vienna VLBI Software VieVS. In: Kenyon, S., Pacino, M., Marti, U. (Eds.), IAG Symposium 2009, pp. 1007–1012.
- [8] Letellier T. (2004): Etude des ondes de marée sur les plateaux continentaux. Université de Toulouse III, Ph.D. thesis.
- [9] Andersen O.B. (2006): The ANDERSEN-2006 global empirical ocean tide model, <http://ebookbrowse.com/andersen-ag06-tide-pdf-d351826746>, last accessed: 30.04.13.
- [10] Mathews P.M., Herring T.A., Buffett B.A. (2002): Modeling of nutation-precession: New nutation series for nonrigid Earth, and insights into the Earth's interior. J Geophys Res 107/B4.
- [11] Capitaine N., Wallace P.T., Chapront J. (2003): Expressions for IAU 2000 Precession Quantities. Astronomy & Astrophysics 412. pp. 567–586.
- [12] Krásná H., Böhm J., Schuh H. (2013): Free core nutation observed by VLBI. Astronomy & Astrophysics 555, A29. pp. 1–5. doi: 10.1051/0004-6361/201321585.
- [13] Lambert S.B., Dehant V. (2007): The Earth's core parameters as seen by the VLBI. Astronomy & Astrophysics 469. pp. 777–781. doi: 10.1051/0004-6361:20077392.

#### Danksagung

Die vorgestellten Ergebnisse sind innerhalb meiner Doktorarbeit entstanden. Ich bedanke mich sehr herzlich bei allen, die mir während meines Doktoratsstudiums geholfen haben. Für die finanzielle Unterstützung bedanke ich mich bei der Mond Austria Privatstiftung und dem Wissenschaftsfonds FWF (Projekt P23143-N21, Integrated VLBI).

#### Anschrift der Autorin

Dipl.-Ing. Dr.techn. Hana Krásná, Technische Universität Wien, Department für Geodäsie und Geoinformation E120-4, Gußhausstraße 27-29, A-1040 Wien.  
E-Mail: hana.krasna@tuwien.ac.at

## Das Archiv der ÖZ/VGI geht online<sup>1)</sup>



Andreas Roncat,  
Helene Kastner,  
Doris Schlögelhofer,  
Markus Konopiski,  
Julius Ernst,  
Andreas Pammer,  
Gert Steinkellner  
und Norbert Pfeifer, Wien

### Kurzfassung

Die Zeitschrift VGI und ihre Vorgängerpublikation ÖZ blicken auf eine Geschichte von über 110 Jahren mit nunmehr 102 Jahrgängen zurück. Im Jahr 2013 wurde der Entschluss gefasst, den Gesamtbestand aller erschienenen Ausgaben zu digitalisieren, um dieses digitale Archiv online zur Verfügung stellen zu können. Die erforderlichen Arbeiten dafür wurden im Jahr 2014 in einer Gemeinschaftsaktion der OVG und dem Department für Geodäsie und Geoinformation der TU Wien durchgeführt. Dieser Artikel gibt einen kurzen Überblick über die Genese des digitalen Archivs und einige während der Arbeiten entdeckte Zahlen, Fakten und Kuriositäten.

**Schlüsselwörter:** VGI, Digitalisierung, digitales Archiv

### Abstract

This journal and its predecessor ÖZ have a history of more than 110 years with currently 102 volumes published in this time. In 2013, the decision was made to digitize the whole archive of the printed issues in order to make it accessible for an on-line presentation. The digitization took place in 2014 as a joint activity of OVG/ASC and the Department of Geodesy and Geoinformation at Vienna University of Technology. This article gives a short insight into the genesis of the digital archive and to figures, facts, and oddities encountered during this task.

**Keywords:** VGI, digitization, digital archive

### 1. Die Motivation für ein Online-Archiv dieser Zeitschrift

Für die Schaffung eines Online-Archivs einer Fachzeitschrift gibt es diverse Vorreiter. Die – unter Berücksichtigung ihrer Vorgänger – ebenfalls seit 1903 existierende *Geomatik Schweiz/Géomatique Suisse/Geomatica Svizzera*, herausgegeben von geosuisse: Schweizerischer Verband für Geomatik und Landmanagement, verfügt über eine komplette Ausgabe im Netz. Die aktuellen Artikel werden zwölf Monate nach ihrem Erscheinen im Druck zum Download freigegeben [1]. Im Bereich der Vermessung und Geoinformation ist weiters die US-amerikanische Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung ASPRS zu nennen, deren Zeitschrift *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* (PE&RS) seit 1934 erscheint und deren sämtliche Ausgaben online zur Verfügung stehen; nach einer Frist von 24

Monaten seit dem Erscheinen sind diese auch für Nicht-Mitglieder zugänglich [2].

Auch die beiden „Giganten“ unter den wissenschaftlichen Publikationen, *Nature* und *Science*, bieten ihr gesamtes Archiv ab dem jeweils ersten Erscheinen im Jahr 1869 [3] bzw. 1880 [4] im Internet an.

Somit war der Boden für ein solches Archiv bereitet, für die tatsächliche Ausführung sorgten jedoch zwei Anlässe im Sommer 2013, die zeitlich praktisch zusammenfielen: Einerseits gab em. Univ.-Prof. Peter Waldhäusl seine privaten gebundenen Jahrgangsbände aus den Jahren 1956–1988 an der TU Wien „zur freien Entnahme“, andererseits war die Vereinsleitung der OVG gezwungen, ihre im BEV angesiedelte Ver-

<sup>1)</sup> Überarbeitete und ergänzte Version eines am 3. Dezember 2014 im Rahmen der OVG-Vortragsreihe in Wien gehaltenen Vortrags.

einsbibliothek wegen Umsiedlung zu sichten und den Bestand zu reduzieren.<sup>2)</sup> Pro verfügbarem Einzelheft der VGI und ihrer Vorgängerin, der *Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen* (erschieden 1903–1993, kurz ÖZ), wurden demnach nur mehr zwei Exemplare zum Zwecke einer Digitalisierung aufbewahrt.

Der Arbeitsablauf für die Digitalisierung wurde im Herbst 2013 anhand einiger Testhefte aus unterschiedlichen Jahrzehnten entwickelt und auf seine Tauglichkeit in Hinsicht auf eine lückenlose Erfassung untersucht. Das Ziel war es, sämtliche Ausgaben der ÖZ/VGI aus den Jahren 1903 bis 2003 zu digitalisieren und das Digitalisat als durchsuchbare PDF-Dateien zu verspeichern, eine pro Heft. Seit 2004 wird die VGI von der Buchdruckerei Ernst Becvar Ges.m.b.H. gedruckt und gesetzt, die seit damals erschienenen Ausgaben sind allesamt digital verfügbar. Die schlussendliche Vorgangsweise wird im nächsten Abschnitt beschrieben.

## 2. Die Digitalisierung

In den ersten 101 Jahren bzw. 92 Jahrgängen des Bestehens dieser Zeitschrift erschienen 544 Ausgaben, von denen sich 454 als Einzelhefte im Bestand der Vereinsbibliothek befanden, dargestellt in Abbildung 1. Von diesen 454 Heften waren 343 nach 1920 erschienen und konnten mit dem nachfolgend geschilderten Arbeitsablauf digitalisiert werden, der allerdings mit einer sehr analogen Tätigkeit begann: dem Entfernen der Heftklammern. (Bei den Heften mit Klebebindung musste mit einer Schneidma-

2) Das enge zeitliche Aufeinandertreffen dieser beiden Ereignisse fand im diesbezüglichen E-Mail-Verkehr unter den Verfassern dieses Artikels Niederschlag im Ausdruck „man könnte schon fast Telepathie vermuten“.

schine gearbeitet werden, was freundlicherweise von der Firma Becvar übernommen wurde.) Die Arbeitsschritte im Einzelnen waren:

1. Doppelseitiges Scannen der Blätter
2. Zerteilen und Umsortieren der gescannten Doppelseiten in geordnete Einzelseiten
3. Qualitätskontrolle
4. Volltexterkennung (OCR)

Der erste Arbeitsschritt wurde mit einem Multifunktionsgerät mit automatischem Blatteinzug (Ricoh MP C3001) am Department für Geodäsie und Geoinformation ausgeführt. Der Versuch mit den Testheften ergab, dass Scans mit einer Auflösung von 300 dpi ausreichend waren, um eine zufriedenstellende Qualität der Volltexterkennung zu ermöglichen. Für die Hefte aus dem Zeitbereich von 1920 bis 1989 wurden diese Scans im Modus „Text/Line Art“ durchgeführt, da bis dahin die allermeisten Abbildungen als Strichgrafiken ausgeführt wurden. Für die Hefte ab 1990 wurde der Scanmodus auf „Graustufen“ in derselben Auflösung geändert, da seitdem verstärkt mit Rastergrafiken gearbeitet wurde.

Der zweite Arbeitsschritt wurde mit einem einfachen Script gelöst, unter Zuhilfenahme der frei verfügbaren Programme pdfToolkit [5] und GhostScript [6], die über die Kommandozeile angesprochen werden können. Sie machten es möglich, diesen Arbeitsschritt mit nicht mehr als neun Zeilen Quellcode zu erledigen.

Die Qualitätskontrolle bestand nun darin festzustellen, ob die ersten beiden Arbeitsschritte richtig funktioniert hatten, d.h., ob nun wirklich pro Heft jede Seite vollständig und am richtigen Platz vorhanden war. Der letzte Schritt der Volltexterkennung (Optical Character Recognition, OCR) wurde in der kommerziellen Software Ado-



Abb. 1: Die ersten 101 Jahre ÖZ/VGI vor der Digitalisierung (links) und danach (rechts)

be Acrobat XI Pro vorgenommen [7], die auch im Batchbetrieb mehrere Dateien abarbeiten kann.

Die restlichen 201 Ausgaben aus dem genannten Zeitraum waren entweder nicht mehr als Einzelhefte, sondern in gebundener Ausgabe vorhanden oder vor 1920 erschienen; für letztere war auf Grund des hohen Alters des Papiers ein doppelter Einzug in den Scanner nicht zweckmäßig. Bei diesen Ausgaben wurde nun auf die Waldhäusl'schen Jahrgangsbände und jene aus der Geodäsie-Bibliothek der TU Wien zurückgegriffen. Die Arbeitsschritte 1 und 2 liefen nun folgendermaßen ab: Diese Bände wurden nun mit den im Freihandbereich der Universitätsbibliothek der TU Wien aufgestellten Buchscannern digitalisiert. Diese Buchscanner (Zeuschel OS 12000 C Bookcopy) sind Aufsichtsscanner und arbeiten mit einer völlig anderen Aufnahmegeometrie als das oben erwähnte Ricoh-Gerät, der als Zeilenscanner funktioniert. In über 90% der Fälle verlief auch der Scan mit den Buchscannern zufriedenstellend; einige Seiten mussten jedoch erneut mit dem Ricoh-Gerät gescannt werden, in diesen Fällen jedoch einseitig und ohne automatischen Einzug. Die letzten beiden Arbeitsschritte gestalteten sich für die gebundenen Exemplare gleich wie für die Einzelhefte.

Die Digitalisierung aller Ausgaben fand von Februar bis Juni 2014 statt; nach erfolgter Qualitätskontrolle wurde das Endergebnis, also 544 durchsuchbare PDF-Dateien, bis September 2014 an die Vereinsleitung übergeben. Um einen kurzen Eindruck vom Umfang der Arbeiten und dem erfassten Inhalt zu vermitteln, sind im

nächsten Abschnitt einige Informationen dazu zusammengetragen, die als Ergänzung des 2012 erschienenen Artikels von Andreas Pammer u. a. [8] zu sehen sind.

### 3. Zahlen und Fakten

Wie bereits erwähnt, wurden 544 reguläre Ausgaben der ÖZ/VGI im Zeitraum 1903 bis 2003 herausgebracht; dazu kommen noch 32 Sonderhefte aus den Jahren 1948 bis 1985, die jedoch nicht Gegenstand dieses Digitalisierungsprojekts waren. Rechnet man die aktuelle Ausgabe (4/2014) mit ein, so halten ÖZ und VGI derzeit bei 585 regulären Ausgaben und 33 Sonderheften.

Die meisten Hefte pro Jahr erschienen in den Anfangsjahren: ursprünglich war ein zweiwöchiger Erscheinungsrhythmus geplant, dies konnte aber nur in den Jahren 1903 (das erste Heft erschien im Mai, daher gab es 15 Ausgaben bis Jahresende) und 1904 (24 Ausgaben) eingehalten werden. Bis in die Zeit des Ersten Weltkrieges wurde monatlich ein Heft herausgebracht, letztmalig geschah dies 1916. Nach dem Zusammenbruch der Habsburgermonarchie ging die Anzahl der erschienenen Hefte deutlich zurück, ab 1925 stabilisierte sich deren Zahl auf fünf bis sechs pro Jahr. Dieser Rhythmus wurde auch von 1951 bis 1971 beibehalten; seitdem erscheint diese Zeitschrift meist vierteljährlich, wie in Abbildung 2 ersichtlich ist.

Obwohl die ersten Jahrgänge im Vergleich zu heute die bei weitem meisten Hefte hervorbrachten, gilt dies nicht für die Anzahl der gedruckten

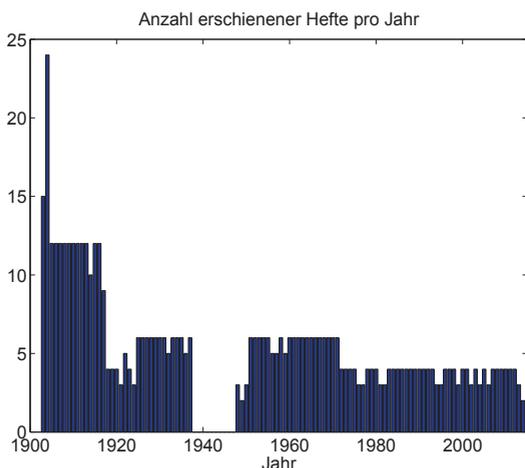


Abb. 2: Anzahl der erschienenen Hefte pro Jahr. Das Jahr 2014 ist nicht vollständig abgebildet, es umfasst vier Hefte.

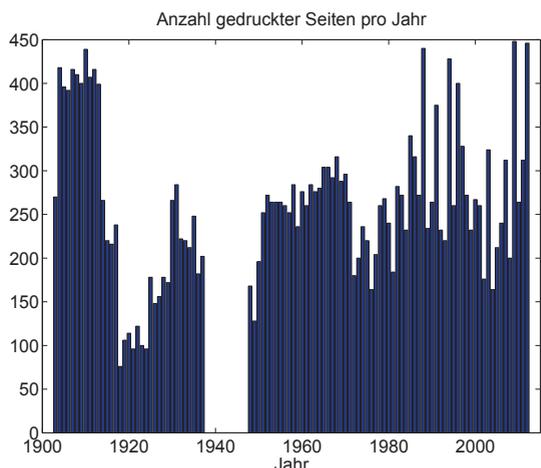


Abb. 3: Anzahl der gedruckten Seiten pro Jahr

<b>Weltkrieg 1914—1915.</b>			
<b>Funktionäre der Evidenzhaltung des Grundsteuerkatasters und der Hilfsämter der Generaldirektion des Grundsteuerkatasters.</b>			
(Stand am Anfang April 1915).			
Systemisierter Stand :		Geometer . . . . .	739
		Eleven . . . . .	289
		Kanzleioffizianten . . . . .	429
		Kanzleigehilfen . . . . .	170
			zusammen 1627
Hievon bis 15. April eingerückt:		Geometer . . . . .	358
		Eleven . . . . .	96
		Kanzleioffizianten . . . . .	165
		Kanzleigehilfen . . . . .	66
			zusammen 685

Abb. 4: Auflistung der im Ersten Weltkrieg eingerückten Geometer usw. Beilage zur Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen 1915.

Seiten: Hier finden wir die seitenstärksten Jahrgänge im Jahr 2009 mit 448 Seiten bzw. 2012 mit 446 Seiten insgesamt. Die seit 1982 im Drei-Jahres-Rhythmus auftauchenden Ausreißer nach oben – siehe Abbildung 3 – sind hauptsächlich den Tagungsbänden zu den Österreichischen Geodätentagen geschuldet. Insgesamt beläuft sich die gesamte gedruckte Ausgabe auf über 26 000 Seiten!

Auf diesen wurde bis 2003 eine Zahl von 2089 Beiträgen publiziert, wobei 925 verschiedene Autorinnen und Autoren sich in die Liste eintrugen. In der Zwischenzeit hält diese Zeitschrift bei ca. 2300 Beiträgen, welche von insgesamt über 1000 Autorinnen und Autoren verfasst wurden.

Bis in die 1970er-Jahre wurden viele Artikel als „Fortsetzungsromane“ gedruckt; die meisten Fortsetzungen erfuhr eine Abhandlung zum Thema „Untersuchungen über die Genauigkeit des Zielens mit Fernröhren [sic!]“ von Alfred Noetzli, die sich über 15 Hefte in zwei Jahren (1914 und 1915) sowie insgesamt 104 Seiten erstreckte [9]; es dürfte sich damit auch um den längsten in dieser Zeitschrift erschienenen Fachartikel handeln. Der letzte in Fortsetzungen publizierte Artikel erschien 1975 und behandelte eine „Untersuchung über die Einsatzmöglichkeit der Blockausgleichung in Österreich“, verfasst von Gottfried Otepka [10].

Der langjährige Schriftleiter Eduard Doležal (1862–1955) war auch der produktivste Autor in der ÖZ: 96 Beiträge gehen auf seine Urheber-schaft zurück. Auf Platz 2 folgt Christoph Twaroch mit 89 Artikeln, wobei auch seine Beiträge über „Recht und Gesetz“ mit eingerechnet wurden. Dahinter folgt der langjährige Co-Schrift-leiter Doležals, Siegmund Wellisch (1864–1938), mit 49 Beiträgen.

Die längste zeitliche Spanne zwischen dem ersten und jüngsten wissenschaftlichen Fach-artikel eines Autors hat Peter Waldhäusl aufzu-weisen, der bereits erwähnt wurde. Zwischen diesen beiden Artikeln, erschienen 1959 bzw. 2014, liegen 55 Jahre [11,12]. Ein halbes Jahr-hundert lang war auch Hans Löschner, seinerzeit o. ö. Professor an der technischen Hochschule in Brno/Brünn, aktiv; sein erster Artikel erschien im Gründungsjahr 1903, sein letzter im Jahr 1953 [13, 14].

#### 4. Die ÖZ und die Geschichte des 20. Jahr-hunderts

Diese gerade angesprochenen 50 Jahre der Autorenschaft Hans Löschners für die ÖZ barge aus geschichtlicher Hinsicht wesentliche Ereignisse des 20. Jahrhunderts; in Anlehnung an das doppelte Gedenkjahr 1914–2014 sowie 1939–2014 wird kurz auf diese beiden Daten und deren Folgen eingegangen.

#### 4.1 Gedenkjahr 1914–2014

Der Erste Weltkrieg fand in der ÖZ bald seinen Niederschlag durch die Auflistung der eingrückten Geometer, Eleven, Kanzleioffizianten und Kanzleihilfen, siehe Abbildung 4. Wie aus dieser Abbildung weiters zu erkennen ist, fällt bereits im Jahr 1915 der Begriff „Weltkrieg“. Schriftleiter Eduard Doležal schrieb „Zur Jahreswende 1915“ [15]:

„In sturmbewegte Zeit fällt diesmal die Jahreswende. Ein Kampf von unerhörten Verhältnissen durchtobt die Kulturstaaten Europas und entsendet seine Wellen bis in die fernsten Kontinente [...] Alle die gewaltigen Fortschritte der Technik in den letzten Jahrzehnten dienen nur dem grauenvollen Zwecke des Krieges, der Zerstörung [...]“

Trotzdem, wie oben bereits erwähnt, wurde erst im Jahr 1917 vom monatlichen Erscheinen der Zeitschrift abgerückt. Auch der Zusammenbruch der k.u.k. Monarchie, der neu entstandene Staat und der Vertrag von Saint-Germain spiegeln sich in der Entwicklung der ÖZ wider.

#### 4.2 Die ÖZ, das Ende des Ersten Weltkriegs und der Vertrag von Saint-Germain 1919

Bis zur Ausgabe 3/1918 (November 1918) trug die „Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen“ den Untertitel „Organ des Vereines der Österreichischen k.k. Vermessungsbeamten“. In der nächsten Ausgabe vom Dezember 1918 (Heft 4/1918) wurde das „k. k.“ aus dem Untertitel gestrichen. So blieb es auch bis zum April 1919; im Juli 1919 (Ausgabe 2-3/1919) wechselten jedoch beide Teile auf den Namen des neuen Staates: „Deutschösterreichische Zeitschrift für Vermessungswesen“ lautete der Titel und als Herausgeber schien ein „Deutschösterreichischer Geometerverein“ auf. Auch im Oktober jenes Jahres (Ausgabe 4-5/1919) war diese Betitelung zu lesen; das letzte Heft in jenem Jahr, 6/1919, trug als Konsequenz des Vertrages von Saint-Germain wieder die Bezeichnung „Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen“ und nannte den „Österreichischen Geometerverein“ als Herausgeber (Abbildung 5). Dies wurde bis 1929 beibehalten, ehe dann bis 1937 der „Österreichische Verein für Vermessungswesen“ als Herausgeber firmierte.

#### 4.3 Gedenkjahr 1939–2014

Das letzte Heft der ÖZ vor der Machtübernahme des NS-Regimes in Österreich kam im Jänner 1938 als Ausgabe 6/1937 heraus. Bis zum nächsten Erscheinen vergingen zehn Jahre,



Abb. 5: Wechsel in den Titeln der Zeitschrift und den Namen des Herausgebers innerhalb eines Jahres: Ausgaben 3/1918, 4/1918, 2-3/1919 sowie 6/1919 (von oben nach unten).

1948 im „Geleitwort“ eben dieser Ausgabe von Eduard Doležal mit nur einem einzigen Satz kommentiert [16]: „Im Jahre 1938 wurde auch sie [die ÖZ, Anm.] ein Opfer der damaligen Verhältnisse.“ Eine Interpretation dieser knappen Analyse soll den Leserinnen und Lesern vorbehalten bleiben.

#### 5. Kuriosa

Neben dem Niederschlag der geschichtlichen Ereignisse barg das erste Heft nach der NS-Zeit jedoch auch eine kuriose Entdeckung: War im

Heft 6/1937 noch von der Pensionierung des Präsidenten des BEV, Ing. Alfred Gromann, zu lesen sowie „in der nächsten Folge eine eingehende Würdigung“ angekündigt, so fand letztere tatsächlich in diesem nächsten Heft statt, nur lagen eben zehn Jahre dazwischen [17]. Ein Umstand, den Friedrich Blaschitz 1996 einen „Beweis für die akribische Genauigkeit unseres Berufsstandes“ nannte [18].

Nun seien noch ein paar weitere Kuriositäten aus den über 100 Jahren dieser Zeitschrift erwähnt, die keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Für die geneigten Leserinnen und Leser gibt es sicherlich noch einige davon im Online-Archiv selbst zu entdecken.

Etwa war man(n) im Jahre 1907 anscheinend noch nicht sehr offen gegenüber weiblichen Technikstudierenden eingestellt, sonst wäre im Heft 13-14/1907 auf S. 239f. nicht von „technischen Beamten gegen das Frauenstudium“ zu lesen gewesen. Es dauerte auch bis zum Jahr 1935, bis zum ersten Mal eine weibliche Autorin einen Fachartikel für die ÖZ verfasste: Anemarie Kletetschka-Schmid vom Hygienischen Institut der Universität Graz schrieb über die „Streuung bei Beobachtungswerten verschiedenen Gewichtes“ [19]; als erste Geodätin trug sich Paula Embacher (1912–1996) im Jahr 1951 in die Autorenliste ein [20], praktisch gleichzeitig mit dem ersten ÖZ-Artikel ihres Ehemannes Wilhelm Embacher (1914–2008), der später als Ordinarius für Geodäsie an die Universität Innsbruck berufen wurde. Übrigens promovierte das Ehepaar Embacher tatsächlich gleichzeitig am 9. Juli 1948 an der TH Wien, wovon die ÖZ in der Ausgabe 1-3/1949 auf S. 67f. berichtete.

Die Jahre 1948 und 1949 boten zwar wenig erschienene reguläre Hefte der ÖZ, aber umso mehr Sonderhefte, insgesamt deren neun. Die Verfasser der ersten Sonderhefte hießen mit einer Ausnahme (Friedrich Hauer) allesamt Karl

mit Vornamen: es waren dies die Herren Lego, Ledersteger, Zaar, Rinner, Mader, Hubeny und Ulbrich. Ähnlich war es mit den Verfassern der Artikel im Heft 4/1974, die alle Josef mit Vornamen hießen: Josef Zeger, Josef Jahn und Josef Litschauer.

Ein zehntes Sonderheft der ÖZ war zwar anscheinend geplant, scheint aber in keiner der nachfolgenden Listen der Sonderhefte auf; die Nummerierung setzte mit Nummer 11 fort. Auch bei den regulären Heften kam die Nummerierung einmal insofern etwas durcheinander, als das erste Heft im Jahr 1977 vor dem letzten Heft aus dem Jahr 1976 erschien, siehe Abbildung 6.

## 6. Schlussbetrachtungen und Dankesworte

Zum Schluss sei darauf hingewiesen, dass der Gegenstand dieses Artikels, das ÖZ/VGI-Online-Archiv, ab Februar 2015 unter folgender Internet-Adresse zugänglich ist:

<http://www.vgi-online.at>

Eine Erweiterung, die neben den Heften auch die einzelnen Beiträge umfasst, ist derzeit (Jänner 2015) in Vorbereitung. Allen geneigten Leserinnen und Lesern sei an dieser Stelle eine interessante virtuelle Entdeckungsreise durch dieses Archiv gewünscht.

Der Erstautor möchte an dieser Stelle allen Beteiligten an diesem Projekt seinen Dank aussprechen, zuallererst den Ko-Autorinnen Helene Kastner und Doris Schlögelhofer sowie Ko-Autor Markus Konopiski, die den Löwenanteil der Scansarbeiten übernommen und mit größter Sorgfalt ausgeführt haben. Weiters sei dem Vorstand der OVG und der ÖGK für die Bereitschaft zu dieser Aktion gedankt, der Firma Becvar für die „analoge Hilfeleistung“ und Felix Ortig vom Department für Geodäsie und Geoinformation der TU Wien für die kurzfristige Einrichtung der aktuellen Web-Präsenz des Archivs.

Es erscheint somit das Heft 1 des 65. Jahrganges 1977 der Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie in einer neuen Form und auch in einem etwas anderen Format. Wir hoffen, in Zukunft die Hefte der einzelnen Jahrgänge wieder regelmäßiger herausbringen zu können.

Die noch fehlenden Hefte 3 und 4 des 64. Jahrganges werden noch in der bisherigen Art hergestellt und sind bereits in Arbeit. Sie werden nach ihrer Fertigstellung nachgeliefert.

Der Vereinsvorstand

Abb. 6: Die Ausgabe 1/1977 erschien vor der letzten Ausgabe aus dem Jahr zuvor, dem Heft 3-4/1976. Aus Heft 1/1977, S. 1.

## Referenzen

- [1] *Eth-Bibliothek Zürich*: Retrodigitized Journals: Geomatik Schweiz/Géomatique Suisse/Geomatica Svizzera. <http://retro.seals.ch/digbib/vollist?UID=geo-007>, 2015. – Letzter Zugriff: 11. Jänner 2015
- [2] *ASPRS: PE&RS Journals*. <http://www.asprs.org/Photogrammetric-Engineering-and-Remote-Sensing/PE-RS-Journals.html>, 2015. – Letzter Zugriff: 11. Jänner 2015
- [3] *Nature*: Nature Archive. <http://www.nature.com/nature/archive/index.html>, 2015. – Letzter Zugriff: 11. Jänner 2015
- [4] *Science*: Science Classic (Digital Archive). <http://www.sciencemag.org/content/by/year>, 2015. – Letzter Zugriff: 11. Jänner 2015
- [5] *PDF Labs*: PDFtk Server. <https://www.pdfabs.com/tools/pdftk-server/>, 2015. – Letzter Zugriff: 11. Jänner 2015
- [6] *Ghostscript*: Ghostscript Homepage. <http://www.ghostscript.com/>, 2015. – Letzter Zugriff: 11. Jänner 2015
- [7] *Adobe Systems Incorporated*: Adobe Acrobat XI Pro Homepage. <http://www.adobe.com/products/acrobat-pro.html>, 2015. – Letzter Zugriff: 11. Jänner 2015
- [8] *Pammer, Andreas; Zahn, Ernst; Klotz, Stefan*: 100 Jahre „vgi – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation“. In: vgi – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation 100 (2012), Nr. 4, 375–379. [http://www.ovg.at/uploads/media/100\\_Jahre\\_vgi.pdf](http://www.ovg.at/uploads/media/100_Jahre_vgi.pdf)
- [9] *Noetzi, Alfred*: Untersuchungen über die Genauigkeit des Zielens mit Fernrohren. In: Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen 12, 13 (1914, 1915), Nr. 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, S. 102-111, 141-145, 164-167, 193-200, 211-221, 231-237, 248-254, 26-33, 41-49, 56-65, 76-79, 90-94, 105-109, 124-129, 140-144
- [10] *Otepka, Gottfried*: Untersuchung über die Einsatzmöglichkeit der Blockausgleichung in Österreich. In: Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie 63 (1975), Nr. 1, 2, S. 11-23, 73-84
- [11] *Waldhäusl, Peter*: Münchner Photogrammetrische Wochen 1958. In: Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen 47 (1959), Nr. 1, S. 22-26
- [12] *Waldhäusl, Peter; Twaroch, Christoph; Navratil, Gerhard; Mansberger, Reinfried; König, Heinz; Hiermaseder, Michael; Hanke, Klaus; Schennach, Gerda; Abart, Günther*: Der Grenzstein als Symbol für das Grundeigentum soll UNESCO Welterbe werden. In: vgi – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation 102 (2014), Nr. 1, S. 11-23
- [13] *Löschner, Hans*: Zur Aussteckung von nichtgezeichneten Querprofilen. In: Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen 1 (1903), Nr. 12, S. 189-197
- [14] *Löschner, Hans*: Das Nivellieren im Dienste des Wasserrechtes. In: Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen 41 (1953), Nr. 2, S. 55–56
- [15] *Doležal, Eduard*: Zur Jahreswende 1915. In: Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen 13 (1915), Nr. 1, S. 1
- [16] *Doležal, Eduard*: Geleitwort. In: Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen 36 (1948), Nr. 1-2, S. 1-5
- [17] *Lego, Karl ; Uhlich, Leo*: Präsident Dipl.-Ing. Alfred Gromann und die Entwicklung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen unter seiner Leitung von 1921 bis 1938. In: Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen 36 (1948), Nr. 1-2, S. 6-23
- [18] *Blaschitz, Friedrich*: 1903-1996: 93 Jahre aus dem Leben unserer geodätischen Fachzeitschrift. In: VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation 84 (1996), Nr. 2, S. 120-124
- [19] *Kletetschka-Schmid, Annemarie*: Streuung bei Beobachtungswerten verschiedenen Gewichtes. In: Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen 33 (1935), Nr. 6, S. 141-146
- [20] *Embacher, Paula*: Die Liesganig'sche Gradmessung. In: Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen 39 (1951), Nr. 1, 2, S. 17-22, 51-56

## Anschrift der Autoren

Dipl.-Ing. Dr. techn. **Andreas Roncat**, Forschungsgruppen Photogrammetrie und Fernerkundung, Department für Geodäsie und Geoinformation, TU Wien, Gußhausstraße 27-29/E120.7, 1040 Wien.

