

***Die Verfügbarkeit und Genauigkeit von EGNOS steigern***

*E. Wasle, A. Kemetinger*

***Estimation of biodiversity relevant quantities from  
airborne laser scanning data***

*W. Mücke, A. Hermann*

***Von der Prospektion zur Präsentation***

*C. Öllerer, S. Uhlirz*




- *Innovatives, kabelloses Design*
- *Neues RC-4 mit verbesserter Zielfindung*
- *Verbesserte Trackingeigenschaften*
- *Noch leistungsfähigere reflektorlose Distanzmessung bis 2000m*
- *Funkkommunikation bis 1000m*
- *Neue Controller-Vielfalt FC-25, FC-250, FC-236 und FC-2500...*
- *Windows basiert*
- *Geringes Gewicht*



Das ist die neue  QUICK STATION

... konzentrieren Sie sich auf die Zukunft

**GEODIS  AUSTRIA**

Professionelle Unterstützung und Service • Alleinvertretung für Vermessungsinstrumente von  TOPCON in Österreich  
Distributions- und Vorstellungszentrum (Lager):

**GEODIS AUSTRIA GmbH**, campus21 – BUSINESSZENTRUM WIEN SÜD, Liebermannstr. A01 304, Büro 7, 8, 2345 Brunn am Gebirge  
Tel.: +43-2236-315 891, Fax: +43-2236-315 891-15, Mobil1: +43-699-197 41 833, Mobil2: +43-699-197 41 834

E-Mail: [topconbusiness@geodisgroup.at](mailto:topconbusiness@geodisgroup.at), [topconservice@geodisgroup.at](mailto:topconservice@geodisgroup.at), [etruttmann@geodisgroup.at](mailto:etruttmann@geodisgroup.at), [christine.knoetzl@geodisgroup.at](mailto:christine.knoetzl@geodisgroup.at)

MITGLIED  GEODIS GROUP

[www.geodisgroup.at](http://www.geodisgroup.at)



Österreichische Zeitschrift für  
**Vermessung &  
Geoinformation**

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

98. Jahrgang 2010

Heft: 4/2010

ISSN: 1605-1653

Schriftleiter: Dipl.-Ing. Stefan Klotz  
Stellvertreter: Dipl.-Ing. Ernst Zahn  
Dipl.-Ing. Andreas Pammer

A-1020 Wien, Schiffamtsgasse 1-3  
Internet: <http://www.ovg.at>

<i>E. Wasle, A. Kemetinger:</i> <b>Die Verfügbarkeit und Genauigkeit von EGNOS steigern</b>	<b>191</b>
<i>W. Mücke, A. Hermann:</i> <b>Estimation of biodiversity relevant quantities from airborne laser scanning data</b>	<b>201</b>
<i>C. Öllerer, S. Uhlirz:</i> <b>Von der Prospektion zur Präsentation</b>	<b>211</b>
<b>Dissertationen, Diplom- und Magisterarbeiten</b>	<b>219</b>
<b>Recht und Gesetz</b>	<b>245</b>
<b>Tagungsberichte</b>	<b>252</b>
<b>Mitteilungen</b>	<b>257</b>
<b>Buchbesprechungen</b>	<b>259</b>
<b>Persönliches</b>	<b>261</b>
<b>Veranstaltungen</b>	<b>263</b>



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

98. Jahrgang 2010 / ISSN: 1605-1653  
<http://www.ovg.at>

**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: Österreichische Postsparkasse BLZ 60000, Kontonummer PSK 1190933. ZVR-Zahl 403011926.

**Präsident der Gesellschaft:** Dipl.-Ing. Gert Steinkellner, Tel. (01) 21110-2714, Fax (01) 21110-4624, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien.

**Sekretariat der Gesellschaft:** Dipl.-Ing. Karl Haussteiner, Tel.(01) 21110-2311, Fax (01) 2167551, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien.

**Schriftleitung:** Dipl.-Ing. Stefan Klotz, Tel. (01) 21110-3609, Dipl.-Ing. Ernst Zahn, Tel. (01) 21110-3209, Dipl.-Ing. Andreas Pammer, Tel. (01) 21110-5336, Schiffamtsgasse 1-3, A-1020 Wien. Fax (01) 2167551, E-Mail: [vgi@ovg.at](mailto: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. Fritz K. Brunner, Univ.-Prof. Dr. Norbert Pfeifer, Univ.-Prof. Dr. Harald Schuh,

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. Stefan Klotz, Tel. (01) 21110-3609, 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.

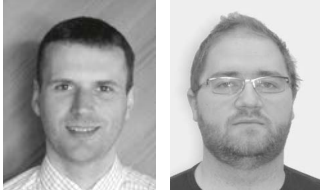
**Aufgabe der Gesellschaft:** gem. § 1 Abs. 1 der Statuten (gen. mit Bescheid der Bundespolizeidirektion Wien vom 26.11.2009): a) die Vertretung der fachlichen Belange der Vermessung und Geoinformation auf allen Gebieten der wissenschaftlichen Forschung und der praktischen Anwendung, b) die Vertretung 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.



ÖSTERREICHISCHE GEODÄTISCHE KOMMISSION

ÖGK



## Die Verfügbarkeit und Genauigkeit von EGNOS steigern

*Elmar Wasle, Albert Kemetinger, Graz*

### Kurzfassung

Der Österreichische EGNOS Datenserver (OEGNOS) bietet einen EGNOS Korrekturdatendienst, der speziell auf die Anforderungen in Österreich maßgeschneidert ist. Dazu werden verbesserte EGNOS Korrekturdaten über eine Kommunikationsverbindung den Nutzern bereitgestellt. Speziell in Österreich, wo sich durch die anspruchsvolle Topographie zahlreiche Abschattungen der EGNOS Signale ergeben, wird dieser Dienst einen Mehrwert darstellen. Durch die Integration lokaler meteorologischer Parameter (atmosphärische Korrekturen – Ionosphäre, Troposphäre), abgeleitet aus realen Messdaten, wird außerdem die Qualität der EGNOS Korrekturdaten gesteigert. Hierfür werden die EGNOS Korrekturdaten dekodiert, durch lokal berechnete Ionosphären- und Troposphärenkorrekturen ergänzt, in einem RTCM Format kodiert und in einem ersten Schritt via authentifizierter Datenverbindung (z.B.: GPRS) zur Verfügung gestellt. Erste Tests wurden im Bereich Rottenmann gemacht und zeigten das Potential des Konzepts.

**Schlüsselwörter:** EGNOS, EDAS, Verfügbarkeit, Genauigkeit, Korrekturdatendienst

### Abstract

The Austrian EGNOS data server (OEGNOS) provides an EGNOS correction data service especially tailored to the requirements of Austria. For that purpose, improved EGNOS correction data are provided to the users via a terrestrial communication connection. Especially in Austria, this service will induce an added value due to the challenging topography and thus the arising EGNOS satellite signal shading. By the integration of local meteorologic parameters (atmospheric corrections - ionosphere, troposphere), derived from real measurements, the quality of the EGNOS correction data is furthermore improved. Therefore, the EGNOS correction data are decoded, supplemented by the computed local ionospheric and tropospheric corrections, encoded into an RTCM format, and provided via an authenticated data connection (e.g. GPRS). First tests have been performed in the area of Rottenmann. The test results show the potential of the system concept.

**Keywords:** EGNOS, EDAS, Availability, Accuracy, Correction Data Service

### 1. Einleitung

Die aktuellen Zeitungsberichte über den Entwicklungsstatus des europäischen Satellitennavigationssystems Galileo [1] werden getragen von den Meldungen über zunehmende Verzögerungen und inzwischen auch Finanzierungsprobleme. So ist es nicht verwunderlich, dass jene, die zwar diese Zeitungsberichte verfolgen, aber nicht direkt in die Entwicklungsarbeiten involviert sind, natürlich berechtigt die Frage stellen: „Kommt es überhaupt noch?“. Hätte man das europäische Pendant zu GPS nicht bereits vor Jahren zu einem Prestigeprojekt Europas gemacht, dann würden vermutlich auch die Stimmen in der Europäischen Kommission lauter werden, das ganze nochmals zu überdenken. Doch alleine um die Souveränität Europas zu sichern und für eine wichtige Infrastruktur nicht von den Vereinigten Staaten abhängig zu sein, hat Europa gar keine andere Wahl als Galileo zu einer „Success Story“ zu verhelfen.

Den ersten Schritt in diese Richtung hat die Europäische Kommission mittlerweile gesetzt. Das European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS) ging in den operationellen Betrieb. Es ist fast überflüssig zu erwähnen, dass auch EGNOS dem ursprünglichen Zeitplan lange hinterherhinkte. Zur Jahrtausendwende war ein Betriebsdatum von 2003 kolportiert. Schlussendlich übernahm im Jahr 2009 die Europäische Gemeinschaft die Eigentumsrechte von der Europäischen Weltraumbehörde und beauftragte den European Satellite Services Provider (ESSP) mit dem operationellen Betrieb. Seit 1. Oktober 2009 bietet EGNOS einen frei zugänglichen Service an, der von jedem GPS Empfänger genutzt werden kann. Hinweise darauf findet man im technischen Datenblatt des Empfängers oder Navigationssystems. Dort ist in der Regel ein „SBAS enabled“, „WAAS enabled“, oder „EGNOS enabled“ vermerkt. Neben dem frei zugänglichen Service (Open Service) wird EGNOS auch einen Safety of Life Service anbieten. Dieser sollte ab Anfang 2011 zur Verfügung stehen.

## 2. EGNOS

Betrachtet man die Positionsgenauigkeit, die mittels GPS erreichbar ist, dann hängt diese von ein paar wesentlichen Einflüssen ab: Stabilität der Satellitenuhren, Genauigkeit der modellierten Satellitenbahnen, Aktivität der Ionosphäre und troposphärische Verhältnisse, und lokale Gegebenheiten in der unmittelbaren Umgebung des GPS Empfängers. Die Navigationssignale von GPS, wie auch die aller anderen Globalen Satellitennavigationssysteme (GNSS), versuchen diese Einflüsse weitgehend zu beschreiben. Die Parametrisierung der Broadcastinformation wurde allerdings nicht dafür konzipiert hochfrequente Einflüsse zu modellieren. Anders formuliert, regionale Fehlereinflüsse werden nicht berücksichtigt. Auch ist die Häufigkeit der Aktualisierung der Navigationsnachricht zu gering, um starke zeitliche Schwankungen zu modellieren.

Genau an diesem Punkt setzen die Ergänzungssysteme (engl.: Augmentation Systems) an. Im Falle von EGNOS [2] sind über ganz Europa Messstationen installiert, die die GPS Sig-

nale empfangen. Die Messungen werden über das EGNOS Wide Area Network an die Master Control Centres weitergeleitet. Aus Gründen der Ausfallsicherheit gibt es mehrere Kontrollzentren. Innerhalb der Kontrollzentren werden nun auf Basis der Echtzeitmessungen die Fehlereinflüsse berechnet und entsprechend modelliert. Das heißt, es werden Modellparameter für den verbleibenden Satellitenuhrfehler, den verbleibenden Satellitenbahnfehler, und den Ionosphäreinfluss berechnet. Diese Modellparameter werden von einer Bodenstation an einen geostationären Satelliten übertragen und von dort direkt an das Benutzersegment weitergegeben (Abb. 1). Jeder Empfänger, der sowohl das GPS Signal wie auch das EGNOS Signal empfängt, kann die Messungen zusätzlich korrigieren / ergänzen und damit eine höhere Genauigkeit erreichen. Anzumerken ist, dass die Korrekturen für die Ionosphäre natürlich nur bei Einfrequenzempfänger sinnvoll sind. Zweifrequenzempfänger eliminieren den Einfluss durch geeignete Kombination der Zweifrequenzmessungen. Un-

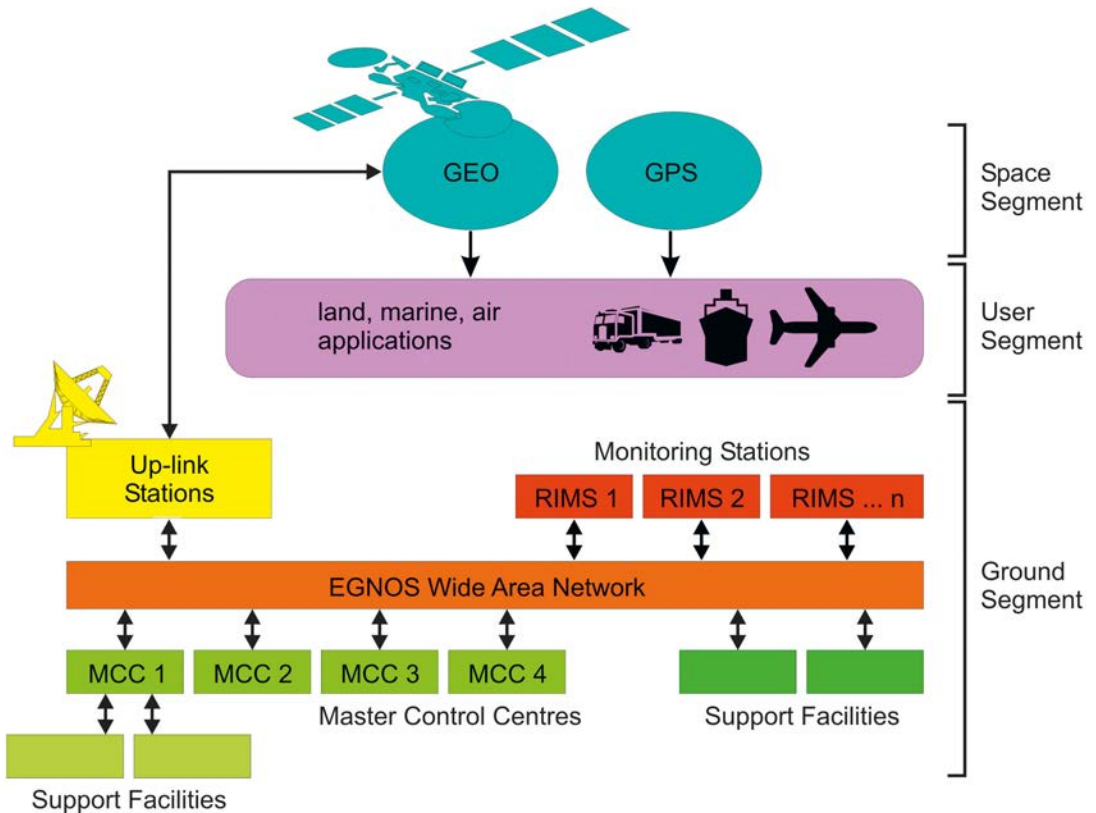


Abb. 1: EGNOS System Architektur

ter Verwendung der EGNOS-Information kann die horizontale Position mittels GPS Einfrequenzmessungen auf 3 m genau bestimmt werden (95% Konfidenzintervall; [3]). Unbedingt zu beachten ist, dass dieser Wert für die schlechteste Position im Abdeckungsbereich gültig ist. GPS verwendet eine etwas andere Definition, und spezifiziert für die horizontale Positionsgenauigkeit 13 m [4] (ohne EGNOS). Auch Galileo wird im Falle von Einzelfrequenzmessungen keine höhere Genauigkeit bieten.

Trotz der 38 Messstationen, die über Europa verteilt sind, ist es nicht möglich einerseits troposphärische Effekte zu modellieren, das heißt hier muss der Empfänger immer noch ein Standardmodell anwenden. Andererseits können Mehrwegeeffekte (engl.: Multipath), die lokal spezifisch sind, nicht berücksichtigt werden. Doch selbst die ionosphärischen Einflüsse werden in Anbetracht einer hohen ionosphärischen Aktivität und der damit verbundenen Variabilität noch zu wenig genau modelliert. Ein weiterer wesentlicher Nachteil von EGNOS ist die Ausstrahlung der Signale von einem geostationären Satelliten aus. Diese werden durch bauliche oder topographische Gegebenheiten abgeschattet, worunter die Verfügbarkeit aber natürlich auch wieder die Genauigkeit der Positionslösung leidet. Abschattung in diesem Zusammenhang bedeutet, dass das EGNOS Signal nicht empfangen werden kann.

### 3. OEGNOS

Es liegt nahe, die Lücke, den EGNOS an dieser Stelle für weitere Verbesserungen belässt, zu schließen und gleichzeitig einen Service anzubieten, der nicht von der EGNOS Satellitensichtbarkeit abhängig ist. So wurde im April 2009 ein österreichisches Forschungsprojekt gestartet, das sich folgende Ziele setzte:

- die Erforschung von Algorithmen zur Verbesserung der ionosphärischen Korrekturen von EGNOS durch lokale Messungen
- die Erforschung von Modellen zur Verbesserung der troposphärischen Korrekturen mittels atmosphärischer Echtzeitmessungen
- die Implementierung eines Systems zur Aussendung von EGNOS Korrekturen unter Einbeziehung der verbesserten atmosphärischen Korrekturen an den Nutzer über terrestrische Kommunikationswege

Nach Erreichung der Ziele, sollte es einerseits möglich sein auch bei bewegter Topographie, die die EGNOS Signale vom geostationären Sa-

telliten abschattet, dennoch EGNOS Informationen zu empfangen. Des Weiteren sollte es möglich sein die Performance, die EGNOS bietet, noch weiter zu steigern. Hier hat man sich den Sub-meter als ambitionierte Zielvorgabe gesteckt.

Das Projekt mit dem Titel „Österreichischer EGNOS Datenserver“ (Austrian EGNOS Data Server), oder kurz OEGNOS [5], wurde gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) vertreten durch die Forschungsförderungsgesellschaft (FFG). Um die Ziele bestmöglich zu erreichen, hat sich ein Konsortium aus Industrie und Wissenschaft gebildet. Geleitet wurde das Projekt von der TeleConsult Austria GmbH, ein Kleinunternehmen, das in Graz ansässig ist. Am Projekt waren des Weiteren das Universitätszentrum Rottenmann, die Technische Universität Wien (Institut für Geodäsie und Geophysik) und die Akademie der Wissenschaften (Institut für Weltraumforschung) beteiligt.

Das Projekt dauerte 18 Monate. Im Rahmen des Projekts wurde das technische Konzept erarbeitet, die Algorithmen zur Modellierung erforscht, das System implementiert, und schlussendlich in einem ersten Feldversuch getestet.

### 4. System Architektur

Angesichts der Ziele des angestrebten Systems ergeben sich die folgenden fünf Prozessschritte:

1. EGNOS Daten werden von einer Datenquelle bezogen und an einer zentraler Stelle dekodiert.
2. Aus den EGNOS Daten werden vorwiegend Satellitenuhrenfehler und Satellitenbahnfehler extrahiert.
3. Unterschiedliche Messdaten werden dazu genutzt, um weitere ergänzende und vor allem lokale atmosphärische Korrekturen zu rechnen. Diese werden an den EGNOS Korrekturdaten ergänzend angebracht.
4. Die Korrekturen werden in ein standardisiertes Format gebracht, das von handelsüblichen GPS Empfängern verarbeitet werden kann.
5. Schließlich werden die Korrekturen über eine Datenverbindung an authentifizierte Nutzer gesendet. Die GPS Empfänger verarbeiten die Korrekturen und können auf Basis dessen Positionen mit hoher Genauigkeit ausgeben.

Für Prozessschritt (1) werden EGNOS Daten über das EDAS System heruntergeladen. Der EGNOS Data Access Service (EDAS) ist ein Sys-

tem, das die EGNOS Daten, so wie sie vom Satelliten ausgesendet werden auch über eine LAN Verbindung zur Verfügung stellen. EDAS ist ein Service der vom EGNOS Betreiber angeboten wird. Der Vorteil von EDAS ist, dass man keine Empfängerhardware benötigt, aber dennoch auf den kompletten EGNOS Datensatz zugreifen kann. Darüber hinaus bietet EDAS noch weitere Informationen an, die hier aber nicht weiter beleuchtet werden. Alternativ beziehungsweise als Backup, sollte einmal die LAN Verbindung zum EDAS Server unterbrochen sein, werden EGNOS Daten auch von einem EGNOS Empfänger ausgelesen. Diese Redundanz bedeutet auch eine erhöhte Sicherheit.

Im Prozessschritt (2) werden die EGNOS Daten verwendet, um die Satellitenuhrkorrekturen

und Satellitenbahnkorrekturen zu extrahieren. Weiters werden die EGNOS Daten auch Prozessschritt (3) zur Verfügung gestellt. Sollten keine lokalen Messungen zur Ionosphärenberechnung vorhanden sein können die EGNOS Daten auch dazu verwendet werden, Korrekturen zu rechnen.

Prozessschritt (3) benötigt einerseits atmosphärische Messdaten, sprich Temperatur, Luftdruck und (optional) Luftfeuchtigkeit. Die können entweder von einer lokalen Messstation stammen oder von einem Netzwerk. Zur Berechnung von Wettervorhersagen gibt es ein dichtes Netz von Wetterstationen in ganz Österreich. Die Messdaten dieser Stationen stehen unter Berücksichtigung der Updaterate für Auswertungen entgeltlich zur Verfügung. Für das Projekt OEGNOS wurde eine einfache Wetterstation am

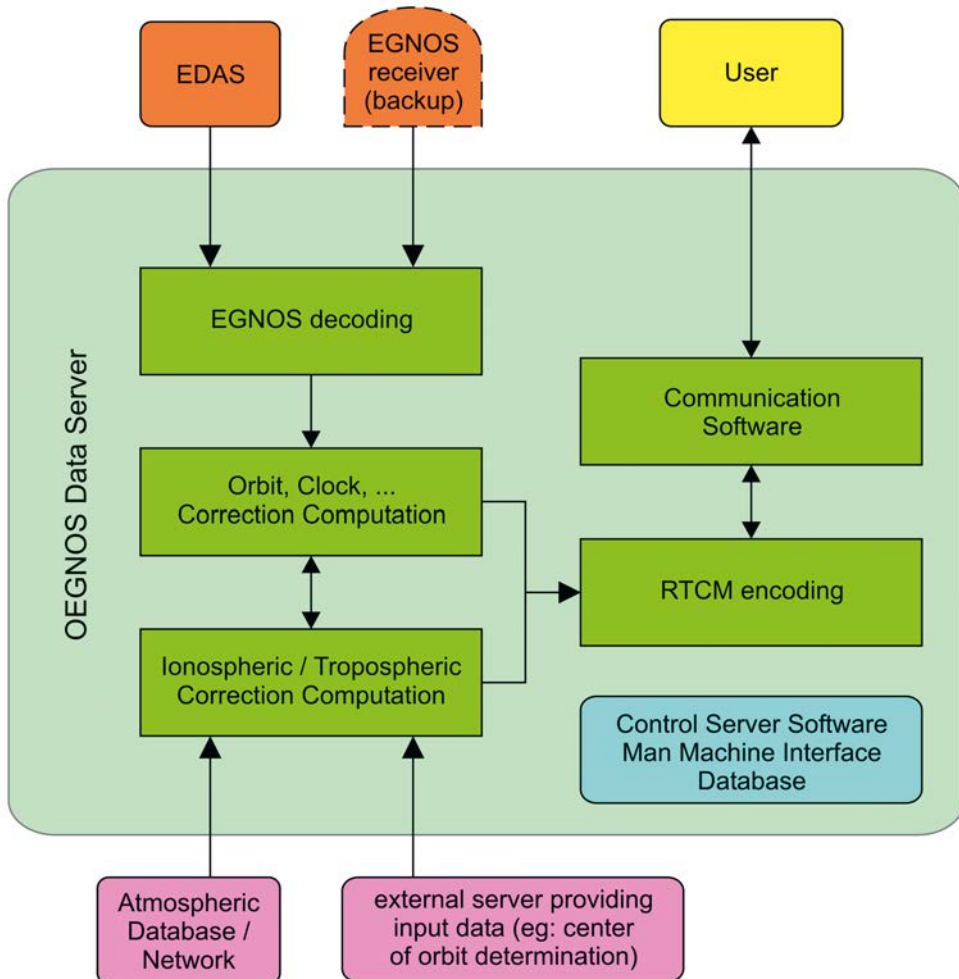


Abb. 2: OEGNOS System Architektur



Universitätszentrum in Rottenmann in Betrieb genommen, nachdem die ZAMG (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik) Wetterstation in Rottenmann erst im Aufbau war. Andererseits werden GNSS Messdaten von regionalen GNSS Stationen benötigt, um lokale ionosphärische Strukturen berechnen zu können. Hier konnte die Akademie der Wissenschaften auf die GNSS Messdaten mehrerer umliegender Stationen zurückgreifen.

Nachdem die EGNOS Korrekturinformation mit den lokalen und ergänzenden Korrekturen aufsummiert wurden, werden im Prozessschritt (4) die Korrekturen im RTCM Format enkodiert. RTCM ist ein Standard, der von vielen GPS Empfängern, auch Massenmarktempfängern, unterstützt wird. Damit wird sichergestellt, dass eine breite Palette von Produkten unterstützt werden kann. Die RTCM Nachrichten werden anschließend noch in das NTRIP Protokoll verpackt.

Innerhalb des Prozessschritts (5) meldet sich ein Empfänger über eine LAN Verbindung beim OEGNOS Server an. Üblicherweise wird die Verbindung mittels GPRS oder UMTS aufgebaut, kann aber auch mit anderen Kommunikationsmitteln hergestellt werden. Der Server authentifiziert den Empfänger und übermittelt, entsprechend der Position des Empfängers Korrekturdaten im RTCM / NTRIP Format. Der Empfänger decodiert die RTCM Messages und verwendet die Korrekturen, um eine erhöhte Positionsgenauigkeit zu erreichen. Eine Koppelung des GPS Empfängers mit einem Kommunikationsterminal (z.B. GPRS) ist hier unerlässlich.

Ein schematisches Schaubild der OEGNOS Systemarchitektur ist in Abb. 2 gezeigt. Die Prozessschritte sind in grün dargestellt. Im Hintergrund zu den einzelnen Modulen läuft eine Datenbank, zum Datenaustausch und zur Datenarchivierung. Ein Operatorinterface (Man Machine Interface) ermöglicht die Konfiguration des Serverbetriebs wie auch die Benutzerverwaltung. Die Control Server Software steuert die einzelnen Module und garantiert einen fehlerfreien Betrieb des Servers.

Die Erforschung und Implementierung der Algorithmen zur Berechnung der echtzeitnahen ionosphärischen und troposphärischen Korrekturen lag in der Verantwortung des Instituts für Geodäsie und Geophysik (TU Wien) und des Instituts für Weltraumforschung (ÖAW). Es wurden mehrere Algorithmen identifiziert, die einen unterschiedlichen Genauigkeitslevel erreichen. Je höher der Genauigkeitslevel der in quasi-Echt-

zeit benötigten atmosphärischen Streckenkorrekturen, desto mehr Inputdaten benötigen die Algorithmen. Um einen Service mit hoher Verfügbarkeit bieten zu können, wurden alle Algorithmen implementiert. Je nachdem welche Inputdaten vorliegen wird der genaueste Algorithmus ausgewählt und der entsprechende Service angeboten.

Das Universitätszentrum Rottenmann setzte die Steuerungssoftware sowie die Datenbank des Datenservers um, und zeichnete sich auch verantwortlich für die Server Hardware sowie für die atmosphärische Messstation. Die TeleConsult Austria war zuständig für den Zugriff auf EDAS, für die Datendekodierung, für die Berechnung der Korrekturwerte aus EGNOS sowie für die Einkodierung in RTCM.

## 5. Tests

Nachdem alle Softwaremodule implementiert waren, und die Integration erfolgreich abgeschlossen war, wurde das System ersten Tests unterzogen. Dabei waren neben den Performanceparametern Genauigkeit und Verfügbarkeit zwei Fragen von zentralem Interesse: Wie ist die Performance der Lösung von OEGNOS im Vergleich zu EGNOS? Beziehungsweise im Vergleich zu GPS? Um die generelle Performance klären zu können war es notwendig, die OEGNOS Lösung mit einer Referenzlösung zu vergleichen. Gleichzeitig sollte eine reine GPS Lösung mit EGNOS und OEGNOS verglichen werden. Zur Beantwortung der Fragestellungen wäre es notwendig geworden 4 Systeme bzw. 4 Empfänger miteinander zu vergleichen, wobei man hier davon ausgeht, dass die Referenzlösung auf Basis von GPS Phasenmessungen berechnet wird. Für die Tests wurde eine Lösung konzipiert, die bei lediglich 2 Hardwareelementen alle Information liefert, die für die Analysen notwendig waren. Das sind insbesondere:

- GPS-only Lösung: hier wurden mittels Code-messungen im Post-processing Positionen gerechnet. Wie auch bei herkömmlichen Navigationsgeräten wurde in der Software zur Berechnung der Position ein Filteralgorithmus belassen. Dadurch ergeben sich zwar geglättete Lösungen, die aber nicht immer mit der Referenz übereinstimmen müssen.
- EGNOS Lösung: die Empfänger verwenden das Signal-In-Space (SIS), um die GPS Messungen mit EGNOS Daten korrigieren zu können. Die EGNOS Lösung ist nicht gefiltert.