E-Mail: andreas.roncat@geo.tuwien.ac.at

Dipl.-Ing. **Helene Kastner**, ehem. Studentin am Department für Geodäsie und Geoinformation; jetzt Korschneck & Partner Vermessung ZT-GmbH, Wiedner Hauptstraße 17, 1040 Wien.

E-Mail: helene.kastner@kopa.at

**Doris Schlögelhofer**, Studentin am Department für Geodäsie und Geoinformation, TU Wien, Gußhausstraße 27-29/E120, 1040 Wien.

**Markus Konopiski**, Bakk.techn., Student am Department für Geodäsie und Geoinformation, TU Wien, Gußhausstraße 27-29/E120, 1040 Wien.

Dipl.-Ing. **Julius Ernst**, Generalsekretär der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation (OVG); stv. Leiter Gruppe Eich- und Vermessungsämter, Fachkoordinator Kataster-Grundlagen, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Schiffamtsgasse 1-3, 1020 Wien.

E-Mail: julius.ernst@bev.gv.at

Dipl.-Ing. **Andreas Pammer**, Schriftleiter vgi – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation; stv. Leiter der Abteilung Kartographie, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Schiffamtsgasse 1-3, 1020 Wien.

E-Mail: andreas.pammer@bev.gv.at

Dipl.-Ing. **Gert Steinkellner**, Präsident der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation (OVG); Leiter der Abteilung Internationale Angelegenheiten, Staatsgrenzen im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Schiffamtsgasse 1-3, 1020 Wien.

E-Mail: gert.steinkellner@bev.gv.at

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. **Norbert Pfeifer**, Präsident der Österreichischen Geodätischen Kommission (ÖGK); Forschungsgruppen Photogrammetrie und Fernerkundung, Department für Geodäsie und Geoinformation, TU Wien, Gußhausstraße 27-29/E120.7, 1040 Wien.

E-Mail: norbert.pfeifer@geo.tuwien.ac.at

## Dissertationen, Diplom- und Masterarbeiten

### Backscatter Signal Analysis of Small-Footprint Full-Waveform Lidar Data

*Andreas Roncat*

**Dissertation:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppen Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2014

**Begutachter:** Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Norbert Pfeifer, Prof. Dr.-Ing. Uwe Stilla

Dreidimensionale topographische Information für ausgedehnte Gebiete in hoher räumlicher Auflösung erreicht ein ständig steigendes Interesse in verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen und Anwendungsgebieten. Eine bedeutende Rolle kommt der direkt gewonnenen 3D-Information zu. Dieser Begriff bezieht sich auf die direkte Bestimmung von polaren 3D-Koordinaten, von denen eine die Entfernung zwischen Sensor und Objektoberfläche ist. Diese Dissertation beschäftigt sich mit einer Datenerfassungsmethode, die sowohl eine genaue Entfernungsbestimmung wie auch die Ableitung physikalischer Objektattribute erlaubt; dies wird durch die Aufzeichnung einer abgetasteten Wellenform eines ausgesandten Laserpulses und seiner Echos ermöglicht, die von einer gescannten Oberfläche stammen. Diese Methode wird daher Full-Waveform-Lasercanning oder auch Full-Waveform-Lidar genannt. Mathematisch betrachtet ergibt sich das Echosignal im Wesentlichen aus einer Faltung, d.h. aus einem gleitenden Integral der Wellenform des ausgesandten Laserpulses multipliziert mit einer charakteristischen Funktion der vom Laserstrahl beleuchteten Objektoberfläche. Diese Funktion wird differentieller Rückstreuquerschnitt genannt und mit  $0(R)$  bezeichnet; seine Einheit ist m. Die Rekonstruktion des differentiellen Rückstreuquerschnittes mit Hilfe einer Rückfaltung bildet einen wesentlichen Teil dieser Arbeit, wobei eine Rückfaltungsmethode auf der Basis uniformer B-Splines besondere Berücksichtigung findet. Ist der differentielle Rückstreuquerschnitt bekannt, so können weitere physikalische Parameter der gescannten Oberfläche ermittelt werden: Integration liefert den Rückstreuquerschnitt  $[m^2]$ , durch Berücksichtigung der Entfernung  $R$  und des Einfallswinkels  $\theta$  können ein dimensionsloser Rückstreuoeffizient und, bei Vorliegen eines diffusen Reflexionsverhaltens der Oberfläche, ein Reflektivitätswert  $d$  ermittelt werden. In dieser Dissertation werden die Möglichkeiten und Grenzen der Signalverarbeitung von Full-Waveform-Daten aufgezeigt, wofür theoretische Ableitungen, simulierte und tatsächliche Scandaten zum Einsatz kommen. Die Simulationen wurden für verschiedene Oberflächengeometrien erstellt, nämlich für Ebenen, parallele Halbebenen, Kugel-, Zylinder- und sinusoidale Oberflächen. Zusätzlich wurden zwei verschiedene Leistungsdichteverteilungen im Laserstrahl untersucht; eine uniforme Verteilung, die im Nahfeld angenommen werden kann, sowie eine gaußförmige Verteilung, die näherungsweise

se im Fernfeld gilt. Das Beispiel der parallelen Halbebenen erlaubt es, theoretische Grenzwerte für deren Trennbarkeit in den Full-Waveform-Signalen abzuleiten, sowohl für den differentiellen Rückstreuquerschnitt wie auch für das Echosignal. Daten aus mehreren ausgedehnten Lidar-Flugkampagnen wurden verwendet, um die Möglichkeiten der in dieser Arbeit vorgestellten Ansätze zu analysieren. Diese Datensätze ergaben übereinstimmend eine empirische Rechtfertigung dafür, jeden einzelnen ausgesandten Laserpuls in die Analyse miteinzubeziehen; sei es durch eine einfache radiometrische Korrektur mittels Amplitudennormalisierung oder aber die weitestgehende Eliminierung der Form dieses Pulses aus dem Antwortsignal durch Rückfaltung. Weiters konnte gezeigt werden, dass die Verwertung statistischer Momente aus dem zeitlichen Verlauf des differentiellen Rückstreuquerschnittes eine verbesserte Klassifizierung der gescannten Oberflächen ermöglichen könnte.

### Motion Estimation from Integration of Range and Intensity Data

*Sajid Ghuffar*

**Dissertation:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppen Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2014

**Begutachter:** Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Norbert Pfeifer, Prof. Dr. Konrad Schindler

In den letzten Jahren haben 3D-Kameras mit hohen Bildwiederholfräquenzen und günstigem Anschaffungspreis eine große Verbreitung gefunden. Diese Kameras erlauben gleichzeitig Entfernung und Intensität zu messen und sind deshalb für viele Anwendungen interessant. Die Vermessung von Innenräumen und die selbsttätige Auto-Navigation seien als Beispiele genannt. Die Bestimmung der Bewegung der Kamera bzw. jener der beobachteten Objekte ist eine wichtige Teilaufgabe in all diesen möglichen Anwendungen. Deshalb ist es wichtig Methoden zu untersuchen, die die Bewegung unter Verwendung der simultan erfassten Strecken- und Intensitätsmessungen bestimmen. Diese Arbeit untersucht diese gemeinsame Verwendung von Strecken- und Intensitätsmessungen für die Bewegungsbestimmung. Dabei wird die Bewegungsbestimmung sowohl von einer bewegten Kamera als auch von mehreren sich unabhängig bewegenden Objekten untersucht. Die gemeinsame Verarbeitung der Entfernungs- und Intensitätsmessungen wird über Range-Flow und Optical-Flow-Bedingungen realisiert. Der in Entfernungsbildern formulierte Range-Flow und der in Intensitätsbildern formulierte Optical-Flow verwenden sehr ähnliche mathematische Beschreibungen. Daher lassen sich beide sehr gut in einer gemeinsamen Parameterschätzung zusammenfassen. Anhand dieser Flow-Algorithmen wird zuerst die relative Orientierung eines Paares von aufeinanderfolgenden Bildern

bestimmt. Dabei wird ein hochgradig überbestimmtes Gleichungssystem gelöst um die sechs Parameter der relativen Orientierung zu berechnen. Die Trajektorie der bewegten Kamera ergibt sich dann aus der Sequenz aller paarweise berechneten relativen Orientierungen. Diese paarweise Aneinanderreihung führt zu einer Aufsummierung von Fehlern, was sich in einem Gangfehler in der berechneten Trajektorie niederschlägt. Um dieses Problem zu lösen und somit eine global konsistente Trajektorie zu bestimmen, werden die Ergebnisse aller relativen Orientierungen in einer gemeinsamen Bündelblockausgleichung eingeführt. Für die Schätzung einer global konsistenten Trajektorie ist es wichtig denselben Objektbereich mehrmals zu erfassen und diese so entstehenden Schleifenschlüsse zu identifizieren. Für Letzteres werden eindeutige Merkmale in den Bildern extrahiert und gematcht. In Innenraumbereichen können diese Merkmale selten auftreten wenn die Umgebung entweder einfarbig ist oder über sich wiederholende Muster verfügt. In solchen Szenarien sind die Extraktion und das Matching von robusten Merkmalen somit sehr schwierig. In dieser Arbeit wird dieses Problem durch die geschätzten relativen Orientierungen in der Bündelblockausgleichung gelöst. Somit kann die Orientierung auch dann noch genau geschätzt werden, wenn die Anzahl der Merkmale gering oder deren Verteilung ungünstig ist. Der vorgestellte Algorithmus wird anhand einer öffentlichen Datenbank an Bildern getestet. Die Einordnung der Performance des Algorithmus in die dort veröffentlichten Vergleichswerte („Benchmark“) zeigt, dass er sich im Vergleich zu anderen aktuellen Methoden sehr gut hält. Die weitere Analyse anhand der Varianz-Komponenten-Schätzung in der Bündelblockausgleichung hat gezeigt, dass die original geschätzten Genauigkeitswerte der relativen Orientierung viel zu optimistisch ausfallen. Im letzten Teil der Arbeit wird eine Methode vorgestellt, wie anhand einer statischen Kamera die Trajektorien von sich unabhängig voneinander bewegendes Objekten bestimmt werden kann. Auch hier wird wieder auf die gemeinsame Verwendung von Range-Flow und Optical-Flow zurückgegriffen. Die Bestimmung erfolgt in zwei Schritten. Im ersten Schritt werden lokale Bewegungsvektoren berechnet. Im zweiten Schritt werden diese einer globalen Optimierung unterzogen wodurch sich dann ein geglättetes dichtes Feld von Bewegungsvektoren ergibt. Der Vorteil dieses Zugangs liegt darin, dass es auf ein lineares Gleichungssystem führt, welches iterativ gelöst wird um grobe Fehler zu entfernen. Den Abschluss der Arbeit bildet ein praktisches Beispiel, bei dem die Bewegungsvektoren aufgrund eines Erdrstoches aus multi-temporalen Laserdaten bestimmt werden. Die Berechnung verwendet den Range-Flow und wendet diesen auf rasterbasierte digitale Oberflächenmodelle an. Zusammenfassend wurde in dieser Arbeit gezeigt, dass die gemeinsame Verwendung von Entfernungsmessungen und Intensitätsmessungen, die Kombination von lokalen und globalen Modellen und die Berücksichtigung der stochastischen Eigenschaften der Messungen bei der Parameterschätzung durchführbar und auch von Vorteil sind.

## Full-Waveform Airborne Laser Scanning for Landscape Ecological Mapping: Methods and Applications

Werner Mücke

**Dissertation:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppen Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2014

**Begutachter:** Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Norbert Pfeifer, Prof. Dipl.-Ing. Dr. Elmar Csaplovics

Der kontinuierliche Verlust der biologischen Vielfalt (Biodiversität) in den natürlichen Lebensräumen der Europäischen Staaten kann als Tatsache betrachtet werden. Angesichts dieser Situation hat die Europäische Union (EU) das Rationalisieren des Erfassungsprozesses von Biodiversitätsindikatoren als eine ihrer obersten Prioritäten definiert, um einem weiteren Verlust entsprechend entgegenwirken zu können. In der Europäischen Kommission hat man sich auf zwei Konventionen geeinigt, die zum Ziel haben, vom Aussterben bedrohte Pflanzen- und Tierarten angemessen zu schützen: dies sind die Vogelschutzrichtlinie und die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (kurz FFH-Richtlinie). Beide Richtlinien werden naturschutzrechtlich durch Natura 2000 (N 2000) implementiert, welches ein grenzübergreifendes Netzwerk von geschützten Lebensräumen in den Mitgliedsstaaten der EU definiert. Die Reglementierung besagt unter anderem, dass N 2000 – Gebiete in einem regulären Intervall von sechs Jahren wieder besucht und deren Biodiversität anhand von bestimmten festgelegten Indikatoren erhoben werden sollen. Bis heute stehen mehr als 13% der EU-Landfläche unter dem Schutz von N 2000. Die rechtlich verbindliche Zustandserfassung der entsprechenden Flächen, welche konventionellerweise manuell im Feld erfolgt, bedeutet einen enormen Arbeitsaufwand der kaum innerhalb der sechs-Jahres-Zyklen zu schaffen ist. Daher gibt es dringenden Bedarf an modernen, zeitsparenden und vergleichsweise kostengünstigen Methoden um einzelne Schritte in dem größtenteils manuellen Prozess zu unterstützen und, wenn möglich, sogar zu ersetzen. Fernerkundung (FE) ist eine effiziente Erfassungsmethode, die sehr gut dazu geeignet ist, um Daten über große Flächen in hoher zeitlicher, spektraler und räumlicher Auflösung zu erheben. Airborne laser scanning (ALS), eine relativ junge FE-Technologie, ist bekannt dafür, sehr genaue und detaillierte Aufnahmen natürlicher Lebensräume zu ermöglichen. Es besitzt die Eigenschaft, Vegetation durch kleine Lücken in der Belaubung zu durchdringen und so deren vertikale Anordnung und Struktur, sowie die darunter liegende Topographie in 3D zu erfassen. Dies sind zwei wichtige Voraussetzungen für die Ableitung von biodiversitätsrelevanter Information. Diese Dissertation beschäftigt sich mit der Analyse von ALS-Punktwolken hinsichtlich verschiedener Aspekte der landschaftsökologischen Datenerfassung. Sie gibt eine kurze Einleitung zum Raumkonzept und der Wichtigkeit von Struktur in der Landschaftsökologie. Weiters beschreibt sie überblicksartig den Ablauf der N 2000 - konformen Er-

fassung von Landschaften innerhalb der EU. Vor dem Hintergrund zweier aktueller Forschungsprojekte, welche ebenfalls kurz erläutert und deren Ziele dargelegt werden, werden drei Anwendungen von ALS-Daten und darauf basierende Methoden präsentiert. Jede einzelne davon konzentriert sich auf die Ableitung von Vegetationsstrukturparametern, um entweder direkt oder indirekt als Biodiversitätsindikator zu fungieren. Zuerst wird ein Ansatz zur Bestimmung der Vegetationsschichtung im Wald vorgestellt. Die ALS- Punktwolke wird auf ihre Eignung hin untersucht, die vertikale Stratifizierung von Vegetation entsprechend darzustellen. Weiters wird eine Methode implementiert, die es ermöglicht, die Anzahl der vorhandenen Vegetationsschichten auf der Basis der Menge und Anordnung an ALS-Punkten zu berechnen. Zweitens wird die ALS-Punktwolke verwendet, um darin abgebildetes Totholz, entweder stehend oder liegend, zu finden. Es wird eine Methode entwickelt, welche liegende oder stehende tote Bäume in der Punktwolke lokalisiert und, sofern möglich, zusätzliche spektrale oder geometrische Parameter aus der Punktwolke ableitet, um die Bäume weiter hinsichtlich ihres Zustandes (z.B. Zersetzungsgrad) zu beschreiben. Drittens wird die ALS-Punktwolke herangezogen, um digitale Höhenmodelle in Feuchtgebieten (z.B. ufernahe Übergangszonen zwischen Wasser und Land) abzuleiten. Basierend auf investigativer Punktwolkenanalyse wird ein Konzept zur Identifikation von Echos niedrig- und kompakt-wachsender Pflanzen vorgestellt. Dieses wird anschließend verwendet, um die Punktwolke in Boden- und Nicht- Boden-Echos zu teilen und dann aus den klassifizierten Bodenechos ein digitales Geländemodell zu erstellen. Weiters werden gängige Vorgehensweisen zur Ableitung digitaler Oberflächenmodelle getestet und deren Ergebnisse verglichen, um ihre Eignung für Feuchtgebiete abschätzen zu können. Wo immer es möglich ist, werden zusätzliche spektrale und geometrische Informationen (abgesehen von den reinen Punktpositionen) aus den vorhandenen full-waveform ALS-Daten abgeleitet und in vorkommenden Klassifizierungsschritten eingesetzt. Alle präsentierten Ansätze sind automatisiert einsetzbar und eignen sich daher gut, um das Ziel einer Rationalisierung des Biodiversitätserfassungsprozesses zu erreichen.

### Improvements in Modeling Gross Primary Productivity over Northern Eurasia

*Ian McCallum*

**Dissertation:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2014

**Begutachter:** Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Wagner, Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Josef Eitzinger

Das übergreifende Ziel dieser Forschungsarbeit ist die Verbesserung in der Modellierung von ökosystemarer Photosynthese bzw. Bruttopräprimärproduktion (BPP), insbesondere für Nord Eurasien (NE). Aus der Vielzahl von Methoden zum Monitoring von terrestrischer BPP fokussiert diese Arbeit auf Produktionseffizienz-

modelle (PEM). PEMs stellen die meteorologische Bedingung von verfügbarem Sonnenlicht in Kombination mit der ökologischen hinsichtlich der Blattflächenmenge zur Absorption dieser solaren Energie dar; ein Prozess, zu dessen Erfassung sich Satellitenbeobachtung anbietet. Eine Reihe von verbesserungsbedürftigen Aspekten für PEMs wurde in dieser Forschungsarbeit identifiziert. Diese inkludieren die Anwendung von alternativen biophysikalischen Datensätzen in Modellen, das Design von diagnostischen Modellen und die Berücksichtigung von eindeutigen Biom Merkmalen, die Parametrisierung von diagnostischen Modellen mit in-situ Daten und das Up-Scaling von Modellergebnissen. Unter Einbeziehung der oben angeführten Ergebnisse, wurde letztlich eine Technik entwickelt für eine regional gerasterte BPP Erfassung unter Anwendung von Eddy Kovarianz Abschätzungen für Russland, einer Region, die nur spärlich mit in-situ Stationen ausgestattet ist. Das diagnostische Modell wurde zuvor schon für diese Region validiert und verwendet satellitengestützte fAPAR, die für Russland am geeignetsten erachtet werden. Die Resultate wurden verglichen mit jenen eines Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) für Russland (unter Verwendung eines Kohlenstoffbilanzierungsansatzes als Baseline) um darzulegen, dass die neue Methode plausible Resultate liefert. Mit RMSE Werten von 13% versus 23% erreicht die neue Methode substantielle Verbesserungen für eine große Region und liefert damit genauere Ergebnisse für BPP als parametrisierte globale Modelle. Weiters zeigt die Methode, dass ein Up-Scaling Verfahren sich sogar mit eingeschränkter EC Datenverfügbarkeit als effektiv erweist.

### My Way – Towards a Typology of Pedestrian Spatio-temporal Behaviour in Shopping Environments

*Alexandra Millionig*

**Dissertation:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Kartographie, Technische Universität Wien, 2014

**Begutachter:** Univ.Prof. Mag. Dr. Georg Gartner, O.Univ.Prof. Mag. Dr. Jens Dangschat

Fußgänger nutzen und bewegen sich durch den öffentlichen Raum auf sehr unterschiedliche Weise, was auf eine Vielzahl an verschiedenen Einflussfaktoren zurückgeführt werden kann. Erkenntnisse über die Faktoren, die Verhaltensunterschiede bewirken, sind jedoch nur unzureichend bekannt und geben kaum Aufschluss über die konkreten Effekte auf Bewegungsmuster. Profundes Wissen über die Existenz spezifischer Typen des räumlich-zeitlichen Verhaltens von Fußgängern böte eine Unterstützung bei der Entwicklung von nutzerspezifischen Tools und Services zur Optimierung der Raumnutzung oder zur Unterstützung von Fußgängern bei der Bewältigung ihrer täglichen Aufgaben, z.B. Fußgängernavigationssysteme, Planung und Design von Gebäuden oder Plätzen oder Simulationssysteme für Fußgängerströme.

Insbesondere die Entwicklung von Navigations- und Informationssystemen für Fußgänger stößt auf einige Herausforderungen. Im Gegensatz zu gebräuchlichen Autonavigationssystemen müssen Navigationssysteme für Fußgänger sehr komplexe Anforderungen erfüllen um akzeptiert zu werden: Für Fußgänger ist nicht immer der kürzeste Weg die optimale Lösung für individuelle Zwecke, da Studien belegen, dass Fußgänger oft auf den kürzesten Weg verzichten und stattdessen den „schönsten“, den „bequemsten“ oder den „sichersten“ Weg bevorzugen. Fußgänger, die in ihnen unbekannte Gebiete kommen, würden daher besonders von Systemen profitieren, welche Informationen über ihre bevorzugten Routenqualitäten, für sie interessante Einrichtungen in der Umgebung und andere nützliche orts- und nutzerbezogene Informationen bieten könnten.

In dieser Arbeit werden gruppenspezifische raumzeitliche Verhaltensmuster von Fußgängern und damit in Zusammenhang stehende Einflussfaktoren untersucht, um homogene Verhaltenstypen auf der Basis von Bewegungsmustern und Einstellungsmerkmalen zu identifizieren. Die Untersuchung erfolgt in Einkaufsumgebungen, um (1) Verhaltensunterschiede innerhalb einer konstanten Kontextsituation erforschen zu können und um (2) die daraus resultierenden Typen mit den Ergebnissen aus früheren Marktforschungsstudien zu vergleichen. Um unterschiedliche potenzielle Einflussgrößen untersuchen zu können wird ein umfangreicher Ansatz unter Einbeziehung mehrerer sich ergänzender Methoden zur Datenerhebung und Analyse vorgestellt, um das Raumverhalten von Fußgängern umfassend zu verstehen. Während zwei empirischer Phasen wurden auf diese Weise verschiedene Verhaltenstypen mittels verdeckter Beobachtung, Fragebogen und einer Kombination von Tracking und Interviews identifiziert und getestet. Insgesamt wurden Datensätze von 340 Fußgängern mit unterschiedlichen Methoden in einem Einkaufszentrum und einer Einkaufsstraße in Wien gesammelt.

Die Analyse von Bewegungsmustern und dazugehörigen internen Einflussfaktoren wie z.B. Gewohnheiten, Vorlieben und Einstellungen ergibt sechs verschiedene Typen von Fußgängern in Einkaufsumgebungen. Die Typen werden umfassend entsprechend ihrer Bewegungsmuster, ihrer Einkaufsvorlieben, ihrer generellen Einstellungen und ihrer persönlichen Merkmale beschrieben. Die identifizierten Typen werden auch hinsichtlich ihrer Übereinstimmung mit den Ergebnissen früherer Konsumentenstudien diskutiert um Kongruenzen zwischen Konsumenteneinstellungen und räumlichen Bewegungsverhaltensmustern zu untersuchen. Die resultierende Typologie lebensstilbasierter Fußgängerstilen und deren charakteristischer Attribute kann wertvolle Grundlagen für verschiedene Anwendungen liefern. Besonders für die Entwicklung von ubiquitären Informations- und Navigationssystemen kann die Typologie als Basis für die Entwicklung von Fußgänger-Interessensprofilen dienen, um Navigations- und Umgebungsinformationen für mobile Applikationen individuell anzupassen und individuelle Bedürfnisse zu befriedigen.

## Atmosphere-induced short period variations of Earth rotation

*Michael Schindelegger*

**Dissertation:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2014

**Begutachter:** Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Harald Schuh

Die umfassende Untersuchung und exakte Beschreibung von Erdrotationsschwankungen liefert einen integralen Beitrag zur Verbesserung weltraumgestützter Messverfahren und ermöglicht in gleichem Maße Rückschlüsse auf die zugrundeliegenden dynamischen Prozesse und Wechselwirkungen im System Erde. Ein schwacher aber dennoch messbarer Effekt in den Erdrotationsparametern (ERP) lässt sich thermischen Gezeiten in der Atmosphäre mit täglicher und halbtäglicher Frequenz zuordnen, jedoch herrscht zwischen entsprechenden quantitativen Abschätzungen deutliche Dissonanz. Die vorliegende Studie verfolgt eine Behebung dieses Defizits in der Interpretation geodätischer Weltraumbeobachtungen durch eine eingehende Analyse der aus Atmosphärenmodellen abgeleiteten, kurzperiodischen Anregungsgrößen, wobei besonderes Augenmerk auf deren Zuverlässigkeit gelegt wird. Auf Basis von meteorologischen Daten dreier modernster Assimilationssysteme werden sämtliche Komponenten der zwei verfügbaren Modellierungsansätze über atmosphärische Drehimpulsvariationen (AAM, Atmospheric Angular Momentum) bzw. atmosphärische Drehmomente einer Verifikation unterzogen. Als zentrale Instrumente dienen zu diesem Zweck ein erstmaliger Nachweis der Drehimpulsbilanz auf subtäglichen Zeitskalen, ein modellübergreifender Vergleich hinsichtlich jeder Anregungsgröße sowie eine eigens konzipierte Gegenüberstellung zu verlässlichen AAM-Variationen basierend auf global verteilten Barometermessungen. Eine umfassende Verbesserung in den numerischen Resultaten dieser Untersuchungen gegenüber Vorgängerstudien stellt ein Kernresultat der Arbeit dar. Insbesondere gehen die allgemein weniger anerkannten Drehmomentgrößen als zuverlässige Maße zur Prädiktion von kurzperiodischen ERP-Signalen hervor, während konventionelle AAM-Komponenten zum Teil verworfen werden müssen. Die angestellten Validitätsanalysen erlauben eine plausible Argumentation in Hinblick auf das residuale Budget von beobachteten ERP, innerhalb dessen eine bislang unerreichte Übereinstimmung zwischen geodätischen Beobachtungen und geophysikalischen Modellgrößen für die tägliche Signalkomponente von Tageslängenschwankungen nachgewiesen werden kann.

## A Pragmatic Communication Model for Way-finding Instructions

*Paul Weiser*

**Dissertation:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Geoinformation, Technische Universität Wien, 2014

**Begutachter:** O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Andreas Frank

Diese Arbeit präsentiert ein pragmatisches Agenten-basiertes Kommunikationsmodell für den Austausch von Wegbeschreibungen. Pragmatik ist in diesem Fall als linguistische Theorie zu verstehen, die Kommunikation als ein kontextabhängiges System ansieht. Das Ziel dieser Arbeit ist die Schaffung von konzeptionellen und formalen Grundlagen für das Design von neuartigen Informationssystemen, die mit Hilfe von dynamischen Interaktionsmethoden individuell anpassbare Routeninformationen bereitstellen. Routenbeschreibungen die von heutigen Informationssystemen zur Verfügung gestellt werden, unterscheiden sich von Instruktionen, die von Menschen generiert werden, in zwei wesentlichen Punkten. Zum einen, ist die Art der Information anders. Menschen produzieren hauptsächlich qualitative Instruktionen, z.B. solche bei denen Orientierungspunkte eine zentrale Rolle spielen. Computer-generierte Instruktionen hingegen basieren auf quantitativen Informationen wie Längen- oder Zeitangaben. Diese Art von Information ist für Menschen nicht intuitiv kognitiv erfassbar. Zum anderen ist die Art wie mit einem Informationssystem interagiert werden kann nicht mit der Interaktionsweise von Menschen mit anderen Menschen vergleichbar. Menschen stellen sich auf ihre Gesprächspartner ein, indem sie ein mentales Modell (auch „Theory of mind“ genannt) von ihnen vorhalten, d.h., Informationen werden dynamisch und individuell generiert und adaptiert falls dies als nötig empfunden wird. Zudem kann, wenn eine übermittelte Information von einem Gesprächspartner als nicht ideal empfunden wird, dieser eine gewünschte Anpassung der vormals übermittelten Informationen signalisieren. Diese zwei Prinzipien der pragmatischen Kommunikation („Theory of mind“ und Signale) wurden in dieser Arbeit konzeptionell und formal erfasst. Das Resultat ist ein ausführbares und testbares Modell, das in der funktionalen Programmiersprache Haskell formalisiert wurde. Der Beitrag dieser Arbeit besteht darin, dass sie formale Grundlagen schafft, damit eine Form der Interaktion wie sie Menschen intuitiv durchführen, in Zukunft auch zwischen Menschen und Computern möglich wird. Das erste Kapitel spezifiziert die Problemstellung und die Hypothese. Ein Vergleich zwischen Routenbeschreibungen, die von Informationssystemen und Menschen generiert wurden, veranschaulicht das Problem. Das zweite und dritte Kapitel arbeitet die bestehende Literatur zu den Bereichen Kommunikation und Routenbeschreibungen auf. Aus dieser Recherche wird eine Theorie entwickelt, die aufzeigt, dass pragmatische Kommunikation sich der „theory of mind“ und dem Austausch von Signalen zur Bedeutungsfestlegung von Konzepten bedient. Kapitel 4 definiert zuerst eine einheitliche Taxonomie von Routenbeschreibungen. Anschließend werden aus Sprachdaten Signale extrahiert, die Aufschluss über den genauen Verlauf des Gesprächs geben. Diese Signale werden systematisch erfasst und klassifiziert. Zudem findet eine detaillierte Analyse der einzelnen Gesprächsphasen statt, die aufzeigt wann und warum die extrahierten Signale auftreten. Kapitel 5 präsentiert das formale Modell, dass die Konzepte der in Kapitel 2 bis 4 entwickelten Theorie mathema-

tisch beschreibt. Dazu wurde die funktionale Programmiersprache Haskell gewählt, die aufgrund ihrer statischen Typsicherheit und der kompakten Schreibweise eine konsistente und präzise Formulierung des zuvor konzeptuell Aufgearbeiteten ermöglicht. Das Modell ist ausführbar und produziert Resultate, die die aus den Sprachdaten gewonnenen und beobachteten Ergebnisse bestätigen. Kapitel 6 schließt diese Arbeit mit einer Zusammenfassung, einer Diskussion sowie einem Ausblick auf zukünftige Forschungsmöglichkeiten ab. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf die nicht-verbale Kommunikation gelegt, auf der ein Großteil unserer „Gespräche“ basieren.

### **Design and implementation of a rock slope monitoring system based on „Image Assisted Total Stations“**

*Niko Benjamin Huber*

**Dissertation:** Institut für Fernerkundung, Technische Universität Graz, 2014

**Begutachter:** Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Viktor Kaufmann, Dipl.Ing. Dr. Alexander Reiterer

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Entwicklung einer modularen photogrammetrischen Auswertekette orientierter Bildverbände, welche mittels zweier „Image Assisted Total Stations“ (IATS) aufgenommen wurden. Ziel der Messungen ist eine Überwachung durch Felssturz gefährdeter Objekte. Die Messungen erfolgen kontinuierlich um mögliche Deformationen zu detektieren. Die entwickelte Auswertekette zielt darauf ab korrespondierende Stereopunkte in Stereobildpaaren automatisiert zu berechnen und diese Punkte in weiteren Messepochen zu verfolgen. Dabei soll eine möglichst hohe sub-pixel Genauigkeit erreicht werden. Mittels eines räumlichen Vorwärtsschnittes werden die 3D Positionen der Punkte bestimmt. Die verwendeten IATS liefern hochauflösende orientierte Bildverbände. Einzelne Aufnahmen zeigen einen Bereich von  $1.56 \times 1.17$  gon. Das entspricht einer Bodenauflösung von rund 1 mm in 100 m Entfernung. Höhere räumliche Abdeckung wird durch die motorgesteuerte Bewegung der Geräteachsen gewährleistet. Die Aufnahmedauer für einzelne Bilder liegt bei rund 5 Sekunden. Im Fall einer kontinuierlichen Überwachung ist dies daher die Zeit, die für die Datenauswertung zur Verfügung steht. Die entwickelte Auswertekette wurde sowohl mittels synthetischer Testdaten als auch realer Experimente im Feld evaluiert. Es werden ähnliche Genauigkeiten erzielt wie bei Theodolit Richtungsmessungen signalisierter Punkte. Allerdings kann dies automatisiert mit einer ungleich höheren Punktdichte auch für nicht signalisierte Punkte gewährleistet werden. Das Mess- und Auswertekonzept verbindet die hohe Genauigkeit manueller Richtungsmessungen mittels Theodolit mit der hohen Punktdichte und Automatisierbarkeit von Laser Scannern.

## Fassadenrekonstruktion – Vergleich von automatisierter Auswertung aus TLS und manueller Auswertung aus Bilddaten

*Konrad Dostal*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Photogrammetrie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Norbert Pfeifer, Dipl.-Ing. Dr. Peter Dorninger, Dipl.-Ing. Philipp Glira

Oft ist es notwendig, Fassaden von Häusern zu erfassen und diese dann digital auszuwerten. Etwa zur Dokumentation oder Restaurierung Denkmalgeschützter Gebäude, Einbindung in Internetseiten, für Tourismus oder ähnliches. So unterschiedlich wie das Ergebnis sein kann, sind auch die Methoden die zur Anwendung kommen. Aufnahmeverfahren sind im einfachsten Fall mit Maßbändern und Bleistift, eher aber Photogrammetrisch, oder per Laserscanner. Die letzteren beiden sind berührungslose Verfahren, die es ermöglichen, unterschiedliche Modelle der Fassaden in verschiedener Genauigkeit zu erstellen. Entscheidend dabei sind einerseits die Qualität der Geräte und Positionierung bei der Aufnahme, andererseits die zur Auswertung der Daten angewandten Methoden. Im Rahmen dieser Diplomarbeit werden drei Methoden vorgestellt, die nur Photogrammetrisch, rein basierend auf 3D Laserscannerpunktwolken, oder auf beide Verfahren zurückgreifen. Diese Verfahren mit unterschiedlicher Automatisierung und Aufwand zur Erstellung eines Strichplanes der Ostfassade von Schloss Schönbrunn in Wien werden in dieser Diplomarbeit näher erläutert und miteinander verglichen. Wie es bei öffentlichen Ausschreibungen zur Erhaltung bzw. Darstellung von Gebäuden üblich ist, gelten die in Österreich gebräuchlichen ÖNORMen. Im letzten Schritt der Diplomarbeit wird eingegangen auf übliche Genauigkeitsanforderungen bei Ausschreibungen, und ob diese mit den vorgestellten Auswertemethoden realistisch erreichbar sind.

## Ausgewählte Analyse der Qualität von OSM Daten im alpinen Raum

*Rainer Krammer*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Kartographie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Univ.Prof. Mag. Dr. Georg Gartner, Dipl.-Ing. (FH) Manuela Schmidt

Österreich ist ein Wanderparadies. Es gibt unzählige Almen und Gipfel, welche täglich Menschen in die Berge ziehen. Zahlreiche Online-Portale nutzen Webkarten zur Veranschaulichung von Wanderrouten. Auch bei dem Projekt OpenStreetMap (OSM), welches Geodaten frei zur Verfügung stellt, sind Wanderwege, Schutzhütten, usw. ein fixer Bestandteil der Daten. Im Rahmen dieser Arbeit sollen Parameter zur Ermittlung der Qualität von OSM-Daten im alpinen

Raum erhoben werden. Um dieses Ziel zu erreichen werden OSM-Daten mit einem kommerziellen Referenzdatensatz, den Daten der Freytag-Berndt und Arteria KG (F&B), innerhalb von fünf Testregionen verglichen. Es wird die Vollständigkeit von Wanderwegen, Gewässern, Schutzhütten und Gipfeln sowie die Lagegenauigkeit mit einem 25 Meter Puffer, zur Überprüfung der Vollständigkeit der Wanderwegen und Gewässern bestimmt. Verglichen mit den Referenzdaten zeigen die OSM-Daten eine sehr gute Abdeckung der alpinen Wege und Pfade. In vier der fünf Testregionen ist die Vollständigkeit größer oder gleich 95 %. Zieht man zur Berechnung der Übereinstimmung die herausfallenden Wege ab, ergibt sich ein mittlerer Wert von 85 %. Bei den Gewässern ergeben sich eine Vollständigkeit von 69 % und eine Übereinstimmung von 55 %. Erfreulich ist die komplette Abdeckung (100 %) der Schutzhütten in allen Testregionen. Bei der Kategorie Gipfel deutet der Trend auf eine 80 %ige Abdeckung hin. Im letzten Abschnitt der Arbeit werden noch weitere offene Fragen bzw. Forschungsfelder diskutiert.

## Simulations of VLBI Observations with the Onsala Twin Telescope

*Caroline Schönberger*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Johannes Böhm, Prof. Dr. Rüdiger Haas

Der International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IVS) entwickelte das VLBI2010 Konzept um die Genauigkeit der geodätischen Very Long Baseline Interferometry (VLBI) auf 1 mm für Stationspositionen und 0.1 mm/Jahr für Stationsgeschwindigkeiten zu verbessern. Dafür sollen Breitbandbeobachtungen mit schnellen Teleskopen verwendet werden, so wie Zwillingsteleskope um die Atmosphäre besser bestimmen zu können. Diese gilt als limitierender Faktor der geodätischen VLBI. Einige Projekte zur Realisierung des VLBI Konzeptes wurden bereits gestartet, wie unter anderem das Onsala Twin Telescope Projekt, dessen Zielsetzung ist, ein Zwillingsteleskop in Onsala ab 2016 zu betreiben. In dieser Arbeit wurde ein globales VLBI Netzwerk geplant, simuliert und analysiert. Als Grundlage wurde das CONT11 Netzwerk gewählt, eine 15 Tage lange Kampagne, die momentan die besten geodätischen Ergebnisse liefert. Die Ergebnisse des existierenden 20 m Teleskops in Onsala und des geplanten Zwillingsteleskop in Onsala wurden auf Stationspositionen, Erdorientationsparameter, Atmosphärenparameter und Uhrenschätzungen verglichen. Eine generelle Verbesserung mit einem Zwillingsteleskop in Onsala ist erkennbar, vor allem mit einem Zwillingsteleskop das kontinuierlich beobachtet und einer Strategie die 4 Quellen gleichzeitig beobachtet.

## Integration of relative and global orientation methods using a moving ToF camera

*Sabine Horvath*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Photogrammetrie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Norbert Pfeifer, Dipl.-Ing. Wilfried Karel

Das Ziel dieser Arbeit ist die Bestimmung und Verbesserung der Trajektorie einer bewegten Distanz-Kamera. Um ein Objekt mittels Bildern rekonstruieren zu können, muss die Position und die Stellung der Kamera im Raum zum Zeitpunkt der Aufnahme bekannt sein. Die Genauigkeit des geometrischen Modells hängt von der Genauigkeit der äußeren Orientierung der Kamera ab, deswegen widmet sich diese Arbeit der Schätzung und Genauigkeitssteigerung der Kamera-Trajektorie.

Einerseits wird die Kamera-Trajektorie diskret auf Basis der äußeren Orientierungen der Bündelblockausgleichung hergestellt, andererseits liefert der Range Optical Flow in den Amplituden- und Distanzbildern eine relative Orientierung zwischen aufeinanderfolgenden Bildern. Durch Aufsummierung der einzelnen relativen Orientierungen erhält man ebenfalls die Kamera-Trajektorie. Basierend auf einem Vergleich dieser Trajektorien, wird die These formuliert, dass die Integration beider Verfahren zu einer glatten, erwartungstreuen Trajektorie führt.

Das Modell der Bündelblockausgleichung lässt sich einfach erweitern, weshalb die relative Orientierung in diese Ausgleichung integriert wird. Dafür muss ein funktionaler Zusammenhang zwischen den relativen Orientierungs-Ergebnissen und den Parametern der Bündelblockausgleichung definiert werden. Das stochastische Modell wird ebenfalls um die Kovarianzmatrix der relativen Orientierung erweitert. Weiters werden die Distanzmessungen der ToF-Kamera in das Modell inkludiert. Die Gewichtung verschiedener Beobachtungstypen wird auf Basis der Varianzkomponentenschätzung durchgeführt.

Diese These wird anhand von zwei Datensätzen evaluiert, die wesentlich von Sättigungseffekten und Bewegungsunschärfe bestimmt sind; folglich werden auch die Unzulänglichkeiten des Messsystems behandelt. Der erste Datensatz liefert präzise äußere Orientierungen der Bündelblockausgleichung, aber im Vergleich zum zweiten Datensatz schlechtere relative Orientierungen. Die Integration der beiden Orientierungsmethoden führt zu keiner sichtlichen Verbesserung der Trajektorie, weil die Ausgangsdaten bereits ein sehr hohes Genauigkeitsniveau aufweisen.

Die Bündelblockausgleichungsergebnisse des zweiten Datensatzes sind – wahrscheinlich durch Bewegungsunschärfe verursacht – um einen Faktor zwei ungenauer als jene des ersten. Die relative Ori-

entierung ist präziser als beim ersten Datensatz aufgrund von geringerem Rauschen und einem höheren Bildkontrast. Die Integration der relativen Orientierung verbessert den Trajektorienfehler um einen Faktor 14 und die Präzision der äußeren Orientierung um einen Faktor 3. Da Voraussetzungen der kleinsten Quadrate Ausgleichung sowie der Varianzkomponentenschätzung nicht erfüllt sind, dürfen diese Ergebnisse nicht unreflektiert übernommen werden.

Obwohl grobe Fehler entfernt und systematische Fehler in den Distanzbeobachtungen berücksichtigt werden, entspricht die Verteilung der Verbesserungen nicht einer Normalverteilung. Auch die geschätzte Kamera-Trajektorie zeigt, dass noch systematische Fehler in den Distanzen enthalten sind.

## Robuste Ausgleichung geodätischer Netzmessungen – Ein Vergleich von vier Ansätzen

*Helene Kastner*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Geoinformation, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Privatdoz. Dipl.-Ing. Dr. Gerhard Navratil, Univ.Ass. Dipl.-Math. Franz-Benjamin Mocnik

Nicht erst seit der automatisierten Aufnahme und Verarbeitung von Messdaten haben robuste Verfahren in vielen naturwissenschaftlichen Fachgebieten einen hohen Stellenwert. Sie zeichnen sich durch ihre Fähigkeit aus, grobe Fehler zu lokalisieren und deren Einfluss zu reduzieren oder zu eliminieren. Vor allem die vorwiegende Nutzung der Methode der kleinsten Quadrate als zentrales geodätisches Auswertekonzept, welches Ausreißer nicht detektieren und den dadurch entstehenden Fehler nicht minimieren kann, erfordert die zusätzliche Verwendung von robusten Schätzern.

Die vorliegende Arbeit widmet sich vier robusten Methoden (L1-Norm, Biber-Schätzer, RANSAC und LTS) und erörtert sie unter Zuhilfenahme von terrestrischen Netzmessungen. Neben den mathematischen Hintergründen wird die Implementierung der Algorithmen in Matlab behandelt. Den Schwerpunkt bildet die Ermittlung der Grenzen und Möglichkeiten jeder der vier robusten Methoden hinsichtlich der Aufdeckbarkeit von groben Fehlern und den Auswirkungen auf das Schätzergebnis. In diesem Zusammenhang werden grobe Fehler simuliert und in das Datenmaterial eingebracht. Des Weiteren wird der Einfluss der sukzessiven Reduktion der Gesamtredundanz untersucht.

Durch die Bewertung aller Verfahren wird eine Hilfestellung für zukünftige Anwendungen im Bereich der robusten Schätzung gegeben.

### 3D Kataster Initiativen im internationalen Vergleich

*Markus Molzer*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Geoinformation, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Privatdoz. Dipl.-Ing. Dr. Gerhard Navratil

Mit der Tatsache, dass es immer mehr Menschen in die Städte zieht und somit Grund und Boden immer intensiver genutzt werden, gewinnt die digitale 3D Darstellung zunehmend an Bedeutung. Sowohl die Entwicklung von vertikalen Konstruktionen als auch die Nutzung des Untergrundes in den Megacities dieser Welt fordert die Anpassung der Katastersysteme. Der traditionelle Kataster wird noch immer in 2D Parzellen geführt. Nur mit Hilfe von 3D Zusatzinformationen können Rechte in den unterschiedlichsten Situationen eingetragen werden.

Die digitale Datenerfassung hat die Messtechnik grundlegend verändert, so dass heute bereits in vielen Städten flächendeckende digitale Höhen- und Gebäudemodelle existieren. Diese Daten könnten zur Realisierung eines 3D Katasters genutzt werden.

Aus diesen Gründen hat sich eine internationale Arbeitsgruppe gebildet. Diese soll durch Austausch und Diskussionen von Ideen, Erfahrungen im Bereich 3D Kataster sammeln, um diese für zukünftige Projekte nutzen zu können.

Einige Staaten (Schweden, Israel, Bahrain) führen bereits hybride Systeme und haben ihre Erfahrung damit gemacht. Ob und wie ein 3D Kataster in Österreich einzuführen ist soll diskutiert werden.

### Development of a web map for a traditional map publishing company

*Robert Philipp*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Kartographie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Univ.Prof. Mag. Dr. Georg Gartner

Mit der Einführung des online-Kartendienstes Google-Maps im Jahr 2005 hat sich der Umgang mit interaktiven webbasierten Kartendiensten verändert [Schmidt und Weiser 2012]. Das Potential dieser sogenannten „web maps“ ist enorm und sie werden in sehr vielen Bereichen des täglichen Lebens, zum Beispiel zur Routenplanung, genutzt.

Im Zuge dieser Masterarbeit wird die Entwicklung einer „web map“ für einen traditionellen Kartenverlag diskutiert. Hauptaugenmerk liegt hierbei auf der Frage wie eine solche „web map“ auszusehen hat und welchen Inhalt sie haben soll. Diese „web map“ soll grundlegende Funktionalitäten und eine Bestellfunktion für gedrucktes Kartenmaterial besitzen. Es wird hierbei auf dem Arbeitsablauf von der Idee bis hin zum fertigen Produkt näher eingegangen.

Um herauszufinden was die Anforderungen der Nutzer einer solchen „web map“ sind wird als erstes eine online-Umfrage unter den Kunden eines Kartenverlages durchgeführt, bei der besonders auf den möglichen Inhalt der „base map“ eingegangen wird. Mit dem Ergebnis der Umfrage und zusätzlichen Optimierungen im Bereich Design wird das Konzept für die „web map“ erarbeitet. Mit Hilfe von Richtlinien für optimale website Benutzerfreundlichkeit, die speziell für diese Anwendung entwickelt werden, wird das Konzept näher umschrieben.

Anschließend wird aus Sicht des Verlages, dem Entwickler und der Nutzer besprochen wie eine solche „web map“ entwickelt wird. Dabei werden die Möglichkeiten für den Verlag, die technischen Aspekte die der Entwickler zu beachten hat und die Anforderungen für den Nutzer aufgezeigt. Das Endprodukt soll bestmöglich den Anforderungen von möglichen Nutzern entsprechen und einen gehobenen Qualitätsstandard besitzen.

### Speicherung von E-Mail Daten in einer dokumentbasierten Datenbank

*Karl Beranek*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Geoinformation, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Andreas Frank

Die Aufbewahrung von E-Mail Daten wird in vielen Fällen über Dateisystem-basierende Formate realisiert. Diese Formate erlauben eine hierarchische Gliederung der E-Mail Nachrichten, aber nur sehr eingeschränkte Möglichkeiten, die Nachrichten nach gewissen Gesichtspunkten zu organisieren. Einige Datenbank-basierende Methoden existieren, weisen jedoch den Nachteil auf, proprietär zu sein und keine offenen Schnittstellen anzubieten. Damit gilt für Datenbank- sowie auch Dateisystem-basierende Formate, dass diese nur schwer in Informationssysteme integrierbar sind.

Neue Möglichkeiten E-Mail-Daten effizient zu speichern werden durch dokumentbasierte Datenbanken eröffnet. Im Gegensatz zu relationalen Datenbanken speichern dokumentbasierte Datenbankmanagementsysteme Daten in Form von Dokumenten, welche keinem festen Schema unterliegen müssen. In den letzten Jahren ist die Nutzung dieser dokumentbasierten Datenbanken erheblich gestiegen. Dennoch findet man, neben der Groupware Lotus Notes, keine weiteren Anwendungen die sich die Vorteile dieser Datenbanken bei der Aufbewahrung von E-Mail Daten zunutze machen.

In meiner Diplomarbeit analysiere und vergleiche ich verschiedene Speicherungsarten von E-Mail Daten, um minimale Anforderungen an ein Mail-speicherndes System zu erheben. Weiters untersuche ich Eigenschaften und interne Strukturen des dokumentbasierten Datenbankmanagementsystems Apache CouchDB und de-

ren Einsatz als Persistierungskomponente für E-Mail Daten.

Für die Realisierung und Überprüfung dieser Konzepte wurde ein Prototyp in der funktionalen Programmiersprache Haskell programmiert. Der Prototyp ist ein MIME-konformer Mail Client mit grafischer Benutzeroberfläche und speichert E-Mail Daten in der Apache CouchDB. Der Client zeigt gespeicherte E-Mail Nachrichten an und ermöglicht eine Suche nach bestimmten Merkmalen. Transformatoren für übliche Formate ermöglichen den Import aus bestehenden Mail-Archiven und erlauben es neue E-Mail Nachrichten über das Transportprotokoll POP3 von Mailservern zu holen.

### **Calibration of space-borne Scatterometers: Towards a consistent climate data record for Soil Moisture Retrieval**

*Christoph Reimer*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Wagner

Higher level scatterometer products, such as surface soil moisture and wind vector fields became an important input dataset for climate change research. For this reason an accurate radiometric calibration of space-borne scatterometers is needed by the scientific community to establish a long-term consistent climate data record. Accordingly a novel radiometric calibration methodology is developed with the objective to achieve a consistent calibration of the European scatterometer mission onboard of the European Remote-Sensing Satellite (ERS) and the Meteorological Operational Platform (MetOp). The introduced calibration method is a stepwise relative calibration approach by making use of applicable extended area land-targets. A set of appropriate extended area calibration targets is determined by a threshold based decision scheme using three parameters to characterise backscatter attributes of individual land-targets. Consistent calibrated backscatter coefficients throughout a specific scatterometer mission are achieved by conducting sensor intra-calibration. Radiometric calibration deficiencies are explored in individual antenna beams of ERS-2 AMI-WS and MetOp-A ASCAT revealing deviations to a defined calibration reference in the order of 0.2 dB for AMI-WS and 0.1 dB for ASCAT respectively. Similarities in the instrument technical design of AMI-WS and ASCAT encourage a merging of these European scatterometer missions. As a consequence, a second calibration methodology is introduced on top of sensor intra-calibration, with the objective to identify possible differences in the radiometric calibration levels of the two scatterometer missions, referred to as sensor inter-calibration. Differences in the calibration levels of AMI-WS and ASCAT are found to reveal biases ranging from 0.39 dB to -0.08 dB. The capability of the developed stepwise calibration methodology to correct for such calibration related deficiencies is demonstrated by the use of inde-

pendent verification targets. Taking advantage of the developed stepwise calibration methodology will result in along-term consistent calibrated European scatterometer data archive comprising more than 30 years of global data.

### **Die Station Warkworth im globalen geodätischen VLBI Netz**

*Alexander Helekal*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Johannes Böhm

Die vorliegende Diplomarbeit befasst sich mit der im Jahre 2008 errichteten VLBI-Station Warkworth in Neuseeland und ihrem Beitrag zum globalen geodätischen VLBI-Netz.

Nach einer Einführung in die Grundlagen der VLBI, wird detailliert auf das Projekt VLBI 2010 eingegangen. Um die ambitionierten Ziele und Anforderungen dieses Projekts zu erreichen, werden Strategien und Untersuchungen zur Verbesserung der VLBI erläutert. Anschließend wird auf das zentrale Thema der Arbeit, die VLBI-Station Warkworth, eingegangen. Die 2008 errichtete Antenne in Warkworth in Neuseeland ist eine neue VLBI-Station im globalen geodätischen VLBI-Netz, die den Anforderungen des Projekts VLBI 2010 entspricht. Durch die Lage auf der südlichen Hemisphäre nimmt sie einen wichtigen Platz im VLBI-Netz ein. Um den Stellenwert der Position der Station Warkworth zu überprüfen werden VLBI-Sessions, an denen die Station in den Jahren 2011 und 2012 teilgenommen hat, mit der Vienna VLBI Software ausgewertet, einmal mit Teilnahme der Station Warkworth und einmal ohne Teilnahme der Antenne. Aufgrund des Auslassens der Station bei den Berechnungen soll eine Verschlechterung in den Ergebnissen für die Erdorientierungsparameter erwiesen werden. Weiters ist mit einer Abnahme der Zahl der beobachteten Radioquellen zu rechnen.

Die Auswertungen entsprechen den erwarteten Ergebnissen. 60 Prozent der Sessions weisen ohne Berücksichtigung der Station Warkworth eine Verringerung, um mindestens eine beobachtete Radioquelle, auf. Anhand der Analyse der fehlenden Radioquellen lässt sich außerdem feststellen, dass diese Quellen zum Großteil eine hohe negative Deklination zwischen -20 und -80° aufweisen. Die Sessions müssen somit auf einige Radioquellen auf der südlichen Hemisphäre verzichten, was wiederum zu einer geringeren Anzahl an Beobachtungen und zu einer Verschlechterung der Erdorientierungsparameter führt.

Von den jeweils 5 ausgewerteten Erdorientierungsparametern pro Session weisen 31 von 50 verschlechterte Werte für den formalen Fehler auf. Der Unterschied in den Ergebnissen beträgt im Mittelwert 0,04 Millibogensekunden, bei einer Session ist der formale Fehler sogar 0,72 Millibogensekunden.

Diese Ergebnisse zeigen klar den Nutzen und den Stellenwert der Station Warkworth für das globale geodätische VLBI-Netz durch ihre Lage auf der südlichen Halbkugel.

## A Vertical Crustal Motion Model for Alaska

*Daniel Landskron*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Johannes Böhm

Data of 23 years of GPS measurements was used in order to create a new vertical crustal motion model for the whole of Alaska. For this purpose, measurements of 608 GPS stations were analyzed: continuously measuring stations, managed by various agencies for several fields of interest, as well as a wealth of campaign stations mounted in tectonically interesting regions.

Additionally, processed GRACE data from 10 years of gravity measurements helped principally to model the seasonal variation caused by hydrological loading effects found in Southeast and eastern Southcentral Alaska. Several statistical examinations were conducted to eventually ensure an increase in model accuracy by including the GRACE data.

The results of this study generally reveal high, GIA induced uplift in Southeast Alaska as well as viscoelastic uplift around Cook Inlet due to the subduction of the Pacific Plate. The highest uplift was detected in Glacier Bay with 34 mm/yr. The strongest subsidence (13 mm/yr) occurs at Chirikof Island south of the Alaska Peninsula, a site close to the Aleutian Megathrust. The region of Kenai Peninsula is still subject to postseismic deformation resulting from the 1964 Great Alaska earthquake with a moment magnitude 9.2. Interior Alaska exhibits smaller, regionally alternating vertical motions due to the presence of the intracontinental, strike-slip Denali Fault. Northern and western Alaska have a low level of tectonic activity, while Southwest Alaska, comprising of the Alaska Peninsula and the Aleutian Islands, feature substantial vertical velocities due to the high tectonic activity at the Aleutian Megathrust.

Subtraction of three models estimating glacial isostatic adjustment, viscoelastic relaxation following the 1964 earthquake and deformations due to the subduction zone, that is all major causes for the vertical motions, didn't explain all of the measured velocities. The remaining residuals most likely point out flaws in the used models. The post glacial rebound happening due to constant ice loss within the last 250 years is apparently not constant in time, but time-dependent. Furthermore, the GIA model may overpredict the GIA-induced uplift by regarding parts of the subduction zone induced motions as glacial isostatic adjustment. Also, it is guessed that the uplift in the subduction model is overpredicted and that furthermore errors in some campaign station data negatively influence the result.

## Direkte Georeferenzierung von uLFZ-Luftbildern entlang linearer Infrastrukturobjekte

*Michael Scherr*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Photogrammetrie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Norbert Pfeifer, Dipl.-Ing. Dr. Christian Briese

Durch die technologische Weiterentwicklung, Minutiarisierung und kostengünstigere Herstellung von Sensoren wie GNSS-Empfänger, inertielle Messeinheiten (Drehraten- und Beschleunigungssensoren), Magnetometer und Barometer werden unbemannte Luftfahrzeuge (uLFZ, engl. unmanned aerial vehicles - UAV) für die Nahbereichsluftbildphotogrammetrie immer häufiger verwendet. Eine Lücke zwischen herkömmlichen terrestrischen Messmethoden und aufwändigen bemannten Luftbild-Flugmissionen könnte so eventuell geschlossen werden. Unter der Verwendung eines uLFZ des Herstellers twins.nrn wurden Untersuchungen zur direkten Georeferenzierung von uLFZ-Luftbildern, d.h. der Bestimmung der Position und der Orientierung von Fotos im 3D-Raum (äußere Orientierung), vorgenommen. Das primäre Ziel der Arbeit war, die bisherigen Arbeiten der Forschungsgruppe Photogrammetrie am Department für Geodäsie und Geoinformation an der Technischen Universität Wien weiterzuführen und die bisher erreichten Genauigkeiten der direkten Georeferenzierung zu steigern. Durch die Implementierung eines Zweifrequenz-GPS-Empfängers am uLFZ sollten die Aufnahmepositionen der Luftbilder zu den Aufnahmezeitpunkten im Bereich von wenigen Zentimetern bestimmt werden können. Der Vorteil der direkten Georeferenzierung liegt im Verzicht oder zumindest bei der Reduktion von Passpunkten am Boden, die vor allem im unwegsamen Gelände oder in bewaldeten Gebieten aufwendig zu bestimmen sind. Zur Vermeidung des Deformationsverhaltens größerer Bildblöcke unter Verwendung von wenigen Passpunkten, können die Parameter der äußeren Orientierung außerdem als zusätzliche Beobachtungen im Bündelblockausgleich eingeführt werden. Die Einsatzmöglichkeit eines uLFZ und die Verwendung der direkten Georeferenzierung bei linearen Infrastrukturobjekten stellte das zweite Ziel der Arbeit dar. Aus diesem Grund und der Kooperation mit der ÖBB-Infrastruktur AG, Stab Forschung und Entwicklung und Stab Vermessung und Datenmanagement, wurde diese Möglichkeit anhand eines Trassenabschnittes einer Eisenbahnstrecke in Herzogenburg (NÖ), in Flughöhen von 40 m und 70 m getestet. Für die Integration der synchronisierten Messdaten wurde ein erweitertes Kalman-Filter eingesetzt, das neben den Parametern der direkten Georeferenzierung auch die Biase der Sensoren der inertialen Messeinheit mitschätzt. Die Qualität der hier erprobten Methode konnte durch die Differenzbildung der Positionen und Orientierungen zwischen direkt und über Passpunkte indirekt georeferenzierter Luftbildern verifiziert werden. Die daraus resultie-

renden einfachen Standardabweichungen der Differenzen zwischen direkter und indirekter Georeferenzierung nehmen bei beiden Flügen für den Roll- und Nick-Winkel  $<1^\circ$ , für den Yaw-Winkel  $<2^\circ$  und für die Lage- und Höhenkoordinate  $<3\text{ cm}$  an. Die Auswirkungen der erreichbaren Genauigkeit der direkten Georeferenzierung auf Objektpunkte am Boden wurden anschließend diskutiert. Hier wurde gezeigt, dass sich Unsicherheiten der inneren Orientierung des Kamerasystems zum Teil stark auf die Koordinaten der Objektpunkte auswirken und mit Differenzen von bis zu  $12\text{ cm}$  in der Lage und  $45\text{ cm}$  in der Höhe zu rechnen ist. Die Berücksichtigung von wenigen Passpunkten im Bündelblockausgleich brachte eine deutliche Reduktion der Differenzen und es konnten Standardabweichungen in Lage und Höhe von  $<2\text{ cm}$  erreicht werden. Im Hinblick auf hohe Genauigkeitsanforderungen wurden die indirekt georeferenzierten Luftbilder für die photogrammetrische Auswertung von Objekten am Boden herangezogen und mit Daten einer terrestrischen Vermessung der Senftner Vermessung ZT GmbH verglichen. Dieser Vergleich zeigte, dass Auswertungen von Gleisen u.a. Objekten mit einer einfachen Standardabweichung von  $1\text{--}2\text{ cm}$  möglich sind. Als Nebenprodukt der photogrammetrischen Auswertung konnte ein hochauflösendes Orthophoto abgeleitet werden, das sich für Dokumentations- oder Planungszwecke eignen kann. Nach einer kurzen Einleitung werden im zweiten Kapitel Infrastrukturobjekte im Allgemeinen beschrieben, bevor aufgrund der Kooperation mit den ÖBB näher auf Eisenbahntrassen eingegangen wird. Kapitel zwei beinhaltet ebenfalls einen Überblick von uLFZ, deren rechtlichen Rahmenbedingungen in Österreich, sowie die Beschreibung des eingesetzten uLFZ in Form eines Hexakopters. Auf die direkte Georeferenzierung, integrierte Navigationssysteme und die Verwendung der Kalman-Filterung wird im dritten Kapitel eingegangen. Die Datensynchronisation, die Kamerakalibrierung und erste Testmessungen werden im Kapitel vier beschrieben. Nach der Beschreibung des Aufnahmegebiets und der Flugplanung folgt im fünften Kapitel die Durchführung der Befliegung des Testgebiets. Im Kapitel sechs erfolgen die Auswertung der Messdaten und eine Qualitätsuntersuchung der direkten Georeferenzierung. Das siebte und letzte Kapitel fasst die vorliegende der Arbeit zusammen.