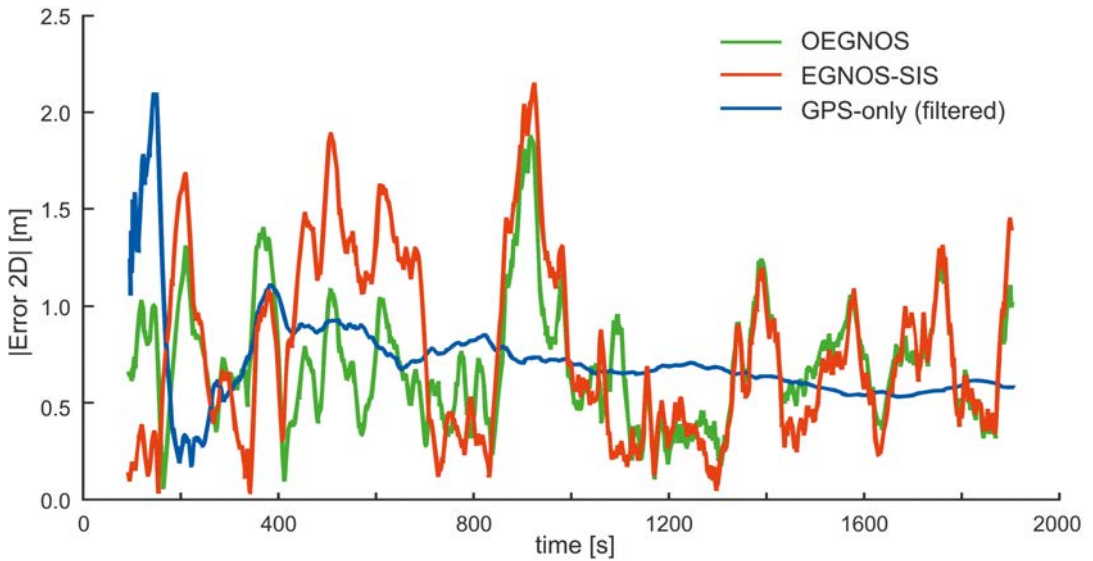


Abb. 3: Horizontale Abweichung von der Referenzposition bei einem statischen Test am UZR

- OEGNOS Lösung: beruht auf den Korrekturen, die über den RTCM Datenstrom vom OEGNOS Server kommen. Die OEGNOS Lösung ist nicht gefiltert.
- Referenzlösung: neben den Codemessungen wurden auch Phasemessungen aufgezeichnet, die anschließend mit Messungen von einer Referenzstation im Post-processing ausgewertet wurden. Auch die Referenzlösung ist nicht gefiltert.

Vor allem bei statischen Tests wurde die Referenzlösung für Vergleiche herangezogen. Im Dynamischen war es aufgrund der oft schwierigen Signalverhältnisse nicht immer möglich die Phasenambiguitäten zu lösen. Hier war aber ein reiner Vergleich von EGNOS/OEGNOS/GPS Lösung ausreichend.

Im Rahmen des OEGNOS Projekts wurden Messungen im Großraum Rottenmann (Obersteiermark) durchgeführt. Das Universitätszentrum Rottenmann (UZR) war auch der Standort des OEGNOS Servers, doch ist die örtliche Nähe keinesfalls eine Voraussetzung für den Betrieb. Weiters war von Vorteil, dass am UZR eine GPS Permanentstation lief, auf deren Daten bei Bedarf zugriffen werden konnte. Natürlich wurde die Gegend rund um Rottenmann auch auf Grund der Topographie ausgewählt. Industriezentren, Technologieparks, Autobahn und land- und forstwirtschaftliche Bereiche rundeten das Testgebiet ab.

Abb. 3 zeigt den zweidimensionalen (2D) Fehler eines statischen Tests. Die GPS-only Lösung (in blau dargestellt) zeigt einen klaren Offset von der Referenzlösung, allerdings zeigt sich auch der Vorteil einer Filterung. Wichtig ist aber anzumerken, dass die gefilterten Positionen nicht notwendigerweise gegen Null tendieren. Die Performance von EGNOS (SIS) und OEGNOS sind ähnlich. Dies war zu erwarten, da auf Grund der geringen ionosphärischen Aktivität und der damit verbundenen geringen ionosphärischen Variabilität auch der Vorteil von lokalen Korrekturen geringer wird. Auch sind die höheren Korrekturgenaugigkeiten der troposphärischen Parameter nicht in einem solchen Niveau, als dass das Gesamtergebnis OEGNOS gegenüber EGNOS deutlich steigern würde. Die Statistik allerdings zeigt eine Performanceverbesserung von OEGNOS im Dezimeter Bereich. Dies bedeutet allerdings, dass auch OEGNOS immer noch eine Genauigkeit im 1-2 Meter-Bereich besitzt. Die Performancesteigerung von OEGNOS würde gegenüber von EGNOS bei höherer ionosphärischer Aktivität, so wie es die nächsten Jahre zu erwarten ist, deutlicher werden.

Abb. 4 zeigt den dreidimensionalen Fehler unter Hinzunahme der Höhenabweichung. Die Genauigkeit von GPS sinkt gegenüber EGNOS und OEGNOS stark ab. Auch hier zeigen EGNOS wie auch OEGNOS ähnliche Performance.

Es stellt sich an dieser Stelle natürlich die Frage wie gut sind die OEGNOS Korrekturen im

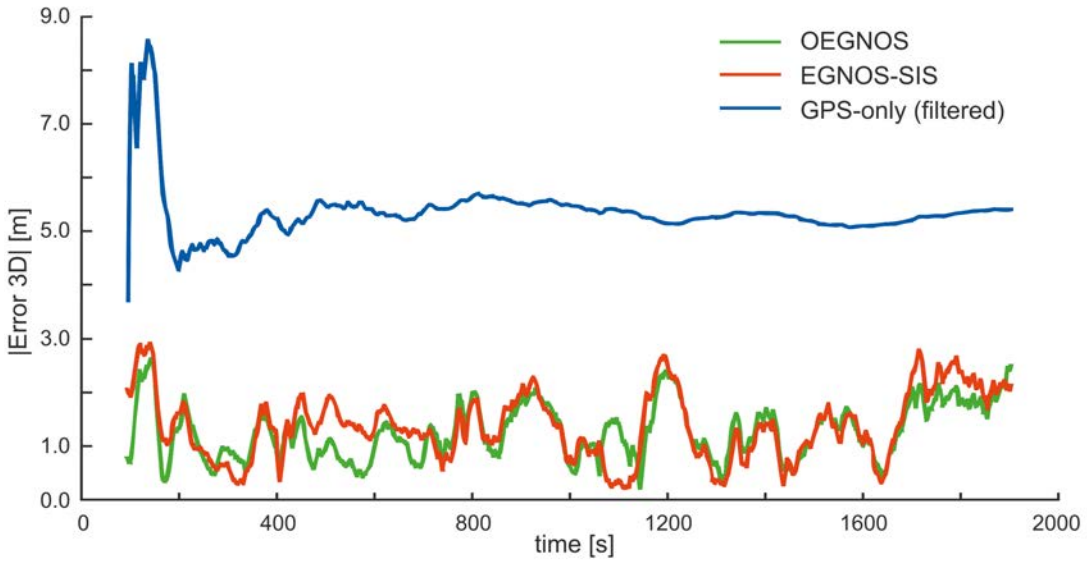


Abb. 4: Dreidimensionale Abweichung von der Referenzposition bei einem statischen Test am UZR

Vergleich zu den Korrekturen von EGNOS, beziehungsweise im Vergleich zu den Korrekturen einer lokalen RTCM Referenzstation. Weiters ist von Interesse wie die Performance von OEGNOS im Vergleich zu einem kommerziellen GNSS Korrekturdatendienst aussieht. Dazu wurden erstens die OEGNOS Korrekturen am Server aufgezeichnet. Zweitens wurde ein Empfänger konfiguriert EGNOS Korrekturen auszugeben. Drittens wurde eine lokale RTCM Station aufgebaut und kon-

figuriert RTCM Daten auszugeben. Viertens wurde von einem Datendienst, der Korrekturen für das GNSS Netzwerk anbietet, ebenfalls RTCM Daten heruntergeladen. Somit konnten von allen vier Quellen Pseudorange Corrections (PRC) verglichen werden. Leider hat die Firmware des Empfängers nur die EGNOS Korrekturen ohne atmosphärischen Anteil ausgegeben. Somit sollte die EGNOS Kurve in Abb. 5 mit Vorsicht interpretiert werden.

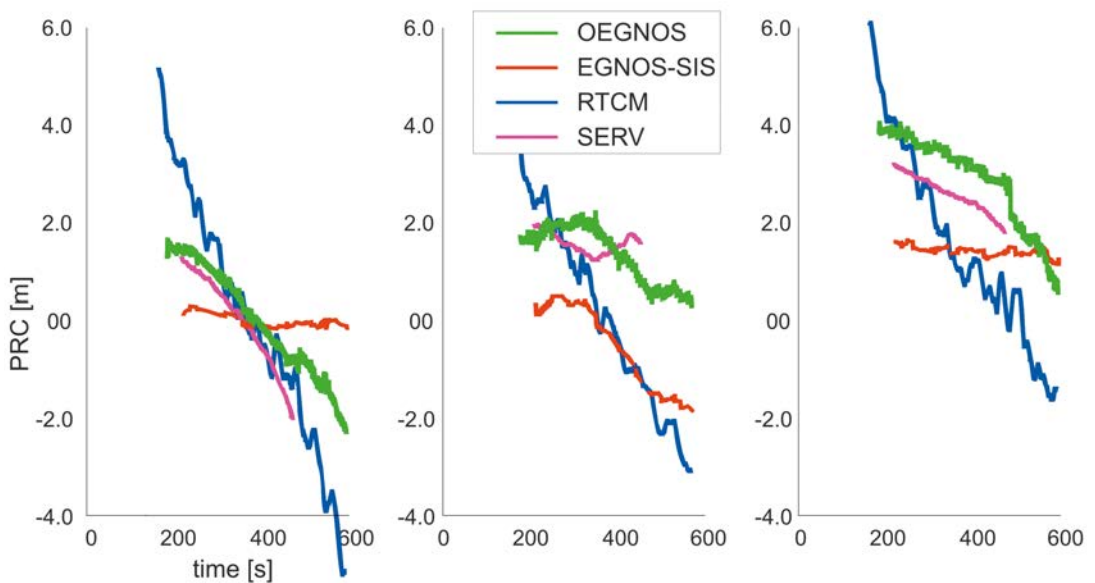


Abb. 5: Pseudorange Corrections der Satelliten PRN: 28, 27, 26; EGNOS PRC ohne atmosphärische Anteile

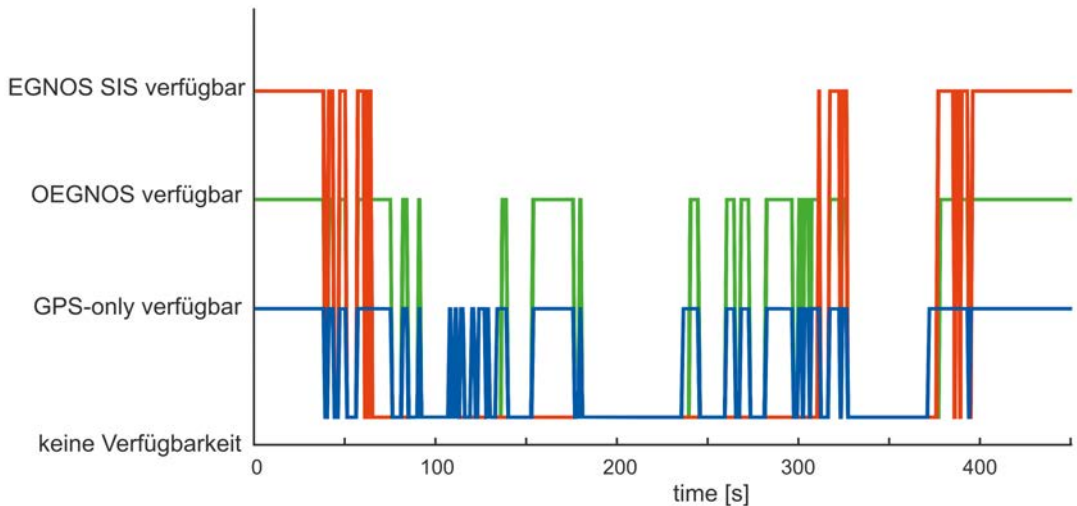


Abb. 6: Verfügbarkeit der Positionslösungen

Für einen besseren Vergleich der Korrekturen wurde noch ein Empfängeruhrenfehler eliminiert. Für den Satelliten mit PRN 28 zeigen alle drei Ergebnisse (OEGNOS, RTCM, SERV) eine sehr gute Übereinstimmung (Abb. 5). Im Falle PRN 27 zeigt die RTCM Lösung einen stärkeren Trend, wohingegen OEGNOS und SERV eine ähnliche Größenordnung in der Korrektur zeigen. Auch für PRN 26 besitzt die RTCM Lösung einen stärkeren Trend wohingegen OEGNOS und SERV gegeneinander konvergieren.

Neben der Genauigkeit war auch die Verfügbarkeit von Interesse. Die GNSS Empfänger boten die Option Daten im NMEA Format auszugeben. In der Positionslösung wird indiziert, ob EGNOS/RTCM Korrekturdaten vorliegen (Modus 2) oder ob die Positionslösung rein auf GPS basiert (Modus 1). Im Rahmen der Tests wurde festgestellt, dass die Empfänger auch bei längerem Ausfall des EGNOS Signals trotzdem weiterhin Modus 2 anzeigen. Es wird vermutet, dass die Empfänger die Langzeitkorrekturen auch über größere Zeiträume verwenden. EGNOS wurde dafür konzipiert innerhalb kürzester Zeit (6 Sekunden) über ein Fehlverhalten eines Satelliten oder eines Signals zu informieren. Diese Integritätsinformation ist vorwiegend für sicherheitskritische Anwendungen von Bedeutung. Wenn nun ein Empfänger, obwohl er kein EGNOS Signal empfängt, noch den Modus 2 anzeigt, dann ist dies im Sinne der Integrität eine Fehlinformation. Im Sinne der vorhandenen Korrekturen, bedeutet dies, dass die Positionsgenauigkeit mit fortlaufender Zeit geringer wird, obwohl dem Benutzer

immer noch Modus 2 angezeigt wird. Dies kann ebenfalls als Fehlinformation interpretiert werden.

Damit die Tests nicht von diesem Indikator Modus 2 fehlgeleitet werden, wurde nicht der Index sondern die Signalstärke des EGNOS Signals als Hinweis herangezogen, ob EGNOS Signale empfangen werden können. Abb. 6 zeigt die Verfügbarkeit von GPS, EGNOS-SIS und OEGNOS während eines dynamischen Tests in topographisch anspruchsvollem Gelände. Die Verfügbarkeit von GPS-only liegt bei 53%. Die Verfügbarkeit von OEGNOS bei 48%, wohingegen die Verfügbarkeit von EGNOS bei 29% liegt. Anzumerken ist, dass nach einem Ausfall von GPRS beziehungsweise GPS zuerst wieder eine Position vom Benutzer an den Server gesendet werden muss, bevor der Server erneut Korrekturen zurückliefert. Die Zeitdauer für die Wiederherstellung der GPRS Kommunikation in Verbindung mit der Zeitverzögerung auf Grund dieser Prozedur führt zu einer geringeren Verfügbarkeit von OEGNOS im Vergleich zu GPS. Dennoch ist die Verfügbarkeit von OEGNOS wesentlich höher im Vergleich zu EGNOS Signal-in-Space.

Wichtig: die hier genannten Zahlen für die Verfügbarkeit von EGNOS in gebirgigen Regionen sind nur in Zusammenhang mit diesem speziellen Testaufbau zu sehen, und sind keinesfalls mit der generellen Verfügbarkeit von EGNOS zu verwechseln.

Der Performanceparameter, der während der Tests nicht analysiert wurde, ist die Integrität. Im ersten Schritt wird angenommen, dass der OE-

GNOS Server nur für jene Satelliten eine Korrektur berechnet, die auch der EGNOS Integrität genügen. Somit wird angenommen, dass der OEGNOS Server die Integritätsinformation von EGNOS an den OEGNOS Nutzer, unter Berücksichtigung einer gewissen Zeitverzögerung, weiterleitet. Dies muss allerdings noch getestet und zertifiziert werden. Außerdem sind jene Fälle zu berücksichtigen, bei denen durch falsche lokale Messungen (z.B. Temperaturmessungen) weitere Integritätsfälle hinzukommen.

Alle Testergebnisse zeigten eine bessere Performance von OEGNOS im Vergleich zu EGNOS, mit Ausnahme jener Tests wo dies beabsichtigt war. Die Qualitätssteigerung, die durch OEGNOS gewonnen wird, ist abhängig von den atmosphärischen Aktivitäten und Variabilitäten. OEGNOS bietet aber eine höhere Verfügbarkeit als EGNOS, vorausgesetzt genügend GPS Satelliten sind sichtbar.

## 6. Weiterentwicklung

Das OEGNOS System wird in kommenden Forschungsprojekten weiterentwickelt. Potential für Forschung ist noch in den troposphärischen und ionosphärischen Modellen zu finden. Das von der FFG geförderte Projekt GIOMO beschäftigt sich mit verbesserten Methoden zur Ionosphärenmodellierung. Auch soll die Prädiktion der Ionosphärenmodelle ausgeweitet werden, um von GNSS Messungen in Echtzeit weitgehend unabhängig zu sein. Weiters ist von Interesse wie dicht das Feld an lokalen meteorologischen Messstationen sein muss, um ein ausgewogenes Maß an Genauigkeitsgewinn bei minimaler Anzahl von Messstationen zu erreichen. Darüber hinaus sind auch weiterführende Feldtests und vor allem auch Langzeittests von Interesse. Vor allem bei ansteigender Sonnenaktivität und der damit verbundenen höheren Ionosphärenaktivität wird sich das volle Potential von OEGNOS zeigen. Der 11-jährige Sonnenzyklus wird ca. 2012/13 wieder einen Höhepunkt in der Aktivität erreichen.

OEGNOS war ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt (R&D) das erfolgreich im September 2010 abgeschlossen wurde. Das System, das im Rahmen von OEGNOS entwickelt wurde, hat damit R&D Charakter. Das System hat aber das Potential für einen kommerziellen Datendienst. TeleConsult Austria plant den OEGNOS Prototypen in ein EGNOS Regional Data Service (ERDS) überzuführen. Dabei stehen vor allem die Servicestabilität wie auch die Zertifizierung im Mittelpunkt der Weiterentwicklung.

## 7. Marktanalyse

OEGNOS, beziehungsweise ERDS, ist nicht der einzige Dienst in Österreich, der differentielle Korrekturdaten für höhere Positionsgenauigkeit anbietet. Es gibt in Österreich bereits einige Dienstleister am Markt, die unterschiedliche Nutzergruppen ansprechen. Der wesentliche Unterschied zu diesen ist, dass der OEGNOS Service auf EGNOS Daten aufbaut. Unter Hinzunahme von meteorologischen Messungen und ionosphärischen Modellen kann die Genauigkeit von EGNOS weiter gesteigert werden. Dabei ist ein Ziel, die von EGNOS gebotene Integrität an den Nutzer weiterzugeben. Damit kann der Nutzer auf ein zertifiziertes wie auch sicheres System vertrauen.

Potentielle Märkte für das OEGNOS Konzept sind beispielsweise Precision Farming und hier speziell die Bestimmung von Agrarflächen im Rahmen von Förderansuchen, gewisse Bereiche im Straßenbau oder in der Binnenschifffahrt. Auch für Fahrerassistenzsysteme kann das OEGNOS Konzept wertvolle Information liefern, um beispielsweise die Fahrspur zu bestimmen.

Die Analyse des Marktpotentials geht auch Hand in Hand mit der Analyse der Risiken und der Schwächen eines Systems. Die Abhängigkeit von meteorologischen Echtzeitmessungen stellt dabei ein wirtschaftliches Risiko dar. Ein dichtes Netz von Messstationen stellt einen erheblichen Kostenfaktor aber auch ein hohes Maß an Datenkommunikation und Datenverarbeitung dar. Dabei muss auf Datensicherheit im Sinne der Integritätssicherung vor allem Bedacht genommen werden. Hier sollen in Zukunft verstärkt regionale Modelle zum Einsatz kommen, die zwar lokale Gegebenheiten gut modellieren, aber dennoch auf bestehende Infrastruktur zurückgreifen. Der Einsatz der Prädiktion vermeidet dabei die Abhängigkeit von Echt- oder Nahe-Echtzeitmessungen. Derzeit werden auch noch ionosphärische Modelle eingesetzt, die auf Echtzeit GNSS Messungen zurückgreifen. Auch hier ist die Datensicherheit und die Datenübertragung ein entscheidender Faktor. Aber auch hier soll in Zukunft auf prädierte Daten verstärkt zurückgegriffen werden.

Im Moment ist die Anbindung an das EDAS System auch noch mit Vorsicht zu behandeln. Der Service Provider von EDAS bietet im Moment noch keine entsprechenden Nutzungsverträge. Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass diese noch in absehbarer Zeit kommen werden.

Das Marktpotential hängt natürlich auch davon ab, inwieweit das OEGNOS Konzept einen Mehrwert im Vergleich zu den bestehenden GNSS Signalen bietet. Der Wettbewerbsvorteil gegenüber den GPS Signalen ist hier unbestritten. Aber auch sobald die Galileo Signale verfügbar sein werden, wird OEGNOS immer noch eine höhere Genauigkeit als die GPS/Galileo Einzelpunktbestimmung bieten können.

## 8. Zusammenfassung

Der Österreichische EGNOS Datenserver (OEGNOS) bietet einen EGNOS Korrekturdatendienst, der speziell auf die Anforderungen in Österreich maßgeschneidert ist. Dazu werden verbesserte EGNOS Korrekturdaten über eine bodengestützte Kommunikationsverbindung den Nutzern bereitgestellt. Durch die Integration lokaler meteorologischer Parameter, abgeleitet aus realen Messdaten, wird außerdem die Qualität der EGNOS Korrekturdaten gesteigert. Hierfür werden die EGNOS Korrekturdaten dekodiert, durch lokal berechnete Ionosphären- und Troposphärenkorrekturen ergänzt, in einem RTCM Format kodiert und in einem ersten Schritt via authentifizierte Datenverbindung (z.B: GPRS) zur Verfügung gestellt.

Erste Tests wurden im Bereich Rottenmann gemacht. Die Analysen der Messergebnisse zeigten eine geringfügig gesteigerte Genauigkeit bei einer gleichzeitig höheren Verfügbarkeit im Vergleich zu EGNOS Signal-In-Space. Bei allen Tests war die Performance von OEGNOS immer besser als die von EGNOS. Es wird vermutet, dass vor allem bei erhöhter ionosphärischer Aktivität, die in den nächsten Jahren zu erwarten

ist, der Performanceunterschied zwischen OEGNOS und EGNOS deutlicher wird. Das OEGNOS System und vor allem die verwendeten Algorithmen und Modelle werden im Rahmen neuer Forschungsprojekte weiterentwickelt.

## Danksagung

Gefördert wurde das OEGNOS Projekt durch das Österreichische Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) im Rahmen des österreichischen Weltraumprogramms ASAP, das über die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG abgewickelt wird. Die Autoren bedanken sich beim Fördergeber für die finanzielle Mittel, sowie bei der FFG für die professionelle Abwicklung. Allen Projektpartnern sei für die ausgezeichnete Zusammenarbeit ein Dank ausgesprochen.

## Literaturverzeichnis

- [1] *Europäische Union (2010)*: Galileo Homepage – [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/galileo/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/galileo/index_en.htm)
- [2] *Europäische Union (2010)*: EGNOS Homepage – [http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/egnos/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/egnos/index_en.htm)
- [3] *European Commission (2009)*: EGNOS Service Definition Document, Open Service. EGN-SDD OS V1.0. 01.10.2009
- [4] *Department of Defense (2008)*: Global Positioning System Standard Positioning Service Performance Standard, 4th edition.
- [5] *Österreichischer EGNOS Datenserver (2010)*: OEGNOS Homepage – [www.oegnos.at](http://www.oegnos.at)

## Anschrift der Autoren

Dipl.-Ing. Dr.techn. Elmar Wasle, TeleConsult Austria GmbH, Schwarzbauerweg 3, A-8043 Graz.  
E-mail: [ewasle@tca.at](mailto:ewasle@tca.at)

Dipl.-Ing. Albert Kemetinger, TeleConsult Austria GmbH, Schwarzbauerweg 3, A-8043 Graz.  
E-mail: [akemetinger@tca.at](mailto:akemetinger@tca.at)



## Estimation of biodiversity relevant quantities from airborne laser scanning data

Werner Mücke, Anna Hermann, Vienna

Dieser Beitrag wurde als "reviewed paper" angenommen.

### Abstract

Assessment of biodiversity is prescribed by the European Union Fauna-Flora-Habitat directive in order to document the health of ecosystems. Remote sensing supported by terrestrial field sampling potentially provides efficient means for a regular monitoring cycle. Airborne laser scanning (ALS), also referred to as airborne LiDAR, is especially promising because of its ability to penetrate through gaps in the foliage and provide insight in the forest vegetation layer structure. Knowledge of the topography and the spatial distribution of the plant cover are considered an invaluable proxy for the estimation of biodiversity indicators. As ALS typically provides high point densities and good penetration rates, various biodiversity indicators can be estimated directly and reliably from these measurements.

In this paper it is demonstrated how data collected with ALS, especially with FWF-ALS, can be used to derive quantities relevant for biodiversity assessment. These can be terrain surface features like roughness, as well as vegetation parameters like height, predominant tree type, location of fallen trees or forest layer structure.

**Keywords:** full-waveform, laser scanning, biodiversity, digital terrain model, vegetation structure, classification

### Kurzfassung

Die Bewertung von Biodiversität zur Dokumentation des Gesundheitszustandes von Ökosystemen wird von der Europäischen Union durch die Fauna-Flora-Habitat (FFH) Direktive vorgeschrieben. Moderne Fernerkundungsmethoden, welche von traditionellen terrestrischen Feldaufnahmen unterstützt werden, bieten Möglichkeiten für effiziente regelmäßige Datenerfassungszyklen. Das flugzeuggetragene Laserscanning (airborne laser scanning, ALS), welches oft auch als LiDAR (light detection and ranging) bezeichnet wird, bietet einen wesentlichen Vorteil gegenüber bildgebenden Systemen. Die Laserstrahlen können durch kleine Öffnungen in der Belaubung dringen und ermöglichen so eine Einsicht unter die Baumkronen und in die vertikale Struktur der Waldvegetation. Die Topographie im Wald sowie die räumliche Verteilung des Bewuchses werden von Biologen und Landschaftsökologen als wertvolle stellvertretende Kenngrößen für die Abschätzung der Biodiversität angesehen. Da ALS typischerweise hohe Punktdichten und gute Durchdringungsraten aufweist, können verschiedene Biodiversitätsindikatoren direkt und zuverlässig aus der Luft erfasst werden.

Im folgenden Text wird diskutiert, wie biodiversitäts-relevante Indikatoren aus den FWF-ALS Daten abgeleitet werden können. Solche Indikatoren können Eigenschaften des Geländes sein, wie zum Beispiel Krümmung oder Rauigkeit, oder aber auch Vegetationseigenschaften wie Höhe und Schichtigkeit des Waldes, vorherrschende Baumart oder die Position von umgefallenen Bäumen.

**Schlüsselwörter:** Full-waveform, Laserscanning, Biodiversität, digitales Geländemodell, Vegetationsstruktur, Klassifizierung

### 1. Introduction

The Habitat Directive, more formally known as "Council Directive 92/43/EEC on the Conservation of natural habitats and of wild fauna and flora" [1], was established by the European Union (EU) in 1992 for the conservation of wildlife and nature. The directive's main aim is the protection and conservation of habitats and species, both clearly described in the directive. One of the key terms in conservation is biological diversity, also referred to as biodiversity, which is defined as the variability among living organisms resident in all sorts of ecosystems (terrestrial and marine) [2]. This includes diversity within species, between species and of ecosystems. The Euro-

pean Commission initiated a global study named "The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)" running from 2007 to 2010, which produced an interim report in May 2008 [3]. This report states that selected focal areas suffer from declining biodiversity as a result of human impacts like population growth, urbanisation and climate change. Subsequently, a loss of ecosystem services, such as water and air purification, climate regulation, flood and disease regulation, fisheries and timber production is imminent. It was found that some of these areas are being damaged beyond repair. As a consequence of this process, the existence of lots of species is endangered.

The awareness that natural and semi-natural ecosystems and landscapes provide benefits to human society can be dated back to the mid-1960's and early 1970's [4-6]. However, recently there has been an almost exponential growth in publications on the assessment and valuation of ecosystem services [7-13]. The SEBI 2010 (Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators) [14] initiative launched in 2004 proposes a set of 26 appropriate biodiversity indicators, which can be used for the assessment and monitoring of ecosystem conditions. These indicators formulate the basis for the development of strategies for protection and recreation, which are paramount tasks for the conservation and management of a healthy natural environment.

Remote sensing techniques, which can be partially supported by terrestrial field sampling, potentially provide efficient means for regular monitoring cycles. Airborne laser scanning (ALS) is especially promising because a number of biodiversity indicators can directly be estimated from the measurements in an accurate and reliable way, especially if efficient data acquisition over large areas is needed. According to SEBI 2010, this among others could be the indicators ecosystems coverage (No.4), invasive alien species in Europe (No.10), fragmentation of natural and semi-natural areas (No.13), growing stock estimation (No.17) and dead wood (No.18).