### Identifying people's affective responses to the environment from social media data

*Timea Turdean*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Kartographie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Univ.Prof. Mag. Dr. Georg Gartner, Univ.-Ass. Dr. Haosheng Huang

Um zu verstehen, warum wir uns in gewisser Weise in unterschiedlichen Umgebungen verhalten, ist die Notwendigkeit der Erfassung emotionaler Information über unsere Umwelt entstanden. Ganz viel Aufmerksamkeit wird dabei auf das Extrahieren emotionaler Informati-

onen aus Social-Media-Daten verwendet. Methoden, die in früheren Forschungsarbeiten präsentiert wurden, die affektive Reaktionen auf die Umwelt aus Social-Media-Daten identifizieren, sind nicht spezifisch genug, um das Ziel der Reaktionen zu identifizieren oder sind gar nicht auf die Umwelt bezogen. Das kann zu falsch identifizierten zusätzlichen Daten in Benutzer-Beiträgen führen, die keine affektiven Reaktionen beinhalten. Im Zuge dieser Arbeit wurde eine Methodik entwickelt, die eine neue Perspektive verwendet um genauere affektive Antworten zu Orten in Wien mit Hilfe von Flickr Metadaten identifizieren. Satz-Strukturanalyse und Textklassifikation sind Bausteine der neuen Methodik. Wir definierten, dass das Ziel der affektiven Reaktion - in Textinformation - aus englischen Ort-Substantiven besteht. Mit Hilfe der Verarbeitung von natürlicher Sprache, insbesondere mit syntaktischer und semantischer Analyse, haben wir Adjektiv-Nomen-Strukturen identifiziert. Auf diese haben wir einen Maschinenlern-Klassifikator angewandt, um nur die Ort-Substantive zu sammeln. Die affektive Reaktion eines Ortes haben wir anhand der Valenz der Adjektive, die bei den Ort-Substantiven in einem Benutzerpost gefunden wurden, berechnet. Um die Adjektiv-Valenz erhalten zu können, haben wir eine neue affektive Wortliste erstellt. Unsere Ergebnisse zeigen, dass die neue Methode genauer ist als früheren Forschungen, wenn sie auf Flickr Metadaten angewandt werden. Wir glauben, dass diese Lösung auch für verschiedene soziale Plattformen einsetzbar ist, um zur Verbesserung der Entscheidungsfindung für die Entwicklung von Smart Cities beizutragen.

### Grundstücksschaffung – Vergleich des Österreichischen und Schwedischen Systems

*Marlies Schallert*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Geoinformation, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Privatdoz. Dipl.-Ing. Dr. Gerhard Navratil, Dr. Jesper Paasch, Lantmäteriet

Die wichtigsten Institutionen in der Grundstücksschaffung sind das Grundbuch und der Kataster. In Österreich wird das Grundbuch von den Bezirksgerichten und der Kataster von den Vermessungsämtern geführt. In Schweden hingegen werden diese beiden Institutionen seit 2008 von einer einzigen Behörde, der schwedischen Kataster, Kartographie und Grundbuchsbehörde (Lantmäteriet), geführt.

Diese Zusammenlegung verändert die Komplexität des Verfahrens der Grundstücksschaffung. Durch einen Vergleich der Systeme in den beiden Ländern sollen mögliche Verbesserungen durch eine solche Zusammenlegung ermittelt werden. Zudem soll das Verfahren der Grundstücksschaffung im Allgemeinen auf Unterschiede im Verfahren, bei der Verfahrensdauer und bei den Kosten für das Verfahren untersucht werden.

Anfangs wird ein Überblick über das Grundbuch und den Kataster, mit allen zuständigen Behörden und der

relevanten Gesetzgebung, in Österreich wie in Schweden gegeben. Vertiefend wird dann auf das Verfahren der Grundstücksschaffung im Allgemeinen eingegangen. Für die detaillierte Analyse der beiden Systeme wird eine Fallstudie einer Grundstücksschaffung erstellt. Dieses fiktive, jedoch realistische Praxisbeispiel gewährleistet die gleichen Voraussetzungen in beiden Systemen. In Österreich gestaltet sich das Verfahren aufgrund unterschiedlicher Gesetze in jedem Bundesland anders. Durch das Fallbeispiel kann auf regionale Unterschiede im Verfahren eingegangen werden.

Aus der Analyse der Fallstudie können folgende Schlüsse gezogen werden: Die Zusammenlegung von Kataster und Grundbuch in der vorliegenden Form bringt noch keinen Vorteil. Die zuständigen Behörden wurden zwar in einer übergeordneten Behörde zusammengefasst, die Führung unterliegt aber weiterhin zwei unterschiedlichen Abteilungen innerhalb dieser Behörde. Diese Abteilungen besitzen eine unterschiedliche Zahl an Sitzen und unterschiedliche Personen sind mit deren Führung betraut.

Wird das gesamte Verfahren der Grundstücksschaffung betrachtet, weist keines der Systeme einen Vorteil in Bezug auf die Komplexität auf. In einzelnen Teilschritten des Verfahrens sind jedoch in beiden Systemen Vor- bzw. Nachteile zu erkennen. Ein zunächst vermuteter Vorteil des schwedischen Systems aufgrund eines wesentlich geringeren bürokratischen Aufwands kann nicht bestätigt werden. Die Verfahrensdauer ist für die einzelnen Schritte des Verfahrens in beiden Systemen gleich. In Schweden muss jedoch eine Einspruchsfrist von vier Wochen eingehalten werden. Dadurch ergibt sich eine längere gesamte Verfahrensdauer im schwedischen System. In Bezug auf die Kosten bringt das schwedische System einen eindeutigen Vorteil für die Grundeigentümer. Die Kosten für das Verfahren der Grundstücksschaffung, als auch die Steuer für den Grunderwerb sind hier wesentlich geringer als in Österreich.

### Identifying Attributes relevant for Route Choice in Public Transport

*Markus Sommer*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Kartographie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Univ.Prof. Mag. Dr. Georg Gartner, Univ.-Ass. Dr. Haosheng Huang

Routenplaner sind heutzutage in vielen verschiedenen Geräten verfügbar. Es gibt eine Menge von Online-Tools, viele neue Autos haben ein Navigationssystem eingebaut und beinahe jedes Smartphone hat eine Navigationssoftware installiert. Im Gegensatz zur Personalisierung in anderen Bereichen des Internets liefern Routenplaner größtenteils noch immer jedem Benutzer die gleiche Route. Während diese Routen zwar technisch korrekt sind, berücksichtigen sie jedoch keine individuellen Präferenzen. Diese Diplomarbeit untersucht die Attribute von Stationen im Netz der öffentlichen Ver-

kehrsmittel die für einen Menschen relevant sind bei der Entscheidung für eine Route. Die Attribute werden in einem ersten Schritt mit Hilfe einer Focus Group ermittelt. Danach werden sie als objektiv oder subjektiv kategorisiert. Ein besonderes Augenmerk gilt den subjektiven Attributen, da davon auszugehen ist, dass sie einen erheblichen (unterbewussten) Einfluss auf die Routenplanung haben. Abschließend wird die Bedeutung jedes Attributes durch einen Online-Fragebogen bewertet. In diesem Fragebogen werden die Teilnehmer mit verschiedenen Situationen konfrontiert so dass der Unterschied der Bedeutung der einzelnen Attribute festgestellt werden kann. Einige wichtige Ergebnisse sind die Bestätigung, dass Routen-Entscheidungen tatsächlich von vielen verschiedenen Faktoren beeinflusst werden. Eine große Anzahl an Attributen wurde festgestellt und von den Teilnehmern bewertet. Zwölf dieser Attribute wurden in mehr als 20 % der Fälle als wichtig ausgewählt. Unter den gefundenen Attributen befinden sich einige die als subjektiv bezeichnet werden können und die daher nicht so einfach zu messen sind.

### Konvergenzuntersuchung verschiedener Rotationsparametrisierungen bei photogrammetrischen Grundaufgaben

*Daniel Leps*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Photogrammetrie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Helmut Kager, Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Norbert Pfeifer

Um aus Bildern räumliche Informationen zu extrahieren ist es nötig, die Bilder im Raum oder relativ zueinander zu orientieren. Die Orientierung wird mit Hilfe der Aufnahmeparameter und Koordinaten festgelegt. Die Aufnahmeparameter setzen sich dabei aus den inneren und äußeren Orientierungsparametern zusammen.

Die Parameter der inneren Orientierung werden, da sie „quasistatisch“ sind, meist im Vorhinein durch eine Kamerakalibrierung bestimmt. Sie können jedoch auch vor Ort am Objekt bestimmt werden. Dies schlägt sich jedoch später in der Anzahl der in der Ausgleichung zu schätzenden Parametern nieder.

Dem gegenüber stehen die Parameter der äußeren Orientierung, die sich in der Regel von einem Bild zum nächsten ändern. Die Parameter der äußeren Orientierung setzen sich dabei aus einem Verschiebungsterm (Translation) und einem Rotationsterm (Drehung) zusammen. Da der Verschiebungsterm linear ist, stellt dessen Berechnung im Allgemeinen kein Problem dar.

Das größte Problem ist die Bestimmung des nichtlinearen Rotationsterms. Dieser kann in verschiedenen Parametern dargestellt bzw. beschrieben werden. Die bekannteste Parametrisierung für Rotationen stellen Winkel dar. Des Weiteren gibt es eine schier unendliche Auswahl an Möglichkeiten Rotationen zu parametrisieren. In dieser Arbeit sollen vor allem die Quaternionen-Parameter und die davon ableitbaren Cayley-Parameter

untersucht und mit verschiedenen transzendenten Parametrisierungen verglichen werden. Trotz des Alters der Quaternionen werden sie bisher kaum in geodätischen Lehrbüchern erwähnt und finden allenfalls Beachtung in kleineren wissenschaftlichen Publikationen. Ihr offensichtlich großer Vorteil gegenüber den Winkeln besteht in ihrer Singularitätenfreiheit. Das heißt, aus jeder beliebigen Rotationsmatrix kann ein endlicher Satz Rotationsparameter berechnet werden. Im Fall der Quaternionen sind es immer zwei.

Neben dem Vorteil der Singularitätenfreiheit wird oft das bessere Konvergenzverhalten bei iterativen Ausgleichungsaufgaben hervorgehoben.

Da der Singularitätsvorteil allgemein bekannt ist und dafür spezielle Bilder von einem Objekt drum herum und in speziellen Lagen gemacht werden müssen, bezieht sich diese Untersuchung auf den Allgemeinfall von Bildern ohne Berechnung der inneren Orientierung. Der große Vorteil der Quaternionen vorab bleibt, dass eine Parametrisierung für alle Bildstellungen verwendet werden kann, während bei den transzendenten Parametrisierungen immer nach aero und terrestrisch unterschieden werden kann, um die Singularitäten zu umgehen. Ziel ist es nicht, ein Programm zu entwickeln das ohne Näherungswerte auskommt, sondern den Konvergenzbereich der verschiedenen Rotationsparametrisierungen im alltäglichen Gebrauch zu untersuchen und ausgehend von den Ergebnissen Aussagen zu treffen bzw. Empfehlungen zu einer der Parametrisierungen zu geben.

### **Grundlagen zur Realisierung eines Katasters öffentlich-rechtlicher Eigentumsbeschränkungen**

*Werner Weiskirchner*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Geoinformation, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Privatdoz. Dipl.-Ing. Dr. Gerhard Navratil

Derzeit beruht das österreichische System zur Eigentumsicherung von Grund und Boden auf dem Grundbuch und dem Kataster. Diese Systeme dienen primär dazu privatrechtliche Verhältnisse und Eigentumsbeschränkungen ersichtlich zu machen. Um eine geordnete Entwicklung von Grund und Boden zu gewährleisten, greift die Gesetzgebung in das private Grundeigentum ein und so entstehen immer mehr öffentlich-rechtliche Eigentumsbeschränkungen. Für die Eigentümer selbst und Interessenten an bestimmten Grundstücken, ist es daher wichtig die aktuell gültigen Rechtsverhältnisse an bestimmten Grundstücken zu kennen. Sollen öffentlich-rechtliche Eigentumsbeschränkungen im Grundbuch oder im Kataster jedoch verbindlich und mit hoher Rechtssicherheit wiedergegeben werden, bieten diese vorhandenen Systeme nicht die notwendigen Voraussetzungen.

In dieser Arbeit werden die Grundlagen zur Realisierung eines Katasters öffentlich-rechtliche Eigentumsbeschränkungen untersucht.

Das Ziel dieses Systems soll es sein, Eigentumsbeschränkungen, die dem öffentlichen Recht entstammen, abzubilden. Dabei sind die wichtigsten Voraussetzungen, dass der Inhalt dieses Katasters aktuell und vollständig ist und dass für die Benutzer hohe Rechtssicherheit gegeben ist. Aus diesen Gründen werden rechtliche und organisatorische Grundlagen diskutiert, welche für die Realisierung des Katasters in Österreich notwendig sind. Zu Beginn werden Details des Schweizer Katasters öffentlich-rechtlicher Eigentumsbeschränkungen erläutert und anschließend versucht eine Definition von öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen zu geben. Besonderes Augenmerk wird dabei auch auf die Prozesse und das Datenmanagement eines zukünftigen Katasters öffentlich-rechtlicher Eigentumsbeschränkungen gelegt, da eine genaue Untersuchung dieser Bereiche für eine mögliche zukünftige Einführung des Katasters unerlässlich ist. Zuletzt werden die öffentlich-rechtlichen Eigentumsbeschränkungen „Flächenwidmungsplan“ und „Denkmalschutz“ im Detail untersucht und eine mögliche Integration in einen Kataster öffentlich-rechtlicher Eigentumsbeschränkungen diskutiert.

### **GPS-basierte Navigation eines autonomen mobilen Feldroboters zur Messung von Bodeneigenschaften**

*Matthias Göttinger*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** a.o.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Robert Weber

Zur Automatisierung unterschiedlicher Aufgaben im Agrarbereich wurde ein autonomer mobiler Feldroboter (BoniRob) im Rahmen eines Forschungsprojekts von den Unternehmen AMAZONEN-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG, Robert Bosch GmbH und der Hochschule Osnabrück entwickelt. Dieser dient als Trägerplattform für verschiedene Geräte, sogenannte BoniRob-Apps. Zusätzlich wurde an der Hochschule Osnabrück ein Penetrometer-App zur automatisierten Messung des Eindringwiderstands [MPa] entwickelt. Im Rahmen dieser Diplomarbeit wird die Entwicklung eines Softwaremoduls zur GNSS-basierten Navigation von BoniRob beschrieben. Dabei wurde eine Wegpunkt-Navigation zur Anfahrt von vorgegebenen Messpunkten implementiert. An diesen Messpunkten sind automatisierte Messungen mit dem Penetrometer-App durchgeführt und georeferenziert worden. Zur Positionierung wurden Netzwerk-RTK Messungen durchgeführt. Die Planung und Auswertung der Messfahrt erfolgte mittels GIS-Software. Das Robot Operating System (ROS) wurde als Software-Framework zur Realisierung des Navigationsmoduls eingesetzt. Die Umsetzung einer browserbasierten grafischen Benutzeroberfläche zur Steuerung des Navigationsmoduls erfolgte mit dem Web Toolkit (Wt). Für die Navigation mussten dabei folgende Teilaspekte gelöst werden: Bestimmung der Anfahrtrihenfolge der einzelnen Messpunkte (VRP), Planung eines für

die Roboterplattform ausführbaren Pfads zum Zielpunkt und Azimutbestimmung mittels RTK Messungen während der Fahrt des Roboters. Weiters wurde die Einbindung von zusätzlichen Sensoren (Odometer und IMU) getestet. Zur Evaluierung des Navigationsmoduls wurden mehrere Feldtests an Testflächen des Versuchsbetriebs Waldhof der Hochschule Osnabrück durchgeführt. Dabei konnten im Zuge von Testmessungen im automatischen Modus 35 Messpunkte in einem 10 x 10 m Raster mit einer Genauigkeit von ca. 10 cm angefahren werden (mittlerer Abstand vom Zielpunkt). Zur Behebung der bei der Navigation aufgetretenen Probleme müssen Pfadplanung (motion primitives) und Fahrbefehle noch besser aufeinander abgestimmt werden. Die bei den Testmessungen durchgeführten Penetrometermessungen wurden mit einer OS Kriging Software interpoliert und mit einem GIS visualisiert.

### Combined Processing of GPS & BeiDou Observations: An Investigation

*Qing Li*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** a.o.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Robert Weber

In this thesis GNSS positioning techniques based on GPS and BeiDou observations have been investigated. This study focused on the potential improvement in positioning accuracy when utilizing both the L1 and L2 signals of GPS and the B1 and B2 signals of BeiDou. Although BeiDou is a new GNSS system, the IGS-MGEX project offers already precise Beidou orbit and clock correction information and therefore enables to combine observations of both systems for site data processing. The positioning accuracy obtained in three scenarios (GPS-only, Beidou-only, GPS&Beidou) has been investigated by means of a baseline and a PPP approach. In case of Double Difference (baseline) processing, the performance of the GPS-only and the combined GPS&BeiDou approach was found to be superior compared to the BeiDou-only solutions.

In order to assess the positioning accuracy and convergence time in PPP, the 24-hour observation data sets and the orbit and clock corrections produced by ESA and GFZ were used. As expected the addition of BeiDou constellation data improved the satellite availability and the PDOP values. Based on the results the ESA Beidou and GPS orbit and clock correction data seems to be more consistent than the GFZ correction data within the investigated periods. On the other hand, the Beidou-only positioning improved in quality when preferring the GFZ corrections compared to the ESA corrections. While the position accuracy does not improve largely when using combined GPS&Beidou observation data compared to GPS-only, the convergence times of the vertical coordinate could be significantly reduced. Although the BeiDou constellation is not fully operational yet, the main advantage of processing combined observations was the tremendous increase

in service availability especially for users at locations in the Asia-Pacific area.

### SSR basierte automatisierte GNSS Datenprozessierung

*Markus Konrath*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** a.o.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Robert Weber, Dipl.-Ing. Fabian Hinterberger

Heute ist es mit Hilfe der GNSS (Global Navigation Satellite Systems) einer breiten Nutzeranzahl möglich, auf globaler, regionaler und lokaler Ebene eine cm-genaue präzise Punktbestimmung durchzuführen. Diese hohen Genauigkeiten sind aktuell nur mit dem Differenzverfahren, welches die Beobachtungsdaten national betriebener aktiver Referenzstationsnetze nutzt, zu erreichen. Die verschiedenen Referenznetzbetreiber bieten kommerziell sowohl die Beobachtungsdaten der einzelnen Stationen für das Nachprozessieren als auch Korrekturdaten für Echtzeitanwendungen an. In den letzten Jahren finden sich immer mehr Dienste, welche es den Nutzern ermöglichen ihre Messdaten an einen Server zu senden und nach wenigen Minuten die ermittelte Position sowie ein Berechnungsprotokoll zu erhalten. Die Berechnung in der Zentrale basiert entweder auf einer Basislinienlösung oder es werden sogenannte PPP-Techniken (Precise Point Positioning) angewendet, welche die aus den Referenznetzdaten ermittelten Fehlermodelle für die Einzelpunktbestimmung des Rovers nützen (State Space Representation – SSR).

In dieser Arbeit wurde nun der vom österreichischen Referenznetzbetreiber EPOSA (Echtzeit Positionierung Austria) angebotene Postprocessingdienst „SSRPOST“ getestet. Zu diesem Zweck wurden im Großraum Wien statische und kinematische Testmessungen durchgeführt. Bei der Auswertung wurden die Auswirkung von unterschiedlichen Beobachtungszeiten und Datenraten sowie die Stabilität der Koordinaten ermittelt. Zusätzlich behandelt die Arbeit die Qualität der Transformation der Positionierungen vom globalen Referenzrahmen in das Landessystem behandelt. Abschließend wurde der „SSRPOST“ Service mit einem ähnlichen kanadischen PPP Dienst verglichen. Eine Liste mit Empfehlungen und Tipps für die Nutzung von „SSRPOST“ beschließt diese Arbeit.

### Analyse des globalen Geopotentialmodells EGM2008 und des Europäischen Geoids EGG08

*Patrick Seiser*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** a.o.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Robert Weber

Dem Anwender aus Geodäsie, Geophysik oder Ozeanographie steht eine große Zahl an Erdschwerefeldmodellen zur Verfügung. Dies sind im Allgemeinen Kugelfunktionsentwicklungen des Gravitationspotentials der Erde, die aus einer Kombination von Satellitenbeobachtungen, Altimetermessungen und mittleren Freiluftanomalien berechnet werden. Für kleinräumige Untersuchungen stehen hochauflösende regionale oder lokale Modelle zur Verfügung. Zu deren Herstellung werden globale Modelle durch ein dichtes Netz von Freiluftanomalien, aus GPS und Nivellement bestimmten Geoidundulationen oder astronomischen Lotabweichungen verbessert. Aus Geopotentialmodellen können Schwerefeldgrößen wie Geoidundulationen bzw. Höhenanomalien bestimmt werden. Eine Untersuchung der Geoidundulationen in Österreich, bestimmt durch die aktuellsten Lösungen, dem EGM2008 (weltweit, Kugelfunktionen,  $n = 2159$ ), dem EGG2008 (Europa,  $1.0' \times 1.0'$  Raster) und dem Austrian Geoid 2007 (Österreich,  $1.5' \times 2.5'$  Raster), zeigen mittlere Differenzen in der Größe von  $+11.5$  cm (AG2007 minus EGG2008) bzw.  $-12.5$  cm (AG2007 minus EGM2008). Betrachtet man den relativen Geoidverlauf, so existieren im Osten Österreichs kaum Abweichungen zwischen den Modellen. Im alpinen Westen des Landes führen verschiedene Effekte zu Differenzen von bis zu 20 cm. Die Eignung des EGM2008 oder des EGG2008 als Ersatz für das Austrian Geoid 2007 hängt daher einerseits vom Anwendungsgebiet innerhalb Österreichs und andererseits von der geforderten Genauigkeit der abgeleiteten Größen ab.

### Auswertung und Analyse profilhafter Überwachungsmessungen mit einem terrestrischen Laserscanner

*Alexander Supper*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Ingenieurgeodäsie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Berndt Neuner

Durch die Zunahme des Verkehrs auf der Straße sind Brückenbauwerke heutzutage deutlich stärker beansprucht, als dies zu Zeiten ihrer Errichtung vorgesehen war. Es ist daher notwendig Life-Cycle-Konzepte zur Überprüfung der Zuverlässigkeit der Tragwerke zu entwickeln, die allfällige Ermüdungserscheinungen frühzeitig erkennen können. Im Rahmen dieser Diplomarbeit wird die Einsetzbarkeit eines terrestrischen Laserscanners für diese Aufgabenstellung untersucht. Aus profilhaften Messungen der Brückenunterseite unter verkehrsbedingten Auflasten sollen Biegelinien modelliert werden, aus denen in weiter Folge Dehnungen abgeleitet werden. Es werden hierbei Messdaten von ca. 15 Minuten analysiert, welcher von einem Team der Gottfried Leibnitz Universität 2013 an einer Brücke der „R2 – Hochstraße Rethen“ in Hannover aufgenommen wurden.

Es werden zwei mögliche Modellierungsansätze aufgezeigt und auf ihre Einsetzbarkeit untersucht. Zum

einen sind dies B-Splines, welche aus der Computergrafik stammen und zum anderen mittels Kollokationsrechnung. In der Modellierung mittels B-Splines wird in dieser Arbeit ein besonderes Augenmerk auf die Wahl des Knotenvektors gelegt und sein Einfluss auf das Approximationsergebnis untersucht.

Die so gewonnenen Dehnungen werden mit Dehnungsmessungen verglichen, welche aus Messungen mittels Dehnungsmessstreifen erhalten wurden. Es zeigt sich dabei, dass mittels der in dieser Diplomarbeit beschriebenen Verfahren zur B-Spline-Modellierung Dehnungen ab einer Größe von  $2 \mu\text{m}$  in ihrer Form des Peaks aufgedeckt werden können. Es bleiben dennoch Residuen in der modellierten Größe der Dehnung. Darüber hinaus können lokale negative Dehnungen mittels der vorgestellten Methoden aufgrund ihres Filterungscharakters nicht modelliert werden.

Die vorgestellte Methode in der Kollokationsrechnung liefert für die Modellierung die zuverlässigsten Ergebnisse hinsichtlich der Approximationsgüte. Die erhaltenen Dehnungen sind jedoch aufgrund des zu großen Punktabstandes in den prädierten Messwerten stark verrauscht. Leistungsfähigere Hardware würde benötigt werden, um das Potenzial dieses Modellierungsansatzes restlos klären zu können.

### Grenzen und Anwendbarkeit der Positionsbestimmung mittels HS-GPS im Wald

*Severin Nikolaus Heuböck*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Ingenieurgeodäsie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Günther Retscher

Moderne High-Sensitive-GPS-Empfänger (HS-GPS) erreichen durch die Entwicklung von schnelleren Prozessoren und neuen Signalbearbeitungstechniken im Codeverfahren entweder eine Genauigkeit unter einem Meter oder eine hohe Verfügbarkeit in Gebäuden, Häuserschluchten und Wäldern. Die Varianz zwischen Genauigkeit und Verfügbarkeit kann jedoch zu Missverständnissen führen. Die Situation bei der Positionsbestimmung im Wald genügt nur bedingt dem mathematischen Modell, da die empfangenen Satellitensignale nicht unbeeinflusst zum Empfänger gekommen sind, und die Messung an Qualität verliert. In dieser Arbeit wird die Messsituation HS-GPS-Messung im Wald näher untersucht, die Qualität der Codelösungen eines klassischen Navigationsempfängers bestimmt, sowie die Möglichkeiten einer Einfrequenz-Basislinienmessung zu einer virtuellen Referenzstation beschrieben. In einem Mischwald rund 20 Kilometer westlich von Wien wurden zehn koordinativ bekannte Messpunkte jeweils 24 Stunden lang zu drei verschiedenen Vegetationszeitpunkten mit einem HS-GPS-Empfänger gemessen und die Rohdaten gespeichert. Bei der Analyse wurden aus diesen einerseits mit der empfangereigenen Software Codelösungen berechnet und andererseits mit einem

Vermessungsprogramm Basislinien zu einer virtuellen Referenzstation gerechnet. Alle Ergebnisse wurden mit den absoluten Koordinaten der jeweiligen Messpunkte verglichen und die Ergebnisse nach der Art des Waldes und der Saison getrennt analysiert. Moderne HS-GPS-Empfänger bewiesen im Wald eine hohe Verfügbarkeit. Die mittleren Punktlagefehler liegen zwischen einem Dezimeter und zwei Metern bei rund acht Metern Standardabweichung abhängig von Waldart und Jahreszeit. Durch statische Messungen konnte die Standardabweichung auf drei Meter gesenkt werden. Die Analyse der Basislinienmessungen zeigte jedoch, dass eine große Anzahl der Messungen grobe Fehler aufwiesen. Die Analyse der Rohdaten ergab, dass bis zu 50 % der einzelnen Satellitenbeobachtungen im Wald von einem Verlust der Lösung der Mehrdeutigkeiten betroffen waren. Der Median von unter einem halben Meter und ein Quartilabstand von weniger als fünf Metern belegte allerdings, dass sich mit differentiellen Methoden die Qualität der Positionsbestimmung im Wald noch steigern lässt.

### **Beobachtung von GNSS Satelliten mit VLBI Radioteleskopen – Von der Beobachtungsplanung zur praktischen Umsetzung**

*Andreas Hellerschmied*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Johannes Böhm, Dr. Alexander Neidhardt, Dr. Lucia Plank

Within this master thesis options for an operational path of carrying out VLBI observations of satellites are investigated. From scheduling, over satellite tracking, to actual data acquisition, the complete process chain is considered. One concept for VLBI satellite observations has been exemplarily realized with the radio antennas at the Geodetic Observatory Wettzell (GOW), Germany. It is based on a newly developed satellite scheduling module of the Vienna VLBI Software (VieVS) in combination with dedicated satellite tracking features provided directly by the Antenna Control Units (ACU), which were activated in the NASA Field System (FS). Observing satellites with VLBI is a promising topic and has been discussed vividly in the VLBI community for the last few years. Despite several successful experiments, a clear strategy has not been shown so far, demonstrating a way of realizing such observations operationally. The challenges already start at the observation planning level, because the common scheduling software packages are currently not able to schedule moving satellites as targets. Additionally, the current standard data-formats used for VLBI schedule files do not provide the possibility to define satellite orbits in a suitable way. Finally, the most recent version of the FS does not yet support the generation of appropriate local control-files (SNAP files) for satellite observations, which would be required to carry out such VLBI sessions automatized.