The aim of this study is to provide an overview on how various existing methods can be used for the derivation of quantities relevant for biodiversity assessment. Chapter 2 gives an introduction on the measurement process of ALS with focus on the technology of full-waveform systems. Chapter 3 describes how full-waveform observables can be integrated in the generation of a digital terrain model (DTM), which serves as initial product for various further modelling approaches. In chapter 4 the derivation of biodiversity relevant quantities from ALS data sets

is addressed. A conclusion and an outlook are given in chapter 5.

## 2. Full-waveform airborne laser scanning

Modern ALS systems combine a position and orientation system (POS), a laser ranging module and a data-recording unit. The laser generator, as part of the laser ranging module, emits short pulses of infra-red light (typically 4 – 10 ns, wavelength 1064-1550 nm), which are deflected towards the earth surface, e.g. by a rotating, oscillating or nutating mirror [15]. The emitted pulse interacts with objects on the ground and a part of it is scattered back to the ranging module, where the reflection can be detected. The travelling time from the scanner to the ground and back is directly proportional to the distance covered and can therefore be computed [16]. Usually, ALS systems are carried by a fixed wing aircraft or a helicopter and most often mounted on the fuselage or below the wings. The forward movement of the airborne vehicle, which is called the flight path, is constantly tracked by the POS, which consists of a global navigation satellite system (GNSS) receiver and an inertial measurement unit (IMU). The IMU observes the movements of the aircraft along its axes with high frequency, e.g. 100 Hz, while the GNSS provides 3D positional information. The covered distance, which is also referred to as range, together with the deflection angles of the respective laser beam and the combined GNSS and IMU data are stored and a georeferenced point cloud, representing the scanned surface, can be produced in post-processing.

The latest development for commercially available ALS systems is the so-called full-waveform (FWF) processing. Conventional systems can record the measured range and backscattered energy of one or more consecutive discrete reflections, so-called echoes. In contrast, a FWF-system is able to detect and record the whole emitted and backscattered signal [17]. These

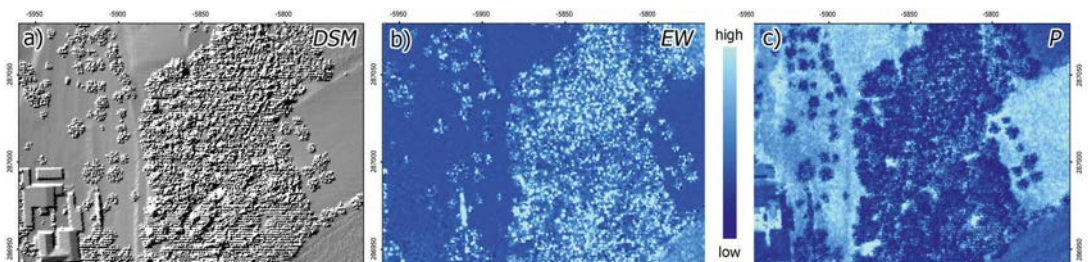


Fig. 1: (a) Digital surface model (DSM); (b) echo widths (EW), higher in vegetated (rough) areas; (c) amplitudes (P), lower in vegetated areas due to loss of backscattered energy because of multiple canopy reflections. [22]



stored signals, also referred to as waveforms, need to be analysed in post-processing. Recent papers propose different methods for ALS waveform analysis and echo extraction [18-20]. During the extraction process, the single echoes are detected and the range, as well as additional information can be derived. These additional observables are the amplitude, giving information about the reflectivity of the object hit by the laser beam, and the width of the signal, also referred to as echo width (EW), describing height distributions of small surface elements within the laser beam [16] (Fig. 1b,c). Moreover, the user-adaptable echo detection process in FWF-ALS allows for a larger number of echoes to be detected per laser shot [21] compared to discrete ALS systems, especially in vegetated areas.

### 3. Digital terrain model generation using full-waveform data

ALS has established itself as a very suitable measurement technique in environmental studies in the recent past. In forestry related applications, which feature strong thematic intersections with biodiversity relevant applications, ALS has proven very valuable, because most often efficient data acquisition over large areas is needed [23-25]. The biggest advantage of ALS over traditional photogrammetric measurements methods, including airborne and satellite based imagery in the visible and infra-red part of the spectrum, is its ability to “see” through small gaps in the forest canopy. Parts of the laser beam penetrate the foliage and are reflected by vegetation underneath, such as understory trees, bushes, herbaceous vegetation and also the forest floor. Hence, laser scanning over vegetation usually produces more than one echo per shot due to this penetration of the canopy. In the case of ALS, the single echoes in open and the last echoes from overgrown areas are the lowest and therefore considered best candidates to represent the terrain. Using these echoes and appropriate methods for classifying them into terrain and off-terrain points, a process that is also referred to as filtering, a digital terrain model (DTM) can be calculated even in overgrown areas [26-29]. However, there are certain situations when conventional filtering methods, which are solely based on geometric criteria and topological relations, fail to eliminate off-terrain reflections, e.g. from very dense near-ground vegetation [30-31]. Reflections from such objects, if not eliminated in the filtering process, can cause the DTM to run through the vegetation and decimeters above the actual ground surface. In such

cases, the usage of the additional FWF observables (e.g. amplitude and echo width) allows for the generation of more accurate DTMs. Wagner et al. [32] stated that the width of the backscattered echo is influenced by the vertical distribution of scatterers within the footprint area of the laser beam. Vegetation, due to the penetration of the foliage, usually features larger height distributions than flat terrain and consequently larger echo widths. This information can be used in the filtering process in order to increase the DTM quality. Lin and Mills [33] developed a point labeling process, determining terrain points using a threshold for the echo width, which is then applied to complement the single 3D points. This additional surface information is integrated in a DTM generation approach employing Axelsson’s progressive densification method [27]. In Mandlbürger et al. [34], the echo width parameter is used to derive a-priori weights as input for the hierarchic robust filtering method [35]. Points featuring small echo widths are considered to stem from terrain and get high a-priori weights. On the contrary, the weight of points with larger echo width is decreased, as they are most likely to represent vegetation. Based on the approach of Mandlbürger et al. [34], Mücke [36] extended the method by assigning probabilities to the single 3D points based on the relation of their corresponding amplitude and echo width. These probabilities indicate whether an echo is likely to stem from terrain or not.

## 4. Retrieving biodiversity relevant quantities

### 4.1 Vertical structure

The quality of the derived DTM is essential for a number of secondary products relevant for the assessment of biodiversity, such as the normalized canopy model (nCM). Usually the first laser echoes per shot are used to calculate a digital canopy model (DCM), which represents the top most layer of the forest surface. The difference between the DTM and DCM (DCM minus DTM) is called nCM and it comprises the actual vegetation or tree heights. Due to the relatively small footprint size in ALS, usually about 10 – 50 cm depending on altitude, the laser beams frequently miss the tree tops. Consequently, the measured canopy heights are underestimated and the DCM is subjected to errors [37]. The influence of an incorrect DTM can therefore further decrease the quality of the nCM and products based on it. Hollaus [38] suggested that the stem volume can be estimated from the nCM. He stated that the canopy volume, which describes the volume

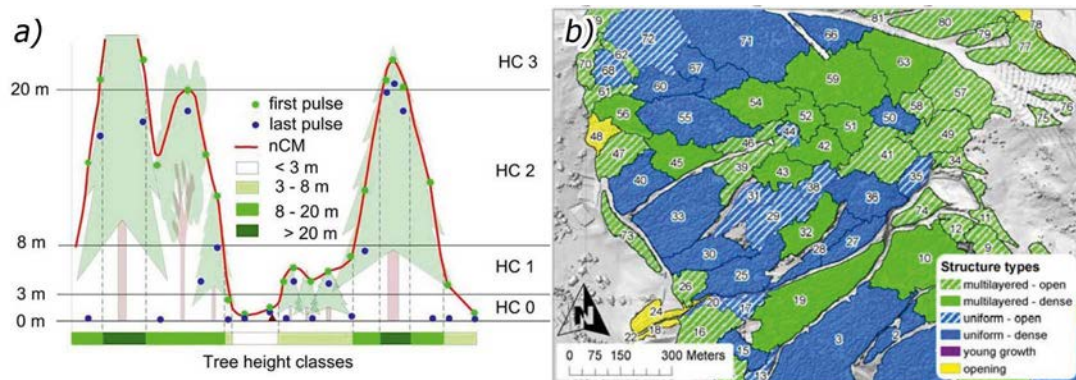


Fig. 2: (a) Classification of laser echoes into height classes according to nCM height; (b) derived structure type classification of forest sample area. [41]

between the terrain surface and the top most canopy layer, is related to the stem volume. It can therefore be defined by a linear function of the canopy volume. The nCM can also be employed to estimate the growth of the forest through comparison of ALS datasets from different acquisition times [39]. An increase or decrease in the amount of growing stock or stem volume can be a conclusive indicator for the effects of global changes, such as climate changes or natural disasters, on the condition of forested areas [40].

Alternatively, the nCM can be used for the definition of height levels above the forest floor for classifying all laser echoes according to their height above ground (Fig. 2a). In this way, information about the height distribution of scatterers and, subsequently, the forest or vegetation layer structure can be extracted (Fig. 2b) [41]. These vegetation layers are of major importance in terms of species diversity. According to Kati et al. [42], the vegetation height and structural complexity are the main environmental parameters determining species composition. For bird species diversity in forests, MacArthur and MacArthur [43] stated that the physical structure of a plant community, i.e. how the foliage is distributed vertically may be more important than the actual composition of plant species.

#### 4.2 Horizontal structure

However, it is not solely the vertical, but also the horizontal complexity that is of importance. Robinson and Sutherland and Benton et al. [44-45] evidenced that changes at the landscape scale through the past decades have led to a decrease in spatial heterogeneity. According to Reichhoff [46], especially consolidation farming has contributed to this fact by regulation of streams, straightening of country roads and re-

moving of so far unaffected corridors, seeking to improve agricultural efficiency. An enlargement of the intensive agricultural management units implies the damage of ecologically valuable elements in between, like boundary ridges, slopes and dense thicket [47]. As a result, former natural vegetation is cleared and the complexity of the land surface decreases. As a positive correlation exists between landscape complexity and biodiversity [48-49], the mapping of spatial heterogeneity by analysis of land cover with ALS seems a promising approach for evaluating biodiversity. Nevertheless, effects of spatial heterogeneity may vary considerably between species groups. Depending on their habitat requirements and mobility, heterogeneity can lead to positive or negative effects on species diversity [50]. For example, while forest gaps increase habitat heterogeneity for butterflies [51] and birds [52], they may fragment the habitats of ground beetles, causing disruption of key biological processes, such as dispersal and resource acquisition [53].

Fragmentations in natural areas can be caused by natural, geomorphologic processes, but, in a much shorter time scale, most likely by anthropogenic structures, like road networks. This is especially critical in forests, where roads together with clear felling are the main factors causing fragmentation [54]. Major ecological impacts of road networks are the disruption of landscape processes leading to loss of biodiversity [55]. Interrupting horizontal natural processes, e.g. groundwater flow, stream flow, fire spread, foraging and dispersal, fundamentally alters the way the entire ecosystem works [56]. The habitat loss by road construction, altered water routing and downstream peak flows, soil erosion and sedimentation impacts on streams, altered species patterns as well as human access in re-

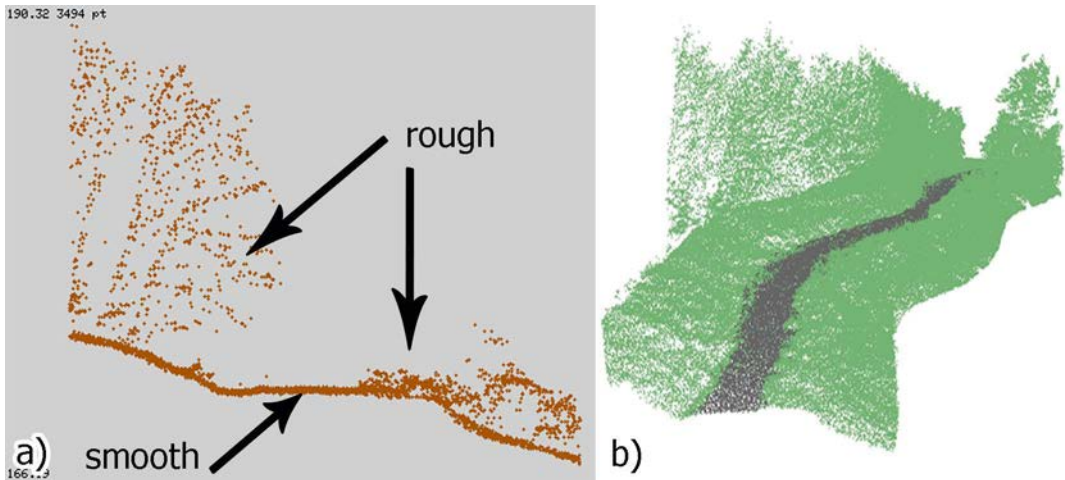


Fig. 3: (a) Profile of forest road (smooth surface) with roadside vegetation and overhanging trees (rough surface); (b) result of 3D segmentation of a forest road, black dots represent the road. [55]

more areas is seen as a major ecological effect. Therefore, road density is often used as a proxy for forest intactness [57]. Forest road networks may create distinctive spatial patterns, such as converting convoluted to rectilinear shapes, decreasing core forest area, and creating more total edge habitats than logged areas [58-59]. Thus, interior species, species with large home ranges, rare native species and species dependent on disturbance and horizontal flows are affected by those structures. General spatial-process models illustrate that forest roads have the greatest ecological impact early in the process of land transformation, by dissecting the land, leading to habitat fragmentation, shrinkage, and attrition [60-61,57]. Locating and assessing these man-made barriers is of great interest for understanding the connectivity of habitats. In densely grown forests, the roads are often overgrown and occluded, therefore not easily visible for airborne measurement systems. To retrieve them from the 3D ALS point cloud, a measure of surface roughness in terms of height variation of scatterers can be used [62]. In this context, roads tend to be planar and smooth surfaces, compared to e.g. roadside vegetation, which usually features height variations and therefore appears coarser (Fig. 3a). Based on this assumption, roads can be detected directly and automatically in the 3D point cloud by using a 3D segmentation algorithm. Segmentation-based approaches are trying to produce homogenous groups of points. In this case, the homogeneity criteria is the planarity of the surface and the local roughness, both a-priori computed for each single point. A result

of the segmentation of a small scene can be seen in Fig. 3b, where the detected forest road is represented by the black points. The fragmentation of forests due to the road networks could subsequently be estimated by computation of road kilometres per hectare.

### 4.3 Corridors, patches and gaps

Apart from detecting the disturbances in the landscape connectivity, also the mapping of existing corridors is of concern in landscape ecology [63]. A corridor in terms of landscape ecology is a relatively narrow landscape element that differs from its adjacent areas on either side [64]. It usually connects habitat patches, which are homogeneous areas that differ from their surroundings, and provides routes for the movement of organisms between them [65]. As Vogt et al. [63] pointed out, the assessment of biodiversity indicators is a multiple-scale concept and assessment methods that allow multi-scale analysis should be preferred. They used morphological operations for the automated mapping of corridors, patches and gaps based on Corine Land Cover [66] data, stressing the fact that they were interested in regional to continental scale. Using a similar set of morphological image operations, these landscape elements could be extracted from ALS-based raster maps (e.g. vegetation maps), while extending to a finer, local scale level and exploiting the much higher resolution of the laser data. The penetration ability of ALS can further be used for a description of not only if two landscape patches are connected, but how this connection is composed in terms of vertical distribution of the foliage [67].



Fig. 4: DSM produced from full-waveform ALS point cloud cut of at 2 m height difference to DTM. Individual and fallen trees are clearly visible. The two images on the right were taken on-site and geo-referenced with GPS. [55]

#### 4.4 Fallen trees and tree species

The high point densities, especially in FWF-ALS, allow for the detection of features that could not be accounted for in lower resolutions. A denser point cloud increases the probability of reflections from stems of single and fallen trees. By selecting points below a certain level of normalized height, e.g. 2 m, and computing a digital surface model (DSM) from the remaining point cloud, individual and fallen trees can clearly be seen in the model (Fig. 4). The presence of understorey or herbaceous vegetation would of course influence the result. Nevertheless, this could be controlled by adapting the height threshold with respect to the scrub layer.

Another way of locating fallen trees is by computing the relation of the number of points below 0.2 m and in the range of 0.2 to 2 m, which is a penetration rate for the near-ground zone (Fig. 5c). Hollaus [68] confirmed by visual examination that the linear structures in the resulting model correspond to broken-down trees. Dying and dead trees, either standing or fallen, provide habitats for a large number of rare and sometimes threatened species [47] and therefore have an important role in conserving forest biodi-

versity. They also influence the canopy, creating gaps when they fall. This allows for more sunlight to reach to forest ground, which can be used by different tree seedlings to grow faster [69]. Plant community composition depends upon both, the frequency of gap creation and the mode of gap-phase regeneration [70]. For example, gap-phase regeneration in tropical forests is dominated by lianas and stalled in a low-canopy state for many years, favouring the growth of a distinct suite of mature species and ultimately result in contrasting species composition [71].

The penetration rate can also be utilized for the recognition of different tree species. The method proposed by Hollaus et al. [72] is based on the assumption that the penetration differs between tree types and season. A deciduous tree loses its leaves during winter time, whereas coniferous trees usually keep their needles. Consequently, this is represented by the height distribution of the tree-wise laser echoes, which can be described by statistical measures and used for discrimination of tree types. For coniferous species like larch, which also drops its needles in winter, other discriminators provided by FWF-ALS can be used. Hollaus et al. [72] stated that the sig-

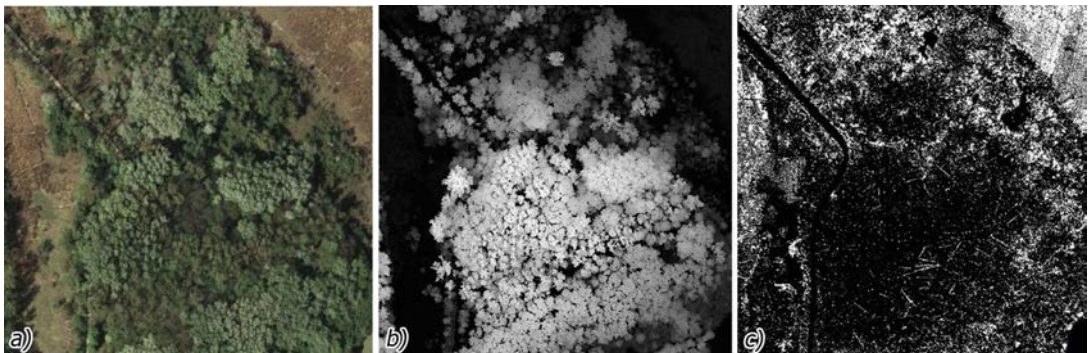


Fig. 5: (a) Orthophoto; (b) nCM (white = high); (c) ratio of points below 0.2 m and in between 0.2 and 2 m (black = only points below 0.2 m), linear structures correspond to fallen trees. [60]

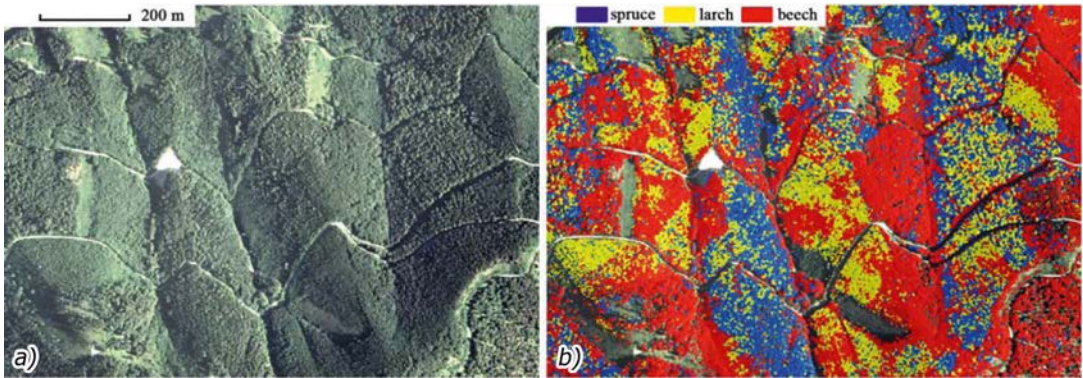


Fig. 6: (a) Orthophoto of forested area; (b) identified tree species spruce (blue), larch (yellow) and beech (red). [64]

natures of the FWF observables echo width and the derived backscatter cross section [18] show significant differences between species, which they used in a decision-tree-based classification method (Fig. 6). The naturalness of the tree species composition is a suitable indicator for the assessment of human impact on the forest by forest management practice [47].

#### 4.5 Proglacial habitats

But it is not only ALS over forested or agricultural areas that can provide significant indicators for biodiversity assessment. In the past decade, ALS data were increasingly used for the mapping of glaciers [73-77]. Only few adapted species are able to live year-round and survive under the rather inhospitable conditions glaciers usually provide. However, within this living space they can exist and flourish because they are not endangered by competing species or predators. Glacier foreland, defined as the region between the current leading edge of the glacier and the moraines marking the latest maximum, are highly dynamic habitats, which are slowly populated by different plants and animals. Due to the melting of the glacier ice, these areas are extended and the few highly specialized species are displaced by others. Identifying areas where such processes take place is of importance for the estimation of the state of mountain ecosystems. Using the 3D point cloud and return intensities provided by ALS, maps of the spatial extent of glaciers including a classification into different surface types (e.g. crevasses, snow, firn, ice) can be created. Many glacial areas were covered by multiple scanning campaigns, so multitemporal analysis is possible. In this way, the data collected by ALS can be used for the monitoring of glaciers and provide efficient means for the

detection of natural processes and changes, like glacial retreat, melting of dead ice bodies (ice that is no longer connected to the active glacier) and development of proglacial habitats [78].

#### 5. Summary and Outlook

This paper gives an introduction and overview on how ALS, and especially the additional observables from FWF-ALS, can be used in order to support biodiversity assessment. So far unequalled point densities offer unique possibilities for detection and modelling of features that could not be accounted for in conventional discrete ALS. As for the biodiversity indicators mentioned in the SEBI 2010 initiative, some can be directly derived with existing algorithms, like the forest stem volume or the forest layer structure (see section 4.1), fragmentation (see section 4.2 and 4.3) and dead wood (see section 4.4). While others can be estimated more indirectly, e.g. the occurrence of alien species, which could be found as the inverse of derived native species from tree species identification. For other indicators mentioned in the initiative, like the fragmentation of river systems, methods for derivation with the application of FWF-ALS are conceivable.

#### Acknowledgements

This study was funded by the TransEcoNet project implemented through the CENTRAL EUROPE Program co-financed by the ERDF.

#### Bibliography

- [1] *European Commission*: "Council Directive 92/43/EEC of 21 May, 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora," 1992.
- [2] *Secretariat of the Convention on Biological Diversity*: "Convention on Biological Diversity," 2009.
- [3] *European Commission*: "The economics of ecosystems and biodiversity – interim report," 2008.

- [4] R. King: "Wildlife and man," NY Conservationist, vol. 20, 1966, S. 8-11.
- [5] D.R. Helliwell: "Valuation of wildlife resources," Regional Studies, vol. 3, 1969, S. 41-47.
- [6] E. Odum and H. Odum: "Natural areas as necessary components of man's total environment," Transactions of the Thirty Seventh North American Wildlife and Natural Resources Conference, Washington D.C.: 1972, S. 178-189.
- [7] R. Costanza, R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O'Neill, J. Paruelo, R.G. Raskin, P. Sutton, and M. van den Belt: "The value of the world's ecosystem services and natural capital," Nature, vol. 387, Mai. 1997, S. 253-260.
- [8] M.E. Assessment: Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends: Findings of the Condition and Trends Working Group, Island Press, 2005.
- [9] G.C. Daily and P.A. Matson: "Ecosystem services: From theory to implementation," Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 105, Juli. 2008, S. 9455-9456.
- [10] A. Paetzold, P.H. Warren, and L.L. Maltby: "A framework for assessing ecological quality based on ecosystem services," Ecological Complexity, vol. In Press, Corrected Proof.
- [11] R. de Groot, R. Alkemade, L. Braat, L. Hein, and L. Willemen: "Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making," Ecological Complexity, vol. In Press, Corrected Proof.
- [12] R. de Groot: "Function-analysis and valuation as a tool to assess land use conflicts in planning for sustainable, multi-functional landscapes," Landscape and Urban Planning, vol. 75, März. 2006, S. 175-186.
- [13] L. Willemen, L. Hein, M.E. van Mensvoort, and P.H. Verburg: "Space for people, plants, and livestock? Quantifying interactions among multiple landscape functions in a Dutch rural region," Ecological Indicators, vol. 10, Jan. 2010, S. 62-73.
- [14] SEBI2010: "Streamlining European 2010 Biodiversity Indicators," 2004.
- [15] J. Shan and C. Toth: Topographic laser ranging and scanning: Principles and processing, CRC Press, 2008.
- [16] W. Wagner: "Physical principles of airborne laser scanning," University Course: Airborne laser scanning, 2005, Manuscript.
- [17] "Datasheet of RIEGL LMS-Q560.": URL.: <http://www.riegl.com/products/airborne-scanning/produktdetail/product/scanner/6/>
- [18] W. Wagner, A. Ullrich, V. Ducic, T. Melzer, and N. Studnicka: "Gaussian decomposition and calibration of a novel small-footprint full-waveform digitising airborne laser scanner," ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, vol. 60, 2006, S. 100-112.
- [19] C. Mallet, F. Lafarge, F. Bretar, M. Roux, U. Sörgel, and C. Heipke: "A stochastic approach for modelling airborne lidar waveforms," International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Information Sciences, vol. 28, 2009, S. 201-206.
- [20] A. Roncat, W. Wagner, T. Melzer, and A. Ullrich: "Echo Detection and Localization in Full-Waveform Airborne Laser Scanner Data using the Averaged Square Difference Function Estimator," The Photogrammetric Journal of Finland, vol. 21, 2008, S. 62-75.
- [21] A. Chauve, S. Durrieu, F. Bretar, M.P. Deseilligny, and W. Puech: "Processing Full-Waveform Lidar Data to Extract Forest Parameters and Digital Terrain Model: Validation in an Alpine Coniferous Forest.," ForestSat Conference, Montpellier, France, 2007.
- [22] A. Ullrich, M. Hollaus, C. Briese, W. Wagner, and M. Doneus: "Conference Proceedings of the SPIE Defense and Security Symposium, Volume 6550, 9-13 April 2007," Orlando, Florida USA: 2007, S. 12.
- [23] J. Hyypä, H. Hyypä, P. Litkey, and X. Yu: "Algorithms and methods of airborne laser scanning for forest measurements," International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Information Sciences, vol. 36, 2004, S. 82-89.
- [24] E. Naesset: "Airborne laser scanning as a method in operational forest inventory: Status of accuracy assessments accomplished in Scandinavia," Scandinavian Journal of Forest Research, vol. 22, 2007, S. 433-442.
- [25] M. Hollaus, W. Wagner, B. Maier, and K. Schadauer: "Airborne Laser Scanning of Forest Stem Volume in a Mountainous Environment," Sensors, vol. 7, 2007, S. 1559-1577.
- [26] G. Vosselman: "Slope Based Filtering of Laser Altimetry Data.," International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 18, 2000, S. 935-942
- [27] P. Axelsson: "DEM Generation from Laser Scanner Data using adaptive TIN Models," Amsterdam, Netherlands: 2000, S. 111-118.
- [28] K. Kraus and N. Pfeifer: "Determination of terrain models in wooded areas with aerial laser scanning data," ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol. 53, 1998, S. 193-203.
- [29] G. Sithole and G. Vosselman: "Filtering of airborne laser scanner data based on segmented point clouds," Enschede, The Netherlands: 2005, S. 66-71.
- [30] M. Doneus, C. Briese, M. Fera, and M. Janner: "Archaeological prospection of forested areas using full-waveform airborne laser scanning," Journal of Archaeological Science, vol. 35, 2008, S. 882-893.
- [31] A. Ullrich, M. Hollaus, C. Briese, W. Wagner and M. Doneus: "Utilization of full-waveform data in airborne laser scanning applications", Conference Proceedings of the SPIE Defense and Security Symposium, Volume 6550, 9-13 April 2007
- [32] W. Wagner, M. Hollaus, C. Briese, and V. Ducic: "3D vegetation mapping using small-footprint full-waveform airborne laser scanners," International Journal of Remote Sensing, vol. 29, 2008, S. 1433-1452.
- [33] Y.C. Lin and J.P. Mills: "Integration of full-waveform information into the airborne laser scanning filtering process.," Laser09 - Workshop on Laser Scanning, Paris, France, 2009.
- [34] G. Mandlbürger, C. Briese, and N. Pfeifer: "Progress in LiDAR sensor technology-chance and challenge for DTM generation and data administration," Stuttgart: Herbert Wichmann Verlag, 2007, S. 159-169

- [35] N. Pfeifer, P. Stadler, and C. Briese: "Derivation of digital terrain models in the SCOP++ environment." OEE-PE Workshop on Airborne Laserscanning and Interferometric SAR for Digital Elevation Models, Stockholm, 2001.
- [36] W. Mücke: "Analysis of full-waveform airborne laser scanning data for the improvement of DTM generation," Master Thesis, Technical University Vienna, Institute of Photogrammetry and Remote Sensing, 2008.
- [37] E. Næsset: "Determination of mean tree height of forest stands using airborne laser scanner data," ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, vol. 52, 1997, S. 49-56.
- [38] M. Hollaus: "Large Scale Applications of Airborne Laser Scanning for a Complex Mountainous Environment," Dissertation, Vienna University of Technology, Institute of Photogrammetry and Remote Sensing (I.P.F.), 2006.
- [39] J. Hyyppä, H. Hyyppä, P. Litkey, X. Yu, H. Haggrén, P. Rönholm, U. Pyysalo, J. Pitkänen, and M. Maltamo: "Algorithms and Methods of Airborne Laser Scanning for Forest Measurements," International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, vol. XXXVI, 2004, S. 82-89.
- [40] A.P. Kirilenko and R.A. Sedjo: "Climate change impacts on forestry," Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 104, Dez. 2007, S. 19697-19702.
- [41] B. Maier and M. Hollaus: "Der dreidimensionale Wald," Die kleine Waldzeitung, vol. 3, 2007, S. 7-9.
- [42] V. Kati, P. Dimopoulos, H. Papaioannou, and K. Poirazidis: "Ecological management of a Mediterranean mountainous reserve (Pindos National Park, Greece) using the bird community as an indicator," Nature Conservation, vol. 17, 2009, S. 47-59.
- [43] R.H. MacArthur and J.W. MacArthur: "On bird species diversity," Ecology, vol. 42, 1961, S. 594-598.
- [44] R.A. Robinson and W.J. Sutherland: "Post-war changes in arable farming biodiversity in Great Britain," Journal of Applied Geology, vol. 39, 2002, S. 157-176.
- [45] T.G. Benton, J.A. Vickery, and J.D. Wilson: "Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key?," Trends in Ecology and Evolution, vol. 4, 2003, S. 182-188.
- [46] J.H. Reichholf: "Ende der Artenvielfalt – Gefährdung und Vernichtung von Biodiversität," Presentation, Jan. 2010.
- [47] "MOBI Forschungsprojekt – Indikatorenliste": Nachhaltigkeit.at – Das österreichische Nachhaltigkeitsportal, Jan. 2010.
- [48] D. Moser, H.G. Zechmeister, C. Plutzer, N. Sauberer, and G. Grabherr: "Landscape shape complexity as an effective measure for plant species richness in rural landscapes," Landscape Ecology, vol. 17, 2002, S. 657 - 699.
- [49] S. Schindler, P. Kostas, K. Vassiliki, K. Dionisios, P. Aristotelis, and T. Wrbka: "Earth observation as a prerequisite for biodiversity management in a Mediterranean forest landscape," 25 years of landscape ecology: scientific principles in practice, 7th IALE World Congress, Wageningen, The Netherlands: 2007.
- [50] J. Tews, U. Brose, V. Grimm, K. Tielbörger, M.C. Wichmann, M. Schwager, and F. Jeltsch: "Animal species diversity driven by habitat heterogeneity / diversity: the importance of keystone structures," Journal of Biogeography, vol. 31, 2004, S. 79 - 92.
- [51] K. Spitzer, J. Jaros, J. Havelka, and J. Leps: "Effect of small-scale disturbance on butterfly communities of an Indochinese montane rainforest," Biological Conservation, vol. 80, Apr. 1997, S. 9-15.
- [52] C.H. Greenberg and J. Drew Lanham: "Breeding bird assemblages of hurricane-created gaps and adjacent closed canopy forest in the southern Appalachians," Forest Ecology and Management, vol. 154, Nov. 2001, S. 251-260.
- [53] J. Rainio and J. Niemelä: "Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators," Biodiversity and Conservation, vol. 12, März. 2003, S. 487-506.
- [54] R.A. Reed, J. Johnson-Barnard, and W.L. Baker: "Contribution of Roads to Forest Fragmentation in the Rocky Mountains," Conservation Biology, vol. 10, Aug. 1996, S. 1098-1106.
- [55] Harris LD, Hctor TS, Gergel SE.: "Landscape processes and their significance to biodiversity conservation", Population Dynamics in Ecological Space and Time, 1996, pp. 319-47.
- [56] Forman, R.T.T and Alexander, L.E.: "Roads and their major ecological effects", Annual Review of Ecology and Systematics, Vol. 29 , pp. 207-C2.
- [57] Gerald E. Heilman, Jr., James R. Strittholt, Nicholas C. Slosser and Dominick A. Dellasala: " Forest Fragmentation of the Conterminous United States: Assessing Forest Intactness through Road Density and Spatial Characteristics". Journal of the University of California Press, Vol. 52, No. 5, pp.411-422.
- [58] Reed RA, Johnson-BarnardJ, BakerW L.: "Contributions of roads to forest fragmentation in the Rocky Mountains". Conservation Biology, Vol. 10, 1996, p.1098-1106.
- [59] Miller JR, Joyce LA, Knight RL, King RM.: "Forest roads and landscape structure in the southern Rocky Mountains", Landscape Ecology, 1996, p.115-127
- [60] Forman, R.T.T.: "Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions", Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press, 1995.
- [61] Forman, R.T.T., Collinge, S.K.: "Nature conserved in changing landscapes with and without spatial planning". Landscape Urban Planning, Vol. 37, 1997, p.129-135.
- [62] M. Hollaus, B. Höfle and W. Mücke: "Kartierung von Forstwegen mittel ALS Daten," Personal communication, 2009.
- [63] P. Vogt, K.H. Riitters, M. Iwanowski, C. Estreguil, J. Kozak, and P. Soille: "Mapping landscape corridors," Ecological Indicators, vol. 7, Apr. 2007, S. 481-488.
- [64] M. Turner, R.H. Gardner, and R.V. O'Neill, Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process, Springer, 2003.
- [65] J.A. Hilty, W.Z. Lidicker, and A.M. Merenlender: Corridor ecology, Island Press, 2006.
- [66] Umweltbundesamt.at: "Corine land cover.", URL.: <http://www.umweltbundesamt.at/umwelt/raumordnung/flaechennutzung/corine/>

- [67] *W. Mücke, M. Hollaus, M. Prinz*: "Derivation of 3D landscape metrics from airborne laser scanning data", 10th International Conference on LiDAR Applications for Assessing Forest Ecosystems (Silvilaser 2010), Freiburg, Germany; 09-14-2010 – 09-17-2010; in: "Silvilaser 2010", (2010), 11 pages.
- [68] *M. Hollaus*: "Vegetationsinformation aus Laserscanning (invited)," Presentation, Wien, 2009.
- [69] *T.L. Poulson and W.J. Platt*: "Gap Light Regimes Influence Canopy Tree Diversity," *Ecology*, vol. 70, Juni. 1989, S. 553-555.
- [70] *O.L. Phillips and A.H. Gentry*: "Increasing Turnover Through Time in Tropical Forests," *Science*, vol. 263, Feb. 1994, S. 954-958.
- [71] *S.A. Schnitzer, J.W. Dalling, and W.P. Carson*: "The Impact of Lianas on Tree Regeneration in Tropical Forest Canopy Gaps: Evidence for an Alternative Pathway of Gap-Phase Regeneration," *Journal of Ecology*, vol. 88, Aug. 2000, S. 655-666.
- [72] *M. Hollaus, W. Mücke, B. Höfle, W. Dorigo, N. Pfeifer, W. Wagner, C. Bauerhansl, and B. Regner*: "Tree species classification based on full-waveform airborne laser scanning data," 9th International Silvilaser Conference, October 14-16, 2009 Texas A&M University, College Station, TX, USA, 2009, S. 54-62.
- [73] *B. Höfle, T. Geist, M. Rutzinger, and N. Pfeifer*: "Glacier Surface Segmentation using airborne laser scanning point cloud," Espoo, Finland: 2007.
- [74] *M. Kodde, N. Pfeifer, B.G.H. Gorte, T. Geist, and B. Höfle*: "Automatic Glacier Surface Analysis from Airborne Laser Scanning," Espoo, Finland: 2007.
- [75] *M. Vetter, B. Höfle, N. Pfeifer, M. Rutzinger, R. Sailer, J. Stötter and T. Geist*: "The Hintereisferner-eight years of experience in method development for glacier.," *Geophysical Research Abstracts*, EGU, 2009.
- [76] *B. Höfle, R. Sailer, M. Vetter, M. Rutzinger, N. Pfeifer*: "Glacier surface feature detection and classification from airborne LiDAR da.," *Geophysical Research Abstracts*, EGU, 2009.
- [77] *T. Geist and J. Stötter*: "Documentation of glacier surface elevation change with multi-temporal airborne laser scanner data case study: Hintereisferner and Kesselwandferner, Tyrol, Austria," *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie*, vol. 41, 2007.
- [78] *L.E. Brown, D.M. Hannah, and A.M. Milner*: "Vulnerability of alpine stream biodiversity to shrinking glaciers and snowpacks," *Global Change Biology*, vol. 13, 2007, S. 958-966.

### Contact

**Werner Mücke**, Institute of Photogrammetry and Remote Sensing, Vienna University of Technology, Gußhausstraße 27 – 29, 1040 Vienna, Austria.  
E-Mail: [wm@ipf.tuwien.ac.at](mailto:wm@ipf.tuwien.ac.at)

**Anna Hermann**, Department of Conservation Biology, Vegetation - and Landscape Ecology, Faculty of Life Sciences, University of Vienna, Rennweg 14, 1030 Vienna, Austria.  
E-Mail: [anna.hermann@univie.ac.at](mailto:anna.hermann@univie.ac.at)





## Von der Prospektion zur Präsentation

Christoph Öllerer, Susanne Uhlirz, Wien

### Kurzfassung

Unter dem Begriff Prospektion werden Methoden verstanden, mittels derer die Lage archäologischer Bodendenkmäler ohne Bodeneingriffe festgestellt werden können. In diesem Artikel werden zwei Arten unterschieden, nämlich einerseits das Studium vorhandener Quellen (Studium von Urkunden, Inschriften, Plänen etc.), andererseits die Erkundungen an Ort und Stelle. Ersteres ist stets von entscheidender Bedeutung, allerdings ist die Quellenlage abhängig von Verdachtsfläche und Zeitstellung der erwarteten Befunde oft unergiebig. Die Anwendung der Sondierungen vor Ort hängt davon ab, welches konkrete Vorhaben verfolgt wird, etwa Durchführung einer Ausgrabung oder erstellen eines Verdachtsflächen-Katasters, da sie oft mit erheblichem zeitlichen und finanziellen Aufwand verbunden sind.

Im zweiten Teil des Artikels wird der Datenfluss innerhalb der Stadtarchäologie Wien skizziert. Die Daten der digitalen Aufnahme auf der Grabung werden in verschiedene Datenbanken und ein GIS eingepflegt und sowohl magistratsintern als auch über das Web Portal „Wien Kulturgut“ weltweit und für jedermann zur Verfügung gestellt.

**Schlüsselwörter:** Archäologie, Prospektion, Digitale Grabungsdokumentation, GIS

### Abstract

Prospection means methods for detection of the locations of archaeological monuments without direct intervention. This paper differentiates between the study of sources and exploration on-site. The former is always important but may the state of sources depend from the location and the age determination and can be fruitless. The use of exploration on-site depends from the specific intention and is often time-intensive and expensive.

The second part of the paper deals with data flow within the Urban Archaeology Vienna. The data from the digital documentation on-site is entered to various data bases and GI systems and is accessible afterwards as well within the Vienna City Administration as for everyone via WWW.

**Keywords:** archaeology, prospection, digital excavation documentation, GIS

### 1. Einleitung

In der Archäologie werden prinzipiell zwei Arten von Grabungen unterschieden, nämlich Forschungsgrabungen und Rettungsgrabungen. Bei Forschungsgrabungen werden Zeit und Ort selber bestimmt. Wo es lohnend erscheint, wird ein bestimmter Platz untersucht und klar definierten wissenschaftlichen Fragestellungen nachgegangen. Die Kampagne wird vorbereitet und zu einem geeigneten Zeitpunkt, prinzipiell in der trockenen Jahreszeit, durchgeführt.

Rettungsgrabungen werden notwendig, wenn Bodendenkmale zum Beispiel durch Bautätigkeit gefährdet sind. Dann muss mit dem Baubetreiber ein Ablauf geplant werden, wie die archäologischen Überreste optimal dokumentiert und geborgen werden können, ohne das Bauvorhaben übermäßig zu beeinträchtigen.

In beiden Fällen ist es wichtig, vorher zu wissen, ob beziehungsweise mit welchen Hinterlassenschaften zu rechnen ist. Die Art und Weise, wie das festgestellt werden kann, wird Prospektion genannt. Darunter werden Methoden verstanden, mittels derer die Lage archäologischer

Bodendenkmäler ohne Bodeneingriffe festgestellt werden können. Dazu gibt es unterschiedliche Zugänge, nämlich einerseits das Studium vorhandener Quellen, andererseits Sondierungen an Ort und Stelle.

### 2. Das Studium vorhandener Quellen

#### 2.1 Aufarbeitung historischer Texte und Urkunden

Als Beispiel sei eine Inschrift vorgestellt, die von der Brandstätte stammt und heute als verschollen gilt [2]. Sie stammt aus dem Jahr 1388 und erwähnt, dass die „Möhrung“, ein Gerinne, das an der Stelle der heutigen Rotenturmstraße floss, eingewölbt wurde. Daraus kann geschlossen werden, dass sich in diesem Bereich bis dahin ein unverbauter Abwassergraben befand. Da genau dort auch die *fossa* des römischen Legionslagers lag, kann angenommen werden, dass der Graben, der aus der Zeit um 100 n. Chr. stammt, im Hochmittelalter teilweise wieder ausgehoben wurde, und daher im Falle von Bodeneingriffen entsprechende Funde zu erwarten sind.

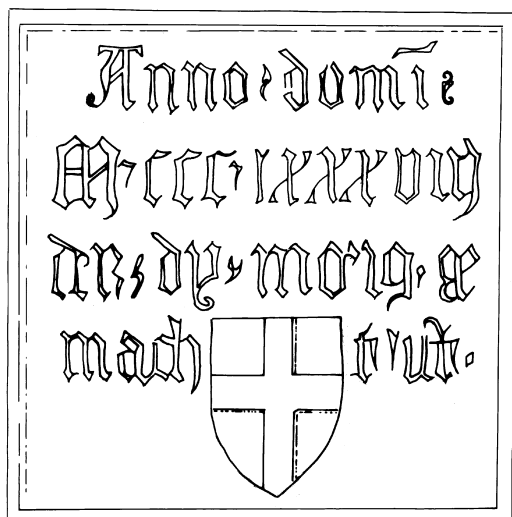


Abb. 1: Verschollene Inschrift von der Brandstätte [1]

## 2. 2. Lokale Traditionen, mündliche Überlieferung, Sagengut, Flur- und Ortsbezeichnungen

Mit diesem Thema werden zumeist die Namen von Geländeformationen im ländlichen Raum in Verbindung gebracht. Wie die Erfahrung lehrt, gibt es jedoch auch in Wien einige interessante überlieferte Namen, die Rückschlüsse auf die Geschichte zulassen.

Im 10. Wiener Gemeindebezirk liegt die Urselbrunnenstraße, die nach dem historischen Flurnamen benannt wurde [3]. Der Urselbrunnen scheint erstmals in der Karte der Josephinischen Landaufnahme (1772-1782) auf und hat unter Anderem das Palais Schwarzenberg mit Wasser versorgt. Bei Bauarbeiten Ecke Absberggasse – Laaer-Berg-Straße, also unweit der Urselbrunnenstraße, wurde bei Bauarbeiten im Jahre 1998 tatsächlich ein aus Bruchsteinen aufgeführter Brunnen freigelegt, der eine steinerne, aufwendig gestaltete Brüstung aufwies und der anhand der Lage und Datierung eindeutig als der Urselbrunnen identifiziert werden konnte [4].

Ein weiteres Indiz sind Flurbezeichnungen, die sich von „Lee-“ ableiten, was auf Mittelhochdeutsch soviel wie „Grabhügel“ bedeutet. Dazu kann möglicher Weise auch der Leberberg gezählt werden, auf dem bisher über 700 awarenzeitliche Bestattungen freigelegt und dokumentiert wurden [5].

## 2. 3. Alte Karten, Stiche, Fotos Pläne

Besonders die Entwicklung der Wiener Innenstadt ist durch entsprechendes Kartenmaterial

hervorragend nachvollziehbar. Vom Albertinischen Plan aus den Jahren 1421/1422 bis hin zum Franziszeischen Kataster (1820-1830) sind sämtliche größere Bauvorhaben über die Jahrhunderte dokumentiert [6]. Bei Rettungsgrabungen, welche die renaissancezeitliche Stadtmauer betreffen, können dadurch bereits vor Baubeginn die Lage und die entsprechenden Umbauphasen des Bauwerkes vorhergesehen werden. Was die Genauigkeit betrifft, liegen die Abweichungen zum Franziszeischen Kataster im Schnitt bei fünf bis sechs Meter.

## 3. Erkundungen vor Ort

### 3.1 Die Feldbegehung

Die einfachste Art der Sondierung ist eine Feldbegehung. Je nach Größe des zu erfassenden Gebietes werden Strecken festgelegt, die Personen begehen, sämtliche relevante Funde einsammeln und die Fundstelle markieren. Daraus ergeben sich sowohl räumlich Häufungen als auch eine zeitliche Spanne, in der die Funde einzuordnen sind. Entsprechend wird das Team den Platz in Hinblick auf weitere Forschungen beurteilen.



Abb. 2: Raster für die Feldbegehung Inzersdorf [7]

Die Stadtarchäologie Wien führte eine Feldbegehung in Inzersdorf – Rothneusiedl durch, da dieser Teil von Wien für eine Stadterweiterung vorgesehen ist. Dafür wurde ein etwa 1 ha großes Areal ausgesucht. Auf einem Plan wurde

ein Raster mit elf Bahnen von je zwei Metern Breite und Abschnitten zu 50 m Länge verortet und anschließend ins Gelände übertragen. Auf jeder Bahn ging eine Person und sammelte die Funde ein<sup>1</sup>. Am Ende jedes Abschnittes wurden die Funde in einem Plastiksack abgelegt und mit einem Zettel, auf dem Bahn und Abschnitt vermerkt wurden, abgestellt. Nach Beendigung der Aktion wurden die Funde bearbeitet und die tatsächlich aussagekräftigen Stücke in der ursprünglichen Karte ausgewiesen [8].

### 3.2 Geophysikalische Methoden

Wenn sicher ist, dass der Boden archäologische Überreste birgt, aber Näheres über Dichte und Ausdehnung der Bodendenkmale in Erfahrung gebracht werden muss, kommt die geophysikalische Prospektion zur Anwendung<sup>2</sup>. Eine solche wurde für die Stadtarchäologie Wien im Jahre 1998 im Bereich des römischen *vicus* von Unterlaa durchgeführt [10].

Sie besteht aus zwei Teilen, nämlich der Magnetik und der Widerstandsmessung. Bei ersterer wurde von einem Messwagen, auf dem ein Magnetometer montiert ist, in einem Raster von 0,50 m x 0,125 m die Totalintensität des Erdmagnetfeldes gemessen. Es wurden kleinräumige magnetische Anomalien gemessen, die Strukturen im Erdreich erkennen lassen, z. B. Gruben oder Gräben, die bei richtiger Auswertung ein Bild archäologischer Siedlungsreste zeigten. Ausgewählte Bereiche wurden zusätzlich mittels Widerstandsmessung sondiert. Es wurden ein Paar Elektroden stationär in den Boden eingebracht, über die ein elektrisches Feld aufgebaut wurde. Der spezifische Bodenwiderstand wurde über ein zweites Paar Dioden in einem Raster von 0,5 m erfasst. Anomalien in der Widerstandsverteilung wurden aufgezeichnet und wiesen ebenfalls auf archäologische Strukturen hin.

Diese beiden Messungen wurden auf einer Karte vereint ausgewiesen. Auf die Art wurde eine Fläche von 30.000 m<sup>2</sup> mittels magnetischer Prospektion untersucht, und davon 6.800 m<sup>2</sup> zusätzlich mittels Widerstandskartierung, wobei insgesamt 4.610 m<sup>2</sup> wegen Störungen durch Erdkabel, Eisenträger, Gebäude, einer Wasserleitung und einem Hochspannungsmasten überdeckt wurden.

Der gesamte Vorgang dauerte 16 Arbeitstage, die sich auf Grund der Witterungsverhältnisse auf Frühling und Herbst aufteilten.

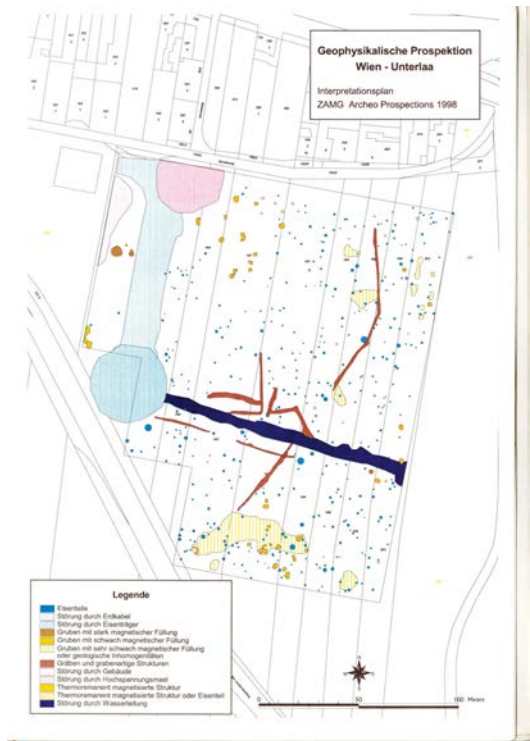


Abb. 3: Ergebnis der geophysikalischen Prospektion Wien Unterlaa [9]

### 3.3 Luftbildarchäologie

Die Luftbildarchäologie bietet sich speziell für die Prospektion größerer Flächen an. Ein bestimmtes Gebiet wird mehrmals befliegen, wenn es die Zeit erlaubt zu unterschiedlichen Tages- und Jahreszeiten. Dabei werden Schrägaufnahmen und Senkrechtaufnahmen angefertigt. Je nach Beschaffenheit des Boden zeichnen sich einschlägige Merkmale ab. Am bekanntesten sind Bewuchsmerkmale. Pflanzen, die in eher lockerem Erdreich wachsen, das möglicher Weise durch Gräben oder Gruben entstanden ist, entwickeln sich besser, als solche, die zum Beispiel über einer Mauer stehen. Wenn die unterschiedliche Höhe oder Färbung eine spezielle Form aufweisen, verraten sie darunterliegende Befunde. Unterschiedliche Feuchtigkeit durch verschiedene

<sup>1</sup> In diesem Fall waren Mitglieder der Initiative Seniorarchäologie der Stadtarchäologie Wien tätig. Sie sind archäologisch bestens geschult, was wichtig ist, da sie vernachlässigbare moderne Funde oder „verdächtige Kieselsteine“ außer Acht lassen. Anderen Falls würde die Reinigung, Sichtung, und Bewertung der Funde unnötig viel Zeit in Anspruch nehmen.

<sup>2</sup> Der Einsatz „auf Verdacht“ ist unüblich, da diese Methode verhältnismäßig kostspielig ist.

Verdunstung oder Intensität von Bodenfrost können dem Spezialisten ebenso das Vorhandensein von unterirdischen Siedlungsresten anzeigen. Bodendenkmale, die aus der Umgebung herausragen, wie etwa Grabhügel, sind besonders durch Licht-Schatteneffekte leicht erkennbar.

### 3. 4. Airbourne Laser Scan

Eine neue Entwicklung am Gebiet der Prospektion stellt der Einsatz von Airbourne Laser Scan dar. Von einem Laserscanner, der an der Unterseite eines Flugzeuges montiert ist, werden bis zu 300 000 Laserpulse/s in schrägem Winkel zu Boden gesandt. Das bedeutet, dass oft mehrere Punkte pro m<sup>2</sup> vermessen werden. Sie gelangen unter den Bewuchs und zeichnen ein Relief der Erdoberfläche. Jene Strahlen, die im Vergleich zur Umgebung in ungewöhnlicher Höhe zurückprallen, werden ausgesondert, da sie auf künstliche Hindernisse wie Bebauung getroffen sind und den originalen Verlauf des Niveaus stören. Damit sind in dicht bewaldetem Gebiet Erhebungen und Vertiefungen von weniger als 0,5 m erkennbar. Das Ergebnis wird auf einer Karte in verschiedenen Grauschattierungen dargestellt und lässt so die Suche nach auffälligen Strukturen zu.

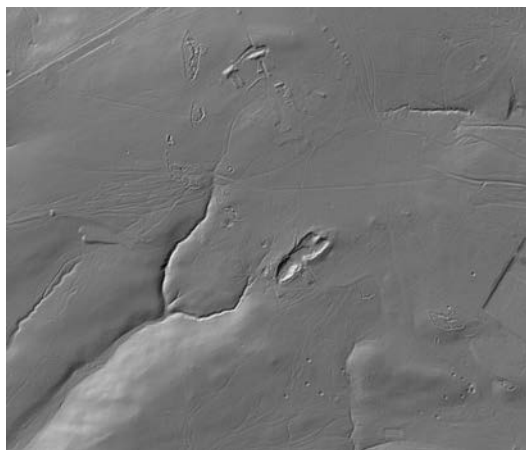


Abb. 4: ALS – Ausschnitt Maurer Antonshöhe mit urgeschichtlichem Bergwerk in Bildmitte, Stadt Wien, MA 14 – ADV/ MA 41 – Stadtvermessung

### 4. Besonderheiten der Prospektion im städtischen Bereich

Im städtischen Bereich kommt dem Studium vorhandener Quellen eine besondere Bedeutung zu, da solche besonders in Wien in jeder Art zahlreich vorhanden sind. Sondierungen vor Ort, wie oben beschrieben, machen nur in unverbauten Gebieten am Stadtrand Sinn.

Dennoch gibt es einige Möglichkeiten, zumindest stellenweise Einblicke in den Untergrund zu bekommen.



Abb. 5: Dienstbus der Stadtarchäologie Wien

Dazu zählen Informationen über Bauvorhaben, die der Dienststelle zur Verfügung gestellt werden, zum Beispiel Listen über Aufgrabungen der MA 31, Wasserwerke, oder Baubeginnsanzeigen für kommunale Infrastrukturprojekte wie Altlastensanierungen etc. Während der Erdarbeiten ist von Anfang an ein Kollege anwesend, um einen Überblick über die Bodenbeschaffenheit zu bekommen und allfällige Funde, auch wenn sie nur aus Planierungen oder umgelagerten Material stammen, einzusammeln und zu verzeichnen. Sollten tatsächlich Bodendenkmale betroffen sein, kann auf kurzem Wege eine Rettungsgrabung eingeleitet werden.

Prospektion in Wien bedeutet auch, künftige Baustellen in archäologisch interessanten Zonen früh genug zu bemerken. Deshalb werden bestimmte Gebiete in Wien regelmäßig befahren, um Bauvorbereitungen wie die Räumung von Gebäuden oder Abriss von Altbestand zu bemerken, damit sofort Kontakt mit den Eigentümern aufgenommen werden kann.

Sämtliche archäologische Funde, die in Wien bekannt sind, werden in dem Kulturgutkataster verortet und sind über Internet unter kulturgut.wien.at abrufbar, damit sich jeder interessierte Bürger aus erster Hand über die Geschichte seiner Umgebung informieren kann.

### 5. Der Datenfluss in der Stadtarchäologie Wien

Nach erfolgter Prospektion kann die Grabung – in den allermeisten Fällen eine Rettungsgrabung, aber auch eine Forschungsgrabung – beginnen. Am Anfang der Dokumentation der Grabung steht im Falle der Stadtarchäologie Wien die digitale tachymetrische Aufnahme vor Ort.

Die anfallenden Daten werden auf einen Laptop übertragen und in einer CAD Anwendung visualisiert. Diese Daten bilden die Grundlage für die Verortung in einem Geographischen Informationssystem (GIS) für den internen Gebrauch in der Stadtarchäologie sowie im Magistrat der Stadt Wien. Für eine breitere Öffentlichkeit werden Teile der Daten auch ins Internet übernommen und dort im Rahmen des Web-Portals Wien Kulturgut zugänglich gemacht. Die erhobenen Daten bzw. ihre Visualisierung in unterschiedlicher Form sind einerseits Information für die Öffentlichkeit (Vermittlungsarbeit), andererseits aber auch Grundlage für weitere Prospektionen. So schließt sich der Kreis des Datenflusses.



Abb. 6: Aufnahmesituation auf einer Grabung (Neutorgasse, 2008) Copyright: Stadtarchäologie Wien

## 5.1 Tachymetrische Aufnahme auf der Grabung

Die tachymetrische Aufnahme auf einer archäologischen Grabung – besonders natürlich auf einer Rettungsgrabung – ist gekennzeichnet von vielfältigen Ein- und Beschränkungen, zeitlichen und räumlichen Zwängen sowie witterungsbedingten Unannehmlichkeiten. Neben dem jederzeit evidenten Zeitdruck durch den oder die Bauträger verlangt die räumliche Situation (Arbeiten in unmittelbarer Nähe zu Baumaschinen, Staub, Lärm, Enge) flexible Lösungen für die Geräteaufstellung. (Abb. 6) Es ist Vorsorge zu treffen gegen Staub, Wind, Kälte, oder eine ungünstige Beleuchtungssituation.