These restrictions are the reason that previous satellite observations had to be done with hand-written schedules and numerous manual interaction at the stations. Therefore, an operational path for satellite observations with VLBI is still missing. On that account a joint project with the GOW was started to investigate concepts for an operational path for VLBI observations of satellites. VieVS was extended with a new module providing the possibility of scheduling VLBI satellite observations. Considering several observation conditions, such as the common visibility from a selected station network, the program determines a selection of satellites being potentially available for observations and presents this information to the user, who is asked to assemble an observation plan. The schedule is then saved in the VEX format, with the changing satellite positions converted to sequences of corresponding topocentric celestial coordinates. Based on these VEX files satellites can be tracked – virtually stepwise – by consecutively re-positioning the antennas in a defined time interval. Alternatively, preparations were made at Wettzell to be able to track satellites in a truly continuous fashion by making use of the satellite tracking mode provided by the ACU of Wettzell's antennas. Therefore, modifications in the station-specific code of the FS were required to enable this feature. Several successful observations of GLO-NASS satellites were carried out in January 2014 on the baseline Wettzell-Onsala based on the implemented concept, validating that all developments worked properly. These experiments showed that VLBI satellite observations can already be carried out nearly operationally, which is important to promote further developments and research activities in this field of VLBI.

### **Regressionskoeffizienten für atmosphärische Auflasteffekte aus der VLBI**

*Bernd Moser*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Johannes Böhm, Dipl.-Ing. Dr. Hana Krasna

In dieser Arbeit wird die Atmosphärenkorrektur anhand a priori bestimmter Regressionskoeffizienten aus atmosphärischen Auflasteffekten näher betrachtet. Der Luftdruck in der Atmosphäre wirkt auf die Erdoberfläche in Form von Auflast. Variiert der Luftdruck, wirkt sich dies auf die Erdkruste in Form von Deformationen aus. Die durch die Auflasteffekte hervorgerufenen Deformationen können bis zu 3 cm in radialer Richtung betragen. Der Zusammenhang von Luftdruck und den atmosphärischen Auflasteffekten kann durch Regressionskoeffizienten ausgedrückt werden. Aufgrund des Einflusses der Auflasteffekte auf die Erdkruste wird in der Arbeit unter anderem untersucht, ob eine Atmosphärenkorrektur anhand von a priori bestimmten Regressionskoeffizienten in einer globalen VLBI-Lösung Verbesserungen in den Ergebnissen liefert. Des Weiteren beschäftigt sich diese Arbeit mit der Untersuchung der

saisonalen Variation von Luftdruck und Auflasteffekten und damit verbunden der Regressionskoeffizienten. Für viele VLBI - Stationen wird dabei die saisonale Variation der Regressionskoeffizienten sehr deutlich sichtbar. Stationen mit stabiler Drucklage weisen erwartungsgemäß geringe Variationen auf. Der Einfluss der saisonalen Auflasteffekte auf den Schwerpunkt des VLBI-Stationennetzwerkes wird ebenso untersucht. Die Ergebnisse der globalen Lösungen werden anhand von Stationskoordinaten und Basislinienwiederholbarkeiten betrachtet. Die Lösung mit Atmosphärenkorrektur anhand von a priori Regressionskoeffizienten und die Lösung mit einer Atmosphärenkorrektur anhand von Korrekturen des NASA Goddard Space Flight Center (GSFC) und intern geschätzten Regressionskoeffizienten werden verglichen mit einer Lösung mit intern geschätzten Regressionskoeffizienten ohne GSFC-Atmosphärenkorrektur. Die Untersuchung der Basislinienwiederholbarkeiten zeigt, dass eine Atmosphärenkorrektur anhand von a priori Regressionskoeffizienten nicht für alle Stationen Verbesserungen gegenüber den anderen Lösungen mit sich bringt. Es zeigt sich, dass eine globale Lösung mit GSFC - Atmosphärenkorrektur für den Großteil der Basislinien kleinere Wiederholbarkeiten als eine Lösung ohne GSFC-Atmosphärenkorrektur liefert. Ebenso kann festgehalten werden, dass eine globale Lösung mit Atmosphärenkorrektur aus a priori geschätzten Regressionskoeffizienten hinsichtlich der Wiederholbarkeiten auch bessere Ergebnisse liefert als die Lösung ohne Atmosphärenkorrektur.

### **A Cartographic Approach to Spatio-temporal Data Visualization of Events in Visual Analytics Applications**

*Alice Rühl*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Kartographie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Univ.Prof. Mag. Dr. Georg Gartner mit Pennsylvania State University, USA

The increasing importance of Visual Analytics, particularly in response to the advent of „big data“, calls for greater attention to maps in analytic tools and applications. While maps provide a familiar, understandable interface to underlying data, not enough has been done in the field of Visual Analytics to advance the design and usage of maps. This study explores the development of map components within multi-view applications using multivariate and zoom-level dependent representations of news event data. Integrated in the system with a timeline, a word cloud and other view components, we consider the traditional „rules“ of cartography as well as aspects of human-computer interaction and interactive design research. This allows users to efficiently explore complex spatiotemporal data. Our approach was validated by re-developing the mapping component inside STempo, a project developed at the GeoVISTA Center, Pennsylvania State University. We found that the application of cartographic precepts to

our spatio-temporal map visualizations aided in the development of more useful visual analytic mapping tools.

### **An Assessment of the Solar Potential of Roofs within a Web-based Solar Cadastre**

*Ekaterina Chuprikova*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Kartographie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Univ.Prof. Mag. Dr. Georg Gartner mit EURAC, Italy

In the last decade the energy issue became a crucial component of ecologically and economically sustainable urban development. The conventional energy sources such as oil, gas and coal are tending to decrease, whereas the renewable energy sources such as solar energy, wind power, hydropower, biofuel, biomass and geothermal energy are making a great contribution into producing electric energy, domestic hot water, heating and motor fuels. Moreover, solar technologies are quite mature already and offer a variety of technical solutions for on-site energy generation. Along with clean and sustainable energy production photovoltaic systems could be installed for a reasonable cost, therefore, their use is growing and private users as well as local authorities demonstrate wide interest in identifying areas suitable for mounting the solar modules. Based on LIDAR (Light Detection and Ranging), a remote sensing technology, precise surface and terrain models can be constructed for evaluation of solar radiation distribution and shadowing at each location. Furthermore, for photovoltaic potential estimations it is necessary to include the information about ambient temperature and parameters of the considered photovoltaic technologies. To proceed with this assignment, the information should be merged and visualized in a convenient way for the end user, which is not trivial. The proposed solution includes development of the WebGIS Solar Tirol application, a state-of-the-art technology, which offers immediate access to the information about irradiance distribution, electrical energy, emission savings and photovoltaic output on building roofs within a single environment. Moreover, the approach doesn't require the installation of additional software and uses open-source, data standards and APIs. The tool is implemented in a three layer architecture: user interface, application server and spatial database. Therefore, the contribution of the research includes an integration of the methodology for the solar potential estimations into the Web environment. Moreover, the WebGIS Solar Tirol is developed within an existing SDI that provides easy access for collaboration and distribution of solar potential data. The objective of the application is to increase environmental awareness among the residents and provide private users and authorities with comprehensive information for the planning and installation of the solar power systems within an intuitive environment. The results represent a preliminary assessment of solar potential characteristics that can be used to support management decisions regard-

ding investments in the solar systems. The research is applied to the study area in the Autonomous Province of Bolzano (Alto Adige / Südtirol), Northern Italy. The region of South Tyrol has great potential for developing solar energy due to a favorable geographic location, political measures and economic instruments designed to improve the energy efficiency. The combination of cool temperatures and large amounts of solar radiation provides ideal conditions for the solar power systems. However, the complex mountain landscape makes an assessment of solar potential challenging.

**The automatic generalization of  
building polygons whilst maintaining  
the settlement structure –  
A case study based on the 1 : 50.000 Swiss  
National Map Series**

*Anna Vetter*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Kartographie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Univ.Prof. Mag. Dr. Georg Gartner mit SwissTopo und ESRI, Schweiz

Innerhalb der Kartographie ist die Automatische Generalisierung eines der Haupt Schlagworte, aber zum heutigen Zeitpunkt immer noch ein schwer zu erreichendes Ziel und somit Gegenstand intensiver Forschungstätigkeit. Die Notwendigkeit der automatischen Generalisierung ist für die meisten NMAs von erheblichem Interesse. Mit automatischer Generalisierung sind diese nicht nur in der Lage ihre Produktionslinien zu verbessern und zu optimieren, sondern auch wichtige Ressourcen wie Zeit und Geld einzusparen. Aus diesen Gründen schlagen viele NMAs diesen Weg ein oder haben automatische Generalisierung bereits eingeführt. Das Bundesamt für Landestopografie swisstopo, die NMA der Schweiz, verwendet bereits automatische Generalisierung bei der Kartenproduktion und sucht ständig nach neuen Ansätzen und Methoden um die Effizienz zu verbessern. Von besonderem Interesse ist die Generalisierung von Gebäuden, da das Siedlungsbild in allen Maßstäben von größter Bedeutung ist. Besonders in Schweizer Karten ist die Einzelhausdarstellung über mehrere Maßstäbe eine Besonderheit und deshalb zu gewährleisten. Diese Masterarbeit beschreibt nicht nur die Herausforderungen, sondern liefert vielmehr eine mögliche Arbeitslösung für die automatische Generalisierung der einzelnen Gebäude Polygone des Schweizer TLM (Topographisches Landschaftsmodell, Maßstab 1 : 10.000) unter Erhalt der Einzelhausdarstellung für einen Endmaßstab von 1 : 50.000, und dies unter Beibehaltung der verschiedenen Siedlungsformen innerhalb der Schweiz. Das fertige Ergebnis wurde anschließend durch eine Expertengruppe, bestehend aus Personen die unmittelbar mit dem Thema Generalisierung vertraut sind, mittels Fragebogen evaluiert. Die Gruppe wurde durch drei verschiedene Expertengruppen repräsentiert (Kartographen, Software Spezialisten

und Hochschulausbildung). Die Evaluierungsergebnisse liefern einen interessanten Einblick in die Wahrnehmung der erzielten Generalisierung und bietet eine Vision wie diese Forschung fortgesetzt werden könnte.

**Modeling Individual's Familiarity of  
Places Using Social Media**

*Wangshu Wang*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Kartographie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Univ.Prof. Mag. Dr. Georg Gartner, Univ.-Ass. Dr. Haosheng Huang

Different people have different prior knowledge of a certain environment, which makes it hard to provide a geo-related service (e.g. navigation) that fits all. In order to provide a service adapted to individual's spatial knowledge, a model of individual's prior knowledge of the environment is needed. The growing popularity of location aware social media provides a unique opportunity to study individual's spatial knowledge. With Foursquare being one of the most popular location-based social media, this thesis focuses on modeling individual's familiarity of places by using Foursquare data. To achieve this overall goal, two objectives are set. The first objective is to identify individual's meaningful places. To derive meaningful places from the check-ins on Foursquare, which represent the frequency of visits to a place, an appropriate clustering algorithm is required. A comparison of four existing clustering algorithms (SLINK, K-means, DBSCAN and EM Algorithm for Gaussian Mixture Model) was then conducted. DBSCAN turned out to have the best overall performance. To attain the second objective, which is to model individual's familiarity of places, information indicating the affected responses of an individual, e.g., the text descriptions and photos along with a check-in, was added to weight each check-in and eventually to measure the familiarity. To evaluate the modeling framework, an online survey was carried out. The results demonstrated the possibility to model individual's familiarity of places using social media.

**Testing the Usability of  
OpenStreetMap's iD Tool**

*Jan Behrens*

**Diplomarbeit:** Department für Geodäsie und Geoinformation, Forschungsgruppe Kartographie, Technische Universität Wien, 2014

**Betreuer:** Univ.Prof. Mag. Dr. Georg Gartner, Dr. Corné van Elzakker, Dipl.-Ing. (FH) Manuela Schmidt

OpenStreetMap (OSM) is the biggest and best-known source for open geographic information gathered by crowds of volunteer enthusiasts worldwide. With the needs for open-source geodata increasing, OSM has taken steps to increase its visibility towards potential users as well as usability of its tools for new contributors. As the ease of using OSM editors is vital to attracting a

greater amount of contributing members, usability evaluations of the tools are needed in order to provide a solid and growing basis of volunteers for the project. The iD editor for OSM is one of the most recently developed tools and, being the default online editor for OSM, it is also the most used. The objective of this study is to investigate the usability of the iD editor. To this end usability tests have been conducted with users selected with the aid of an online survey. The participants were given mapping tasks to complete using iD and observed with the thinking aloud method as well as screen recording and mouse/keyboard logging. Additionally the test persons were interviewed after each test. The data gathered were analysed with regard to key usability criteria such as learnability, efficiency, error tolerance, and subjective user satisfaction. The outcome of this study is the identification of usability issues from which possible improvements of the tool have been derived. The study shows that iD is an overall usable tool for novice users, but still shows opportunities for improvement especially in terms of learnability and error handling.

### **Bestimmung von Schwerefeldgrößen für ingeniergeodätische Anwendungen im Gebiet Montafon**

*Arton Sallahu*

**Diplomarbeit:** Institut für Navigation, Technische Universität Graz, 2014

**Betreuer:** Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Norbert Kühnreiter

Im Zuge dieser Diplomarbeit wurden Lotabweichungsmessungen sowie GPS-Messungen durchgeführt. Die Messungen werden für eine neue Berechnung des Geoids im Montafon von den Vorarlberger Illwerken verwendet. Die neue Berechnung des Geoids wird mit den bereits vorhandenen Modellen verglichen. Das neue Geoid wird durch die Messung von Lotabweichungen verbessert. Lotabweichungen lassen sich entweder direkt im Feld messen, können aber auch aufgrund von Massen- und Geländemodellen berechnet werden. Die Lotabweichungsmessungen wurden mithilfe des Instruments Qdaedalus gemessen. Das Instrument ist eine Entwicklung des Instituts für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich. Die gravimetrischen Lotabweichungen wurden mittels der Vening Meinesz Integrationsformel berechnet. Die Komponenten der Lotabweichungen sind sowohl für die physikalische Geodäsie als auch für die Ingenieurgeodäsie von Bedeutung. Für zahlreiche wichtige Aufgabe der Ingenieurgeodäsie wie z.B. der Vortriebskontrolle von Tunneln.

### **Indoor-Positionierung mit Inertialsensoren**

*Eva Bauer*

**Diplomarbeit:** Institut für Navigation, Technische Universität Graz, 2014

**Betreuer:** Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Manfred Wieser

Fußgänger halten sich einen Großteil ihrer Zeit in Innenräumen auf, wodurch konventionelle, satellitenge-

stützte Positionierungsmethoden auf Grund von Abschattungen nicht funktionieren. Deshalb befasst sich die Forschung mit alternativen Methoden der Positionsbestimmung. Eine günstige Möglichkeit stellt die relative Positionierung mittels low-cost, inertialen Sensoren dar. Diese Möglichkeit wird für Fußgänger als Pedestrian Dead Reckoning (PDR) bezeichnet. Zur Fußgängerpositionierung werden idealerweise leichte und konventionelle Endgeräte, wie low-cost inertiale Messeinheiten (Inertial Measurement Unit – IMU), verwendet. Eine low-cost IMU beinhaltet inertielle Sensoren in Form von mikroelektromechanischen Systemen. Durch die Miniaturisierung der Sensoren entsteht ein Genauigkeitsverlust, welcher mit einem PDR-Algorithmus kompensiert werden kann, beispielsweise durch einen inertial-basierten Algorithmus oder durch einen schritt-basierten Algorithmus. Diese Untersuchungen behandeln einen schritt-basierten PDR-Algorithmus, welcher aus drei Phasen besteht: Schrittdetektion Schrittlängenschätzung Richtungsschätzung Sowohl in der Schrittdetektion als auch in der Schrittlängenschätzung wurden je drei verschiedene dem Stand der Forschung entsprechende Ansätze untersucht und getestet. In der Richtungsschätzung fand eine Kalmanfilterung von den Parametern der Lage der Messeinheit im Raum und den Drehraten statt. Zur praktischen Messung wurde eine IMU MTi-G der Firma Xsens, ein Samsung Smartphone und eine Omate Smartwatch verwendet. Es wurden verschiedene Trajektorien gemessen, wobei die Auswirkung der Position der Messeinheit an verschiedenen Stellen am Körper analysiert wurde. Außerdem wurden unterschiedliche Bewegungsformen untersucht. Die Ergebnisse zeigen auf, dass bei der Verwendung von low-cost Sensoren Trajektorien bestimmt werden können, die der Solltrajektorie für eine Dauer von über einer Minute entsprechen. Weiters wird gezeigt, dass die Detektion der Schritte über Beschleunigungsdaten, sowie auch über Gyroskopdaten für unterschiedliche Bewegungsmuster funktioniert. Zur optimalen Schrittlängenschätzung werden personenspezifische Parameter zuvor durch Testmessungen kalibriert. Auch in der Richtungsschätzung werden reproduzierbare Ergebnisse, mit Ausnahmen auf Grund der starken Abhängigkeit der magnetischen Deviationen der Baustruktur, erreicht.

### **Bereitstellung von Infrastruktur für die WLAN Indoor-Positionierung mit einem Smartphone**

*Peter Goda*

**Diplomarbeit:** Institut für Navigation, Technische Universität Graz, 2014

**Betreuer:** Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Manfred Wieser

Diese Abhandlung beschreibt die funktionsfähige Infrastruktur für die Kommunikation zwischen einem Smartphone und einem Webservice mit dem Ziel, eine mobile Indoor-Positionsbestimmung durchzuführen. Im Zuge dieser Arbeit wird ein Webserver mit einer PostgreSQL

Datenbank eingerichtet. Ein Apache HTTP Server wird konfiguriert und für den Zugriff aus dem Internet freigegeben. Es wird ein PHP Webservice programmiert, welches die Anfragen vom Smartphone empfängt und bearbeitet. Besonderes Augenmerk wird auf die Entwicklung einer Smartphone-Applikation gelegt, welche einerseits der Messung der WLAN Signalstärke an einem örtlich lokalisierten Referenzpunkt dient und andererseits die Positionsbestimmung mittels WLAN Fingerprinting beherrscht. Abschließend wird eine webbasierte Verwaltungsoberfläche erstellt. Unter Zuhilfenahme dieser Infrastruktur können die gemessenen Referenzpunkte der Datenbank hinzugefügt und anschließend in Echtzeit für die Positionierung innerhalb eines Gebäudes verwendet werden. Für weiterführende Untersuchungen kann die Methode der Positionsberechnung durch alternative Ansätze erweitert werden. Ebenfalls können zusätzlich gemessene Parameter im Webservice implementiert werden.

### **Entwicklung eines forstlichen Nachhaltigkeitsindikators zur Beurteilung des Aufwandes geschlägertes Holz auf die Forststraße zu bringen**

*Valentin Schuster*

**Diplomarbeit:** Institut für Geoinformation, Technische Universität Graz, 2014

**Betreuer:** Univ.-Prof. Dr. Norbert Bartelme

In der modernen Forstwirtschaft erfolgen Nutzungen vorwiegend auf Flächen, auf denen hohe Deckungsbeiträge erzielt werden können. Das sind meist flache und gut zugängliche Bereiche. Andere weniger vorteilhaft situierte Flächen werden dadurch oft vernachlässigt. Im Sinne der Nachhaltigkeit beschäftigt sich diese Arbeit mit der Erstellung eines Indikators zur Berechnung des Aufwandes der Holzernte. Dieser Bringungswiderstand ist ein abstrakter, klassifizierter und zeitlich konstanter Wert. Er setzt sich im Wesentlichen aus den zwei Faktoren Hangneigung und Entfernung zur Forststraße zusammen und ist ein theoretischer Wert, der a priori Informationen zum Aufwand der Holzernte liefert, im Gegensatz zu den tatsächlichen Bringungskosten, die sich erst nach erfolgter Holzernte herausstellen. Mithilfe von Geoinformationssystemen und deren Werkzeugen und räumlichen Rasteranalysen wird ein Algorithmus zur Berechnung des Bringungswiderstandes entwickelt. Die Eingangsdaten dafür sind ein digitales Geländemodell als Rasterdatei und eine Forststraße als Vektordatei. Zunächst werden die verwendeten Werkzeuge, insbesondere Oberflächen- und Kostendistanzanalysen in der Theorie beschrieben. Anschließend wird in der praktischen Umsetzung auf den Algorithmus und auf die einzelnen Methoden eingegangen. Das Ergebnis dieser Arbeit ist ein Nachhaltigkeitsindikator in Form einer Rasterdatei, die den Bringungswiderstand als abstrakten Wert darstellt.

### **Geometriebestimmung von Biogasspeicheranlagen**

*Lukas Sint*

**Diplomarbeit:** Institut für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme, Technische Universität Graz, 2014

**Betreuer:** Univ.-Prof. Dipl.-Ing.Dr. Werner Lienhart

Biogas wird heute als erneuerbarer und nachhaltiger Energieträger verstanden, der mittlerweile an einer großen Anzahl von Standorten in ganz Europa produziert wird. Für eine effiziente Energieproduktion sind Biogasspeicheranlagen notwendig, wobei von den verschiedenen Bauarten Biogasspeicher mit Doppelmembran größtes Zukunftspotential aufweisen. Dies kommt daher, dass solche Biogasspeicher kostengünstig und einfach zu installieren sind und die speziell beschichtete Membran nicht mit H<sub>2</sub>S (Schwefelwasserstoff), einem korrosiven, giftigen Nebenprodukt der Vergärung von organischen Stoffen reagiert. Solche Biogasspeicher besitzen jeweils eine Außenmembran, welche entweder durch Luftdruck die Form behält oder von einem Stützmast gehalten wird und eine Innenmembran, welche das Biogas speichert. Eine häufige Form solcher Speicher ist die  $\frac{3}{4}$  Kugel. Diese wird aus ebenen Zuschnitten gefertigt, was zur Folge hat, dass die Kugelform nicht perfekt zu realisieren ist und es dadurch u. a. zu Krümmungsänderungen an den Schweißnähten kommt. Dadurch entstehen höhere Spannungen an den Schweißnähten, was wiederum die Lebensdauer der Biogasspeicheranlage beeinflussen kann. Um nun den Produktionsprozess zu verbessern, sind 3D Messwerte der realen Geometrie nötig. In dieser Arbeit werden verschiedene Ansätze für die 3D Erfassung von Objekten aus der Industrievermessung und dem Vermessungswesen beschrieben. Um die gesamte Kette von Aufnahme bis Interpretation durchzuführen, wurde ein  $\frac{3}{4}$  Test Speicher mit einem geeigneten Messsystem aufgenommen und mit einem Referenzmodell verglichen. Als Ergebnis erhält man so eine Punktwolke mit Informationen zu Abweichungen vom Referenzmodell.

### **Combined estimation of geocenter motion from GRACE gravimetry and IGS station loading deformation**

*Elisabeth Woisetschläger*

**Diplomarbeit:** Institut für Theoretische Geodäsie und Satellitengeodäsie, Technische Universität Graz, 2014

**Betreuer:** Univ.-Prof. Dr. Torsten Mayer-Gürr

Die Erde ist ein dynamisches System, wodurch es zu Verlagerungen von Massen (Auflasten) auf der Erdoberfläche kommt. Wenn dies nun im Interalsystem betrachtet wird, verursachen diese Massenverlagerungen eine Bewegung des Massenzentrums der festen Erde (CE). Jedoch verursachen sie keine Änderung des Massenzentrums des Erdsystems (CM), da das Erdsystem die feste Erde sowie die Oberflächenauflasten beinhaltet. Die Differenz des CE und des CM wird in dieser Arbeit als „Geozentrumsbewe-

gung“ bezeichnet. Deformationen der Erdkruste, verursacht durch Auflasten, können mit Hilfe von GPS-Stationen beobachtet werden. Da GPS-Stationen des Internationalen GNSS Services (IGS) weltweit verteilt sind, wurden deren Beobachtungsdaten zur Berechnung der Geozentrumsbewegung herangezogen. Genau genommen wurden mit diesen Beobachtungen Auflast-Potentialkoeffizienten geschätzt. Da die Grad-1 Potentialkoeffizienten das Massenzentrum definieren und daher abhängig vom Referenzrahmen sind, kann die Geozentrumsbewegung direkt mit diesen in Verbindung gebracht werden. Darüber hinaus wurden Auflast-Potentialkoeffizienten, abgeleitet aus GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment) Beobachtungen, einem Ausgleich mit GPS-Beobachtungen hinzugeführt. Da GRACE-Satelliten das CM umkreisen, können die Grad-1 Potentialkoeffizienten nicht direkt aus GRACE-Beobachtungen abgeleitet werden. Jedoch können durch das Hinzufügen von GRACE-Daten Koeffizienten mit niedrigen Grad besser separiert und somit die Geozentrumsbewegung genauer berechnet werden. Ebenso wurden sieben Helmert-Transformationsparameter gleichzeitig mit den Auflast-Potentialkoeffizienten geschätzt. Diese repräsentieren Deformationsbewegungen, welche nicht durch Auflast verursacht wurden.

**Artisanal Gold Mines in Butana (Ostsudan)  
– Ein hybrider Klassifikationsansatz  
multitemporaler ASTER- und LANDSAT-  
Daten unter Berücksichtigung spektraler  
Signaturen der Lithologie**

*Christian Aufreiter*

Diplomarbeit: Institut für Erdwissenschaften, Karl Franzens Universität Graz, 2014

Betreuer: Ao.Univ.-Prof. Mag. Dr. Wolfgang Sulzer

Im letzten Jahrzehnt hat sich der Goldexport des Sudan beinahe verzehnfacht. Der Großteil dieses Goldes wird in kleinen Gruben, die mit konventionellem Werkzeug im Tagebau bewirtschaftet werden, sogenannten Artisanal Mines, abgebaut. In dieser Arbeit wird versucht, diese Entwicklung mit Hilfe multitemporaler Fernerkundungsdaten in Butana, einer Halbwüstenregion im Osten des Sudans, zu dokumentieren. Darüber hinaus werden spektrale und räumliche Merkmale der Goldminen analysiert. Aus den gewonnenen Erkenntnissen wird ein semiautomatisches Modell zum Auffinden weiterer, bisher unbekannter Abbaugelände entwickelt. Abschließend werden die Minen mit den Ergebnissen einer ASTER-gestützten, lithologischen Kartierung in Kontext gesetzt. Insgesamt werden in dieser Arbeit neun Datensätze der Satellitensensoren ASTER, LANDSAT 5 TM und LANDSAT 8 OLI/TIRS verarbeitet. Der erste Teil dieser Masterarbeit thematisiert bisherige Beiträge zur Change Detection im Tagebau-Monitoring. Zunächst wird ein allgemeiner Überblick über den Stand der Forschung zu diesem Thema gegeben. Es folgen theoretische

Grundlagen zu Bildvorverarbeitung und eine ausführliche Beschreibung gängiger Change Detection-Methoden in der Bergbau-Literatur. Darüber hinaus wird auf den Stellenwert der Fernerkundung für geologische Anwendungen eingegangen und häufig eingesetzte Bildverbesserungstechniken und lithologische Kartierungsmethoden vorgestellt. Im zweiten Teil der Arbeit wird zunächst das Untersuchungsgebiet näher vorgestellt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der tektonischen Entwicklung und den Goldlagerstätten. Der dritte Teil der Arbeit umfasst die praktischen Arbeiten im Untersuchungsgebiet. Im Fokus dabei steht vor allem der hybride pixel-objekt-basierte Ansatz zur semiautomatisierten Klassifikation der Minen. Dieser wird an einem kleineren Untersuchungsgebiet entwickelt und getestet. Anschließend wird das Modell auf ein erweitertes Gebiet übertragen und seine Genauigkeit evaluiert. Darüber hinaus werden Methoden der spektralen Change Detection und der lithologischen Kartierung mit ASTER Daten durchgeführt. Abschließend werden die Ergebnisse im Licht der gestellten Forschungsfragen diskutiert und Möglichkeiten aufgezeigt, das Modell zu verbessern. Weiters werden offene gebliebene Fragen für zukünftige Arbeiten gestellt. Das Modell erzielt eine Genauigkeit von bis zu 59%. Eine höhere Genauigkeit kann aufgrund der spektralen Ähnlichkeit zu anderen Geo-Objekten mit den eingesetzten Datengrundlagen und der angewandten Methodik nicht erreicht werden. Die beobachtete, durchschnittliche Zuwachsrate der Minen im Untersuchungszeitraum beträgt 79 % pro Jahr.

**Development of a high temporal resolution  
GIS-based model for  
river water temperature estimation**

*Sandro Armando Arcidiacono*

Diplomarbeit: Studiengang Spatial Information Management, Fachhochschule Technikum Kärnten, 2014

Betreuer: FH-Prof. Dr. Gernot Paulus, FH-Prof. Dr. Karl-Heinrich Anders

Goals:

- The implementation of the already existing model to another study area and its modification from a monthly mean to an hourly basis involves an optimization of the model.
- The validation involves a comparison of the hourly based calculated data along the river with the measured data by using statistically significant values that show the feasibility of the model like the Root Mean Square Error, Nash and Sutcliffe Coefficient, Mean Absolute Error and Pearson's r.
- The visualization of the comparison between the measured temperature values and the results of the implementation of the optimized model.
- A concept for a sensor network that can measure river water temperature in the study area at the river

Gurk, stating an optimal and a realistic scenario for the installation of the sensors.

After the specification of the workflow and the conceptual model, the model can be implemented. The Implementation chapter describes the implementation process within ArcGIS, where raw meteorological and hydrological data is used to calculate the water temperature of the river Gurk by using the programming language Python and SSTEMP as water temperature prediction model. Its goal is the modification of Hofer et al.'s semi-automatic program from 2014, which works semi-automatic on a monthly basis, to a fully automated workflow that involves an hourly based water temperature calculation. It also involves a description of the model's validation process, highlighting the differences between the calculated values and the actual water temperature in the study area. The programmed python script is split into eleven subscripts that are processed sequentially.