Aus der Berücksichtigung dieser speziellen Umstände entwickelte sich in den letzten Jahren an der Stadtarchäologie Wien die im folgenden vorgestellte Konfiguration für eine möglichst effiziente tachymetrische Aufnahme vor Ort, die zugleich eine einfache Weiterbearbeitung der anfallenden Daten ermöglicht:

Hardwareseitig verwenden wir Bautachymeter Leica 110C bzw. Geräte der FlexLine Serie, welche auf Grund der zumeist kurzen zu messenden Distanzen ausreichende Genauigkeit bieten. Als Laptops werden Outdoor-Notebooks verwendet; diese sind wegen der hohen physischen Ansprüche (Staub, Feuchtigkeit, Gefahr von mechanischer Beschädigung) notwendig. Die Datenübertragung vom Tachymeter auf den Rechner erfolgt derzeit noch über ein Kabel, eine Lösung über Bluetooth ist aber in Planung.

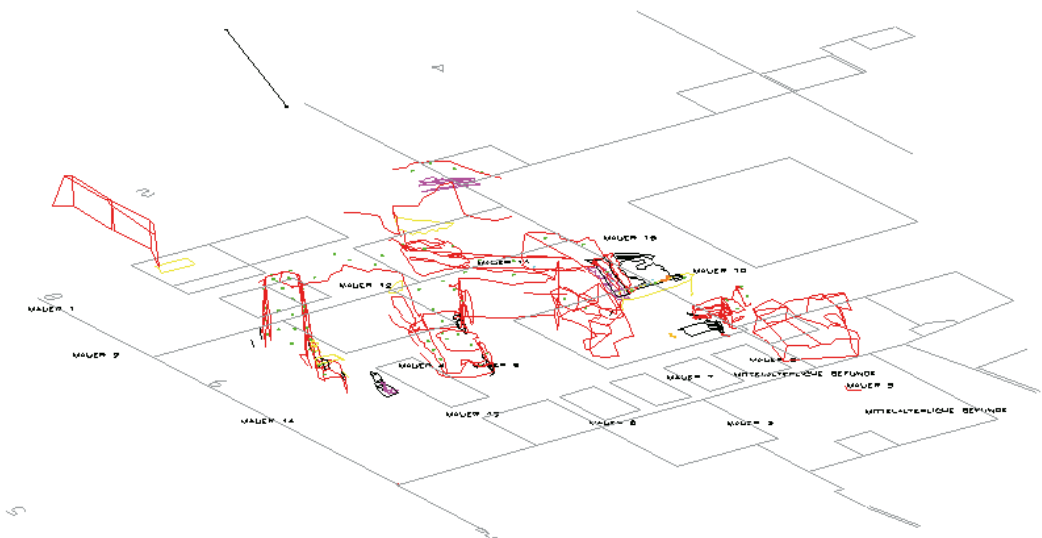


Abb. 7: MZK der Stadt Wien, MA 14 – ADV/MA 41 – Stadtvermessung (grau) mit georeferenziertem Grabungsplan

Um die aktuelle Messung in das Landeskoordinatensystem der Stadt Wien (Gauß-Krüger im Meridianstreifen M34) übernehmen zu können, bedarf es für jede Grabung einer gewissen Anzahl von Passpunkten. Diese sind entweder als Höhenfestpunkte in unmittelbarer Umgebung der Grabung bereits vorhanden oder werden von der MA 41 – Stadtvermessung im Rahmen der Amtshilfe eingemessen und der Stadtarchäologie zur Verfügung gestellt oder sind bereits auf Grund von Vorarbeiten vorhanden (z. B. im U-Bahn Bau). Auf Grundlage der Mehrzweckkarte (MZK) der Stadt Wien, welche der Stadtarchäologie ebenfalls von der MA 41 bzw. der MA 14 (ADV) zur Verfügung gestellt wird, können nun vor Ort die mit dem Tachymeter aufgenommenen Messpunkte georeferenziert in den Grundrissplan eingearbeitet werden. Dies geschieht mit Hilfe der Software TachyCAD® der Firma kubit GmbH aus Deutschland. Dabei liegen die Daten der Mehrzweckkarte 2-dimensional vor, die Aufnahme der Stadtarchäologie erfolgt 3-dimensional. (Abb. 7) Eine weitere Software der Fa. kubit GmbH ermöglicht die Einpassung von Photos in den AutoCAD-Plan: PhoToPlan® benötigt ledig-

lich Passpunkte (Nägel, Mauerecken u.ä.) um Photos georeferenziert und entzerrt in den Plan zu übernehmen. Eine schnelle und effiziente Lösung z.B. für Mauern, die bisher zeitaufwendig steingerecht gezeichnet und eingemessen werden mussten. [11]

## 5.2 Verortung im GIS

Neben dem Grabungsplan, der durch die beschriebene Konstellation direkt vor Ort entsteht (Das Tachymeter wird in Verbindung mit dem Reflektor sozusagen „zum Mauszeiger“), werden aber auch textbasierte Daten über Befunde und Funde sowie Fotos und Zeichnungen angelegt.

Die Weiterverarbeitung aller dieser auf der Grabung erfassten Daten erfolgt nun in zwei Richtungen: Einerseits werden die textbasierten Grabungsdaten in eine Datenbank eingespeist, andererseits wird die Grabung koordinativ in einem Archäologischen GIS (ARCHKAT – Archäologischer Kataster) verortet. Das GIS (VAGIS – Vienna Archaeological GIS) basiert auf der im Magistrat der Stadt Wien verwendeten Software Arc GIS 9.2.

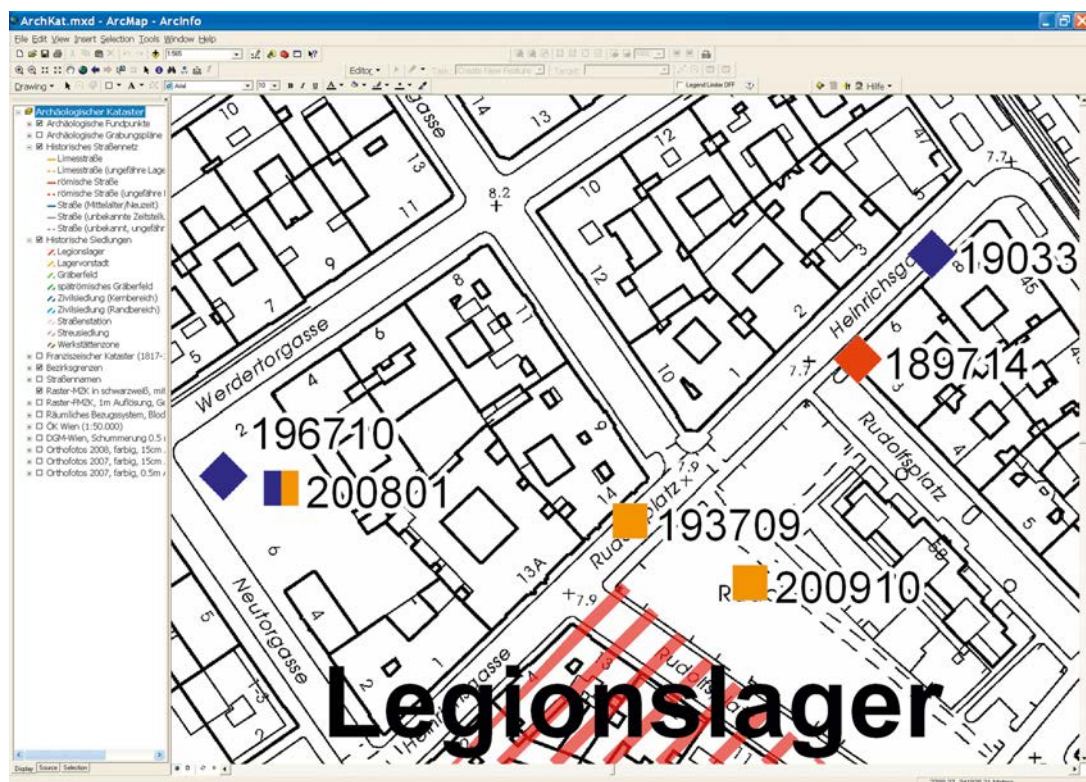


Abb. 8: Archäologischer Kataster (ARCHKAT) der Stadtarchäologie mit Fundpunkten und Historischen Siedlungsbereichen

Die Fundortdatenbank des VAGIS [12] (Vienna Archaeological GIS) nimmt die textliche Information zu einer Grabung auf, die Eingabe erfolgt seitens der Mitarbeiter der Stadtarchäologie über ein Access-Frontend, das Backend ist eine Oracle DB, die auf einem Magistrats-Server liegt und mit dem Archäologischen GIS (ARCHKAT) verknüpft ist. Im ARCHKAT werden circa 2500 archäologische Fundpunkte (das sind die Adressen der archäologischen Grabungen in Wien seit dem Mittelalter, sofern sie belegbar und räumlich verortbar sind) verwaltet und visualisiert. Die älteste belegte und im GIS dargestellte Grabung datiert aus dem Jahre 1443 und wird in der Datenbank folgendermaßen beschrieben:

*Bei Erdarbeiten im Bereich des zweiten Turmes des Stephansdomes kam 1443 ein Mammutknochen zum Vorschein, der in der Folge vermutlich beim Riesentor aufgehängt wurde und diesem seinen Namen gab.*

Die Fundortdatenbank ist als „work in progress“ zu sehen und erweitert sich jährlich um die aktuellen Grabungen der Stadtarchäologie.

Parallel dazu und eng mit der Fundortdatenbank verknüpft wird das Archäologische GIS evident gehalten: Zu jeder verortbaren Grabung aus der Fundortdatenbank wird ein entsprechender Fundpunkt gesetzt. (Abb. 8) Dies geschieht im Bezugssystem der MZK der Stadt Wien, aus der Farb- und Formgebung des jeweiligen Symbols ist einerseits die Zeitstellung (Frühzeit / Römerzeit / Mittelalter / Neuzeit / unbekannte Zeitstellung) und andererseits die Art des Befundes (Einzel- / Streu- / Fossil- / Grab- / Siedlungsbefund) ersichtlich. Über die gesetzten Symbole des ARCHKAT kann jederzeit auf Informationen aus der Fundortdatenbank zugegriffen werden.

In den ARCHKAT fließen jedoch nicht nur Informationen über einzelne Grabungen ein, sondern auch weitere Ergebnisse der wissenschaftlichen Aufarbeitung der Stadtarchäologie Wien wie z. B. historische Siedlungsgebiete, antike Straßenverläufe, Detailpläne einzelner Grabungen und nicht zuletzt der von der Stadtarchäologie im Auftrag der MA 8 – Wiener Stadt- und Landesarchiv digitalisierte und vektorisierte Franziszeische Kataster (1817-1828) einschließlich dem Namensgut (Flur-, Siedlung-, Gewässer und Objektnamen). Der digitalisierte Franziszeische Kataster umfasst (bis auf wenige Ausnahmen auf Grund von fehlenden Blättern in der MA 8) das gesamte Stadtgebiet. Die gescannten Blätter wurden mit Hilfe von Passpunkten (Kirchen, noch bestehende Gebäude u. ä.) einzeln auf die MZK einge-

passt. Dadurch ergibt sich eine Lagegenauigkeit von ca. 0,5 m im innerstädtischen Bereich und 2 m in den Randgebieten. Die graphische und farbliche Gestaltung des digitalen Franziszeischen Katasters versucht möglichst eng am handgezeichneten Original zu bleiben.

Während die Aufnahme vor Ort auf der Grabung natürlich nur lokal vorhanden ist und abgerufen werden kann, ist mit der Übernahme der Daten ins GIS bzw. in die Fundortdatenbank ein magistratsweiter Zugriff möglich. Die Metadaten der vorhandenen Applikationen (Fundortdatenbank, Archäologischer Kataster) sind im Geokatalog des Magistrats der Stadt Wien aufgelistet und können nach Bedarf und Interesse für einzelne Mitarbeiter oder Abteilungen innerhalb des Magistrats zur Benutzung frei geschaltet werden.

### 5.3 Online im Internet

Einen Schritt weiter in Richtung Öffentlichkeit geht die Stadtarchäologie mit der Bereitstellung eines Großteils der genannten Daten im Internet über das WebPortal „Wien Kulturgut“ [www.kulturgut.wien.at](http://www.kulturgut.wien.at) (Abb. 9). Dieses Portal stellt unterschiedliche Daten und Informationen über Kulturgut im weitesten Sinne einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung. Als Nachfolger des ehemaligen Kulturgüterkatasters ist diese ins GIS-Framework der ViennaGIS (MA 14) eingebundene Applikation erstmals Anfang 2008 online gegangen und wird seitdem ständig erweitert. Neben der Stadtarchäologie speisen weitere Magistratsabteilungen relevante Daten ein: So ist die MA 7 – Kultur mit Kleindenkmälern vertreten, die MA 8 – Wiener Stadt- und Landesarchiv steuert sowohl georeferenzierte Pläne (z. B. Generalstadtplan von 1912) als auch Pläne im PDF-Format zum Download bei. Die MA 19 – Architektur und Stadtgestaltung präsentiert u. a. Bualterpläne und Schutzzonen. [13]

Für die Informationen der Stadtarchäologie gilt: Bei der kartenbasierten Darstellung im GIS-Framework wird auf die im ArcGIS vorhandenen Datensätze zurückgegriffen, die textliche Information (direkt aus der Karte oder über eine Textsuche abrufbar) greift auf die Fundortdatenbank zu und stellt die gewünschten Informationen in einem genormten Datenblatt da.

Die im WebPortal abrufbare Information stellt nicht nur eine umfassende Vermittlung der Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeit der Stadtarchäologie für die Öffentlichkeit dar, sondern erleichtert darüber hinaus auch den eigenen Mitarbeitern die Recherche und garantiert eine rasche und jederzeit verfügbare Information,

Abb. 9: WebPortal Wien Kulturgut ([www.kulturgut.wien.at](http://www.kulturgut.wien.at)) mit Archäologischen Fundstellen, Antiken Straßenzügen und Franziszeischem Kataster

z. B. für die Prospektion und in der Vorbereitungsphase für neue Grabungen. Somit schließt sich hier der Kreis des Datenflusses in der Stadtarchäologie Wien.

#### Literaturverzeichnis

- [1] M. Mosser: C. Atius und die legio XV Apollinaris: in: Fundort Wien 5, 2002, Abb. 5, S. 106. Umzeichnung nach P. Csendes/F. Oppl, Wien-Geschichte einer Stadt I, Wien, Köln, Weimar 2001, 441, Abb. 90.
- [2] P. Csendes/ F. Oppl: Wien-Geschichte einer Stadt I, Wien, Köln Weimar 2001, 441, Abb. 90.
- [3] F. Czeike: Historisches Lexikon Wien, Bd. 5, 519
- [4] B. Horejs/ O. Harl: Der Urselbrunnen – Wasser für Wiens erste Dampfmaschine, Fundort Wien 2, 1999, 146-152.
- [5] Zuletzt E. Huber: Neu entdeckte Awarengräber in Wien, Simmering, Fundort Wien 1, 1998, 117-143.
- [6] F. Oppl: Wien im Bild historischer Karten, Wien, Köln, Graz 1983.
- [7] M. Mosser: Archäologische Prospektion Wien, Rothneusiedl, MA 7, Kartengrundlage MZK der Stadt Wien, MA 14 – ADV/ MA 41 – Stadtvermessung.
- [8] Zu den Ergebnissen s. C. Öllerer: Feldbegehung Inzersdorf, in: FWien 3/2000, 230.
- [9] ZAMG Wien, W. Neubauer/A. Eder-Hinterleitner: Bericht „Geophysikalische Prospektion Wien-Unterlaa, Meßbericht“ im Auftrag der MA 7 1998.
- [10] Die Prospektion wurde von Archeo Prospections der ZAMG durchgeführt und die Ergebnisse von W. Neubauer und A. Eder-Hinterleitner im Bericht „Geophysikalische Prospektion Wien-Unterlaa, Meßbericht“ vorgelegt.
- [11] M. Mosser: Praktische Anwendungen der Computer-Software TachyCAD und PhoToPlan bei Ausgrabungen der Stadtarchäologie Wien – Ein Erfahrungsbericht. In: Fundort Wien 9/2006, S. 270.
- [12] L. Liebert, M. Mosser: Zum archäologischen Informationsservice der Stadtarchäologie Wien. In: Fundort Wien 8/2005, S. 4.
- [13] W. Börner, R. Saul, P. Scheuchel: Web-Portal „Wien Kulturgut“ – Der neue Kulturgüterkataster der Stadt Wien. In: Fundort Wien 11/2008, S. 322.

#### Anschrift der Autoren

Mag. Dr. Christoph Öllerer, Museen der Stadt Wien – Stadtarchäologie, Obere Augartenstraße 26-28, 1020 Wien. E-mail: christoph.oellerer@wien.gv.at

DI Susanne Uhlirz, Museen der Stadt Wien – Stadtarchäologie, Obere Augartenstraße 26-28, 1020 Wien. E-mail: susanne.uhlirz@wien.gv.at



## Dissertationen, Diplom- und Magisterarbeiten

### Combination of Space Geodetic Techniques for Global Mapping of the Ionosphere

*Sonya Todorova*

**Dissertation:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2008

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

Der oberste Teil der Erdatmosphäre, die Ionosphäre, besteht aus freien Elektronen und Ionen, die vor allem durch das Einwirken der Sonnenstrahlung aus neutralen Gasteilchen erzeugt werden. Für die elektromagnetischen Wellen ist die Ionosphäre ein dispersives Medium und beeinflusst daher ihre Laufzeit. Die Laufzeitverzögerung, die die Beobachtungen aller im Mikrowellenbereich operierenden geodätischen Weltverfahren innerhalb der Ionosphäre erfahren, ist in erster Näherung proportional zum sogenannten Gesamtelektronengehalt entlang des Strahlenwegs (Slant Total Electron Content - STEC). Um den Einfluss der Ionosphäre zu kompensieren, müssen die Messungen auf zwei verschiedenen Frequenzen erfolgen. Auf diese Weise kann aber auch Information über die Ionosphärenparameter (in Form von STEC-Werten) gewonnen werden, woraus Modelle der Ionosphäre erstellt werden können. Verschiedene geodätische Weltverfahren erlauben die Messung und Modellierung der Ionosphäre: GPS-Beobachtungen, Satellitenaltimetrie-Missionen wie TOPEX/Poseidon und Jason, die Radiointerferometrie auf langen Basislinien (Very Long Baseline Interferometry, VLBI). Die einzelnen Verfahren haben dabei spezifische Charakteristika, die die Qualität der daraus erzeugten Ionosphärenmodelle beeinflussen. Eine Analyse der Differenzen zwischen diesen Modellen macht es möglich auf Systematiken in den verschiedenen geodätischen Messverfahren zu schließen und ein verbessertes Modell der Ionosphäre zu erstellen. Bei der Modellierung kann auf Grund der großen Anzahl der Beobachtungen eine Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate (Gauß-Markoff Modell) durchgeführt werden. Damit kann auch eine Kombination der Ergebnisse der unterschiedlichen Verfahren auf Basis der Normalgleichungen durch Addieren der entsprechenden Matrizen erfolgen. So kann ein Ionosphärenmodell geschätzt werden, das auf unterschiedlichen geodätischen Weltverfahren beruht und durch obige Methode ermittelt wird. Das integrierte Modell der Ionosphäre sollte die Vorteile der einzelnen Techniken am besten ausnutzen und die Nachteile weitestgehend eliminieren und demgemäß über eine höhere Genauigkeit und Zuverlässigkeit verfügen als die bisherigen Ergebnisse einzelner Verfahren.

### A Study about Optimal Intra-Technique Combination of VLBI Analysis Center Solutions

*Emine Tanir*

**Dissertation:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2008

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

Hauptanliegen der Dissertation ist die Vorstellung einer detaillierten Untersuchung zur optimalen Kombination von Lösungen verschiedener VLBI (Very Long Baseline Interferometry) Analyse Zentren (AC). Die Betonung liegt dabei (i) auf dem Level der Normalgleichungen, auf (ii) Qualitätskriterien für die Normalgleichungen im Bezug auf Rangdefizit und Konditionszahlen, (iii) der Skalierung individueller Normalgleichungen, (iv) der Regularisierung kombinierter Normalgleichungen und (v) der Kombination von Lösungen, die durch verschiedene Strategien (z. B. Kalman Filter und Kleinste-Quadrate) berechnet wurden. Eine Zusammenfassung der Berechnungsstrategien für die Kombination von Normalgleichungen wird im theoretischen Teil der Arbeit vorgestellt. Wir diskutieren unterschiedliche Ansätze für die effiziente Kombination verschiedener VLBI AC Lösungen für die Schätzung von Stationskoordinaten. Im ersten Abschnitt werden in einem kombinierten Ausgleichungsmodell optimale Skalierungsfaktoren für die jeweiligen VLBI AC gerechnet, dafür wird das bekannte und verbreitete Verfahren der Varianzkomponentenschätzung (VCE) eingesetzt. Die Ergebnisse geben Aufschluss darüber, wie geeignet der VCE Ansatz für die Kombination von VLBI AC Lösungen ist. Im zweiten Teil wurde ein neuer Algorithmus für die VLBI intra-Technik-Kombination vorgeschlagen, den wir zwei-Schritt-Kombination genannt haben. In den aktuellen Kombinationsalgorithmen wurde für gewöhnlich die weit verbreitete S-Transformation für die Datumsdefinition eingesetzt. Im vorliegenden Fall bleiben die kombinierten Normalgleichungen sogar nach der Datumsdefinition schlecht konditioniert und enthalten große Konditionszahlen. Der Grund dafür ist das Fehlen von Bedingungsgleichungen (z.B. für Uhren- und für Atmosphärenparameter), die in der originalen VLBI Lösung eingesetzt werden. Daher schlagen wir mit unserem Kombinationsalgorithmus die Verwendung von Bedingungen vor, durch die die Regularisierung, die Entfernung des Rangdefizits, ohne die S-Transformation erreicht werden kann. Im ersten Schritt werden die unbekanntesten Varianzkomponenten für die einzelnen VLBI AC Lösungen geschätzt und im zweiten Schritt wird der kombinierten Normalgleichungsmatrix eine Regularisierung vom Typ Tikhonov hinzugefügt. Zur optimalen Auswahl der Regularisierungsparameter wurden verschiedene Methoden eingesetzt, z. B. empirisches Vorgehen, L-curve, generalized cross validation method (GCV) und Varianzkomponentenschätzung (VCE).

Der letzte Teil der Arbeit behandelt die Studie der Kombination der VLBI AC Lösungen, die verschiedene Analysestrategien einsetzen. Die VLBI Softwareprogramme zur Datenanalyse, die von verschiedenen IVS (International VLBI Service for Geodesy and Astrometry) AC (BKG (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie), NASA GSFC (Goddard Space Flight Center), DGF (Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut), SHA (Shanghai Astronomical Observatory), USNO (United States Naval Observatory), MAO (Main Astronomical Observatory of the Academy of Sciences of Ukraina), AUS (Geoscience Australia)) verwendet werden, setzen statistische Methoden ein, die das Verhalten von stochastischen Parametern auf unterschiedliche Weise behandeln: Die Kleinste-Quadrate-Methode (LSQ), das Kalman Filter (KF), das Square-Root-Information-Filter (SRIF) und die Kleinste-Quadrate-Kollokation (LSQC). In dieser Studie werden die Kombination von Kalman Filter und LSQ Lösungen von unserem VLBI intra-Technik-Kombinationsalgorithmus berücksichtigt. Die Hauptaufmerksamkeit richten wir dabei auf die Äquivalenz der Ergebnisse der Kalman Filter und der Kleinsten-Quadrate Schätzungsverfahren. Vergleich und Kombination der Ergebnisse dieser beiden Methoden werden mit simulierten VLBI Daten durchgeführt. Dadurch dass das VLBI AC, das die Kalman Filter Lösung erzeugt, nicht die zum Vergleich oder zur Kombination mit LSQ Schätzungsergebnissen erforderliche Form bereitstellt, können wir diese Kalman Filter Ergebnisse nicht direkt in unserem VLBI intra-Technik-Kombinationsalgorithmus für die Kombination mit anderen VLBI AC Ergebnissen, die die Form der LSQ Schätzung besitzen, einsetzen. In dieser Studie werden einige Ideen für zusätzliche Verfahren gegeben, die für die Form des Kalman Filters herangezogen werden können, um es mit LSQ Ergebnissen kombinieren zu können.

### **Bestimmung des atmosphärischen Wasserdampfes mittels VLBI als Beitrag zur Klimaforschung**

*Robert Heinkelmann*

**Dissertation:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2008

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

Innerhalb der geodätischen Weltraumverfahren verfügt die VLBI (Very Long Baseline Interferometry) über lange und homogene Beobachtungsreihen, deren Anfänge in den späten Siebziger Jahren teilweise über 25 Jahre zurückliegen. An den global verteilten VLBI-Stationen wurden seit den Anfängen parallel zu den geodätischen Messungen die meteorologischen Größen Luftdruck, relative Feuchte und Temperatur aufgezeichnet. Die Refraktionen der geodätischen Beobachtungssignale in der Troposphäre werden überwiegend als zu korrigierende Fehleranteile betrachtet und im Zuge der Analyse mit entsprechenden Modellen korrigiert, damit die primären geodätischen Zielparameter

möglichst unverfälscht erhalten werden. Aus den in der Parameterschätzung bestimmten troposphärischen Laufzeitverzögerungen kann jedoch mit Hilfe der meteorologischen Zustandsgrößen der Wasserdampfgehalt der freien Atmosphäre in der Nähe der Beobachtungsstationen abgeleitet werden. Da im Vergleich zu den Satellitenpositionierungsverfahren bei VLBI wegen der Richtwirkung der Teleskope auch bei Beobachtung unter sehr kleinen Elevationswinkeln keine nennenswerten Mehrwegeeffekte auftreten, können diese für die Bestimmung der Troposphärenparameter äußerst wertvollen Beobachtungen in die Auswertung miteinbezogen werden. Die Berücksichtigung dieser niedrigen Beobachtungen bringt ebenso eine hohe Dekorrelation der Parametergruppen der Troposphäre, der Uhren und der Stationshöhen mit sich und verbessert die Schätzung der Troposphärengradienten. Die vorliegende Arbeit untersucht die Möglichkeiten und Grenzen der VLBI lange Zeitreihen homogener troposphärischer Laufzeitverzögerungen für klimatische Studien bereitzustellen. Die in der VLBI-Auswertesoftware OC-CAM vorhandenen Analyseoptionen und Modelle werden hinsichtlich ihres Einflusses auf die Bestimmung überprüft, woraufhin eine optimale Analysekonfiguration vorgeschlagen werden kann. Die langen Zeitreihen werden mit den Zeitreihen anderer Analysezentren des IVS (International VLBI Service for Geodesy and Astrometry) verglichen und kombiniert. Das kombinierte IVS-Troposphärenprodukt wird mit einem Troposphärenprodukt des IGS (International GNSS Service) und mit den aus dem numerischen Wettermodell des ECMWF (European Centre for Medium-range Weather Forecasts) abgeleiteten Laufzeitverzögerungen verglichen.

### **Simulationen für die neue Generation von VLBI-Systemen**

*Jörg Wresnik*

**Dissertation:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2009

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

Die geodätische VLBI (Very Long Baseline Interferometry) ist das wichtigste Verfahren zur Bestimmung der Rotationsgeschwindigkeit der Erde, der Parameter für Nutation und Präzession und des himmelsfesten Referenzrahmens (Celestial Reference Frame, CRF), der durch die Positionen von extragalaktischen Radioquellen realisiert wird. Aufgrund der immer höheren Anforderungen an Genauigkeit, Zuverlässigkeit und zeitliche Auflösung der geodätischen Parameter muss der International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IVS) das Design seiner Netze und seine Beobachtungsstrategien überdenken. Dazu wurde im Oktober 2003 vom IVS die Working Group 3 (WG3) "VLBI2010" ins Leben gerufen. Als Ergebnis des Abschlussberichts der WG3 (Niell et al., 2005) wurde das VLBI2010-Komitee (V2C) als permanente Institution des IVS eingerichtet, um die Entwicklung der Hardware, Software und der Beobachtungsstrategien für die nächste Generation der VLBI-Beobachtungssysteme voranzutreiben.

In der vorliegenden Arbeit werden, wie vom IVS ange-regt, gründliche, systematische Simulationen durchge-führt. Herzstück der Simulationen ist ein Monte-Carlo-Simulator (MCS), der die drei größten stochastischen Fehleranteile des VLBI-Systems berücksichtigt. Dabei wird die troposphärische Laufzeitverzögerung mit einem Turbulenzmodell simuliert, die VLBI-Stationsuhren mittels random walk plus integrated random walk und der Anteil der Ungenauigkeit der Beobachtungseinrich-tung wird durch weißes Rauschen simuliert. Der MCS wurde direkt in das VLBI-Auswerteprogramm OCCAM (Titov et al., 2004) integriert und liefert somit den Beobachtungsvektor  $o - c$  (observed minus computed). Eine Vielzahl an verschiedenen Beobachtungsszena-rien wurden mit dem Programm SKED (Vandenberg, 1999), und mit dem uniform sky Algorithmus erstellt. Die Ergebnisse (formale Fehler der Parameter) aus den mit der modifizierten Version der Auswertesoftware, OCCAM 6.2 SIM, ausgewerteten VLBI sessions zeigen, dass der feuchte Anteil der Atmosphäre in der VLBI-Auswertung nicht ausreichend genau a priori modelliert bzw. geschätzt werden kann und somit der limitierende Faktor der VLBI ist. Für die VLBI-Stations-uhr gilt, dass die Allan Standard Deviation (ASD) von  $1 \times 10^{-14} @ 50$  min für die Zeitübertragung auf das VLBI-System ausreichend ist. Eine Antennendrehgeschwin-digkeit von  $12 \text{ }^\circ/\text{s}$  in Azimut und  $3.5 \text{ }^\circ/\text{s}$  in Elevation ist notwendig, um sehr dichte Beobachtungspläne erstellen und so die geforderte Genauigkeit von  $1 \text{ mm}/\text{Jahr}$  für das VLBI2010-System erreichen zu können.

### **Dynamic and Reduced-Dynamic Precise Orbit Determination of Satellites in Low Earth Orbits**

*Paul Swatschina*

**Dissertation:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2009

**Begutachter:** Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Robert Weber

Die präzise Bahnbestimmung von Satelliten in niedrigen Erdumlaufbahnen (LEO für Low Earth Orbit) entwickelte sich zu einem zentralen Verfahren für moderne Weltraummissionen. Das Erfordernis hochgenauer Orbitlösungen wurde wesentlich durch dedizierte Satellitenmissionen, wie CHAMP, GRACE und GOCE, ausge-löst, mit dem Ziel das Schwerefeld der Erde und dessen zeitliche Variation mit bisher unerreichter Genauigkeit zu bestimmen. Durch die Möglichkeit, LEO Satellitenbahnen genau zu bestimmen, eröffnen sich zusätzlich weitreichende wissenschaftliche Möglichkeiten. Das zugrundeliegende Messsystem für die Navigation dieser Satellitenmissionen sind GPS-Empfänger. Es ist das Ziel dieser Arbeit, Methoden zur exakten Bahnbestim-mung (POD für Precise Orbit Determination) mittels GPS von LEO Satelliten zu entwickeln und umzusetzen. Da-bei wird ein Höchstmaß an Genauigkeit angestrebt, bei gleichzeitiger Achtung auf Effizienz und Schnelligkeit der zum Einsatz kommenden Verfahren. Die erstellten Bahnlösungen sollen die Qualität der Lösungen etab-

lierter Methoden anderer Organisationen erreichen. Dynamische und reduziert-dynamische Bahnmodelle bilden die Grundlage der hier verwendeten Ver-fahren. Diese Modelle werden an die hochgenauen GPS-Messungen angepasst. Dabei werden die GPS-Messungen undifferenziert in der ionosphärenfreien Linearkombination verwendet. Es werden geeignete Methoden entwickelt um fehlerhafte Beobachtungsda-ten zu detektieren und herauszufiltern. Für das dynami-sche Bahnmodell wird ein hochentwickeltes Kraftfeld speziell für LEO Satelliten erarbeitet. Um die dennoch eingeschränkte Einsatzfähigkeit rein dynamischer Modelle auszugleichen, wird das Bahnmodell alternativ um zwei verschiedene Arten empirischer Parameter erweitert. Das resultierende reduziert-dynamische Or-bitmodell erlaubt die Erstellung weit längerer Bahn-bögen unter größtmöglicher Bewahrung der dynami-schen Gesetzmäßigkeiten. Als reduziert-dynamische Methoden werden Geschwindigkeitssprünge an vorgegebenen Zeitpunkten (Pulse) oder abschnitts-weise konstante Beschleunigungen eingesetzt. Für beide Techniken kommen hocheffiziente Algorithmen zur Anwendung. Die Bestimmung der zusätzlich ein-geführten Parameter erfolgt während der Anpassung an die Messdaten. Dabei werden diesen Parametern statistische Eigenschaften vorgegeben um deren Ein-fluss auf die Bahnlösung zu kontrollieren. Hiermit wird ein ausgezeichnetes Zusammenwirken des fortge-schrittenen Kenntnisstandes über Bahnbewegung und der hohen Genauigkeit der GPS-Messungen erzielt. Die entwickelten Verfahren wurden in einem Compu-terprogramm umgesetzt und für die Missionen CHAMP und GRACE getestet. Die verwendeten Verfahren er-wiesen sich als überaus effizient, robust und flexibel. Im Vergleich zu Bahnlösungen anderer bewährter Verfahren erreichen dynamisch erstellte Lösungen, mit Bahnlängen bis zu 90 Minuten, Genauigkeiten im 1-Dezimeterbereich. Mit dem Einsatz einer angemese-nen Anzahl pseudo-stochastischer Parameter mit entsprechender Gewichtung, eignet sich die reduziert-dynamische Bahnbestimmung hervorragend für LEO-POD- Anwendungen. Es werden Genauigkeiten von bis zu  $4.5 \text{ cm RMS}$  für Orbitlösungen über einen ganzen Tag erreicht.

### **From map and compass to ubiquitous navigation – How navigation tools, strategies and errors work in a natural environment**

*Dalibor Radovan*

**Dissertation:** Institut für Geoinformation und Kartogra-phie, Forschungsgruppe Geoinformation, Technische Universität Wien, 2009

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

The thesis demonstrates the hypothesis, that the er-ror characteristics of the navigation tool determine the strategy of navigation.

We first define the basic terms related to the navi-gation, wayfinding, cognition and locomotion. Among them, the terms dead reckoning, path integration and

updating are exposed. We introduce the ideas of the optimum path and the different least-cost paths, including the fastest path.

We introduce the navigation with map and compass, and the technique of orienteering in a natural environment. We decompose the strategy and the execution of such a navigation into primitive actions in the framework of the sense-plan-act architecture. The optimum path is hierarchically divided into legs, runs, and segments, where legs as a part of the orienteering course lie between two control points, runs lie between two waypoints, and segments represent the chunks of optimum path with homogeneous friction and risk properties. The planned and the executed paths are in principle different. A separate treatment is dedicated to the errors in navigation, where we focus on the cognitive and physical background of errors, and not on the positional accuracy of navigation.

To compare the different tools and strategies, we describe the technically augmented navigation, as an opposition to the classical orienteering with map and compass. Two devices are presented: a GPS receiver with a screen map, and a GLASS receiver with a screen map which is hypothetically functioning everywhere. The strategy, the execution, and the errors are analysed in a comparable way to the orienteering navigation case.

The most important part of the thesis is the simulation, where we numerically demonstrate the hypothesis with the vector-type cognitive approach. We take an orienteering map, we choose the origin and the destination, and we draw several optimum paths between both. Then we cognitively define the waypoints and segments along each of the different optimum paths. The optimum path condition requires, that the (fictive) navigator has to travel the distance in the shortest time.

We empirically and experientially construct the spreadsheets of frictions and risks for each of the three tools. The following are computed: the resistance to locomotion, the navigation risk, the anisotropic slope friction, and the dead reckoning and waypoint discernibility risk. From the distances, frictions, risks, and the average running pace of the navigator, we then compute the cost and time for each run, each optimum path, and each tool. From the results we infer the general characteristics of risks and strategies regarding the three tools used on open areas and in a forest. The general strategy of navigation with map and compass is dead reckoning, aided by feature matching, while for the GPS and GLASS receiver cases the strategy is positioning aided by the display of straight direction to the next waypoint on a screen map.

We observe, that the time of travel functionally depends on cost and pace, where the pace depends on the physical condition of the navigator, and the cost depends on distances, frictions and risks. The distance is influenced by the position of origin, destination and waypoints. The frictions depend on the environment, however the risks depend on the strategy, where the strategy depends on the tool. Finally, we conclude that

the tool provides affordances for the emerging errors. The series of formal statements within an IF clause positively demonstrates the hypothesis.

## A Language to Describe Geographic Physical Processes

Barbara Hofer

**Dissertation:** Institut für Geoinformation und Kartographie, Forschungsgruppe Geoinformation, Technische Universität Wien, 2010

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

Der Fachbereich Geographie untersucht, wie sich physische Strukturen und Verteilungen von Objekten im Raum verändern. Die Strukturen und Verteilungen werden von Prozessen geformt und beeinflusst. Modelle werden erstellt um die beobachteten Veränderungen zu analysieren und zu verstehen. Geographische Informationssysteme (GIS) werden vielfach für räumliche Analysen verwendet; in Bezug auf die Prozessmodellierung spielen sie auf Grund ihrer statischen Natur nur eine unterstützende Rolle. Die Integration der Konzepte, die mit Prozessen in Zusammenhang stehen, in GIS ist eine der ungelösten Aufgaben der geographischen Informationswissenschaften.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es die Anforderungen der Prozessmodellierung besser zu verstehen um langfristig GIS mit Funktionalität zur Prozessmodellierung erweitern zu können. Die Integration von Methoden zur Prozessmodellierung in GIS, die den Anforderungen verschiedenster Anwendungsbereiche gerecht werden, ist nicht realisierbar. Daher muss eine Abstraktion von den Details quantitativer Modellierung durchgeführt und eine allgemeine Methode zur Prozessmodellierung angestrebt werden.

In dieser Forschungsarbeit wird eine systematische Analyse mathematischer Modelle geographischer Prozesse durchgeführt um eine allgemeine Methode zur Beschreibung dieser Prozesse zu definieren; der Fokus ist hierbei auf geographisch physikalischen Prozessen. Die allgemeine Beschreibungsmethode ist eine Prozessbeschreibungssprache, die aus drei Komponenten besteht:

- einem Vokabular; das sind die mathematischen Operatoren, die ein Modell beschreiben;
- Regeln zur Zusammensetzung der Elemente des Vokabulars;
- einer graphischen Benutzerschnittstelle, die die Benutzer durch die Modellierung führt.

Die Methode zur Spezifizierung des Vokabulars basiert auf Wissen über die Modellierung physikalischer Prozesse mit deterministischen Modellen. Geographisch physikalische Prozesse sind eine Untergruppe physikalischer Prozesse, was die Anwendung physikalischer Prinzipien in der Modellierung dieser Prozesse ermöglicht. Die physikalischen Prinzipien sind in diesem Zusammenhang Erhaltungssätze, die kontinuierlichen physikalischen Prozessen zu Grunde liegen. Eine Analyse des Massenerhaltungssatzes führt

zum Vokabular der Prozessbeschreibungssprache. Die Ableitung des Vokabulars von mathematischen Gleichungen liefert die Regeln zur Zusammensetzung der Elemente des Vokabulars. Die Elemente der Benutzerschnittstelle werden aus der allgemeinen Vorgehensweise bei der Spezifikation von deterministischen Modellen abgeleitet.

Das Resultat dieser Arbeit ist eine Prozessbeschreibungssprache, die es erlaubt das Verhalten von Prozessen auf einer qualitativen Ebene zu beschreiben, und die es ermöglicht Beschreibungen von Prozesskomponenten zu Modellen zusammzusetzen. Eine Benutzerschnittstelle führt den Nutzer von einer Konzeption des Verhaltens eines Prozesses zu Gleichungen die den Prozess beschreiben.

Die Anwendung der Prozessbeschreibungssprache wird an zwei Beispielen demonstriert: der Ausbreitung von Giftstoffen in einem See und der Ausbreitung von Abgasen eines Fabrikschlots. Das Ergebnis der Anwendung der Prozessbeschreibungssprache ist die Spezifikation der Prozesse zusammen mit benötigten Anfangs- und Randbedingungen sowie Parameterwerten. Die erstellten Modelle werden als Modellentwürfe bezeichnet; diese Modellentwürfe beinhalten die benötigte Information zur Simulation der Prozesse. Diese Arbeit stellt die Basis für die Implementierung einer Prozessbeschreibungsumgebung zur Verfügung, die die Integration von Funktionalität zur Prozessmodellierung und GIS voranbringen kann.

### **Combination of Space Geodetic Techniques aktiven GNSS-Referenzstationsnetzen im verbauten Gebiet**

*Enver Hoxhaj*

**Dissertation:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2010

**Begutachter:** Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Robert Weber

Seit dem Beginn der 90-er Jahre des vorigen Jahrhunderts entwickelte sich die satellitengestützte Positionierung (in erster Linie mittels GPS) zu einer wesentlichen Technik der geodätischen Punktbestimmung. Waren anfänglich noch Aufstellungszeiten von mehreren Stunden und eine adäquate Auswertung der Messdaten im Postprocessing nötig, um eine cm-genaue Lage- und Höhenfestlegung zu erreichen, benötigt man heute im Allgemeinen nur wenige Sekunden um auf Basis von in Echtzeit übermittelten Referenzdaten Phasen-Mehrdeutigkeiten mit Hilfe einer im Rover verfügbaren Software zu lösen und dessen Position im cm-Genauigkeitsbereich zu fixieren. Dieser so genannten präzisen Differenztechnik (RTK= Real Time Kinematic Positionierung) wurde durch den zügigen Aufbau von Referenzstationsnetzen in fast allen europäischen Staaten und der Abgabe geeigneter Korrektursignale in Standardformaten (RTCM) durch die Referenzdienstbetreiber zum Durchbruch verholfen.

Für die RTK Positionierung wird der gleichzeitige Empfang von Signalen von mindestens 5 Navigati-

onssatelliten benötigt. Vor allem in abgeschatteten Bereichen (Bebauung, Bewuchs, etc.) kann dieser allerdings nicht immer gewährleistet werden. Die zusätzliche Anmessung von Satelliten des russischen Navigationssystems GLONASS kann hier Abhilfe schaffen, setzt allerdings auch geeignete Hardware (hybride Empfänger auf der Rover- und Referenzseite) als auch anspruchsvollere Algorithmen (Rover-Software) zur Mehrdeutigkeitslösung voraus.

Die vorliegende Arbeit untersucht nach einer ausführlichen Darstellung der heute zugänglichen GN:SS (Global Navigation Saftelene Systems) die Vor- und Nachteile einer auf GPS+GLONASS gestützten Echtzeitpunktbestimmung im Stadtgebiet im Vergleich zu einer ‚GPS -alone‘ Lösung. Es wurden an Stationen mit für das Stadtgebiet typischen Abschattungsszenarien Mehrfachpunktbestimmungen ausgeführt und die Koordinatenlösungen auf deren Genauigkeit, Wiederholbarkeit und Dauer der Fixierung analysiert. Mitunter standen nur 4 oder weniger GPS Satelliten zur Verfügung, ein Problem das mit kombinierten GPS+GLONASS Empfängern zumindest zeitweise überbrückt werden kann. Neben Aussagen zum Multipath -Einfluss auf die Messungen wurden Empfehlungen für die RTK-Positionierung im Stadtgebiet erarbeitet.

### **Spaceborn Scatterometers for Change Detection over Land**

*Zoltan Bartalis*

**Dissertation:** Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2010

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

Untersuchungen der Erdoberfläche mit Scatterometern erlangen in der Mikrowellenfernerkundung einen immer größeren Stellenwert. Vor diesem Hintergrund muss festgestellt werden, dass ein zeitnaher Zugriff auf global verfügbare geophysikalische Parameter wie beispielsweise Bodenfeuchte oder Biomasse unumgänglich und essenziell für hydrologische und klimatologische Studien ist. Ein typisches Beispiel für die Ableitung geophysikalischer Parameter aus orbitgestützten Scatterometerdaten bietet die derzeitige Methodik zur Extraktion von Bodenfeuchteinformationen, die am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung (I.P.F.) der Technischen Universität Wien entwickelt wurde. Dabei werden die Bodenfeuchtedaten aus C-Band Scatterometerdaten der „European Remote Sensing Satellites“ ERS-1 und ERS-2 abgeleitet. Durch den an Bord der Metop-Satellitenfamilie eingebauten „Advanced Scatterometer“ (ASCAT) ist eine operationelle Kontinuität der Methodik gegeben. Zudem liefert der „SeaWinds“-Scatterometer an Bord des Satelliten QuikSCAT Daten in einem zusätzlichen Wellenlängenbereich (Ku-Band) und einer kontinuierlichen 360° azimuthal orientieren Blickrichtung. Jeder Versuch, aus diesen Sensoren (möglichst) globale geophysikalische Parameter der Landoberflächen abzuleiten, sieht sich aufgrund des spezifischen Rückstreuverhaltens verschiedener Landbedeckungskategorien und Klimate mit einer Reihe von Problemen konfrontiert.

Die vorliegende Dissertation verfolgt mehrere Zielsetzungen. Anfangs wird auf die Grundlagen der Radarfernerkundung im Allgemeinen und auf die der Scatterometrie im Speziellen eingegangen, und das unter besonderer Berücksichtigung des Instrumentendesigns und Funktionalität, der räumlichen und zeitlichen Datenabdeckung, der Datenprozessierung, -kalibrierung und -validierung sowie möglicher Synergien zwischen den ERS-, ASCAT- und SeaWinds-Instrumenten. In einem zweiten wichtigen Punkt wird auf den Verbesserungsbedarf zweier derzeitiger Problempunkte bei der Bodenfeuchteableitung eingegangen. Dabei handelt es sich zum einen um die Wahl eines neuen diskreten geodätischen Gitternetz, um den Anforderungen der ASCAT-Daten im Bodenfeuchteprozessor Rechnung zu tragen. Des Weiteren wird dabei auf die Korrektur von Azimutaleffekten in den Rückstreudaten des Scatterometers zur Verbesserung der Bodenfeuchteableitung in einigen problematischen Gebieten eingegangen. Ein drittes Ziel dieser Arbeit ist die Darlegung des eigentlichen Bodenfeuchtealgorithmus unter Einbeziehung der zuvor genannten Verbesserungsvorschläge und der notwendigen Anpassung des ASCAT-Prozessors für die nahezu in Echtzeit erfolgende Datenverarbeitung. Die vierte und damit letzte Zielsetzung der vorliegenden Arbeit ist die Bewertung der absoluten und relativen Kalibrierung der beiden Instrumentengenerationen (ERS-1/2 und ASCAT), welche für Bereitstellung langfristiger, einheitlicher und konsistenter Rückstreu- und Bodenfeuchtedatensätze von großer Bedeutung ist.

### **Remote Sensing Data Handling to improve the System Integration of Indonesian National Spatial Data Infrastructure**

*Raden V. Hari Ginardi*

**Dissertation:** Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2010

**Begutachter:** Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Josef Jansa

Durch die Verwendung von Metadaten als Referenz für räumliche Abfragen werden Fernerkundungsdaten und andere räumliche Datensätze mit ihrer semantischen Information verbunden. In den gegenwärtigen Katalog-Systemen, wie etwa jenen von Satellitendaten-Anbietern und in den Daten-Vertriebssystemen wird jedes Fernerkundungsbild als unabhängige Einheit gehalten. Es gibt sehr eingeschränkte Möglichkeiten zu erfahren, wie ein Bild zu einem anderen verbunden ist, auch wenn ein Bild von einem anderen abgeleitet wurde. Für viele Zwecke ist vorteilhaft, wenn eine Verbindung zwischen Fernerkundungsbildern oder anderen räumlichen Daten erhalten oder rekonstruiert werden kann. Diese Forschungsarbeit soll erkunden, wie ein Bild zu dessen Information verknüpft ist und wie es zu anderen Bildern verknüpft werden kann. Indem die Verbindungen zwischen den Fernerkundungsbildern untersucht werden, kann eine Abfrage in einer Sammlung von Fernerkundungsdaten

erweitert werden, zum Beispiel, um die Antwort auf die Frage zu finden: „Welche Bilder wurden verwendet, um einen bestimmten Datensatz zu erzeugen?“, oder „Welche Bilder wurden unter Verwendung eines konkreten Datensatzes generiert?“, oder „Gibt es eine Beziehung zwischen Bild A und Bild B in Bezug auf die durchlaufenen Prozessierungsschritte?“ Indem Verbindungen zwischen den räumlichen Datensätzen innerhalb einer Datensammlung aufgebaut werden, welche die Prozessierungskette zur Grundlage nehmen, entsteht eine weitere Möglichkeit die Organisation räumlicher Daten zu unterstützen. Das Ergebnis der Forschungsarbeiten führt zu einer Verbesserung der Handhabung räumlicher Daten, wobei eine Nachbarschaftsliste geführt wird, um die Verbindung zu existierenden räumlichen Daten aufzubauen. Die Verbesserung steigert das Potenzial der Abfragen in räumlichen Daten innerhalb eines Katalog-Systems und ermöglicht das Gruppieren oder auch die Klassifizierung der Datensätze, abhängig von der Nutzung der Datensätze. In einem System, welches Entscheidungen unterstützen soll, kann die Aussage über die Nutzung jedes Datensatzes zur Qualitätsbeurteilung herangezogen werden, oder aber sie kann als ein Parameter dienen, mit welchem die Produktivität eines Datensatzes innerhalb einer Datensammlung bewertet werden kann.

### **Atmosphärische Anregungsfunktionen berechnet aus Daten des ECMWF**

*Martin Müller*

**Diplomarbeit:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2008

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

In der vorliegenden Diplomarbeit werden aus Integralen der Dichte und des Windfeldes über die Atmosphäre, genannt Drehimpulsfunktionen, Änderungen der Erdrotationsparameter Tageslänge (LOD) und Polbewegung berechnet. Die Eingabedaten stammen vom ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts). Es werden insgesamt 14 Berechnungsvarianten verwendet und die Ergebnisse mit den geodätischen Beobachtungen des CONT05-Beobachtungsprogrammes (September 2005), der Zeitreihe C04 und dem Bulletin B des IERS (International Earth Rotation and Reference System Service) sowie mit ähnlichen Berechnungen aus NCEP-Daten (National Centers for Environmental Prediction) verglichen. Im Fall der Polbewegung werden die Vergleiche sowohl zwischen berechneten und beobachteten Koordinaten angestellt (Integrationsansatz) als auch zwischen den Drehimpulsfunktionen, wie sie aus Atmosphären-daten und der beobachteten Polbewegung berechnet werden können (direkter Ansatz). Die besten RMS-Abweichungen liegen im direkten Ansatz bei 30 mas, im Integrationsansatz bei 0.7 mas. Die besten RMS-Abweichungen von LOD liegen bei 22  $\mu$ s. Die besten Ergebnisse sind mit der C04-Zeitreihe zu erzielen, die hohe Auflösung der CONT05-Zeitreihen bringen wegen

des starken Rauschens keinen Genauigkeitserfolg. Für die Polbewegung sind NCEP-Daten etwas besser, für LOD bringen ECMWF-Daten bessere Ergebnisse, da sie höher hinaufreichen. In Zukunft sind Fortschritte bei der Berechnung der Erdrotationsparameter aus geophysikalischen Größen für Perioden länger als 1 Tag durch zusätzliche Einbeziehung der Ozeaneffekte und die Bearbeitung längerer Zeitreihen zu erzielen.

### Die Berechnung des momentanen Erdrotationsvektors aus VLBI- und Ringlaserdaten

*Lucia Plank*

**Diplomarbeit:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2008

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

Mit den heute üblichen Methoden zur Messung der Erdrotation, vor allem die VLBI, wird für gewöhnlich ein Punkt als Pol bestimmt, der in Wirklichkeit kein echter Pol ist. Der so genannte CIP wird durch Definitionen festgelegt, die aus Gewohnheit und Tradition willkürlich gewählt worden sind und nicht auf theoretischen Überlegungen zu den tatsächlichen Bewegungen beruhen. Seit einigen Jahren haben die Ringlaser als inertielle Messverfahren eine Genauigkeit und Stabilität erreicht, mit denen aus ihren Messungen auf Schwankungen der Erdrotation geschlossen werden kann. Diese beziehen sich allerdings auf den Erdrotationsvektor, welcher die tatsächliche Drehachse des Erdkörpers repräsentiert. Will man die mit beiden Messverfahren erzielten Ergebnisse vergleichen, so müssen sie auf denselben Pol bezogen sein. In der vorliegenden Diplomarbeit wird zuerst der Unterschied zwischen dem herkömmlich bestimmten Pol und dem Erdrotationsvektor dargestellt und die unterschiedlichen Schwankungen der Erdrotation in Form von Polbewegung und Änderung der Tageslänge aufgezählt und erklärt. Nach der theoretischen Einleitung wird im Hauptteil eine Möglichkeit präsentiert, aus z. B. durch VLBI bestimmten Erdorientierungsparametern den Erdrotationsvektor zu berechnen und gegebenenfalls mit den Zeitreihen des Ringlasers vergleichen zu können. Dabei handelt es sich um ein MATLAB-Programm, das sowohl von der Funktionsweise als auch vom Formalismus her ausführlich beschrieben wird. Durch die Implementierung des Präzessions-/Nutationsmodells IAU 2000A, des Modells der ozeanischen Gezeiten von Eanes, jenes für die Polgezeiten, sowie der Berechnung der Oppolzerterme nach Brzezinski, kann das Programm sehr vielseitig eingesetzt werden. Ein Auszug davon ist im dritten Teil der Arbeit zu finden. Es werden u. a. (1) berechnete Oppolzerterme mit den Werten aus dem Modell verglichen, (2) die frequenzabhängige Umrechnungsfunktion beim Übergang vom CIP auf den wahren Rotationspol überprüft, (3) hochauflösende VLBI Messdaten aus CONT02 und CONT05 ausgewertet, sowie (4) eine Zeitreihe des Ringlasers

aus dem Jahr 2006 mit mittels dem Programm berechneten Werten für die Erdrotation verglichen. Diese Diplomarbeit zeigt die Vorteile für eine Auswertung von subtäglichen Variationen der Erdrotation beim Übergang vom üblichen CIP auf den wahren Rotationspol und welche tragende Rolle der Ringlaser hier als alternatives Messmedium übernehmen kann.

### Terrestrische Laserscanner zur Erfassung historischer Räume

*Herbert Ernst Böhm*

**Diplomarbeit:** Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2008

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

Die Denkmalpflege hat in Österreich eine lange Tradition. Die Erhaltung und Erforschung von Baudenkmalern erfordert eine genaue Dokumentation in Form von Plangrundlagen, die unter anderem durch detaillierte Vermessung hergestellt werden können. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Frage ob terrestrische Laserscanner für die Erfassung historischer Räume nützlich sind. Die Problemstellung wird am Beispiel eines der so genannten Weißgoldzimmer von Schloss Schönbrunn untersucht. Die Datenerfassung erfolgte einerseits über direkte Polarpunktmessung mit einem Tachymeter und photogrammetrische Auswertung digitaler Aufnahmen. Andererseits wurde der Raum mit zwei terrestrischen Laserscannern unterschiedlicher Hersteller gescannt. Die aus den einzelnen Messverfahren abgeleitete Raumgeometrie wird anhand der, aus den aufgenommenen Daten extrahierten Kanten verglichen. Im Falle der Tachymetrie werden die kantendefinierenden Punkte direkt eingemessen. Aus den Digitalphotos werden die Kantenpunkte mittels photogrammetrischer Bildauswertung gewonnen. Zur Kantenmodellierung aus Laserscannerdaten wird eine Methode angewendet, die beim Auffinden von Bruchkanten aus Airborne Laserscannerdaten schon erfolgreich eingesetzt wurde [Briese, 2004]. Nach einer Anpassung dieser Methode an die speziellen Erfordernisse des terrestrischen Laserscannings, können alle Kanten mit unterschiedlicher Güte abgeleitet werden. In der Gegenüberstellung der Kantenabstände treten die größten Differenzen bei der Sprungkante auf (>6cm). Die zum Vergleich ausgewählte Kante besteht allerdings aus mehreren Zierelementen, was ihre eindeutige Festlegung unmöglich machte. Bei der Gegenüberstellung eines Laserscanners mit Tachymetrie oder Photogrammetrie ergeben sich an den Boden/Wand Verschneidungen teilweise Abstände von 4-5cm. Die Ursache für diese großen Abweichungen liegt in der ungenauen Definition dieser Kanten. Die beste Übereinstimmung aller Verfahren mit Differenzen von ~2cm zeigt sich an den Wandverschneidungen und den Kanten der Sockelleiste. In diesen Bereichen sind Raumkanten und angrenzende Flächen gut definiert, daher sind die Kanten in den Messdaten eindeutig zu identifizieren. Es ist festzuhalten, dass terrestrische Laserscanner, in Kombination mit der hier angewandten Methode, für die Vermessung historischer Räumlichkei-

ten geeignet sind, insbesondere wenn diese klar definierte Strukturlinien aufweisen.

### Determination of Love and Shida numbers from VLBI

*Hana Spicakova*

**Diplomarbeit:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2008

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

The Moon and Sun exert a gravitational force on the Earth. This influence in a certain point in the Earth or on the Earth's surface is a function of the distance between this point and the perturbing celestial bodies. The tidal attraction of the Moon or Sun in a certain point in the Earth is defined as the difference between the gravitational attraction in the point itself and the gravitational attraction in the geocentre. The tidal forces cause periodic deformations of the Earth's surface, and the Earth's response to the acting forces depends on Love and Shida numbers, which describe the elasticity of the Earth. Modern space geodetic techniques, such as VLBI (Very Long Baseline Interferometry), allow the validation of theoretically estimated global Love and Shida parameters from direct measurements. The modelling of tidal displacement of the Earth's surface, as it is recommended in the IERS Conventions is implemented in the VLBI analysis software package OC-CAM. In this thesis, a thorough description of the components of the tidal displacement is provided. The main goal of this master thesis is to determine Love and Shida numbers of second degree obtained from observations during the CONT05 campaign, i.e. a 15 days continuous VLBI operation carried out in September 2005. Before applying the procedure for the determination of the Love numbers to real data, a Matlab-based program with simulated observations has been tested. When Earth rotation is considered, the Love numbers in the diurnal band become frequency dependent with a resonance around the frequency of the Free Core Nutation. In this thesis, the Love number  $h_2$ , the Shida number  $l_2$ , and Love numbers for six tidal waves (K1 O1 P1 J1  $\Psi$ 1  $\Phi$ 1) were estimated.