In this master thesis the 21st of June and the 21st of December 2012 are chosen for visualization of an hourly based and daily average temperature profile in the study area, involving a comparison with the measurement station in Gumisch, which is at the end of the study area. This visualization outlines how the water temperature behaves on a summer day during summer solstice, and on a winter day during winter solstice in the year 2012. The next result focuses only on the river water temperature at the end of the study area, highlighting the differences between the calculated and measured water temperature at the measurement station Gumisch on a daily basis for the months June and December. Furthermore, a monthly based comparison is presented, where the calculated and measured monthly mean values are compared for the year 2012. For the results gained from the daily, monthly and yearly timescale, a statistical model validation is applied, showing the results for RMSE, MAE, NSC and Pearson's  $r$ . These validation methods outline how suitable the calculated results fit to the measured water temperature values for different aggregated timescales.

The main conclusion that can be stated after the realization of this master thesis is that a precise estimation of river water temperature for a specific point in the river is aggravated by the dynamic river water temperature behavior within the rivers. Hereby, different circumstances, such as the constantly changing riverbed, flow regime and flow velocity within the river make it difficult to calculate the precise water temperature at a specific point in the river. Therefore, a high temporal resolution GIS-based model for river water temperature estimation is implemented in this master thesis to provide an approach for the calculation of accurate river water temperature.

## Spatial Data Mining of Energy Consumption Data in Private Households

*Josef Franz Hecher*

**Diplomarbeit:** Studiengang Spatial Information Management, Fachhochschule Technikum Kärnten, 2014

**Betreuer:** FH-Prof. Dr. Karl-Heinrich Anders, FH-Prof. Dr. Gernot Paulus

This study presents an empirical modeling technique for the classification of different private household profiles concerning energy consumption. Considering the increasing importance of more energy efficiency and greener buildings in the housing segment this study should outline new ways to extensively evaluate the status quo of energy demands and reveal consumption patterns. Classification is based on data mining algorithms that help to extract knowledge through pattern recognition from a high-dimensional dataset. The examined data has been gathered in a previous study and encompasses valuable information about the annual overall energy consumption rates of individual households in the district of Hermagor, Austria. The scope of the data reaches from energy consumption rates, over dwelling characteristics, to information about the spatial context. The goal is to understand energy consumption behavior of different dwelling types and to find the crucial parameters differentiating them from each other on a local basis. Therefore, data mining algorithms such as self-organizing maps, k-means clustering and decision trees have been arranged and applied in a project model workflow. The selection of adequate methodologies and algorithms was based on an earlier performed literature review. As a result household and dwelling classes that vary in their consumption behavior are attained. A final table providing the characteristics (spatial and non-spatial) of the respective classes is the final outcome. As a consequence these profiles can serve as valuable planning information and help to enforce targeted energy saving recommendations. In addition, the results as well as the conceptual workflow are a basis for subsequent (predictive) modeling approaches that support the development of smart energy distribution systems.

## Web based visualization of wind fields

*Lukas Lamprecht*

**Diplomarbeit:** Studiengang Spatial Information Management, Fachhochschule Technikum Kärnten, 2014

**Betreuer:** FH-Prof. Dr. Gernot Paulus, FH-Prof. Dr. Karl-Heinrich Anders

This paper proposes an approach of implementing a web based visualization of wind fields. One of the main reasons for running this project is the fact that the „Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik“ in Austria, pursues the strategy to implement new web technologies in order to provide meteorological information. It deals with several questions regarding the web based visualization of wind data. Furthermore, it deals with the preparation of the data, which is neces-

sary to extract the needed information from the GRIB (GRIdded Binary) files, which contain information regarding wind components. From these components the wind speeds and directions have to be calculated and an adequate output has to be generated, which then is used for visualizing the data on the web. In order to visualize the data appropriately the project is split up into several parts. First of all an overview about the actual state of the art is given and similar projects are evaluated in order to get an idea of how wind data and meteorological data in general can be represented on the web. A further step is the evaluation of the testdata and the definition and description of the interfaces within the system. Then the actual implementation is done, which is split up into a data preparation part and a data presentation part. The results of this project are on the one hand the presentation of the data in a static way, such that the wind situation at a certain time point is displayed. On the other hand the user has the possibility to watch the wind situation over a certain time frame via an animation. Moreover, the user can switch between two different visualization types, one is the visualization of wind speed and direction via wind barbs and one is the visualization of wind speed via colors and the direction as arrows with fixed length. The project itself depicts a proof of concept that shows how such a system that is dealing with the representation of wind data on the web might look like.

### **Error Detection in Environmental Sensor Network**

*Ning Zhang*

**Diplomarbeit:** Studiengang Spatial Information Management, Fachhochschule Technikum Kärnten, 2014  
**Betreuer:** FH-Prof. Dr. Karl-Heinrich Anders, FH-Prof. Dr. Gernot Paulus

Environmental sensors network is an important component of hydro-meteorological studies. The different monitored long-term datasets can be used to do multiple analyses. However, the quality, accuracy and uncertainties of the measured data are increasingly concerned by researchers. This thesis project, Automated Error Detection in Hydro-Metrological Sensor Network, is using different measured hydro-meteorological data (e.g. temperature, precipitation, wind, water stage, water temperature, etc.) measured in Silberegg AKL Monitoring Station. This project aims to clearly visualize the errors in the data, and automatically detect errors across the datasets. The whole process of this project is fully embedded in the MATLAB environment and using temperature as a realism test. The AEDM will be adopted and implemented in the UMMO project to locate the errors in the datasets, and the detected data could be further modified according to the research needs or identify desired events with individuals' research interests

In this study, the spectrogram is a powerful tool to represent the final results and leads to further works likely error pattern analysis. However, the error can be

recognized by human also as a very important criterion, because once human eyes can read the spectrogram clearly. The next step will be developing a model which recognizes every type of error automatically.

This project addresses the issue of the automatized recognition of error in environmental time-series dataset and their STFT spectrograms. This model is able to localize and extract features of erroneous data and determine them automatically, which are used to classify and determine the environmental data. Minor erroneous data recognition in cases of temperature datasets from different regions is successfully performed under normal circumstances. This is applied well to the automatic recognition of multiple types matrix generated by the spectrograms.

### **Seamless Route Planning for Freight Transport by Integration of Real Time Traffic Data**

*Seyed Saeed Alian*

**Diplomarbeit:** Studiengang Intelligent Transportation Systems, Fachhochschule Technikum Wien, 2014  
**Betreuer:** Mag. Dr. Gerhard Schilk, Privatdoz. Dipl.-Ing. Dr. Gerhard Navratil

The purpose of this thesis is to explore the complexities behind route planning in a multimodal network and define how route planning could be more accurate with real time traffic data.

This research is about getting suitable data for route planning and how tools analyze it. Also that is dealing with finding out how it would be possible to optimize the route planning by analyzing real time traffic data.

### **Documentation of Road Maintenance via Android Application**

*Amirmohammad Safa*

**Diplomarbeit:** Studiengang Intelligent Transportation Systems, Fachhochschule Technikum Wien, 2014  
**Betreuer:** Privatdoz. Dipl.-Ing. Dr. Gerhard Navratil, Dipl.-Ing. (FH) Matthias Kastner

The purpose of this study is to discuss the concept of using a Smartphone application GPS based (e.g. an Android application) to prove that an organisation responsible for road maintenance fulfilled their duties (any kind of road maintenance such as Signs, Signals & Stripping, and Potholes/Asphalt Breaking Up). In case of a legal issue against the Road Maintenance Company, they can show recorded data of their operations to the courtroom. The positioning capabilities will be used to obtain the tracks, which are then stored in a suitable database such as PostGIS. Apart from the purely technical implementation, the study also discusses issues like availability of data and accuracy for urban area. It shows how such a system can be implemented.

## Recht und Gesetz

Zusammengestellt und bearbeitet von Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.iur. Christoph Twaroch

### Zustimmungserklärung Minderjähriger; § 167 ABGB

*Die Zustimmung zum Grenzverlauf oder die Unterlassung von Einwendungen im Verfahren gemäß § 18a VermG durch einen Minderjährigen ist eine Angelegenheit des außerordentlichen Wirtschaftsbetriebes und bedarf der pflegschaftsgerichtlichen Genehmigung.*

(BVwG, 20.Feb. 2014, W138 2000486-1)

#### Sachverhalt:

Mit Bescheid des VermA wurde das Grundstück Nr. 619 vom Grundsteuer- in den Grenzkataster umgewandelt. Dagegen richtete sich die fristgerechte Berufung des minderjährigen XX (in weiterer Folge Berufungswerber). In dieser wurde im Wesentlichen ausgeführt, dass der Berufungswerber der Grenzfestlegung nicht zugestimmt habe und dem Planverfasser mitgeteilt worden sei, dass nicht zugestimmt werde. Eine Benachrichtigung gem. § 18a VermG sei offenbar an die gesetzliche Vertreterin des Berufungswerbers zugestellt worden. Die Zustimmungsfiktion gem. § 18a Abs. 2 VermG könne bei einem Minderjährigen ohne pflegschaftsgerichtliche Genehmigung nicht Platz greifen. Eine pflegschaftsgerichtliche Genehmigung für die Änderung des Grenzverlaufes bzw. die Übernahme in den Grenzkataster liege nicht vor.

#### Aus der Begründung des BVwG:

Voraussetzung für die Zulässigkeit der Umwandlung sind insbesondere Zustimmungserklärungen der Eigentümer der angrenzenden Grundstücke zum Verlauf der Grenze. Unzweifelhaft grenzt das Grundstück des Berufungswerbers an das umzuwandelnde Grundstück Nr. 619 an, sodass eine Zustimmungserklärung desselben für die Umwandlung nötig ist.

Anmerkung 25 zu § 43 VermG in *Twaroch, Kataster- und Vermessungsrecht*<sup>2</sup> hält fest: „Das Gesetz enthält keine Vorschriften über Form und Inhalt der Zustimmungserklärung. Das Vermessungsamt hat in jedem Einzelfall zu prüfen, ob dem im Plan dargestellten Grenzverlauf zweifelsfrei zugestimmt wurde.“ Anmerkung 4 zu § 18a VermG im zitierten Kommentar führt aus, dass eine Verschweigung (Präklusion) den Verlust eines Rechtes durch Nichtgeltendmachung gleichzusetzen ist und durch das Benachrichtigungsverfahren die fehlende Zustimmungserklärung substituiert wird. Machen die Anrainer von ihrem Einwendungsrecht keinen Gebrauch, ist dies einer rechtsgeschäftlichen Zustimmungserklärung gleichzuhalten.

Gemäß § 167 Abs. 3 ABGB bedürfen Vertretungshandlungen und Einwilligungen des gesetzlichen Vertreters eines Kindes der Genehmigung des Gerichts, sofern die Vermögensangelegenheit nicht zum ordentlichen Wirtschaftsbetrieb gehört. Dazu gehören

besonders die Veräußerung und die Belastung von Liegenschaften.

Zum ordentlichen Wirtschaftsbetrieb gehören jedenfalls jene Rechtsgeschäfte, die nach den Vermögensverhältnissen des Minderjährigen üblich sind. Kriterien dafür sind neben Art und Umfang der Vermögensverwaltung die mit dem Geschäft verbundenen Risiken, sowie die Dauer und der Umfang der daraus entstehenden Verpflichtungen. Ist eine Maßnahme nach dem Vermögensverhältnissen des Kindes unüblich, gehört sie also nicht zu den laufenden Verwaltungs- und Geschäftsagenden, so handelt es sich um eine Angelegenheit des außerordentlichen Wirtschaftsbetriebes. Maßgebende Kriterien bei der Beurteilung sind neben Art und Umfang der Vermögensverwaltung das wirtschaftliche Risiko, das mit dem geplanten Geschäft verbunden ist, ferner die Frage der Vorläufigkeit und Endgültigkeit einer Maßnahme sowie deren Dauer.

Im gegenständlich zu beurteilenden Fall kann nicht davon ausgegangen werden, dass die verbindliche Festlegung des Grenzverlaufes bezüglich des im Eigentum des Berufungswerbers stehenden Grundstückes zu den laufenden Verwaltungs- oder Geschäftsagenden gehört, zumal sich das Grundstück des Berufungswerbers noch im Grundsteuerkataster befindet und ein Verfahren, wie im gegenständlichen Fall, bisher noch nicht durchgeführt wurde, sodass es sich um die erste diesbezügliche Handlung handelt. Ausschlaggebend ist in diesem Zusammenhang auch, dass eine rechtskräftige Umwandlung des Grundstückes eine endgültige Maßnahme darstellt. Nach Umwandlung eines Grundstückes sind die Grenzen rechtsverbindlich, sodass die Papiergrenzen den Naturgrenzen vorgehen. Die Beschreitung des ordentlichen Gerichtsweges ist ausgeschlossen und es ist auch eine Ersitzung von Flächen eines Grenzkatastergrundstückes gesetzlich ausgeschlossen. Aus all diesen Überlegungen ist das Unterlassen von Einwendungen durch die gesetzliche Vertreterin des minderjährigen Berufungswerbers, welche einer rechtsgeschäftlichen Zustimmungserklärung und damit einer Einwilligung gleichzuhalten ist, nicht dem ordentlichen Wirtschaftsbetrieb zu unterstellen. Dies insbesondere, da es sich im gegenständlichen Fall auch im weitesten Sinn um eine eigentumsrechtliche Frage an Liegenschaften handelt.

Ein einer gerichtlichen Genehmigung bedürftiger Vertrag ist vor der Genehmigung durch das Gericht oder deren Verweigerung schwebend unwirksam, nach Verweigerung der Genehmigung aber schlechthin unwirksam. (Bei der Festlegung eines gemeinsamen Grenzverlaufes zwischen zwei Grundstücken handelt es sich um eine zivilrechtliche Vereinbarung, einen Vertrag, der im gegenständlichen Fall durch die Unterlassung der Einwendung, welche einer rechtsgeschäftlichen Zustimmungserklärung gleichzuhalten ist, abgeschlossen wird).

Das bedeutet für den gegenständlichen Fall, dass das VerMA mangels Vorliegen einer pflegschaftsgerichtlichen Genehmigung für die Unterlassung der Einwendungen nicht von der Zustimmungsfiktion des § 18a VermG ausgehen hätte dürfen. Auf Grund der vorgenannten Umstände hätte die Umwandlung nicht verfügt werden dürfen. Im Ergebnis führt dies dazu, dass die Grenzen Bestandteil des nicht rechtsverbindlichen Grenzsteuerkatasters [*richtig wohl: Grundsteuerkatasters*] sind.

### **Wegverbücherung, Antragserfordernisse; § 15 LiegTeilG**

*Es ist kein Abweisungsgrund, wenn Personen, die von der Erledigung zu verständigen sind, im Grundbuchgesuch nicht angeführt werden, weil die Verständigung von Amts wegen zu geschehen hat.*

(OGH, 21.Feb. 2014, 5 Ob 23/14i)

#### **Sachverhalt:**

Die Antragstellerin beehrte mit dem vom VerMA im ERV eingebrachten „NGB-Antrag“ eine Verbücherung gemäß § 15 LiegTeilG. Im Verzeichnis der Personen, die zu verständigen sind, waren das Finanzamt und die Gemeinde nicht angeführt.

Das Erstgericht wies den Antrag mit der Begründung zurück, dass „von der Erledigung dieses Antrags (...) allfällige Buchberechtigte sowie alle Ämter und Behörden (Finanzamt, Gemeindeamt) zu verständigen (sein). Diesem Erfordernis eines qualifizierten Antrages wurde nicht Rechnung getragen“.

Das Rekursgericht gab dem dagegen erhobenen Rekurs der Antragstellerin nicht Folge und bestätigte den Beschluss des Erstgerichts mit der Maßgabe der Abweisung (statt der Zurückweisung) des Antrags. Es war – zusammengefasst – der Ansicht, dass der Antrag gemessen an der Rechtslage nach der Grundbuchs-Novelle 2008 nicht ausreichend bestimmt sei und darin auch die Beteiligten nicht (gemeint wohl: vollständig) angeführt seien.

#### **Aus der Begründung des OGH:**

1.1. In einem Verfahren nach den §§ 15 ff LiegTeilG idF GB-Nov 2008 hat das Grundbuchgericht aufgrund eines Antrags zu entscheiden. Dieser Antrag ist so zu formulieren, dass das Grundbuchgericht die durch die Anlage verursachten Grundbucheintragungen nicht amtswegig selbst erarbeiten muss. Dazu hat der Antragsteller die vorzunehmenden Grundbucheintragungen verbal zu beschreiben; der bloße Verweis auf die im Anmeldebogen enthaltene Gegenüberstellung der Flächenveränderungen reicht hierfür nicht aus.

1.2. Den zuvor genannten Anforderungen ist vorliegend entsprochen. Die (hier: besonders einfache) Flächenveränderung ist dem „NGB-Antrag“ zweifelsfrei, beschlusstauglich und der üblichen Gestaltung eines ERV-Antrags entsprechend zu entnehmen. Strengere Antragserfordernisse sind – nicht zuletzt im Hinblick auf den vom Gesetzgeber durch die Änderung des § 18 LiegTeilG mit der Grundbuchs-Novelle 2012 do-

kumentierten Wunsch nach einer erledigungsfreundlichen Verfahrensgestaltung – nicht aufzustellen.

2.1. Nach § 84 GBG sind in jedem Grundbuchgesuch (ua) der Vor- und Zuname, das Geburtsdatum und der Wohnort des Antragstellers und der Personen anzugeben, die von der Erledigung zu verständigen sind; bei juristischen Personen sind die ihnen zukommenden Benennungen, bei Rechtsträgern, die im Firmenbuch eingetragen sind, auch die Firmenbuchnummer, und bei inländischen Vereinen auch die Vereinsregisterzahl (ZVR-Zahl) anzugeben. Diesem Erfordernis entsprach hier der „NGB-Antrag“ nur insoweit nicht, als das zuständige Finanzamt und die betreffende Gemeinde nicht als Beteiligte genannt waren.

2.2. Nach herrschender Rechtsprechung und Lehre ist es aber kein Abweisungsgrund, wenn Personen, die von der Erledigung zu verständigen sind, im Grundbuchgesuch nicht angeführt werden, weil die Verständigung von Amts wegen zu geschehen hat. Ob das Fehlen der von § 84 GBG geforderten Angaben „niemals“ zu einer Abweisung eines Grundbuchgesuchs führen kann bzw inwieweit dem Antragsteller aufgrund dieser Bestimmung Mitwirkungspflichten auferlegt werden können, muss im vorliegenden Kontext nicht geprüft werden, weil die hier vom Antragsteller nicht genannten Beteiligten ohnehin evident waren.

### **Zustimmungserklärung; Heilung eines Mangels; § 366 ABGB**

*Ein allfälliger Mangel einer Vertretungsbefugnis für den ruhenden Nachlass (auch hinsichtlich der Frage, ob diese Erklärung einer abhandlungsbehördlichen Genehmigung bedurft hätte) wird durch die nachfolgende Einantwortung geheilt. Ein Irrtum über den Grenzverlauf müsste durch eine gerichtliche Anfechtung geltend gemacht werden.*

(VwGH, 21.März 2014, 2013/06/0168)

#### **Sachverhalt:**

Mit Bescheid des Vermessungsamtes wurden die Grundstücke Nr. 173/1 und 173/2 KG B vom Grundsteuerkataster in den Grenzkataster umgewandelt. Die Beschwerdeführer – je zur Hälfte Eigentümer des umgewandelten Gst. Nr. 173/2 – erhoben gegen die Umwandlung Berufung. Begründend führten sie aus, der Plan XX entspreche nicht ihrem Willen. Mit den Eigentümern des Gst. Nr. 173/1 sei vereinbart worden, dass die Grundstücksgrenze vom Punkt 4 zum Punkt 31 geradlinig verlaufen soll. Im Plan seien zwischen den genannten Punkten zwei weitere Punkte eingezeichnet. Damit würde eine betonierte Senkgrube geteilt werden.

In der Berufung gegen den zweitinstanzlichen Bescheid wurde weiters ausgeführt, Anrainerin sei auch die vor der Vermessung verstorbene Maria H. Die Zustimmungserklärung trage den Vermerk „für Verlassenschaft Maria H.“; zu diesem Zeitpunkt habe es keine eingetragene Erben nach Maria H. gegeben.

Mit dem im Instanzenzug ergangenen Bescheid des BMWFJ wurde die Berufung abgewiesen. Hin-

sichtlich der in der Berufung angesprochenen „für die Verlassenschaft Maria H.“ abgegebenen Zustimmungserklärung liege im Akt des Vermessungsamtes ein Schreiben des Rechtsanwaltes Dr. G., in dem der Rechtsanwalt bestätigt habe, dass Ingeborg Z. auf Grund der Ergebnisse des Verlassenschaftsverfahrens als Erbin auftrete und die Verlassenschaft betreffend die Teilungssache Maria H. repräsentiere. Auf Grund dieser Bestätigung des Rechtsanwaltes stehe für die belangte Behörde eindeutig fest, dass Frau Ingeborg Z. die Zustimmungserklärung anstelle der verstorbenen Maria H. unterschrieben habe.

Auch wenn das Verlassenschaftsverfahren nach Maria H. zum Zeitpunkt der Unterfertigung der Zustimmungserklärung noch nicht abgeschlossen gewesen sei, so sei der Mangel des fehlenden Eigentums zum Zeitpunkt der Grenzverhandlung auf Grund des nachträglichen Eigentumserwerbs durch Ingeborg Z. jedenfalls geheilt. Dabei sei § 366 zweiter Satz ABGB anzuwenden, wonach unter bestimmten Voraussetzungen eine rückwirkende Heilung mangelnder Vertretungsbefugnis eintreten könne. Es sei im österreichischen Recht allgemein anerkannt, dass das Eigentum des Veräußerers an dem Kaufobjekt nicht Voraussetzung der Gültigkeit des Kaufvertrages sei. § 366 zweiter Satz ABGB sei nicht nur auf die Eigentumsübertragung, sondern auch auf andere sachenrechtliche Verfügungsgeschäfte übertragbar. Im gegenständlichen Fall habe die noch nicht eingetragene, also vorläufig noch unberechtigte Erbin nach Maria H. ein solches Verfügungsgeschäft, nämlich die Zustimmung zum Grenzverlauf des Grst. Nr. 173/2, getätigt. Dieser Formmangel sei durch die Einantwortung als geheilt anzusehen. Die Unterfertigung der Zustimmungserklärung zum Grenzverlauf durch Ingeborg Z. sei daher gültig und wirksam.

Gegen diesen Bescheid wurde Beschwerde an den VwGH erhoben.

#### Aus der Begründung des VwGH:

Die Beschwerde wendet sich gegen die im angefochtenen Bescheid vertretene Rechtsansicht, wonach der Mangel des fehlenden Eigentums im Zeitpunkt der Grenzverhandlung auf Grund des nachträglichen Eigentumserwerbs durch Ingeborg Z. jedenfalls geheilt sei. Die Zustimmungserklärung der seinerzeitigen Liegenschaftseigentümerin Maria H. sei demnach nicht vorhanden gewesen.

Die von der belangten Behörde vertretene Rechtsansicht steht im Einklang mit der Judikatur des VwGH. Ein allfälliger Mangel einer Vertretungsbefugnis der Ingeborg Z. für den ruhenden Nachlass nach Maria H. (auch hinsichtlich der Frage, ob die Erklärung einer abhandlungsbehördlichen Genehmigung bedurft hätte) wurde durch die nachfolgende Einantwortung geheilt. Damit durfte die belangte Behörde von der Wirksamkeit der genannten Erklärung unter dem Blickwinkel der Verfügungsberechtigung ausgehen.

In der Beschwerde wird ferner vorgebracht, der Plan widerspreche dem von den Beschwerdeführern erklärten Willen in Bezug auf den Verlauf der Teilungsgrenze.

Dazu ist auszuführen, dass die Zustimmungserklärung zeitlich nach der Erstellung des Planes auch von den Beschwerdeführern unterfertigt wurde. Auch im Fall einer im Irrtum über den Grenzverlauf abgegebenen Zustimmungserklärung müsste dieser Irrtum gegebenenfalls durch eine gerichtliche Anfechtung geltend gemacht werden.

### In die Vermessung eingezogene Grenzpunkte; § 5 VermV

*Als in die Vermessung einbezogene Grenzpunkte iSd § 5 Abs 1 VermV sind die neuen Grenzpunkte, die in bestehende Grenzen zu liegen kommen und in diese einzurechnen sind sowie die jeweils einberechneten Grenzpunkte zu verstehen. Eine Einrechnung eines Grenzpunktes in eine Gerade setzt denklogischer Weise voraus, dass die jeweiligen Endpunkte der Gerade in die Berechnung einzubeziehen sind.*

(BVwG, 6.Mai 2014, W187 2007588-1)

#### Sachverhalt:

Dem zur Bescheinigung eingereichten Plan ist zu entnehmen, dass der neue Grenzpunkt 3454 (MM) in die Gerade zwischen den Grenzpunkten 2381 (ER) und 2404 eingerechnet wurde. Entsprechend Zeichen Nr 57 des Zeichenschlüssels zur Vermessungsverordnung ist das gerechnete Sperrmaß zwischen dem Grenzpunkt 2381 und dem Grenzpunkt 3454 durch ein vorangestelltes „r“ sowie das gerechnete Sperrmaß von Grenzpunkt 2381 über Grenzpunkte 3454 zu Grenzpunkt 2404 ebenso durch ein vorangestelltes „r“ kenntlich gemacht.

Dem Koordinatenverzeichnis zum gegenständlichen Teilungsplan ist zu entnehmen, dass der Grenzpunkt 2381 gemäß § 1 Z 10 VermV durch den Indikator E (Punkt an das Festpunktfeld angeschlossen) und gemäß § 1 Z 11 lit a VermV durch die Klassifizierung p (überprüft) gekennzeichnet ist. Der neue vermessene Grenzpunkt 3454 hat gemäß § 1 Z 11 VermV den Indikator n (neu). Der Grenzpunkt 2404 hat im Koordinatenverzeichnis gemäß § 1 Z 10 VermV den Indikator E (Punkt an das Festpunktfeld angeschlossen) und die Klassifizierung gemäß § 1 Z 11 VermV u (übernommen).

Die Beschwerdeführerin wurde gemäß § 13 Abs 3 AVG aufgefordert, die Art der Kennzeichnung des in der Vermessung einbezogenen Grenzpunktes 2404 in der Natur zu erheben und eine eventuell fehlende Kennzeichnung zu erneuern. Überdies sei der in die Vermessung eingezogene Grenzpunkt 2404 auf seine unveränderte Lage zu überprüfen. Die Beschwerdeführerin kam dieser Aufforderung nicht nach und schrieb: „Neue Grenzpunkte, die in bestehenden Grenzen zu liegen gekommen sind, wurden in diese bestehende Grenze eingerechnet, die hinteren Grenzpunkte wurden aus dem technischen Operat übernommen.“

### Aus der Begründung des BVwG:

§ 5 Abs 1 VermV ist zu entnehmen, dass die Art der Kennzeichnung der in die Vermessung einbezogenen Grenzpunkte in der Natur zu erheben ist. Grenzpunkte, für welche, wie im gegenständlichen Fall, numerische Unterlagen vorliegen und welche in der Natur gekennzeichnet worden sind (im gegenständlichen Fall durch „Grenzstein behauen“) sind auf ihre unveränderte Lage zu überprüfen. Fehlende Kennzeichnungen sind zu erneuern. § 5 Abs 5 VermV bestimmt, dass neue Grenzpunkte, die in bestehende Grenzen zu liegen kommen, in diese einzurechnen sind. Unstrittig ist, dass der neue Grenzpunkt 3454 in die bestehende Grenze zwischen Grenzpunkt 2381 und Grenzpunkt 2404 eingerechnet wurde.

Als in die Vermessung einbezogene Grenzpunkte iSd § 5 Abs 1 VermV sind auch die neuen Grenzpunkte (hier GP 3454), die in bestehende Grenzen zu liegen kommen und in diese einzurechnen sind sowie die jeweils einberechneten Grenzpunkte (hier GP 2381 und GP 2404) zu verstehen. Eine Einrechnung eines Grenzpunktes in eine Gerade setzt denklogischer Weise voraus, dass die jeweiligen Endpunkte der Gerade in die Berechnung einzubeziehen sind.

Die belangte Behörde ist daher zu Recht davon ausgegangen, dass gemäß § 5 Abs 5 VermV die Art der Kennzeichnung des Grenzpunktes 2404 als in die Vermessung einbezogener Grenzpunkt in der Natur zu erheben gewesen wäre. Überdies wäre der Grenzpunkt 2404 auf seine unveränderte Lage hin zu überprüfen gewesen und wäre eine allfällig fehlende Kennzeichnung des GP 2404 zu erneuern gewesen. Dies bedeutet, dass die Vermessungsurkunde der Beschwerdeführerin hinsichtlich des Grenzpunktes 2404 die Vorgaben gemäß § 8 Abs 1 Z 3 sowie Z 6 lit c VermV nicht eingehalten hat und somit sowohl der Verbesserungsauftrag als auch der daraufhin ergangene Zurückweisungsbescheid zu Recht ergangen sind.

### **Grundstücksvereinigung; gerichtliche Eingabegebühr**

*Ein Antrag des Grundeigentümers auf Grundstücksvereinigung unterliegt neben der Verwaltungsabgabe nach der VermGebV auch der gerichtlichen Eingabegebühr nach TP 9 lit. a GGG.*

*(BVwG, 13.Mai 2014, W183 2006080-1)*

#### Sachverhalt:

Der Beschwerdeführer beantragte die Vereinigung von Grundstücken. Das zuständige Vermessungsamt beurkundete das Vorliegen der gesetzlichen Voraussetzungen und leitete diesen Antrag an das Grundbuchgericht weiter. Im NGB-Antrag vom 28.08.2013 wird der Beschwerdeführer als Antragsteller angeführt. Die beantragte Vereinigung der Grundstücke wurde durch Beschluss des Grundbuchgerichts vom 30.08.2013 grundbücherlich vollzogen.

Mit Schreiben vom 17.01.2014 ersuchte der Beschwerdeführer um Rückzahlung der bereits nachweis-

lich entrichteten Eingabengebühr in der Höhe von 56 EUR.