### Evaluierung der Leica IATS für die konkrete Aufgabenstellung der On-line Objektrekonstruktion

*Tanja Vicovac*

**Diplomarbeit:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Ingenieurgeodäsie, Technische Universität Wien, 2008

**Betreuer:** O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Heribert Kahmen

Im Bereich der Ingenieurgeodäsie besteht großes Interesse und erhöhter Bedarf an schnell arbeitenden, automatisierten Messsystemen. Die Entwicklungen der letzten Jahre gingen vor allem in Richtung optischer 3D-Messsysteme, wie z.B. Laserscanner oder photogrammetrische Messverfahren. Dank heutiger technischer

Möglichkeiten wird auch die Forschung im Bereich bildgebender Sensormesssysteme immer interessanter.

Bemerkenswert ist vor allem die Entwicklung der Firma Leica Geosystems im Bereich der bildgebenden Tachymeter. Das als Prototyp einer Image Assisted Total Station entwickelte Messsystem wurde in den vergangenen Jahren am Institut für Geodäsie und Geophysik der Technischen Universität Wien im Rahmen von mehreren Forschungsprojekten weiterentwickelt und diente als Grundlage für die vorliegende Diplomarbeit.

Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung des gesamten Messsystems und der implementierten Messprozedur. Dabei standen vor allem Untersuchungen der Effizienz im Vordergrund. Die unter praktischen und Laborbedingungen erzielten Resultate bilden die Basis für diverse Verbesserungsvorschläge der Messroutine. Diese Arbeit beinhaltet weiters die Implementierung und Testung neuer verbesserter Arbeitsprozesse.

### Modellierung atmosphärischer Einflüsse auf die Erdrotation in verschiedenen Zeitskalen

*Michael Schindelegger*

**Diplomarbeit:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2009

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

Variationen des atmosphärischen Drehimpulses werden durch großräumige Massenverlagerungen und Veränderungen des Windfelds der Atmosphäre hervorgerufen. Durch Interaktion mit der darunter liegenden Kruste und dem Mantel beeinflussen derartige atmosphärische Vorgänge das Rotationsverhalten der Erde – sie sind so für einen Teil der beobachteten Polbewegung und Tageslängenschwankung (LOD) verantwortlich. In der vorliegenden Diplomarbeit wird der Einfluss der Atmosphäre auf die Erdrotation anhand der sogenannten Drehimpulsfunktionen modelliert. Die Drehimpulsfunktionen werden dabei auf Basis der meteorologischen Daten des ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) durch Integration über die Dichte und das Geschwindigkeitsfeld der Atmosphäre berechnet. Die Zeitreihen der geodätisch beobachteten Polbewegung und Tageslängenschwankung entstammen dem C04-Datensatz des IERS (International Earth Rotation and Reference Systems Service) bzw. den GPS- und VLBI-Beobachtungen für die Dauer des Beobachtungsprogrammes CONT08. Je nachdem in welchem Periodenbereich der Einfluss der Atmosphäre in der Erdrotation untersucht wird, sind unterschiedliche Modellierungsansätze zu gebrauchen. Für Effekte mit Perioden von wenigen Tagen bis hin zu mehreren Wochen oder länger ist die Übereinstimmung zwischen geodätischen und atmosphärischen Daten sehr gut, und der Vergleich im Zeitbereich auf Ebene der Drehimpulsfunktionen (Differentiationsansatz) oder auf Ebene der Polbewegung (Integrationsansatz) empfehlenswert. Im täglichen bzw. subtäglichen Bereich müssen in den Gleichungen neben dem Chandler



Wobble (CW) auch die Effekte der Free Core Nutation (FCN) miteinbezogen werden. Die Kohärenz zwischen Drehimpulsfunktionen und geodätischen Zeitreihen sinkt für hochfrequente Signale jedoch drastisch, sodass sich der Verfasser auf die Abschätzung der Amplituden in den Spektren der atmosphärisch angeregten Erdrotationsparameter (Polbewegung und LOD) beschränkt.

Die verwendeten Drehimpulsfunktionen sind nach verschiedenen Varianten berechnet und besitzen je nach zu behandelnder Zeitskala auch unterschiedliche Auflösung (1 d, 6 h oder 1 h). Zusätzlich stehen die Drehimpulsfunktionen des NCEP (National Centers for Environmental Prediction) zur Verfügung. Im Vergleich mit Erdrotationsparametern ergeben sich beim Differentiationsansatz Korrelationskoeffizienten bis zu 0.80 in der äquatorialen Komponente bzw. 0.99 in LOD. Im Fall des Integrationsansatzes beträgt die Standardabweichung zwischen Polbewegung aus C04 und Polbewegung aus Atmosphärendaten bestenfalls 6.3 mas. Die täglichen und subtäglichen atmosphärischen Effekte besitzen grundsätzlich Amplituden, die kleiner als 10  $\mu$ s (Polbewegung) bzw. 10  $\mu$ s (LOD) sind.

### **Nutzung des GLONASS-Satellitenavigationssystems in der Vermessungspraxis – Vorteile und Grenzen**

*Claudia Steinbichler*

**Diplomarbeit:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2009

**Betreuer:** Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Robert Weber

Die Positionsbestimmung mit Satelliten gewinnt immer mehr Bedeutung in der praktischen Vermessung. Vor allem die in den letzten Jahren entstandenen Referenzstationsnetze zur Echtzeitpositionierung erhöhen die Anwendungsmöglichkeiten in der Vermessungspraxis. Die Nutzung der Satellitenavigationssysteme stellt eine Alternative zu den terrestrischen Messverfahren dar. Das bekannteste System ist das US-amerikanische Global Positioning System (GPS).

Das Globale Navigations-Satelliten-System (GLONASS) ist das russische Pendant zu GPS. GLONASS unterscheidet sich von GPS in Bereichen des Kontrollsegments, des Weltraumsegments und in der Signalstruktur. Die Systeme GPS und GLONASS können unter Berücksichtigung der Systemunterschiede kombiniert genutzt werden. Nach einer Phase der eingeschränkten Verfügbarkeit Ende der 90-er Jahre steht nun GLONASS wieder vor dem vollständigen Systemausbau. Aus diesem Grund werden seit wenigen Jahren vermehrt kombinierte GPS/GLONASS-Zweifrequenzempfänger von den Geräteherstellern geodätischer Satellitenavigationsempfänger entwickelt und angeboten. Bei einer gemeinsamen Nutzung erhöht sich zur Zeit die Anzahl der verfügbaren Satelliten von rund 30 GPS-Satelliten um 20 GLONASS-Satelliten auf bis zu 50 Satelliten. Dem klaren Vorteil einer höheren Zahl verfügbarer Satelliten steht aber das Problem der schwie-

rigeren Verarbeitung hybrider Messdaten gegenüber. Im Rahmen des praktischen Teils dieser Diplomarbeit wurden anhand von drei in der geodätischen Praxis typischen Messszenarien die Vorteile, aber auch die derzeitigen Grenzen einer gemeinsamen Nutzung der Satellitenysteme GPS und GLONASS näher untersucht. Es wird zuerst der Systemaufbau und der aktuelle Status der Satellitenysteme GPS und GLONASS beschrieben. Danach befasst sich die Arbeit mit den unterschiedlichen Möglichkeiten der Positionsbestimmung mit Satelliten. In Kapitel 4 wird das Wienstrom Echtzeitpositionierungssystem WEP vorgestellt. Anschließend werden die Anwendungsmöglichkeiten von GNSS in einem ZT-Büro beschrieben. Schlussendlich werden drei ausgewählte Messszenarien, nämlich

- ein kleinräumiges statisch zu beobachtendes hochpräzises Überwachungsnetz,
- eine RTK Punktbestimmung unter Nutzung der Korrekturdaten des Echtzeitpositionierungssystems WEP im innerstädtischen Bereich und
- eine Punktbestimmung eines bewegten Fahrzeuges im Rahmen praktischer Beispiele näher behandelt.

### **Untersuchung und praktische Erprobung des terrestrischen Laserscanners FARO Photon 80**

*Lothar Eysn*

**Diplomarbeit:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Ingenieurgeodäsie, Technische Universität Wien, 2009

**Betreuer:** Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Andreas Eichhorn

Das terrestrische Laserscanning hat in den letzten Jahren im Vergleich zu den klassischen Vermessungssystemen sehr stark an Bedeutung zugelegt und dringt mehr und mehr in die Bereiche der Ingenieurgeodäsie vor. Stand der Technik ist terrestrisches Laserscanning unter anderem im Tunnelbau, wo Laserscanner zum Beispiel zur Hohlraumaufnahme, Ausbruchsdokumentation, Profilkontrolle oder etwa zur Kontrolle von Betonüberdeckungen verwendet werden.

Die Firma „GEODATA“ hat als Vermessungsdienstleister unter anderem einen Firmenschwerpunkt im Tunnelbau und betreibt zurzeit mehrere Laserscanner auf den jeweiligen Tunnelbaustellen um oben genannte Aufgabenbereiche abzudecken. Wachsende Genauigkeitsanforderungen in nationalen und internationalen Ausschreibungen von Großprojekten sowie wirtschaftliche Aspekte haben die Firma GEODATA dazu bewegt neue Scansysteme auszumachen, um sie eventuell in weiterer Folge in den bestehenden Arbeitsablauf einzubinden.

Ein neues Scansystem ist der von Firma FARO im ersten Quartal 2008 vorgestellte terrestrische Laserscanner Photon 80. Der Photon 80 bietet dank seiner baulichen Ausbildung als Panoramascanner sowie seiner hohen Messrate beste Voraussetzungen für den Einsatz im Tunnelbau.

Da das Gerät neu am Markt ist und noch wenige bis keine Erfahrungswerte über den Photon 80 vorhanden sind, trat die Firma GEODATA an das Institut für Geodäsie und Geophysik (Forschungsgruppe Ingenieurgeodäsie) der Technischen Universität Wien heran, um im Rahmen einer Diplomarbeit mehrere Systemtests am FARO Photon 80 durchführen zu lassen.

Die im Messkeller der TU Wien in vier Versuchen durchgeführten Systemtests mit einem Entwicklungssystem des Photon 80 sollen Aufschlüsse über die Genauigkeit sowie über eventuelle systematische Fehler des Scansystems liefern. Bei der Erprobung des Systems stellte sich heraus, dass der Scanner unter den gegebenen Versuchsbedingungen bis auf den integrierten Neigungssensor alle vom Hersteller publizierten Spezifikationen erfüllt.

### Entwicklung eines Monitoringsystems für Deformationsmessungen unter MATLAB

*Martin Schier*

**Diplomarbeit:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Ingenieurgeodäsie, Technische Universität Wien, 2009

**Betreuer:** Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Andreas Eichhorn

Geodätisches Monitoring wird betrieben um Deformationen an natürlichen und/oder künstlichen Objekten (Bauwerke, Hängen, ...) und deren Umgebung zu untersuchen. Deformationen können vielfältige Ursachen haben und sind, solange sie eine bestimmte Größenordnung nicht überschreiten, auch unbedenklich. Wird jedoch ein Schwellwert erreicht, sind die involvierten Fachleute zu alarmieren um weitere Maßnahmen zu setzen. Die Festlegung der Schwellwerte kann dabei nur in Kooperation mit Experten anderer Fachgebiete erfolgen, und auch die Einleitung geeigneter Maßnahmen obliegt meist nicht einem Geodäten. Für geodätische Monitoringaufgaben existieren bereits einige proprietäre Softwarelösungen. Diese Programme steuern die Sensoren und verspeichern die gewonnenen Daten. Die meisten Anbieter liefern dazu (einfache) Auswerte- und Darstellungsfunktionen. Zur Datenauswertung und -analyse ist man weitgehend auf den im jeweiligen Softwarepaket angebotenen Funktionsumfang beschränkt. Doch gerade in der wissenschaftlichen Datenauswertung und -analyse ist man daran interessiert, auf die akquirierten Daten möglichst flexibel zugreifen zu können, um diese dann mit speziellen Analysealgorithmen weiter verarbeiten zu können.

Im Zuge dieser Diplomarbeit ist ein Programmpaket entstanden, das die gemessenen Daten eines Robottachymeters (z.B. der Leica Serie TPS1200) und die Verspeicherung derselben in eine Microsoft SQL Server 2005 Datenbank gewährleistet. Die Entwicklung dieses Programmes erfolgte in MATLAB. Die Verwendung von MATLAB erlaubt den Zugriff auf die umfangreichen und effizienten mathematischen Funktionen dieser Entwicklungsumgebung.

Dieses Programm, im Weiteren als 'MatlabMonitor' bezeichnet, bildet eine Grundlage für weitere Dip-

lom- beziehungsweise Bachelor- oder Masterarbeiten. Spezielle Auswerte- und Analysealgorithmen für Deformationsmessungen sollen zukünftig getestet und im Programm MatlabMonitor implementiert werden können.

### Entwicklung eines Laser-Messsystems zur Untersuchung von Vermessungsstationen

*Anton Grubinger*

**Diplomarbeit:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Ingenieurgeodäsie, Technische Universität Wien, 2009

**Betreuer:** Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Andreas Eichhorn

Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, die Auswirkungen der automatisierten Bewegungen unterschiedlicher Tachymeter (Robottachymeter) auf das Messzubehör zu untersuchen. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf den Vergleich der unterschiedlichen Antriebsarten der Tachymeter und deren Beeinflussung während der Drehbewegung auf die Stabilität eines gängigen Stativs gelegt.

Der erste Teil behandelt die Anforderungen und Entwicklung eines "low-cost" Laser-Messsystems sowie dessen Kalibrierung. Dieses Messsystem besteht aus einem Laser als Sendeeinheit und eine PSD (Position Sensitive Device) als Referenzeinheit. Damit können zweidimensionale Positionsänderungen mit einer Genauigkeit von  $< 0,01\text{mm}$  gemessen und durch Zwischenschaltung eines Oszilloskops eine Messrate von bis zu 30kHz erreicht werden.

Im zweiten Teil wurde das Laser-Messsystem zur Untersuchung von Stativbewegungen unter Belastung unterschiedlicher Tachymeter (TCA1800, TCRP1201, S8) eingesetzt. Um die unterschiedlichen Antriebsarten vergleichen zu können, wurden nur ein Stativ und ein Dreifuß verwendet. Die Tachymeter führten mehrere realitätsnahe Messszenarien, wie Satzmessung, ferngesteuert durch. Hauptaugenmerk dabei wurde auf die horizontalen (Verdrehungen) und vertikalen (Kippung bzw. Neigung) Bewegungen des Stativs gelegt. Weiters wurde das Stativ einer Eigenfrequenzmessung unterzogen und mit den detaillierten, hochfrequenten Messungen während der Belastung der Drehbewegungen des Tachymeters verglichen.

### Ein Dichtemodell der oberen Kruste im Untersuchungsgebiet ALP 2002

*Oliver Simeoni*

**Diplomarbeit:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Geophysik, Technische Universität Wien, 2009

**Betreuer:** O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Ewald Brückl

Erstellung eines dreidimensionalen Dichtemodells der Oberkruste, sowie die Berechnungen seiner Schwerkraftwirkung und der gestrippten Bouguer Anomalie im Untersuchungsgebiet der seismischen Großprojekte CELEBRATION 2000 und ALP 2002.

## Kinematische Analyse einer Massenbewegung auf Basis von geodätischen und geomorphologischen Daten

*Maria Karbon*

**Diplomarbeit:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Geophysik, Technische Universität Wien, 2009

**Betreuer:** O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Ewald Brückl

In Dunaszekcső, Ungarn, ca. 20 km nördlich der Grenze zu Serbien und Kroatien, ist die westliche Uferzone der Donau von einem annähernd 50m hohen Wall aus sedimentären Ablagerungen, überwiegend Schluff, begrenzt. Im März 2008 sackte ein Block mit einer Breite von 220m rund 10m ab. Die Rutschung führte zu einer Erhöhung des Flussbettes in diesem Bereich, sodass sich ein halbkreisförmiger „Bauch“ mit einer maximalen Ausbreitung von fast 40m formte, der über den Wasserspiegel aufragt.

Die Informationen über die Rutschung sind einerseits spärlich andererseits sehr inhomogen. So konnten einige Merkmale tachymetrisch erfasst werden, während andere aus Orthofotos oder Schrägaufnahmen rekonstruiert werden mussten. Im Rahmen dieser Arbeit sollte untersucht werden, inwieweit die wenigen inhomogenen Beobachtungen durch das Modell einer Rotationsgleitung beschrieben werden können und welche Aussagen über das künftige Verhalten der Rutschung, vor allem im Bezug auf Wasserstandsänderungen der Donau, möglich sind.

## Baumartenerkennung mittels Full-Waveform Airborne Laserscanning

*Günther Lehmann*

**Diplomarbeit:** Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2009

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

Im Laufe der letzten Jahrzehnte hat sich das flugzeuggetragene Laserscanning (ALS) zu einem Standardverfahren zur Erfassung topographischer Daten entwickelt. Die zusätzlichen Beobachtungen von Amplitude und Echobreite bei Full-Waveform Laserscannerdaten erweitern das Potential von ALS. Neben der Berechnung von digitalen Geländemodellen können die Daten zur Ableitung forstwirtschaftlicher Parameter verwendet werden. In dieser Diplomarbeit werden Methoden erarbeitet, die einerseits ALS Daten ohne und andererseits mit Full-Waveform Information zur Bestimmung von Baumarten verwenden. Dazu muss mittels eines Baumdetektionsverfahrens versucht werden, jene einzelnen beobachteten Punkte, welche auf einem Baum liegen, zu Segmenten zusammenzufassen.

Es werden drei neue, mittels Matlab erstellte, Verfahren zur Baumdetektion vorgestellt, welche alle auf der Basis des sweep-Algorithmus aufbauen. Anschließend werden mittels Matlab programmierte Baumartenerkennungsalgorithmen vorgestellt, welche auf Basis der Geometrischen Kronenform, der Punkt-

verteilung, dem Ratiowert und den Full-Waveform Informationen basieren. Ein Ausgleich über die einzelnen Bestimmungsparameter definiert anschließend die wahrscheinlichste Baumart für das jeweilige Segment. Diese Verfahren werden auf zwei sehr gegensätzlichen Testgebieten angewendet. Einerseits auf einer alpinen, rein forstwirtschaftlich genutzten Fläche mit hauptsächlich Fichtenbestand in Vorarlberg (Montafon) und andererseits in einer urbanen Umgebung mit gemischter Laubvegetation in Wien (Rathausplatz). Für die Fläche in Vorarlberg liegen Laserscanningdaten ohne und in Wien mit Full-Waveform Informationen vor. Die Baumartenbestimmung in Vorarlberg erreicht einen Kappa-Wert von 0.74. In diesem Gebiet ist jedoch nur zwischen Fichte und Buche unterschieden worden. Die Baumartenbestimmung in Wien erreicht bei einer Unterscheidung von fünf Baumarten einen Kappa-Wert von 0.5. Wenn die Baumart Ahorn und Linde zu einer Baumartengruppe zusammengefasst werden, steigt auch in Wien der Kappa-Wert auf 0.73 an. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass basierend auf den derzeitigen Stand der Technik und mittels der erarbeiteten Algorithmen durchaus Rückschlüsse auf die Baumart möglich sind, wenn die Segmentierung gute Ergebnisse liefert.

## Verwendung von Spiegeln zur vollständigen photogrammetrischen Oberflächenrekonstruktion von schwer zugänglichen Objekten

*Andrea Spitzer*

**Diplomarbeit:** Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2009

**Betreuer:** Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Josef Jansa

Die vollständige photogrammetrische Oberflächen erfassung von schwer zugänglichen Objektteilen ist das Thema der vorliegenden Arbeit. Das Hauptaugenmerk liegt dabei bei der Vermessung mit Laserscannern, die nach dem Triangulations- bzw. dem polaren Verfahren arbeiten. Aufgrund von technischen Unzulänglichkeiten (z.B.: Wahrung der Mindestaufnahmedistanz, Ausmaße des Geräts etc.) kann der Bereich, der vom Scanner erfassbar ist, eingeschränkt sein.

Zur Veränderung des erfassbaren Objektbereichs wird in dieser Arbeit die Vermessung via Spiegel vorgestellt und untersucht. Die auf diese Weise erhaltenen Messergebnisse sind spiegelverkehrt und müssen zur Fusion mit den herkömmlich erfassten Daten „entspiegelt“ werden.

Der in dieser Arbeit beschriebene Lösungsweg sieht eine rechnerische Entspiegelung an einer mathematischen Ebene vor. Dabei ist die Spiegelung an einer beliebig im Raum gelagerten Ebene ausreichend. Die eigentlich notwendige anschließende Kongruenztransformation kann entfallen, da diese implizit bei einer etwaigen absoluten Orientierungen der Punktwolken oder bei der Fusion mehrerer Punktwolken (z.B.: mit Hilfe des ICP-Algorithmus) durchgeführt wird.

Da die Form eines realen Spiegels von der einer mathematischen Ebene abweicht, erhaltenen die so „entspiegelten“ eine zusätzliche Fehlerkomponente. In der vorliegenden Arbeit wird untersucht, wie groß diese Fehlerkomponente sein kann, wenn ein Vorderflächenspiegel von hoher Qualität bei der Datenerfassung eingesetzt wird.

Die theoretische Untersuchung hat gezeigt, dass die „Entspiegelung“ der Daten mit der vorgestellten Methode bei Verwendung eines polaren Laserscanners aufgrund der geringeren Messgenauigkeit dieser Geräte ohne Schwierigkeiten eingesetzt werden kann, wohingegen sie für die Arbeit mit Triangulationslaserscannern nur unter Einhaltung gewisser Voraussetzungen (z.B.: Messung mit geringem Abstand zwischen Spiegel und Objekt) geeignet ist. Die praktischen Tests, die im Zuge dieser Arbeit angestellt wurden, haben gezeigt, dass die Messung via Spiegel ohne erheblichen Mehraufwand und problemlos durchgeführt werden konnten. Die Genauigkeit der dabei erzielten Ergebnisse übertraf teilweise die auf Berechnungen basierenden Erwartungen.

### **Genauigkeitsuntersuchung Terrestrischer Laserscanner zur Dokumentation von Restaurierungsarbeiten**

*Nicole Hirtl*

**Diplomarbeit:** Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2009

**Betreuer:** Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Nobert Pfeifer

Viele Anwendungen in der Verwaltung, der Darstellung und der Dokumentation von Kulturerbe benötigen präzise und detaillierte drei-dimensionale Modelle. Typische Beispiele dafür sind Risikoabschätzung, Planungs- und Rekonstruktionsprozesse oder Öffentlichkeitsarbeit. Zur Datenerfassung für die Erstellung solcher Modelle haben sich in den vergangenen Jahren terrestrischen Laserscannern etabliert.

Für die Dokumentation von Restaurierungsarbeiten an Kulturerbe wird häufig Millimetergenauigkeit gefordert. Das bedeutet, dass beide Modelle (vor und nach der Restaurierung) mindestens diese Genauigkeit aufweisen müssen, sodass geometrische Veränderungen ab einer gewissen Größe mit Sicherheit aufgedeckt werden können. Aufgrund dieser hohen Ansprüche müssen die Möglichkeiten der heute verfügbaren Laserscanner voll ausgenutzt werden. Dies bedeutet vor allem eine Optimierung der geräteinternen Kalibrierung, die zur Modellierung von systematischen Fehlern dient.

Aus diesen Überlegungen heraus beschäftigt sich diese Diplomarbeit mit der Größenordnung systematischer Fehler, deren Ursachen normalerweise in Defiziten im Bereich der Scannerkonfiguration, einer mangelhaften Scannerkalibrierung und Restfehlern in der Orientierung liegen.

Zu Beginn der Arbeit werden bereits durchgeführte Untersuchungen und die daraus entstandenen Ansätze

zur Verbesserung der Kalibrierung vorgestellt. Im zweiten Teil werden diese Experimente mit den Messdaten eines neuen Scanners wiederholt und die Ergebnisse präsentiert.

Abschließend wird anhand eines praktischen Beispiels, einem Zierbrunnen im Areal von Schloss Schönbrunn, die Erstellung von Oberflächenmodellen vor und nach einer Restaurierung gezeigt, wobei sowohl unterschiedliche Ansätze für eine bestmögliche Orientierung als auch verschiedene Parametereinstellungen zur Modellierung getestet werden. Das Beispiel zeigt, dass die verbleibenden systematischen Fehler im Millimeterbereich liegen. Somit können globale Unterschiede zwischen den beiden Modellen mit Hilfe von Differenzbildern aufgedeckt werden, sofern sie diese Grenze überschreiten.

### **Automatisierte Ableitung einer topographischen Bodenbedeckungskarte im subalpinen Bereich**

*Armin Klausner*

**Diplomarbeit:** Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2009

**Betreuer:** Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Nobert Pfeifer

Das luftgestützte Laserscanning (Airborne Laser Scanning, kurz ALS) hat sich in den letzten Jahren zu einem Standardverfahren für die digitale Erfassung von Landschaften entwickelt. Wesentliche Vorteile gegenüber herkömmlichen Methoden sind die hohe Qualität und Automatisierung bei der Erfassung und Auswertung der Daten des Geländes. Dies macht das ALS auch für die Ableitung von topographischen Karten interessant, dessen Herstellung und Aktualisierung heutzutage noch sehr teuer ist.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde ein automatisiertes Verfahren für die Ableitung einer großmaßstäbigen topographischen Karte (1:10.000 bzw. 1:25.000) auf Grundlage von Laserscanning-Daten und Orthophotos entwickelt. Das Verfahren ermöglicht die Ableitung einer Bodenbedeckung und Geländedarstellung, wobei zwischen den Klassen Wald, Latschen, Wiese, Fels und Geröll unterschieden wird. Die Ableitung der Bodenbedeckung erfolgt in zwei Schritten. Als erstes wird das Gelände mithilfe abgeleiteter Attribute der ALS-Punktwolke und des Orthophotos klassifiziert. Das Ergebnis der Klassifizierung wird anschließend in einem zweiten Schritt generalisiert.

Dadurch können Karten mit unterschiedlichem Maßstab aus demselben Datenmaterial abgeleitet werden. Die Geländedarstellung hingegen besteht aus Höhenlinien, Schummerung und einer Felszeichnung, und wird auf Grundlage eines digitalen Geländemodelles (DGM) abgeleitet. Während die Berechnung der Höhenlinien und Schummerung mit Standardverfahren erfolgt, wurde für die Felsdarstellung eine neue automatisierte Methode entwickelt. Das Verfahren wurde erfolgreich auf ein Testgebiet nördlich von Innsbruck (Tirol, Österreich) angewendet.

Dabei konnten für die Bodenbedeckung gute Resultate erzielt werden. Ein Vergleich der automatisierten Karte mit Referenzkarten ergab eine flächenmäßige Übereinstimmung zwischen 86% und 93% (je nach Referenzkarte). Die automatisch abgeleitete Felsdarstellung hingegen konnte nur teilweise überzeugen.

### **Qualitätsanalyse in Echtzeit verfügbarer Ionosphärenmodelle für die präzise Punktbestimmung (PPP)**

*Nina Magnet*

**Diplomarbeit:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2010

**Betreuer:** Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Robert Weber

Precise Point Positioning (PPP) ist eine moderne Form der präzisen geodätischen Punktbestimmung, die sich auf Code- und Phasenmessungen eines einzelnen GNSS-Empfängers stützt. Im Gegensatz zu Differenzverfahren werden die benötigten Modelle der Satellitenbahnen und -uhren aus globalen oder regionalen Referenzstationsnetzen abgeleitet und dem Nutzer zum Beispiel über das Internet zur Verfügung gestellt. Das Verfahren zielt auf eine Subdezimetergenauigkeit ab und ist schon heute in vielen Postprocessing-Anwendungen im Einsatz. Bei Einfrequenzmessungen oder falls zur ganzzahligen Mehrdeutigkeitslösung auf die Bildung der ionosphärenfreien Linearkombination verzichtet werden soll, sind auch Modelle der ionosphärischen Verzögerung vorab bereit zu stellen. Diese Arbeit soll die verschiedenen echtzeitnah angebotenen Ionosphärenmodelle hinsichtlich ihrer Qualität und zeitlichen Verfügbarkeit erproben. Dazu werden die ionosphärischen Streckenkorrekturen der Modelle jeweils über einen Tag berechnet und analysiert. Außerdem werden die Auswirkungen der Korrekturen auf die PPP-Lösung beurteilt, indem die Ergebnisse mit der Lösung einer Zweifrequenzmessung verglichen werden.

### **APOS – Der GPS-Echtzeitpositionierungsdienst des Bundesamts für Eich- und Vermessungswesen – Analyse der Netzfunktionalität und der erzielbaren Positionierungsgenauigkeit**

*Wolfgang Dachsberger*

**Diplomarbeit:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2010

**Betreuer:** Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Robert Weber

Das Bundesamt für Eich- u. Vermessungswesen setzt seit dem Jahr 2003 auf die satellitengestützte Punktbestimmung mit Hilfe seines eigenen Positionierungsdienstes APOS (Austrian Positioning Service). Mit diesem System werden auch die Punkte des österreichischen Festpunktfeldes übermessen und flächendeckend ETRS Koordinaten bestimmt.