Mit dem angefochtenen Bescheid wurde dem Antrag des Beschwerdeführers nicht stattgegeben. Begründend wurde im Wesentlichen ausgeführt, dass ein Antrag auf Vereinigung der Grundstücke von den Antragstellern gestellt worden sei. Gem. TP 9 lit a GGG unterliegen alle Eingaben um Eintragung in das Grundbuch einer Eingabengebühr. Entscheidend sei im Einzelfall immer, ob die Verbücherung von Amts wegen oder auf Antrag hin erfolgt sei. Da es sich im gegenständlichen Fall eindeutig um eine Antragstellung der Parteien handle, sei die Einziehung der Gebühren zu Recht erfolgt.

### Aus der Begründung des BVwG:

Im gegenständlichen Fall steht fest, dass das VermA aufgrund eines Antrags des Beschwerdeführers tätig wurde. Dies ergibt sich zweifelsfrei aus der Anzeige (Antrag) vom 23.08.2013. Auch im NGB-Antrag ist der Beschwerdeführer als Antragsteller genannt. Es ist daher eindeutig, dass das VermA nicht amtswegig tätig wurde. Aufgrund der formalen Betrachtungsweise liegt im gegenständlichen Fall ein Antrag des Beschwerdeführers vor, welcher die Vereinigung von Grundstücken zum Inhalt hatte. Darauf folgte ein zweistufiger Vorgang: Erstens wurde eine Beurkundung gem. § 12 VermG durchgeführt, wofür vom VermA selbständig Gebühren einzuheben waren, und zweitens wurde – ebenfalls aufgrund des Antrags des Beschwerdeführers und weitergeleitet vom VermA – eine Verbücherung vom Grundbuchsgericht durchgeführt. Es liegt damit eine Eingabe an das Grundbuchsgericht vor, welche die Gebührenpflicht nach TP 9 lit. a GGG auslöste. Die Zahlungspflicht dafür trifft aufgrund der dargelegten Gründe den Beschwerdeführer als Antragsteller, welcher gebührenrechtlich als einschreitende Partei iSd § 7 Abs. 1 Z 2 GGG zu qualifizieren ist.

Die Tatsache, dass das VermA als Einbringer am NGB-Antrag vermerkt ist, steht diesem Umstand nicht entgegen, weil es für die Begründung einer Zahlungspflicht nicht darauf ankommen kann, wer den Antrag übermittelt bzw. weiterleitet, sondern welche Person als einschreitende Partei ein rechtliches Interesse an der Eingabe um Eintragung hat. Dies geht aus den im Akt befindlichen Schriftsätzen eindeutig hervor und war damit unter dem Aspekt der formalen äußeren Tatbestände wie oben ausgeführt zu beurteilen.

Das Vorbringen des Beschwerdeführers, er habe bereits vor dem VermA Gebühren bezahlt und die Vorschreibung weiterer Gebühren würde eine Doppelvergebührung auslösen, ist nicht beachtlich, weil der Beschwerdeführer damit verkennt, dass es sich bei der von ihm beantragten Grundstücksvereinigung um einen zweistufigen Vorgang handelt, der zum einen ein behördliches Tätigwerden des Vermessungsamtes wie auch ein gerichtliches Tätigwerden des Grundbuchgerichts auslöste. Die Einhebung von Gerichtsgebühren ist somit von einer allfälligen Einhebung behördlicher Gebühren unabhängig.

## Tagungsberichte

### FIG-Kongress 2014 in Malaysia

Die FIG (Internationale Vereinigung der Vermessungsingenieure) veranstaltet alle vier Jahre einen Kongress. Dieser wurde im Jahr 2014 zum 25. Mal abgehalten und zwar von 16. bis 21. Mai in Kuala Lumpur. Dem attraktiven Programm folgten mehr als 2500 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus fast 100 Ländern und er stand unter dem Titel „Engaging the challenges, Enhancing the Relevance“. Besondere Wertschätzung erfuhr der Kongress durch die Eröffnungsansprache des Ministerpräsidenten von Malaysia, der den Vermessern adressierte, dass sie geradezu die wichtigsten Daten überhaupt produzieren.

Die OVG als nationales Mitglied der weltumspannenden Fachorganisation FIG war durch den Präsident Gert Steinkellner, den Generalsekretär Julius Ernst und die Damen Gerda Schennach und Eva-Maria Unger vertreten.

Die Schwerpunkte bei der Generalversammlung lagen bei Neuwahlen mehrerer Positionen des Councils und Entscheidungen über die Veranstaltungsorte der Working Week 2017 und des Kongresses 2018. Für die Funktionsperiode 2015 bis 2018 war Chryssy Potsiou aus Griechenland die einzige Kandidatin und wurde als neue Präsidentin bestätigt. Als Vizepräsident bzw. Vizepräsidentin wurden Rudolf Staiger/Deutschland und Diane Dumashie/UK gewählt. Die Working Week 2017 wurde durch Wahl an Helsinki vergeben. Da nur eine Bewerbung für den nächsten Kongressort vorlag, wird er im Jahr 2018 in Istanbul stattfinden. Aus österreichischer Sicht ist besonders wichtig, dass bei dieser Generalversammlung auch Gerda Schennach als Kommissionspräsidentin für „Kataster und Landmanagement“ und Eva-Maria Unger als Vorsitzende von „Young Surveyors Network“ bestätigt wurden – viel Erfolg für die neue Aufgabe!

Mit Mehrheitsbeschluss wurden die Statuten geändert: so haben Mitgliedsverbände mit maximal 999 Mitgliedern weiterhin eine Stimme, mit 1000 bis 5500 Mitgliedern zwei Stimmen, und mit über 5500 Mitgliedern drei Stimmen – Österreich hatte gegen den Vorschlag



Die österreichische Delegation bei der Generalversammlung

gestimmt, da dieser die kleinen Verbände schwächt. Dieser neue Modus fand gleich bei den anstehenden Wahlen Anwendung.

In vier Tagen umfasste die Konferenz 550 Präsentationen in 170 Sessionen und wurde ergänzt durch Fachexkursionen, einer dreitägigen Fachausstellung und zwei gesellschaftlichen Abendveranstaltungen.

Hauptredner referierten zu der Vision „Realizing the Future We Want for All“ basierend auf den ersten Bericht eines UN System Task Teams. Eine neue Publikation, gemeinsam von FIG und der Weltbank erstellt, folgt dieser Vision unter dem Titel „Fit-for-purpose Land Administration“. Viel Aufmerksamkeit erfuhr auch die neue Publikation „Cadastre 2014 and beyond“, wo die Ideen und Visionen unserer schweizerischen Kollegen Kaufmann und Steudler weiterentwickelt wurden. Die Fachfirmenmesse mit 56 internationalen und nationalen Anbietern rundete den beruflichen Austausch ab.

In unmittelbarer örtlicher Nähe fand auch sehr erfolgreich die Konferenz der Young Surveyors statt – eine gelungene Mischung aus Vorträgen und Workshops. 180 junge Vermesserinnen und Vermesser hatten sich



Blick auf die Skyline von Kuala Lumpur mit den Petronas Towers

zusammengefunden, um gemeinsam in die fachliche Zukunft zu schauen, dies auch mit der Möglichkeit Teil des parallel verlaufenden Kongresses zu besuchen.

Abschließend bleibt festzustellen, dass neben der asiatischen Gastfreundlichkeit sicher auch das breite

Spektrum der fachlichen Themen in den zehn technischen Kommissionen und die damit verbundene Interdisziplinarität und Zukunftsorientierung unseres Berufes in Erinnerung bleiben werden.

*Gert Steinkellner*

### Kurzbericht INTERGEO 2014

Am 7. Oktober 2014 wurde die 20. INTERGEO in Berlin durch den Präsident des Deutschen Vereins für Vermessungswesen DVW Karl-Friedrich Thöne feierlich eröffnet. Diese alljährlich stattfindende dreitägige Veranstaltung bietet den Besuchern einen international führenden Kongress und eine Fachmesse für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement. Der Österreichische Verein für Vermessung und Geoinformation OVG war durch den Präsident Gert Steinkellner, den Generalsekretär Julius Ernst und dem Vorbereitungskernteam des Österreichischen Geodätentages 2015 vertreten. Karl-Friedrich Thöne betonte in seiner Eröffnungsrede die Notwendigkeit einer konsistenten nationalen Geoinformationsstrategie, die als vorrangiges Ziel die Aktivierung des Marktpotentials haben muss.

Beim INTERGEO-Kongress konnten sich die Besucher in Fachvorträgen und Podiumsdiskussionen über den Stand der Geoinformation in Wirtschaft, Wissenschaft und Technik informieren. In der Vielzahl von Vorträgen lagen die Schwerpunkte dabei in den gesellschaftsrelevanten Themenbereichen Mobilität, Energie und der Entwicklung von Stadt und Land. Besonders herausgestrichen wurde auch die enorme Wichtigkeit von öffentlichen Geodaten, im Speziellen deren wirtschaftlicher Inwertsetzung und nachhaltiger Nutzung. Im Rahmen der INTERGEO fand weiters die 3. nationale INSPIRE-Konferenz statt. Hierbei diskutierten die Teilnehmer über den Themenschwerpunkt Geoinformation als Schlüssel für die gesellschaftlichen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts, und was INSPIRE dazu beitragen kann. Ein weiteres Thema widmete sich den standespolitischen Fragen in Deutschland mit dem Fokus inwieweit ein Assessor (Beamter in Ausbildung und Probezeit) in der öffentlichen Verwaltung noch zeitgemäß ist. Diskutiert wurden dazu unter anderem die aktuellen Anforderungen einer/s jungen Beamtin/Beamten in der öffentlichen Verwaltung.

Den zweiten Hauptbestandteil der INTERGEO stellte die Fachmesse dar. Auf einer Ausstellungsfläche von 30.000 m<sup>2</sup> präsentierten über 500 Aussteller aus 31 Nationen ihre Produkte und Dienstleistungen. Die Produktpalette umfasste dabei alle Bereiche der Geodäsie und Geoinformation wie Geoinformationssysteme, GIS Dienstleistungen, Vermessungsdienstleistungen, verschiedenste geodätische Instrumente, Vermessungssoftware, Kartographie, Fernerkundung und Photogrammetrie. Aus der Sicht des Berichterstatters war die Fachmesse besonders stark auf die wachsende junge Technologie der Unmanned Aerial Vehicles UAVs (Kurzbezeichnung: Drohnen) fokussiert. Eine Vielzahl von Ausstellern widmete sich diesem Themenbereich. Dafür richtete die INTERGEO eigens einen kleinen Flugbereich im Freien ein, wo die Fähigkeiten der UAVs präsentiert wurden. Auf diesen kleinen Luftfahrzeugen, seien es Helikopter, Quadrocopter oder auch Oktokopter, können unterschiedlichste Messinstrumente montiert werden. Beispielfhaft seien bildgebende Sensoren und Laserscanner erwähnt. Sehr interessant waren auch die vorgestellten Dienstleistungen, die automatisch aus einer Laserscanner-Punktwolke Kanten, wie Gebäudekanten oder auch elektrische Freilandleitungen, extrahieren.

Die OVG war mit dem Vorbereitungskernteam des Österreichischen Geodätentages 2015 ebenfalls mit einem Stand bei der INTERGEO präsent. Dabei wurde die Gelegenheit genutzt, einerseits mit einer Vielzahl von Ausstellern und Besuchern in Kontakt zu treten und andererseits für den vom 5.–7. Mai 2015 in Velden am Wörthersee stattfindenden Geodätentag zu werben.

Insgesamt konnten die Veranstalter der INTERGEO an die 17.000 Besucher zählen, womit die INTERGEO weiterhin die international führende Veranstaltung in unserer Branche ist.

*Franz Blauensteiner*





**UNECE**  
United Nations Economic Commission for Europe

### UNECE WPLA Workshop in Wien

In der Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen, der „United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)“, die Europa, Kanada, die Länder Zentralasiens, Israel und die Vereinigten Staaten von Amerika umfasst, beschäftigt sich die „Working Party on Land Administration“ (WPLA) als internationale Gruppe mit Fragen von Grund und Boden, Eigentumsrechten, Land Management etc.

Als neutrale Plattform fördert und unterstützt die UNECE WPLA die Verbesserung der Landadministration und des Landmanagements in den 56 Mitgliedstaaten der UNECE-Region, den Wissensaustausch und die Diskussion zwischen der öffentlichen Verwaltung und den anderen Interessensgruppen, die Sicherheit der Eigentumsrechte sowie die Verbesserung und die Schaffung effektiver Kataster- und Grundbuchssysteme innerhalb der UNECE-Region.

Die Aktivitäten der UNECE WPLA zur Unterstützung dieser Ziele umfassen

- Organisation von Seminaren und Workshops in den Mitgliedstaaten.
- Evaluierungen des Landadministrations-Systems in den einzelnen Mitgliedsländern.
- Erstellung von Länderprofilen über das Landmanagement.
- Studien und Leitlinien für spezifische Landadministrations- und Landmanagement-Themen.
- Benchmarking von Landadministrations-Systemen in der UNECE-Region.
- Bereitstellung von Beratung und kompetenter Hilfe in einzelnen Ländern.

Das sogenannte „Bureau“, bestehend aus einem Vorsitzenden und 10 Mitgliedern, koordiniert und gestaltet das Arbeitsprogramm der WPLA für jeweils zwei Jahre und wird dabei vom Sekretariat der UNECE unterstützt. Die Mitglieder werden aus den Reihen der 56 Mitgliedsstaaten der UNECE-Region in der Generalversammlung für jeweils zwei Jahre gewählt.

Das BEV ist seit Gründung der WPLA im Bureau durch G. Muggenhuber, H. König und R. Kugler vertreten und war stets sehr engagiert in die Aktivitäten der WPLA eingebunden. Seit März 2013 ist DI Julius Ernst Mitglied des Bureau der UNECE-WPLA.

Bereits mehrmals hat das BEV zusammen mit der UNECE WPLA Konferenzen und Workshops in Wien veranstaltet, die richtungweisend vor allem zur Einführung von Kataster und Grundbuch in den Reformländern beigetragen haben.

Dieser Tradition folgend hat das BEV zusammen mit dem Bundesministerium für Justiz (BMJ) und der UN-

ECE WPLA vom 15. bis 17. Oktober 2014 im Raiffeisen Forum in Wien eine internationale Konferenz abgehalten, bei der mehr als 100 Fachleute aus 30 Ländern teilgenommen haben.

Das Thema „Real Estate Infrastructure – Fit For Use?“ sollte die Bedeutung effizienter und transparenter Services in der Landadministration und deren bedeutenden Einfluss für einen funktionierenden Grundstücksmarkt ebenso zeigen, wie deren Bedeutung für eine moderne Verwaltung und den Nutzen für die Gesellschaft.

Das örtliche Vorbereitungsteam des BEV und des BMJ gestaltete ein abwechslungsreiches Vortragsprogramm, das den zahlreichen ExpertInnen die Gelegenheit bot, aktuelle Entwicklungen in der Verwaltung von Grund und Boden und deren größte Herausforderungen in technischer, rechtlicher und organisatorischer Hinsicht zu diskutieren und das Wissen auszutauschen.

Die aktuellsten Entwicklungen im österreichischen Eigentumssicherungssystem wurden eindrucksvoll in den Präsentationen des BEV und des BMJ vorgestellt.

Präsident Dipl.-Ing. Wernher Hoffmann, der Leiter des BEV, hat in seinem Vortrag den Wandel des Katasters in Österreich vom Dokumentationssystem zu einem modernen und wichtigen Planungs- und Entscheidungssystem präsentiert und dabei abschließend festgestellt, dass „Fit for Use“ für das BEV bedeutet, den Bedürfnissen der Kundinnen und Kunden entsprechend gerecht zu werden. Komplettiert wurde das Gesamtbild aus österreichischer Sicht durch den Beitrag des BMJ, in dem Dr. Martin Schneider, der stellvertretende Generaldirektor des BMJ, die aktuellen Prozesse und Entwicklungen im Bereich des Grundbuchs präsentierte und besonderes Augenmerk auf die digitalen Prozesse zwischen Kataster und Grundbuch und den elektronischen Rechtsverkehr in Österreich legte.

Das gemeinsame Auftreten des BEV mit dem BMJ hat die TeilnehmerInnen offenbar beeindruckt, was in den zahlreichen Gesprächen mit den Gästen der Konferenz immer wieder betont wurde. Trotz unterschiedlicher organisatorischer Zuständigkeiten bei Kataster und Grundbuch genießt der Gesamtprozess zur Eigentumssicherung in Österreich international hohes Ansehen und hat in der gesamten UNECE-Region eine starke Beispielwirkung.

Besondere Beachtung fand auch die Rede von Mag. Michaela Steinacker, Abgeordnete zum Österreichischen Nationalrat und Generalbeauftragte von Raiffeisen Evolution. „Real Estate is my Passion“, betonte sie eingangs ihrer Rede mit dem Titel „Fit für den Einsatz durch Rechtsstaatlichkeit und eine profunde Datengrundlage“. „Daten sind das neue Öl“ zitierte sie M. Döpfner vom Springer Verlag, „Daten werden sehr bald das politische Gewicht und die Sprengkraft von

Öl haben. Nicht umsonst wird das 21. Jahrhundert eine Gesellschaft basierend auf Informationen bezeichnet. Ein Staat mit den richtigen Informationen hat im Falle einer Krise die bessere Ausgangsposition“ führte Frau Mag. Steinacker aus und verwies besonders auf die Rechtssicherheit in Österreich und die hervorragende Datengrundlagen von Grund und Boden in Österreich.

Die Redner aus mehr als 25 Ländern spannten einen weiten Bogen von organisatorischen Fragen bis hin zu sehr innovativen Lösungen im Bereich der Landadministration in den UNECE- Ländern und zusammen-

fassend konnte festgestellt werden, dass die Landadministration in der UNECE Region grundsätzlich sehr gut aufgestellt und „Fit for Use“ ist, aber es natürlich in allen Bereichen noch Entwicklungs- und Verbesserungspotential gibt.

Die Veranstaltung war jedenfalls eine gute Gelegenheit, Einblick in die aktuellsten Entwicklungen und Innovationen zu bieten und strategische und wertvolle Beziehungen mit Professionisten quer über die Kontinente zu vertiefen.

*Julius Ernst*



*Teilnehmer des UNECE WPLA-Workshops, Raiffeisen-Forum, Wien*



der ICA, IAG, FIG, AGILE, Dgfk und OVG und kamen aus unterschiedlichen Disziplinen der GIScience, Kartographie, Geodäsie, Computerwissenschaften, Sozialwissenschaften und weiteren. Mit dieser Teilnahme wurden das breite Interesse und die Vielfältigkeit von LBS und Service-Oriented Mapping gezeigt.

Als Vorsymposiumveranstaltung wurde ein 2-Tages Workshop mit dem Titel „Open Source GIS and Modern Webmapping“ von 24.–25. November in den Räumlichkeiten der Forschungsgruppe Kartographie der Technischen Universität Wien abgehalten. Dieser Workshop wurde von den zwei ICA Kommissionen „Map Production and Geobusiness“ und „Open Source Geospatial Technologies“ organisiert. Die Teilnahme am Workshop war kostenfrei. Die Lektionen des Workshops wurden von Dr. Barend Köbben (ITC, University of Twente) und Dr. Markus Jobst (Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen) abgehalten, wobei besonders auf anwendungsorientierten Übungscharakter geachtet

und das Verständnis von Webmapping und Service-Orientierten Methoden gestärkt wurde.

Generell war die gesamte Veranstaltung ein großer Erfolg. Es wurden ausreichende Möglichkeiten des interdisziplinären und interpersonellen Austausches geboten, die sich in neuen Ideen und internationalen Zusammenarbeiten wiederfinden. Wir danken allen Teilnehmern für ihre aktiven Beiträge und dem wissenschaftlichen Komitee für ihre kritischen und konstruktiven Begutachtungen.

Das nächste Symposium für LBS wird gerade geplant und wird in Augsburg, Deutschland, von 16. bis 18. September 2015 stattfinden (<http://www.lbs2015.tum.de>).

*Georg Gartner, Haosheng Huang, Markus Jobst  
Forschungsgruppe Kartographie,  
Technische Universität Wien*



*Teilnehmer des Symposiums – Gruppenfoto*

#### 4. KonGeoS an der TU Wien

Vom 29. Mai bis 1. Juni 2014 fand in Wien die 4. Konferenz der Geodäsie Studierenden (KonGeoS) statt, welche jedes Semester an einer der mittlerweile 21 teilnehmenden Universitäten und Fachhochschulen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz abgehalten wird. Zum ersten Mal seit fünf Jahren fand so ein Treffen wieder in Wien statt.

Hauptbestandteil eines KonGeoS-Treffens sind verschiedene Arbeitsgruppen, die allgemeine Themen des Studienganges diskutieren und versuchen, diese der breiten Öffentlichkeit näher zu bringen.

Am Freitagnachmittag startete das Rahmenprogramm der Fachvorträge im Zuge dessen unter anderem Ao. Univ. Prof. Dr. Robert Weber über die aktuellen Entwicklungen des europäischen Satellitennavigationssystems GALILEO berichtete.

Auch Fachvorträge und Fachexkursionen sind ein fester Bestandteil dieser Konferenz. Um den Teilnehmern ein besonderes Programm bieten zu können, wurde bereits im Herbst des Vorjahres mit der Planung begonnen. So konnten einige sehr interessante Exkursionen – wie zum Beispiel die Besichtigung der U1 Baustelle – angeboten werden. Im Rahmen dieser Exkursion, die wegen der hohen Nachfrage gleich zwei Mal angeboten wurde, informierte Dipl.-Ing. Peter Stix die Teilnehmer über die geodätische Aufgabengebiete im Zuge der U1-Verlängerung.

Weitere interessante Ziele aus dem Exkursionsprogramm waren zum Beispiel:

- RailTec Arsenal (Klima-Wind-Kanal)
- Forschungsreaktor des Atominstutits
- Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

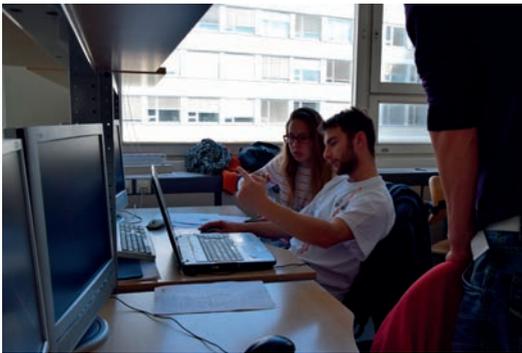
Eine Gruppe besuchte auch die Firma Riegl – LMS in Horn.

Die breit gefächerten Interessensgebiete fanden großen Anklang und so nahmen beinahe 200 Studierende am Treffen teil.

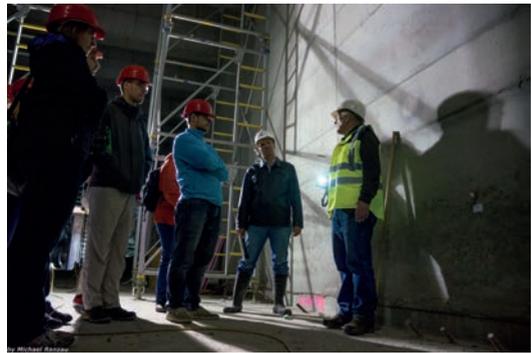
Natürlich sollten die Teilnehmer auch die schöne Stadt Wien kennen lernen und so wurde der Samstagnachmittag für Sightseeing reserviert. Da auch viele Studierende aus Deutschland von den Weinbaugebieten in Wien überrascht waren, konnten sie sich bei einem abendlichen Besuch beim Heurigen von der gemütlichen Atmosphäre selbst überzeugen. Um den Abend abzurunden wurden sie von einer eigens organisierten Party-Bim in die Innenstadt zurückgebracht.

Zum wiederholten Male hat die KonGeoS in Wien gezeigt, wie wertvoll es ist, auf diesen Treffen neue Kontakte zu erwerben, sich über Erfahrungen im Studium auszutauschen und die Studentenschaft unseres Fachbereichs europaweit zu verknüpfen. Wir werden stets mit Freude auf „unsere“ KonGeoS zurückblicken und freuen uns bereits sehr auf das nächste Treffen in Bochum!

*Fachschaft Vermessung & Geoinformation, TU Wien*



AG Nachwuchs bei der Arbeit



Exkursion zur U1-Verlängerung



Gruppenfoto der KonGeoS-Teilnehmer

## Mitteilungen



Die Nominierten, darunter Prof. Johannes Böhm (6.v.l.) sowie Vize-Bürgermeisterin Mag.a Maria Vassilakou (2.v.r.)  
© Foto: Christian Fürthner/PID

### Wiener Ingenieurpreis 2014 an das Team um Dr. Johannes Böhm von der TU Wien

Für den 4. Ingenieurpreis wurden fünf Ingenieure/teams nominiert, darunter Prof. Dr. Johannes Böhm vom Department für Geodäsie und Geoinformation der TU Wien für die mit seinem Team entwickelten „Wiener Projektionsfunktionen“ (Vienna Mapping Functions, VMF). Mit dem 10.000 Euro dotierten Preis wurde damit erstmals ein Projekt aus dem Bereich der Vermessungstechnik prämiert. Der Wiener Ingenieurpreis wurde 2008 von der Stadt Wien gemeinsam mit der Kammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten für Wien, Niederösterreich und Burgenland ins Leben gerufen. Er wird alle zwei Jahre für außerordentliche Ingenieurleistungen vergeben. Dadurch sollen die öffentliche Wahrnehmung und die gesellschaftliche Wertschätzung für technische Berufe gesteigert werden. Für 2014 lagen 31 Einreichungen vor.

Die Auszeichnung wurde am 12. November 2014 im Festsaal des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins in Wien gemeinsam mit dem Rudolf-Wurzer-Preis für Raumplanung sowie dem Roland-Rainer-Stipendium von Vizebürgermeisterin Maria Vassilakou und Repräsentanten der auslobenden Einrichtungen verliehen.

Die „Vienna Mapping Functions“ seien eine Wiener Erfolgsgeschichte im Bereich des Ingenieurwesens und bereits international anerkannter Standard, wenn es um die Modellierung atmosphärischer Laufzeitverzögerungen mit höchsten Genauigkeitsanforderungen bei GPS und anderen geodätischen Weltraumverfahren geht, hieß es in der Begründung. Neben Wissenschaftlern, die den Meeresspiegelanstieg untersuchen, greife auch die NASA auf das in Wien entwickelte System zurück.

APA, 13.11.2014, vgi-red.



Prof. Dr. Wolfgang Baumjohann

© Klub der Bildungs- und Wissenschaftsjournalisten /  
Foto: R. Ferrigato

### Direktor des IWF ist Wissenschaftler des Jahres 2014

Alljährlich wird vom Klub der Bildungs- und Wissenschaftsjournalisten der Titel der Wissenschaftlerin bzw. des Wissenschaftlers des Jahres vergeben. Für das Jahr 2014 durfte Professor Baumjohann diese Ehrung entgegen nehmen. Neben der wissenschaftlichen Leistung honoriert die Auszeichnung primär die Verdienste des Preisträgers, Wissenschaft einer breiten Öffentlichkeit näher zu bringen bzw. begreifbar zu machen, und damit das Image der österreichischen Wissenschaft zu heben.

Wolfgang Baumjohann leitet seit 2004 das in Graz beheimatete Institut für Weltraumforschung (IWF) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW). Als geschäftsführender Direktor trat er in die Fußstapfen seiner Vorgänger Willibald Riedler (1984–2000) und Hans Sünkel (2001–2003). Aus geodätischer Sicht ist das IWF vor allem durch die dortigen Arbeiten im Bereich Schwerefeld und des Satellite Laser Ranging (SLR Station Graz-Lustbühel) bekannt. Tatsächlich deckt das IWF mit seinen mehr als 80 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ein sehr breites Spektrum der Weltraumforschung ab und ist derzeit an 16 internationalen Satellitenmissionen beteiligt.

Baumjohann wurde am 9. August 1950 im nordrhein-westfälischen Hamm (am östlichen Rand des Ruhrgebiets gelegen) geboren. Nach dem Studium der Physik an der Universität Münster verschlug es ihn 1984 mit einem Heisenberg-Stipendium an das Max-Planck-Institut (MPI) für extraterrestrische Physik in Garching bei München. Dort habilitierte er sich im Fach Geophysik.

Gastprofessuren führten ihn in die USA und nach Japan. Während seiner Tätigkeit am MPI spezialisierte er sich in den Bereichen Plasmaphysik und planetare Magnetfelder. Im Jahr 2001 zog es ihn nach Graz an das IWF, dem er seit 2004 als Direktor vorsteht. Baumjohann ist u.a. wirkliches Mitglied der ÖAW, Mitglied der deutschen Nationalen Akademie der Wissenschaften Leopoldina, und Träger des Österreichischen Ehrenkreuzes für Wissenschaft und Kunst I. Klasse.

Wolfgang Baumjohann ist kein Mann der vielen Worte. Darin liegt es wohl begründet, dass es ihm gelingt komplizierte Sachverhalte einfach zugänglich und auf den Punkt gebracht zu vermitteln. Er ist auch kein Mensch, der es darauf anlegt sich medial zu inszenieren. Nach Baumjohanns eigenen Worten kam der Titel „Wissenschaftler des Jahres 2014“ entsprechend unerwartet. Wissend, dass seine Expertenmeinung seit vielen Jahren in den Medien und der Öffentlichkeit hoch geschätzt wird, erscheint die Ehrung indessen als logische Konsequenz. Im Jahr 2014 kulminierte dieses Engagement rund um das mediale Interesse an der Kometen-Mission „Rosetta“, zu der das IWF substantielle wissenschaftliche Beiträge liefert (unter anderem Entwicklung bzw. Beteiligung am Bau von fünf der insgesamt 21 Messinstrumente).

Mit dem seit 1994 verliehenen Titel der Wissenschaftlerin bzw. des Wissenschaftlers des Jahres ist Baumjohann in guter Gesellschaft. Zu den ehemaligen Preisträgern gehören unter anderem die Physiker Anton Zeilinger (1996) und Rudolf Grimm (2009). Gratulationsworte aus der Politik kamen von Wissenschafts-, Forschungs- und Wirtschaftsminister Reinhold Mitterlehner („Durch seine Arbeit leistet Wolfgang Baumjohann einen wichtigen Beitrag zur hohen Reputation, die sich Österreich auf dem Gebiet der Weltraumforschung erarbeitet“), dem ehemaligen Wissenschaftsminister Karlheinz Töchterle („Eine im besten Sinn des Wortes exzellente Wahl“), Weltraumminister Alois Stöger („Wolfgang Baumjohann kommt bei der Entwicklung Österreichs zur Weltraumnation eine Pionierrolle zu“), und der ehemaligen Weltraumministerin und jetzigen Nationalratspräsidentin Doris Bures („Herausragender, exzellenter Wissenschaftler, der sehr viel dazu beigetragen hat, dass sich Österreich erfolgreich als Weltraumtechnologie-Standort behaupten konnte“).

Die Österreichische Geodätische Kommission (ÖGK) und die Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation (OVG) schließen sich diesen Gratulationsworten gerne an.

Oliver Baur

## Buchbesprechungen

Heunecke O., Kuhlmann H., Welsch W., Eichhorn A., Neuner H.

### Auswertung geodätischer Überwachungsmessungen

2. neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Wichmann Verlag, Berlin 2013. 690 Seiten. ISBN 978-3879074679



Dieses Buch ist Teil der Reihe „Handbuch Ingenieur-geodäsie“ und konzentriert sich auf die Auswertung geodätischer Überwachungsmessungen. Behandelt werden sämtliche Aspekte von der Netzplanung bis zur Auswertung von kontinuierlichen Datenreihen. Im Vergleich zur Erstauflage aus dem Jahr 2000 wurde der Inhalt stark erweitert, was einerseits auf die Entwicklungen der letzten zehn Jahre, als auch auf die neue Autorenschaft zurückzuführen ist.

Im ersten Teil des Buches werden die Bedeutung von Überwachungsmessungen, allgemeine Grundlagen und die geschichtliche Entwicklung der Auswertemethoden beschrieben. Die geschichtliche Entwicklung bietet neue Einblicke, da man sie mit dem Stand der Umsetzung in kommerziellen Softwareprodukten vergleichen kann. Für den Leser ist erkennbar, dass obwohl viele der theoretischen Konzepte bereits seit Jahrzehnten bekannt sind, diese nur zu einem geringen Teil standardmäßig in der Praxis eingesetzt werden.

Das Besondere an diesem Buch ist, dass auch Aspekte aus der Mechanik einfließen und eine systemtheoretische Betrachtung von Deformationen stattfindet. Deformationen werden als Systemantwort eines Überwachungsobjektes auf Einflussgrößen wie z.B. Temperaturänderungen gesehen. Da diese Betrachtung nicht jedem Leser geläufig ist, erfolgt eine Einführung in die systemtheoretischen Grundlagen und die Mechanik in den Kapiteln 2 und 3.

Kapitel 4 konzentriert sich auf die Statistik mit dem Hauptaugenmerk auf statistischen Tests, welche in der heutigen Auswertung von Überwachungsmessungen in vielen Bereichen Anwendung finden (z.B. globaler Kongruenztest, Ausreißerdetektion).

Die Kapitel 5 bis 7 behandeln die Themen Ausgleichsrechnung, Netzanalyse und Transformationen. Die dargelegten Inhalte sind vermutlich vielen Lesern auch aus anderen geodätischen Standardwerken bekannt. Positiv hervorzuheben ist, dass trotzdem immer ein Konnex zu Überwachungsmessungen hergestellt wird. Gut herausgearbeitet ist dies am Beispiel der Netzlagerung für ein Überwachungsnetz eines Staumdamms. Für die gleiche Netzkonfiguration werden die unterschiedlichen Größen und Orientierungen der Konfidenzellipsen für sämtliche Arten der Netzlagerung dargestellt. Dadurch ist der Einfluss der Lagerung sehr anschaulich erkennbar.

In den Kapiteln 8 und 9 erfolgt mit der KALMAN-Filterung und der Zeitreihenanalyse der Übergang auf

kontinuierliche Daten. Neu im Vergleich zur Erstauflage ist das Kapitel 10 über künstliche neuronale Netze.

Nach der umfangreichen Aufbereitung aller erforderlichen Grundlagen werden ab Kapitel 11 sequentiell die unterschiedlichen Auswertemodelle beschrieben. Die Unterteilung erfolgt dabei nach der FIG Vorgehensweise in deskriptive und kausale Modelle, welche weiter in Kongruenzmodell und kinematisches Modell, sowie in statisches und dynamisches Modell unterteilt werden. Die Beschreibungen sind detailliert und werden durch Prinzipskizzen noch verdeutlicht. Essentiell sind die praktischen Anwendungsbeispiele anhand derer der Leser die Anwendbarkeit und den Wert einzelner Modelle besser einschätzen kann.

Dieser Weg wird von den Autoren in den nachfolgenden Kapiteln 15 und 16 weitergeführt. In Kapitel 15 werden einzelne Objektkategorien (Brücken, Dämme etc.) separat angeführt und für jede Kategorie wird beschrieben, welche Auswertemodelle bereits angewendet wurden. Für den Leser bietet dieses Kapitel einen raschen Einstieg in die Überwachung eines konkreten Ingenieurbauwerks. Auf wenigen Seiten kann der Leser einen Überblick über den Stand der Technik und die relevanten Literaturquellen bekommen. Im abschließenden Kapitel 16 erfolgt eine Beurteilung der aktuellen Entwicklungen und man kann annehmen, dass viele dieser Entwicklungen bis zur nächsten Auflage des Buches zum Stand der Technik werden.

Zusammenfassend sollte dieses Buch in keiner ingenieurgeodätischen Handbibliothek fehlen. Sowohl die Grundlagen, als auch die Modelle selbst sind in großer Tiefe behandelt. Eine große Leistung der Autoren ist, dass die theoretischen Konzepte durch viele Fallbeispiele anschaulich dargestellt sind. Das Buch ist klar strukturiert und aufgrund der großen Bandbreite sind die Literaturverweise direkt am Ende jedes Kapitels sehr hilfreich.

Werner Lienhart

Klaus Kummer / Theo Kötter, Andreas Eichhorn (Hrsg.)

### Das deutsche Vermessungs- und Geoinformationswesen 2015

Themenschwerpunkte 2015:  
Gesellschaftliche Verankerung und institutionelles Gefüge;  
Aufgabenfelder und Wirkungsbereiche; Technische Netzwerke und Transfer; Forschung und Lehre. Wichmann, VDE-Verlag, Berlin 2014. 1243 Seiten, ca. € 150,00.

ISBN 978-3-89907-547-8



Sie wünschen ein Buch, welches in kompakter Form alle wesentlichen Belange des Vermessungs- und Geoinformationswesens abdeckt? Mit dem Vorliegen

dieses Werkes sind ihre Wünsche erfüllt. Auf 1244 Seiten finden sie (fast) alles, was sie im Fachbereich schon immer über gesellschaftliche Aspekte und Institutionen, über derzeitige Aufgaben und Herausforderungen, über moderne Verfahren und Instrumente, über nationale und internationale Standards, über mögliche Ausbildungswege sowie über aktuelle und potentielle Forschungsaktivitäten wissen wollten.

Die „*wissenschaftliche Klammer*“ und das „*unentbehrliche Nachschlagewerk in den Bereichen Vermessung und Geoinformation*“ (© Wichmann) ist eine vollständige Überarbeitung und umfangreiche Erweiterung des im Jahr 2010 von Klaus KUMMER und Josef FRANKENBERGER herausgegebenen gleichnamigen Buches.

Die Leistungsschau des deutschen Vermessungs- und Geoinformationswesens ist ein mustergültiges Beispiel einer Public-Private-Partnership (PPP). Mehr als 50 ExpertInnen aus privaten Unternehmen und öffentlichen Institutionen haben ihr Wissen, ihre Kenntnisse, ihre Kompetenzen und ihre Erfahrungen in dieses „*Fundamentalwerk*“ (© Holger MAGEL, ehemaliger FIG-Präsident) eingebracht. Das Namensverzeichnis der AutorInnen ist eine Enzyklopädie der gegenwärtigen Elite der deutschen Geodäsie aus Wissenschaft und Praxis.

Das auf der Coverseite als „*Grundwerk neu*“ bezeichnete Konvolut gliedert sich – wie auch schon das Vorgängerbuch – in 4 Teile. Diese sind wiederum insgesamt 18 thematische Kapitel unterteilt. Zusätzlich gibt es noch – als „*Rückblick*“ – eine von Josef FRANKENBERGER verfasste geschichtliche Zusammenstellung über das deutsche Vermessungswesen von 1882 bis 2015. Der Österreicher Heinz KÖNIG betrachtet – als „*Einblick*“ – Grenzen aus verschiedenen Blickwinkeln und der Präsident des DVW (Deutsche Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement), Karl-Friedrich THÖNE, stellt – als „*Ausblick*“ – die einer einheitlichen Vermarktung dienenden Begriffe „*Arbeitsplatz Erde*“ und „*Dachmarke Geodäsie*“ vor. Abschließend findet sich im Buch ein sehr umfangreiches Abkürzungs- und Stichwortverzeichnis.

In der „*unverzichtbaren Arbeitsunterlage*“ (© amazon.de) gibt es zu jedem der 18 Kapitel eine deutschsprachige und auch eine englischsprachige Zusammenfassung. Das umfassende Literaturverzeichnis ist ebenfalls kapitelweise angeordnet.

Teil A (*Gesellschaftliche Verankerung und institutionelles Gefüge*) umfasst vier Kapitel. Mit der geschichtlichen Entwicklung, dem Politikbezug und der administrativen Einbettung werden die drei wichtigsten Dimensionen des deutschen Geoinformationswesens im globalisierten 21. Jahrhundert durchleuchtet. Die in der Bundesrepublik das Vermessungs- und Geoinformationswesen abdeckenden Organisationen, Institutionen, Firmen und Berufsverbände werden vorgestellt und ihre Zuständigkeiten dargelegt. Die rechtliche Basis, die laufende Praxis und die Strategien für eine Zusammenarbeit zwischen all diesen Institutionen wer-

den diskutiert. Dem internationalen Umfeld der Geoinformation ist ein eigenes Kapitel gewidmet.

In Teil B behandeln 9 Kapitel die *Aufgabenfelder und Wirkungsbereiche* des Vermessungs- und Geoinformationswesens sehr umfangreich: Begriffe werden definiert, Aufgaben dargelegt, Hauptakteure vorgestellt, Kenngrößen ausgewiesen, Verfahren und Instrumente dokumentiert, Produkte dargestellt, historische Entwicklungen aufgezeigt, neue Herausforderungen skizziert – oder kurz gesagt: Der *Status Quo* des deutschen Vermessungswesens und der Geoinformatik wird ausführlich beschrieben. Dabei wird das gesamte Spektrum des (deutschen) Fachbereichs abgedeckt: Geodätischer Raumbezug, Geoinformationssysteme, Geotopographie und Photogrammetrie, Liegenschaftskataster und Liegenschaftsvermessung, Entwicklung ländlicher Räume, Immobilienwertermittlung, Städtebau und Stadtentwicklung, Ingenieurgeodäsie, Kommunales Vermessungs-, Geoinformations- und Liegenschaftswesen.

Der dritte Teil widmet sich *Technischen Netzwerken und Transfer*. Die drei Kapitel befassen sich mit dem Aufbau der Geodateninfrastruktur, mit Fragen der Normung, Standardisierung und Qualitätssicherung sowie der Bereitstellung von Geobasisdaten für Dritte. Der Bogen der Ausführungen spannt sich dabei von national bis international, als auch von rechtlich über technisch bis administrativ.

*Forschung und Lehre* steht im Mittelpunkt von Teil D. Aktuelle Forschungsvorhaben in Deutschland werden präsentiert. Auch hier werden die Stärken der deutschen Geodäsie augenscheinlich: in der Anzahl der Anwendungsbereiche, in der Vielzahl an Forschungsthemen in der Vielfalt der Methoden und eingesetzten Technologien, in der Interdisziplinarität, in der Internationalität, u.a.m. Das zweite Kapitel dokumentiert das deutsche Berufsbildungssystem. Ausbildungsberufe, facheinschlägige Studien und das technische Referenziariat werden vorgestellt. Dabei werden Aspekte des demografischen Wandels, der sich expandierenden Tätigkeitsfelder und der immer kürzer werdenden Innovationszyklen beleuchtet.

Die Beiträge im Buch werden durch viele Abbildungen, Tabellen und Bilder bereichert. Diese sind zum Großteil sehr anschaulich gestaltet und tragen damit zu einem besseren Verständnis des geschriebenen Textes bei.

Der Rezensent muss gestehen, dass er aufgrund des Umfangs und der für die Buchbeurteilung beschränkten Zeitvorgabe nicht alle 1240 Seiten des Buches gelesen hat. Aber er hat alle Artikel des Buches *quergelesen* und sich mit der Inhaltsangabe, allen Kurzfassungen, allen Einleitungen und zum Teil auch mit einzelnen Kapiteln intensiv beschäftigt.

Das Ende 2014 erschienene Werk ist multifunktional: Es kann als Unterlage für Lehrveranstaltungen und Seminare verwendet werden und es ist als Nachschlagewerk für die berufliche Praxis zu empfehlen. Das Buch ist aber auch für Personen geeignet, die sich weiterbil-

den oder sich in andere facheseinschlägige Themen der Geodäsie einlesen möchten.

Die Breite des deutschen Vermessungs- und Geoinformationswesens wird eindrucksvoll dokumentiert. Dabei zeigt sich auch das Potential für eine Weiterentwicklung der österreichischen Geodäsie: beispielhaft seien hier die Themenbereiche *Städtebau und Stadtentwicklung*, *Entwicklung ländlicher Räume* und – ganz besonders – *Immobilienbewertung* angeführt.

Das erstmals von einem Dreierteam (Klaus KUMMER, Theo KÖTTER, Andreas EICHHORN) herausgegebene Buch deckt das weite Spektrum der Themenbereiche der Geodäsie ab. Die Inhalte sind titelkonform auf das deutsche Vermessungs- und Geoinformationswesen ausgerichtet. Aber in die Ausführungen fließen auch europäische und internationale Gesichtspunkte ein.

HauptadressatInnen des Buches sind natürlich FachexpertInnen aus der einschlägigen beruflichen Praxis. Aber die „*einzigartige Zusammenstellung der einzelnen Fachthemen*“ (© Wichmann) ist auch ein hervorragendes Nachschlagwerk für Studierende, PraktikerInnen und ExpertInnen verwandter Geowissenschaften (wie Bauingenieurwesen, Kulturtechnik und Wasserwirtschaft, Land- und Forstwirtschaft, Ressourcenmanagement, Landmanagement, uam). Damit ist es eine bedeutende Bereicherung für jede facheseinschlägige Bibliothek – auch in Österreich.

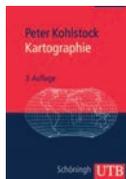
Abschließend noch zwei Informationen: Das Werk ist auch als mit zahlreichen Suchfunktionen ausgestattetes E-Book verfügbar und die nächste Aktualisierung des vorliegenden Buches ist für das Jahr 2020 geplant.

*Reinfried Mansberger, BOKU Wien*

*Peter Kohlstock*

### **Kartographie**

3. überarbeitete Auflage Schöningh, Paderborn 2014, 239 Seiten, € 22,99  
ISBN 978-3-8252-4064-6



Die Kartographie erfährt und erfährt zur Zeit große Herausforderungen. Karten finden Verbreitung über das Internet, auf Mobiltelefonen, auf zahlreichen Medien. Karten verwenden Daten, die von Freiwilligen erhoben wurden oder aus großen Datensammlungen abgeleitet werden. Karten können das Ergebnis standardisierter Services in Geodateninfrastrukturen sein. Karten können zunehmend von Nicht-Kartographen erstellt und verwendet werden. Viele der wesentlichen Grundlagen der Kartographie im Kontext des veränderlichen Dreiecks aus raumbezogenen Daten, grafischer Darstellung und Kommunikationstechnologien bleiben jedoch fundamental bedeutsam. Daher ist es nützlich, eine übersichtliche Darstellung dieser Grundlagen zur Verfügung zu haben.

Das vorliegende Lehrbuch für Kartographie von Peter Kohlstock versucht in neun Kapitel die Themenbereiche Abbildung der Erdoberfläche, Topographische Landesaufnahme, Topographische Karten, Bildkarten,

Thematische Karten, Topographische und thematische Informationssysteme, Kartenherstellung und Kartennutzung abzudecken. Der Autor beschreibt seine Intention sinngemäß als „Literatur zur Kartographie darf nicht „zu spezialistisch“ sein, weil diese dann von Nutzern anderer Fachrichtungen nicht verwendet werden kann.“ Das vorliegende Lehrbuch zielt also auf die Vermittlung von Orientierungswissen ab, wodurch ein „Grundverständnis“, jedoch keine Lösungskompetenz ermöglicht werden soll.

Die Kapitel sind knapp gehalten, gut illustriert und logisch aufgebaut. Das Kapitel 3 „Topographische Landesaufnahme“ beinhaltet auch aktuelle Grundprinzipien des LaserScanning, Aufnahme mit optischen Scannern und Radaraufnahmen. Im Kapitel „Topographische Karten“ wird die Generalisierung als wesentliches Element der kartographischen Modellbildung mitbehandelt und scheint hinsichtlich ihrer Bedeutung etwas zu knapp beschrieben. Das Kapitel über Bildkarten besticht durch seine knappen Beschreibungen wesentlicher Bildbearbeitungsmethoden, es wäre nützlich gewesen, die zur Bildinformation zuzufügenden kartographischen Informationen zusammenfassend zu diskutieren. Im Kapitel über Thematische Karten sind – möglicherweise der knappen Darstellung geschuldet – die größten Kompromisse angewandt. Der für die Wahl einer Darstellung wichtige Zusammenhang von Daten und Visualisierungsmethode ist nicht explizit beschrieben, auch wären Hinweise zum generellen Verständnis der graphischen Variablen und deren Einsatz nützlich. Im Kapitel 7 wird unter dem Titel „Topographische und thematische Informationssysteme“ ein großer Bogen von topographischen Landeskartenwerken bis Google Earth und Open Street Map gezogen. Nicht immer wirkt die Einordnung der einzelnen beschriebenen Unterkapitel hier in sich nachvollziehbar. Die abschließenden Kapitel über Kartenherstellung und Kartennutzung fassen den Stand üblicher Verfahren zusammen, wobei neue Möglichkeiten der Kartenervielfältigung nur kurz angerissen werden. Auch ist bei der Kartennutzung der Bereich der geometrischen Kartenauswertung sehr stark im Vordergrund stehend.

Generell ist dem vorliegenden Werk der Eindruck zu attestieren, dass es sich um eine „komprimierte“, aktuelle und klug aggregierte Version bestehenden Wissens zur Kartographie handelt. In vielerlei Hinsicht bedient sich der Autor dabei den teilweise bereits sehr alten fundamentalen Publikationen eines Arnberger, Imhof und Hake, wodurch sichtbar wird, dass in manchen Gebieten der Kartographie nur bedingt Fortschritt erzielt wurde. Die partiellen Ergänzungen hin zu neuen Aufgaben- und Entwicklungsgebieten der Kartographie sind teilweise sichtbar (z.B. Kapitel 3, 5). Die Vorsicht des Autors bezüglich der Berücksichtigung schnelllebigter technischer Entwicklungen ist gerechtfertigt, fundamentale Berücksichtigung von Aspekten der modernen Kartographie (Semiotik, Interaktivität, GeoVisualisierung, Mobile Kartographie, Geodateninfrastrukturen) wären aber wünschenswert, um den Kommunikationsauftrag der Kartographie mit all seinen

Implikationen einem interessierten Publikum auch aus anderen Fachrichtungen zu präsentieren.

Sowohl einzelne Kapitel als auch der Gesamteindruck sind dem Interessierten aus anderen Fachrichtungen ans Herz gelegt. Jedenfalls lohnt es sich, fundamentale Aspekte der Kartographie durch dieses Buch zu verfolgen, um für den Kontext neuer Entwicklungen gerüstet zu sein.

Georg Gartner

Simon Garfield

**Karten!**

Konrad Theiss Verlag,  
Darmstadt 2014. 520 Seiten, € 29,95.  
ISBN 978-3-8062-2847-2



Karten faszinieren uns, weil sie Geschichten erzählen. In diesem Buch wird anhand ausgewählter Exemplare erzählt wie besondere Karten entstanden sind, wer sie zeichnete, was er sich dabei dachte und wie wir sie heute benutzen. So geht es um robustere Schiffe im 15. Jahrhundert, um die Triangulation im späten 16. Jahrhundert, um die Festlegung der Längengrade im 18., um Luft- und Satellitenaufnahmen im 20. und in diesem Jahrhundert schließlich um das Internet, GPS und Navigationssysteme. Von den alten Griechen bis zu Google Maps erzählt Simon Garfield die Geschichte der Kartographie. Dabei hat er immer die menschliche Seite hinter den Karten im Fokus. In 22 Kapiteln unterteilt und mit vielen Abbildungen unterstützt (leider nur in Schwarz-Weiß und nicht in Farbe) gibt der britische Journalist (u.a. für die BBC) viele unterhaltsame und auch lehrreiche Anekdoten und Geschichten aus der Welt der Kartographie wieder.

Das Buch führt den Leser in eine imaginäre Kartenausstellung und beleuchtet „längst zerstörte Weltansichten aus dem alten Griechenland, berühmte Schätze aus Universitäten auf der ganzen Welt, Wahnsinnsstücke aus dem British Library und der Library of Congress, Raritäten aus Deutschland, Venedig und Kalifornien. Es gibt Seekarten, Atlanten, Screenshots und Smartphone-Apps. Die Bandbreite ist ziemlich groß: einfache und aufwendige Karten, Filmkarten und Schatzkarten, Karten mit einer Vorliebe für Kraken, Afrikakarten, Karten der Antarktis und Karten von Orten, die es nie gegeben hat.“ Aber auch die Menschen dahinter kommen nicht zu kurz. Wir treffen „großspürige Händler, pingelige Vermesser, spekulierende Philosophen, ruchlose Sammler, unzuverlässige Seefahrer, pfeifende Wanderer, unerfahrene Globusbauer, nervöse Museumsdirektoren, großartige Neurowissenschaftler und gierige Eroberer.“

Das Buch ist kein „Fachbuch“, dafür aber ein gut geschriebenes „Sachbuch“ und eignet sich bestens für das Nachtkästchen oder für den Strand. Man muss auch keine besonderen Vorkenntnisse haben, denn der Autor erklärt so gut wie jeden Fachbegriff oder lateinischen Ausdruck. Es kommt nicht von ungefähr, dass „Karten!“ von der Zeitschrift Bild der Wissenschaft als

Wissensbuch des Jahres 2014 in der Kategorie „Überblick“ ausgezeichnet wurde. Wohl ein Muss für jeden, der sich für Geschichte und insbesondere Karten interessiert. Viel Vergnügen beim Lesen!

Andreas Pammer

Gottfried Holzer

**Agrarrecht.**

3., völlig überarbeitete Auflage;  
NWV, Wien 2014.  
541 Seiten, € 44,80.  
ISBN 978-3-7083-0991-0



Das Agrarrecht hat in den letzten Jahrzehnten durch Internationalisierung, Europäisierung und Ökologisierung eine ungeheure Dynamik erfahren. Diese findet in einer nahezu unüberschaubaren Normenfülle ihren Niederschlag.

Der Leitfaden Agrarrecht gibt in seinem Allgemeinen Teil einen wissenschaftlich fundierten Überblick über das Agrarrecht. Der Besondere Teil ist – nach einer Darstellung der Gemeinsamen Agrarpolitik – alphabetisch vom „Anerben- und Höferecht“ bis zum „Weinbau- und Weinrecht“ in 28 Kapiteln angeordnet. Die einzelnen Rechtsgebiete werden nach einem einheitlichen Schema (Rechtsgrundlagen, Literatur, geschichtliche Entwicklung, Ziele, Regelungsgegenstand sowie Behörden und Verfahren) übersichtlich, verständlich und benutzerfreundlich behandelt. Vieles davon ist auch weit über den Agrarbereich hinaus von Interesse, wie beispielsweise die Abschnitte „Bodenreform“, „Grundverkehrsrecht“, „Raumordnungsrecht“, „Wasserrecht“.

Die Neuauflage berücksichtigt die grundlegenden Änderungen der rechtlichen Rahmenbedingungen der Landwirtschaft durch die Agrarreform 2013/14, die Neustrukturierung des Direktzahlungssystems, die verstärkte ökologische Ausrichtung der Gemeinsamen Agrarpolitik sowie die aktuelle agrarrechtliche und agrarpolitische Entwicklung bis Juni 2014. Es kann den einschlägig interessierten Juristen, Beratern, Studierenden und den Landwirten ein Wegweiser im immer dichter werdenden Gestrüpp des Agrarrechts sein.

Christoph Twaroch

Roland Norer und Gottfried Holzer  
(Hrsg.)

**Jahrbuch Agrarrecht 2014.**

NWV 2014, 290 S., € 44,80,  
ISBN 978-3-7083-1008-4



Das Jahrbuch stellte eine Ergänzung des „Leitfadens Agrarrecht“ mit vertieften monographischen Beiträgen und einen Überblick über die Rechtsetzung und Rechtsprechung des Jahres 2013 in den Bereichen Land- und Forstwirtschaft, Ernährungssektor und ländlicher Raum auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene dar. Literaturhinweise runden die Darstellung ab.

Christoph Twaroch

## Veranstungskalender

### 18. Internationale Geodätische Woche Oberurgl

8.–14.2.2015 Oberurgl, Ötztal, Österreich  
<http://vermessung.uibk.ac.at/veranstaltung/obergurgl.html>

### European Geosciences Union General Assembly 2015

12.4.–17.4.2015 Vienna, Austria  
[www.egu2015.eu/](http://www.egu2015.eu/)

### Österreichischer Geodätentag 2015

5.–7.5.2015 Velden am Wörthersee, Österreich  
[www.geodätentag.at](http://www.geodätentag.at)

### 14. Internationales 3D-Forum Lindau 2015

5.–6.5.2015 Lindau, Deutschland  
[www.3d-forum.li](http://www.3d-forum.li)

### FIG Working Week 2015

17.–21.5.2015 Sofia, Bulgarien  
[www.fig.net/fig2015](http://www.fig.net/fig2015)

### Geospatial World Forum 2015

25.–29.5.2015 Lissabon, Portugal  
[www.geospatialworldforum.org](http://www.geospatialworldforum.org)

### 5. Wo?-Kongress 2015 „GeoEnergy – Geoinformationen & Energiewirtschaft“

10.–11.6.2015 Gelsenkirchen, Deutschland  
[www.air-verband.de/wo-kongress.html](http://www.air-verband.de/wo-kongress.html)

### GIS-Ausbildungstagung

18.–19.6.2015 Potsdam, Deutschland  
[gis.gfz-potsdam.de](http://gis.gfz-potsdam.de)

### IUGG 2015 – International Union of Geodesy and Geophysics

22.6.–2.7.2015 Prag, Tschechische Republik  
[www.iugg2015prague.com/](http://www.iugg2015prague.com/)

### AGIT 2015

8.–10.7.2015 Salzburg, Österreich  
[www.agit.at](http://www.agit.at)

### Innsbruck Summer School of Alpine Research 2015 Close Range Sensing Techniques in Alpine Terrain

5.–11.7.2015 Oberurgl, Österreich  
[www.uibk.ac.at/geographie/lidar/joint-summer-school-2015-en.html](http://www.uibk.ac.at/geographie/lidar/joint-summer-school-2015-en.html)

### International Cartographic Conference

23.–28.8.2015 Rio de Janeiro, Brasilien  
[www.icc2015.org/](http://www.icc2015.org/)

### INTERGEO 2015

15.–17.9.2015 Stuttgart, Deutschland  
[www.intergeo.de](http://www.intergeo.de)

### ISPRS Geospatial Week 2015

28.9.–3.10.2015 La Grande Motte, France  
[www.sfpt.fr/isprs\\_geospatial\\_week\\_2015.html](http://www.sfpt.fr/isprs_geospatial_week_2015.html)

Arbeitsbereich für Vermessung und  
Geoinformation  
Leopold-Franzens-Universität Innsbruck

Univ. Prof. Dr. Klaus Hanke



Österreichische Gesellschaft für  
Vermessung und Geoinformation

HR Dipl.-Ing. Hubert Plainer

Arch+ing



Kammer der  
Architekten und Ingenieurkonsulenten  
für Tirol und Vorarlberg

## Geodätisches Kolloquium – Sommer 2015

- Mittwoch,**  
18. März 2015
- „Potential der automatischen Objekterkennung und 3D Gebäuderekonstruktion aus flugzeuggestützten Laserscannerdaten und Bildern“
- apl. Prof. Dr. Franz ROTTENSTEINER  
Institut für Photogrammetrie und GeoInformation, Leibniz Universität Hannover
- Mittwoch,**  
29. April 2015
- „Qualität und Zuverlässigkeit im ‘digitalen’ Vermesser-Alltag“
- Horst DETTELBACHER  
Dettelbacher Photogrammetrie und Vermessungs-GesmbH, Ossiach
- Mittwoch,**  
20. Mai 2015
- „rmDATA GeoCloud bringt neue Chancen für Ingenieurbüros“
- Harald BEYRER und Labinot VUTHAKU  
rmDATA GmbH, Pinkafeld
- Mittwoch,**  
24. Juni 2015
- „Aktuelle Entscheidungen des Bundesverwaltungsgerichtes (und deren Auswirkungen auf die Praxis)“
- Mag. Martin MÜLLER-FEMBECK  
Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien

Alle Veranstaltungen finden im HSB6 der Universität Innsbruck, Technikerstraße 13, Innsbruck statt.  
Beginnzeit der Vorträge: 18 Uhr 15

Um Ihnen in Zukunft Mitteilungen über die Veranstaltungsreihe rascher und aktueller zukommen lassen zu können, bitten wir Sie um Bekanntgabe Ihrer E-Mail Adresse:

- Anruf/Fax a. d. AB f. Vermessung und Geoinformation 0512 - 507 / 61101 507 / 61199
- Anruf/Fax an das Vermessungsamt Innsbruck 0512 - 58 80 91 / 1201 +43 1 21110-991600
- E-Mail an den Arbeitsbereich für Vermessung und Geoinformation [vermessung@uibk.ac.at](mailto:vermessung@uibk.ac.at)



# GEODÄTENTAG

Wir schauen auf  
unsere Erde



Velden

[www.ogt2015.at](http://www.ogt2015.at)

Velden  
am Wörthersee  
5.-7. Mai 2015