Diese Diplomarbeit befasst sich mit der satellitengestützten Punktbestimmung in Echtzeit. Dazu werden Satellitenpositionierungsdienste, Verfahren zur Punktbestimmung mit Satelliten und darauf einwirkende Fehlereinflüsse vorgestellt. Mit Hilfe einer vom BEV zur Verfügung gestellten Messdatenbank wurde versucht, mögliche Gründe für zu große Koordinatendifferenzen von einem berechneten Mittelwert aus Mehrfachmessungen, zu finden. Hierzu standen die für den Nutzer am Rover angezeigten Qualitätsparameter, die ebenfalls in der Datenbank eingetragen sind, zur Verfügung. Weiters wurde auch versucht eine Verbindung zwischen Koordinatenabweichungen und am Zentralserver verspeicherten Ausfallsinformationen der APOS-Referenzstationen zu finden. Im Zuge der Analyse wurde auch die erreichbare Positionierungsgenauigkeit des Systems weiter untersucht.

Nach Abschluss der Analyse konnte eine hohe Anzahl an zur Messung verwendeten Satelliten als Indiz für die Zuverlässigkeit der Messung identifiziert werden. Die am Rover angezeigten Qualitätsparameter korrelieren dagegen kaum mit größeren oder kleineren Koordinatendifferenzen. Aus der Untersuchung der Referenzstationsdaten könnte ein Ausfall der Satellitenfixierung als Indiz für schlechtere Messungen gewonnen werden. Unterbrechungen der Datenaufnahme an den Referenzstationen treten zwar des Öfteren auf, haben aber nicht immer Messungen mit auffallenden Koordinatenabweichungen zur Folge. Im Allgemeinen liegen die Messungen der Messdatenbank aber im vom BEV angegebenen Genauigkeitsbereich des Systems APOS.

### **Automatisierte Berücksichtigung von Netzspannungen und Geoidundulationen in der RTK-Vermessung**

*Fabian Hinterberger*

**Diplomarbeit:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2010

**Betreuer:** Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Robert Weber

Die GNSS-Punktbestimmung legt Neupunktskoordinaten im Allgemeinen in einem geozentrischen gelagerten, kartesischen Koordinatenrahmen fest. Zur Transformation in das geodätische Datum der nationalen Vermessung (in Österreich MGI) findet vorwiegend die räumliche Ähnlichkeitstransformation Anwendung. Für den Fall eines spannungsfreien Landeskoordinatensystems wäre nur ein einziger 7-Parametersatz nötig. Da die Landeskoordinaten aus historischen Gründen jedoch Verzerrungen aufweisen, wird eine Vielzahl von regionalen bzw. lokalen Parametersätzen benötigt, welche die je nach Größe des Gültigkeitsbereichs auftretenden Klaffungen minimieren. Diese historisch bedingten meist systematisch verteilten Lage-Restklaffungen können jedoch auch als Funktionswerte über einen geographischen Raster dargestellt werden. Ebenso lassen sich verbleibende Geoidundulationen als Höhenkomponente dar-

stellen. Derartige Raster können mit Hilfe des RTCM 3.1 Formats an den Rover übertragen werden. Für die jeweilige Position kann nun in den Raster interpoliert werden und damit die Position korrigiert werden. Dies eröffnet dem Nutzer die Möglichkeit in Echtzeit eine gegenüber den Landeskoordinaten möglichst „spannungsfreie“ und dem nationalen Höhensystem angepasste Position zu bestimmen.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Verfügbarkeit und Genauigkeit der Rasterinterpolation auf Basis des TEPOS Korrekturdienstes der ÖBB erprobt. Deren Resultate wurden im Vergleich mit anderen lokalen Anpassungen wie regionalen Transformationen untersucht. Zu diesem Zweck wurden in verschiedenen Testgebieten in Ostösterreich RTK-Messungen auf bekannten Punkten des nationalen Festpunktfeldes mit beiden Verfahren durchgeführt und die ermittelten Koordinaten in Relation zu den Landeskoordinaten gestellt. Einige Testpunkte wurden im Bergland ausgewählt, um die Funktionalität des zur Approximation der orthonometrischen Höhe übermittelten Geoidundulationsfeldes zu überprüfen.

### **Einsatz der von Referenzstationsbetreibern angebotenen Datenströme in der ingenieurgeodätischen Praxis**

*Irene Stix*

**Diplomarbeit:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2010

**Betreuer:** Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Robert Weber

Im Zuge dieser Arbeit erfolgte die Planung und Durchführung von GPS-gestützten Punktbestimmungen unter Nutzung von GPS-Referenzstationsnetzen in vier verschiedenen Messszenarien. Die Bewertung des Nutzens von Referenzstationen war Ziel dieser Arbeit. Eines der untersuchten Verfahren behandelt die statische Langzeitmessung, die im vorliegenden Fall mit einer Messzeit von 18 Stunden erfolgt ist. Dabei wurden Vergleiche der statischen Langzeitmessung mit kurzzeitigen statischen Beobachtungen (z.B. 1 Stunde oder 10 Minuten) erstellt. Weiters wurden Zeitspannen mit variierender Satellitenkonstellation untersucht, um den Einfluss der Satellitengeometrie auf die Position zu bewerten. Sämtliche Vergleiche erfolgten in Bezug auf eine Nullmessung im Koordinatenrahmen ITRF2000. Eine Abwandlung der statischen Messung bildet das Verfahren mittels virtueller Referenzstation (kurz VRS). Dabei werden VRS-Daten vom Netzbetreiber, im vorliegenden Fall von der EVN Geoinfo GmbH, bereitgestellt und es entfällt die direkte Aufstellung auf den Festpunkten. Im Vergleich zur herkömmlichen statischen Messung treten Differenzen bis zu 6 cm in der Lage und 8 cm in der Höhe auf. Die zweite Messmethode ist die RTK-Messung mit eigener Referenzstation.

Es wurde ein Vergleich zur statischen Langzeitmessung gezogen. Das Verfahren lieferte leider keine aufschlussreichen Ergebnisse, da nur zwei Neupunkte ermittelt wurden und bei einem davon ein Messfehler aufgetreten ist. Die Werte des zweiten Neupunktes

sind erwartungsgemäß etwas schlechter als die der statischen Langzeitmessung, etwa im Bereich der statischen Messung über drei Stunden ( $\pm 1$  cm). Ein weiteres Messszenario beruht ebenfalls auf der RTK-Messung, jedoch kommen die Referenzdaten erneut von der EVN als Referenznetzbetreiber.

Es erfolgte eine Auswertung und nicht nur ein Vergleich der in Echtzeit erhaltenen Koordinaten. Die Koordinatendifferenzen zur statischen Langzeitmessung liegen im Bereich von 3-6 cm in der Lage und bis zu 8 cm in der Höhe. Der direkte Vergleich zu dem zuvor beschriebenen Verfahren zeigt, dass sich bei der RTK-Messung mit eigener Referenz geringfügig bessere Ergebnisse erzielen lassen. Das vierte Verfahren ist eine Lage- und Höhenaufnahme. Dabei wurden 18 eindeutige Detailpunkte mehrfach eingemessen, wobei einerseits die Wiederholbarkeit der Messung an einem anderen Tag und andererseits das Verhalten bei häufigem Signalverlust von Interesse war. Für die meisten Punkte liegt die Wiederholbarkeit im Bereich von 3 cm in der Lage sowie 5 cm in der Höhe. Allerdings gibt es vier Punkte, deren mehrfachbestimmte Koordinaten sich um bis zu 8 cm unterscheiden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich mit der statischen Langzeitmessung bei weitem die besten Ergebnisse erzielen lassen. Ein Nachteil ist jedoch die lange Messdauer sowie die Notwendigkeit mehrerer Geräte. Eine gute Alternative bieten die beiden RTK-Verfahren. Dabei ist der erheblich geringere Zeitaufwand im Verhältnis zur geringeren Genauigkeit der Ergebnisse zu betrachten. Es ist also bei jeder Anwendung, nach gewünschtem Ergebnis und Zeitaufwand, das jeweilige Messverfahren auszuwählen.

### **Analyse des GNSS-Referenzstationsnetzes EPOSA – Modellierung systematischer Fehlereinflüsse**

*Gregor Möller*

**Diplomarbeit:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2010

**Betreuer:** Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Robert Weber

EPOSA ist ein Echtzeitpositionierungsdienst mit Österreich weiter Abdeckung, basierend auf 37 über das ganze Staatsgebiet verteilten GNSS-Referenzstationen. Die Dachmarke EPOSA entstand in Kooperation der Firmen ÖBB, BEWAG und WIENSTROM und wurde im Herbst 2009 das erste Mal der Öffentlichkeit vorgestellt. Die Herausforderung in Referenzstationsnetzen besteht darin, aus den GNSS-Beobachtungsdaten der koordinativ sehr genau bekannten vernetzten Permanentstationen entfernungsabhängige Fehler zu modellieren und diese in Form von Korrekturdaten in Echtzeit an den Nutzer zu übertragen. Dieser verwendet die Daten um seine Position im Idealfall innerhalb von wenigen Sekunden mit cm-Genauigkeit zu bestimmen. Die Ansprüche, die nutzerseitig an Referenznetzbetreiber gestellt werden, sind sehr hoch. Zum einen muss die Qualität der abgegebenen Korrekturdaten eine cm-ge-

naue Positionierung im gesamten Versorgungsgebiet erlauben. Zum anderen soll der Dienst jederzeit und mit hoher Zuverlässigkeit zur Verfügung stehen.

Das Ziel dieser Arbeit ist die reale Umsetzung dieser Vorgaben für den EPOSA Service zu untersuchen. Von den Betreibern des Referenzstationsnetzes wurden Datensätze zur Verfügung gestellt, die es erlauben Zustandsparameter des Netzes abzuleiten. Die Qualität der Daten einzelner Referenzstationen wurde anhand des Signal-Rausch-Verhältnisses, auftretender Mehrwegeausbreitungen und möglicher Abschattungen untersucht. Des Weiteren wurden die Zustandsdaten hinsichtlich der Verfügbarkeit des Dienstes, dem Zeitaufwand zur Festsetzung der Mehrdeutigkeiten innerhalb der Netzdaten und der Initialisierungszeit am Rover ausgewertet. Über den Auswertungszeitraum September 2009 konnte eine Verfügbarkeit des Dienstes zu 94% gewährleistet werden. Potential zu Verbesserungen ist bezüglich der Festsetzung der Mehrdeutigkeiten von Satellitenbeobachtungen in geringer Elevation und der darauf basierenden erreichbaren Qualität der Korrekturparameter gegeben. Auf fast allen Stationen konnte eine sehr gute Performance erreicht werden. Bei einer Aufstelldauer von 30 Sekunden bis 2 Minuten ist für den Nutzer durch die Verwendung der Echtzeit-Korrekturdaten eine hochgenaue Positionierung selbst im alpinen Raum des Versorgungsgebietes möglich.

## Positionierung mit RFID unter besonderer Berücksichtigung kinematischer Methoden

*Stefan Pongracz*

Diplomarbeit: Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Ingenieurgeodäsie, Technische Universität Wien, 2010

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

Diese Arbeit gibt einen Überblick über die aktuellen Methoden zur Positionierung mittels RFID und durch praktische Beispiele wird der Einsatz der Methoden und Techniken vermittelt. RFID steht für „Radio Frequency Identification“ und bedeutet „Identifizierung (z.B. der Position) mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen“. RFID-Sensoren zeichnen sich durch ihre vielseitige Verwendbarkeit aus und dem Leser soll ein gewisser Einblick in die Welt der Positionierung gegeben werden. In diesem Zusammenhang soll auch gezeigt werden, dass in Zeiten des GPS (Global Positioning System), vor allem für die Positionierung im Innenraum noch andere Möglichkeiten existieren, die teilweise sogar billiger und effizienter sein können. Die RFID-Sensoren bestehen aus zwei Elementen, nämlich dem Reader und dem Tag. Der Reader ist dabei die Empfangseinheit, die sich beim jeweiligen Benutzer befindet, wo hingegen die Tags an bestimmten Positionen in der Umgebung befestigt sind und durch ihr Signal dem Benutzer ermöglichen, seine Position, zum Beispiel auf einer Karte, wieder zu finden. RFID-Sensoren werden aber nicht nur zur Navigation (z.B.

von Fußgängern) verwendet, sondern werden auch zur Produktverfolgung in großen Lagerräumen oder ähnlichem eingesetzt.

Generell ist die Logistik das Haupteinsatzgebiet. Logistische Problemstellungen gehen quer durch alle Branchen. Manche Institutionen erhoffen sich darüber hinaus eine verbesserte Überwachung im Personen- und Warenverkehr. Der technische Aufwand und die Kosten sind überschaubar. Die zu erwartenden riesigen Datenmengen begrenzen aber die praktische Ausführung.

Nach einer kurzen Beschreibung der Grundlagen der RFID-Technologie, werden in der Arbeit die verschiedenen Positionierungsmethoden erklärt. Es handelt sich hierbei um die zellbasierte Positionierung (Cell-of-Origin, kurz CoO); das „Time of Arrival“-Verfahren (ToA), bei welchem die Position des Benutzers aus Distanzmessungen zu bekannten Punkten über Trilateration berechnet wird; sowie das „Angle of Arrival“-Verfahren (AoA), bei welchem mittels Triangulation über die gemessenen Einfallswinkel zu bekannten Punkten die Nutzerposition bestimmt wird. Weiters wird die RFID-Fingerprinting-Methode genauer behandelt, bei welcher aus Signalstärkenmessungen für jeden Bereich einen typischen Fingerabdruck erstellt wird, der dann mit einer Online-Datenbank verglichen wird und somit auf die Position des Benutzers schließen lässt. Bei der RFID-Fingerprinting-Methode kommen vier verschiedene Ansätze zum Einsatz. Diese wären:

- der „Direction-Based-Approach“ (kurz DBA), welcher verwendet werden kann, um die Position des Benutzers mit Messungen in vier Richtungen zu einem Tag zu schätzen;
- der „Tag-Based-Approach“ (kurz TBA), welcher verwendet werden kann, um die Position des Benutzers mittels Messungen zu mehreren Tags vorweg zu schätzen;
- der „Direction-Tag-Based-Approach“ (kurz DTBA), welcher verwendet werden kann, um die Position des Benutzers mittels Messungen in vier Richtungen zu vier Tags zu schätzen; sowie
- der „Heading-Based-Approach“ (kurz HBA), welcher verwendet werden kann, um die Position und Orientierung des Benutzers in einer Richtung zu mehreren Tags zu schätzen.

Bei all diesen Ansätzen wird die Signalstärkenmessung verwendet, um die Position zu schätzen und diese bedient sich eines Algorithmus, genannt „Nearest Neighbour in Signal Space“ (NNSS). In diesem Algorithmus wird die Euklidische Entfernung zwischen der gemessenen Signalstärke und jedem Fingerabdruck der Online-Datenbank im sog. „Signal Strength Space“ berechnet.

Im folgenden wird auf die Methoden, die in den Feldversuchen verwendet werden, näher eingegangen. Dies wären das CoO-Verfahren und die HBA-Methode. Testmessungen wurden in einem Bürogebäude der TU Wien durchgeführt. Da RFID Tags aus wirtschaftlichen Gründen nicht mit einer so hohen Dichte angebracht werden

können, dass eine lückenlose Positionierung gewährleistet ist, wurde zusätzlich ein low-cost Inertial Navigation System (INS) eingesetzt. Die kombinierte Positionsbestimmung erfolgte dann auch mit einem Kalman-Filter. Durch die Tests konnte gezeigt werden, welches Positionierungssystem sich im Innenbereich am besten eignet. Abschließend werden dann einige gängige Anwendungsbeispiele präsentiert, die auf die vorher erwähnten Positionierungsmethoden zurückgreifen. Es soll vor allem auch gezeigt werden, wie sich die RFID-Technik bereits in unser Leben eingegliedert hat und auch, dass eine ständige Weiterentwicklung dieser Technologie noch viele weitere Anwendungsmöglichkeiten mit sich bringen wird. Dies ist vor allem daran bemerkbar, dass die Bauteile immer kleiner werden und sich so leichter in andere Objekte integrieren lassen. Dies gilt sowohl für RFID- als auch für low-cost INS-Sensoren. Im besonderen Maße gewinnen INS-Sensoren immer mehr an Bedeutung, da auch sie Empfangslücken zwischen den RFID-Tags überbrücken können und immer bessere und genauere Daten liefern.

### **Evaluierung des Leica TS30 Präzisionstachymeters für statische und kinematische Aufgabenstellung**

*Ulrike Haumer*

**Diplomarbeit:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Ingenieurgeodäsie, Technische Universität Wien, 2010

**Betreuer:** O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Heribert Kahmen

Totalstationen werden nicht nur im Bereich der klassischen Vermessung eingesetzt. Vielmehr sind es mittlerweile Allround-Geräte für verschiedene Vermessungsbereiche. Ein Gebiet, in denen Totalstationen eingesetzt werden, ist die Beobachtung von kinematischen Trajektorien. In diesem Fall treten hohe Qualitätsansprüche an das Messsystem. Da ein bewegtes Objekt in nur einer Fernrohrlage beobachtet wird, kann der systematische Fehleranteil nicht eliminiert werden.

Für eine Beobachtung eines sich schnell bewegenden Objektes muss die Totalstation einige Merkmale aufweisen. Es wird eine schnelle Motorisierung benötigt, um eine hohe Beobachtungsgeschwindigkeit zu ermöglichen. Weiters ist eine flotte Distanz- und Winkelmessung vorteilhaft. Um den kinematischen Positionsfehler klein zu halten, ist einerseits eine schnelle Datenrate und andererseits eine gute Sensorsynchronisation notwendig.

In dieser Arbeit wird das Messsystem des Leica TS30 näher untersucht und mit anderen Vermessungsgeräten, wie zum Beispiel dem TPS1201 von Leica, dem S8 von Trimble, etc. verglichen. Einerseits werden kinematische Objektbeobachtungen untersucht, andererseits werden statische ATR-Genauigkeiten verglichen.

Der erste Teil behandelt die Aspekte einer bewegten Trajektorie, wie die Messrate, Sensorsynchronisation und die kinematische Positionsgenauigkeit. Die Untersuchungen erfolgen mit dem TS30 im Vergleich mit dem TPS1201 von Leica und dem S8 von Trimble.

Es werden drei unterschiedliche Tests durchgeführt. Im Ersten wird die Messrate mit den Herstellerangaben überprüft. Es stellt sich auch die Frage, ob es einen Unterschied gibt, wenn die Messdaten intern auf eine Speicherkarte oder extern am PC abgespeichert werden. Ein zweiter Test soll feststellen, ob die Sensoren im kinematischen Modus ausreichend gut synchronisiert sind und wie groß der kinematische Positionierungsfehler zu erwarten ist. Anschließend werden noch Genauigkeitsuntersuchungen durchgeführt. Hier wird überprüft, ob es Genauigkeitsunterschiede im kinematischen Messmodus bei unterschiedlichen Messraten gibt. Weiters werden die Unterschiede zwischen den verschiedenen kinematischen Messmodi (Tracking und Synchrotrack von Leica und Continuous Topo von Trimble) herausgearbeitet.

Der zweite Teil der Arbeit beschränkt sich auf statische Genauigkeitsuntersuchungen. Das Messsystem des TS30 wird auf die Genauigkeit der automatischen Zielerkennung geprüft und mit Konkurrenzprodukten, wie der TCA2003 von Leica oder der IS205 von Topcon verglichen.

### **Evaluierung des bildgebenden Deformationsmesssystems i-MeaS**

*Christine Knötzl*

**Diplomarbeit:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Ingenieurgeodäsie, Technische Universität Wien, 2010

**Betreuer:** O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Heribert Kahmen

Diese Arbeit beschäftigt sich mit einem neuen optischen Messsystem, i-MeaS, das dem Deformationsmonitoring instabiler Felswände dienen soll, und derzeit an der Technischen Universität Wien entwickelt wird. Es beruht auf einem modifizierten Leica TCRA1201+, in dessen Strahlengang ein CMOS-Sensor eingebaut wurde. Zwei bildgebende Tachymeter kommen im Rahmen der Deformationsmessung zum Einsatz, und werden über eine Steuerungszentrale kontrolliert. Sie nehmen georeferenziert Aufnahmen vom Messobjekt auf. In den Aufnahmen werden mit dem OpenSURF-Algorithmus markante Punkte gesucht und einander zugeordnet, die in weiterer Folge vom Bildkoordinatensystem in das Tachymeterkoordinatensystem übertragen werden. So kann jeder Objektpunkt koordinativ festgelegt werden. Die Messungen werden in den Folgeepochen wiederholt. Ziel ist es, eine möglichst große Menge gleicher Punkte am Objekt wiederzufinden. Das Deformationsmonitoring kommt somit ohne signalisierte Punkte aus. Um die Weiterentwicklung zu unterstützen wurden im Rahmen dieser Arbeit im Bereich Hardware, Software sowie theoretischer Aufgabenstellungen Tests durchgeführt, die eine Bewertung und Verbesserung des aktuellen Systems zulassen. Genauigkeitstests verschiedener Realisierungen der Messkonfiguration brachten die Erkenntnis, dass der Vorwärtsschnitt im Allgemeinen für das System besser geeignet ist als ein kombiniertes Polarverfahren. Dieser ist auch für lange Zielweiten einsetzbar und lässt



demnach einen größeren Spielraum für verschiedene Realisierungen von Messkonfigurationen zu.

Labortest bestätigten eine hinreichende Sensorstabilität, deckten jedoch Unzulänglichkeiten in der Kabelmontage auf, die sich direkt auf die Anzielgenauigkeiten auswirkten.

Eine Reihe von unterschiedlichen Felsaufnahmen unter wechselnden Beleuchtungsbedingungen wurden mit dem OpenSURF-Algorithmus behandelt. Eine Abschätzung der wichtigsten Parametereinstellungen konnte somit getroffen werden. Durch eine vorangehende Bildbearbeitung mit einer adaptiven, kontrastlimitierten Histogrammequalisierung wurden die Ergebnisse weiter verbessert.

Bei Onlinetests konnten die gefundenen Resultate bestätigt und erweitert werden. Als ein wichtiger Punkt dieser Arbeit ergaben sich Überlegungen zu einem neuen Aufnahmekonzept, das ausschließlich mit Kugelkoordinaten arbeitet. Eine Effizienzsteigerung hinsichtlich Zeit und Datenvolumen könnte durch Reduktion der Anzahl der Aufnahmen erreicht werden, wodurch die Berechnungszeit um einen großen Teil reduziert werden könnte. Im Fall der Aufnahmereihe unter realen Bedingungen wurden für eine Referenz- und eine Folgeepoche eine Rechenzeit von insgesamt ungefähr 10 Stunden benötigt. Das neue Aufnahmekonzept würde grundlegend zur Effizienzsteigerung beitragen, indem bis zu 6 Stunden eingespart werden können.

### **Entwicklung eines Kalman-Filters zur optimalen Positionsschätzung langsam bewegter Objekte**

*Andreas Eglseer*

**Diplomarbeit:** Institut für Geodäsie und Geophysik, Forschungsgruppe Ingenieurgeodäsie, Technische Universität Wien, 2010

**Betreuer:** Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Andreas Eichhorn

Diese Diplomarbeit behandelt die Entwicklung und Erprobung eines kartenunabhängigen Algorithmus zur autonomen, dreidimensionalen Positionierung von langsam bewegten Objekten im Freien (speziell im innerstädtischen Gebiet) und in Gebäuden. Zur optimalen ebenen Positionsschätzung enthält der Algorithmus als zentrales Element ein zeitdiskretes Kalman-Filter, das absolute und relative Positionsdaten von Messensoren (GPS Empfänger Garmin eTrex Summit, digitaler magnetischer Kompass Honeywell HMR 3000, Pedometer und Kreisel mit magnetischem Kompass GyroDRM) mit einem kausal modifizierten kinematischen Bewegungsmodell verknüpft. Zusätzliche Kriterien bzw. alternative Strategien, die den Zustand des Filters und des Fußgängers sowie die aktuelle Verfügbarkeit der Signale der Messensoren berücksichtigen, steigern die Genauigkeit und Zuverlässigkeit.

Zur Ermittlung der Höhe wird der Ansatz eines Kalman-Filters verwendet, das den mit dem Digitalbarometer Vaisala PTB 220 gemessenen, sprunghaften

Verlauf der Höhe „glättet“. Neben der Bestimmung der 3D-Position (z.B. für die Zuordnung eines Stockwerkes) wird dadurch die korrekte Auswahl von unterschiedlichen Schrittlängen anhand der aktuellen Höhendifferenzen gesteigert.

Anhand von zwei durchgeführten Testmessungen wird der entwickelte, für Echtzeitanwendungen adaptierbare Algorithmus im Postprocessing erprobt und analysiert.

### **Vervollständigung von Stadtmodellen mittels Distanzkameras**

*Stefan Niedermayr*

**Diplomarbeit:** Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2010

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

In letzter Zeit steigt der Bedarf an immer detaillierteren 3D-Stadtmodellen. Typischerweise werden zur Erfassung der Daten, aus denen in weiterer Folge ein Modell abgeleitet wird, flugzeuggetragenes Laser-scanning und Luftbildphotogrammetrie eingesetzt. Zur Erstellung von hoch detaillierten Stadtmodellen sind zusätzlich auch terrestrische Methoden notwendig.

Beim sogenannten ‚Range Imaging‘ (RIM) kommen Kameras zum Einsatz, deren Sensoren für alle Pixel gleichzeitig die Laufzeit eines emittierten Signals bestimmen, woraus die Distanzen zum Objekt unmittelbar bestimmbar sind. Gleichzeitig zur Distanz wird die Amplitude des reflektierten Signals aufgezeichnet, sodass neben dem Distanzbild ein Amplitudenbild erzeugt werden kann, wobei mehrere Bilder pro Sekunde aufgenommen werden können. Spezielle Kameras, welche auf Photomischdetektoren (PMD) basieren, werden mittlerweile kostengünstig in Serie produziert. PMD-Kameras weisen maximale Aufnahmedistanzen von etwa zehn Metern auf, weshalb sich diese potentiell für terrestrische Detailaufnahmen zur Erstellung von Stadtmodellen eignen.

In der vorliegenden Arbeit wird ein Verfahren vorgestellt, mithilfe dessen es möglich ist, aus den mit einer Distanzkamera gewonnenen Daten ein Objekt in der Größenordnung von mehreren Metern aufzuzeichnen, und daraus ein Modell abzuleiten. Dabei treten für Distanzkameras extrem große Distanzen auf, wodurch insbesondere die Distanzbilder ein starkes Rauschen aufweisen. Aufgrund dessen wird die Kamera während der Aufnahmen auf ein Stativ montiert, und eine Sequenz von Bildern mit gleicher Orientierung gemittelt (statische Bilder). Die Orientierung der Aufnahmen erfolgt in zwei Stufen. Zur näherungsweise Orientierung werden die Amplitudenbilder und die Distanzbilder, die während der Bewegung der Kamera zwischen den statischen Bildern aufgezeichnet wurden (bewegte Bilder), verwendet. In den Amplitudenbildern, die eine höhere Präzision als die Distanzbilder aufweisen, werden mittels des Speeded-Up Robust Features (SURF)-Algorithmus Verknüpfungspunkte im Bildraum ermittelt. Die Distanzbilder werden verwendet, um diese Verknüpfungspunkte in den Objektraum zu übertragen und

die Orientierung eines Bildes mittels eines räumlichen Rückwärtsschnittes aus jener des vorangehenden Bildes zu berechnen. Die Fein-Orientierung erfolgt über 3D-Punktwolken, die aus den statischen Distanzbildern durch eine Variante des Iterative Closest Point (ICP)-Algorithmus berechnet werden. Als Modell und Ergebnis dient eine Triangulation der fein-orientierten, vereinigten Punktwolken.

Zur beispielhaften Anwendung dieses Verfahrens wird ein Teil einer Einkaufspassage aufgezeichnet und ausgewertet. Das Ergebnis nach der Modellierung ist optisch ansprechend, weist jedoch einen erheblichen Unterschied in der Skalierung zwischen Objekt und Modell auf. Zudem sind lokale Deformationen im Modell vorhanden.

### **Land-use change modeling in the Brazilian Amazon – Exploring the impact of environmental factors**

*Thomas Piribauer*

**Diplomarbeit:** Institut für Geoinformation und Kartographie, Forschungsgruppe Geoinformation, Technische Universität Wien, 2010

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

Der Amazonas-Regenwald ist der größte tropische Regenwald der Welt mit einer Größe von circa 5,5 Millionen km<sup>2</sup>. In den letzten Jahrzehnten wurde der Amazonas-Regenwald massivem Druck durch den Menschen ausgesetzt.

Um den menschlichen Einfluss auf tropische Wälder zu kontrollieren und wichtige Ökosystemdienstleistungen zu erhalten, besteht die Notwendigkeit anthropogene Entwicklungen in tropischen Regionen zu verstehen. Land-Use and Land-Cover Change (LUCC) Modelle wurden für diesen Zweck entwickelt. Statistische Modelle, welche als Grundlage für LUCC-Modelle dienen können, spiegeln Verbindungen zwischen unterschiedlichen landnutzungsbestimmenden Faktoren und Landnutzungsklassen wider. Weiters ist das Zusammenspiel zwischen Landnutzungsveränderungen und lokalem und globalem Klima von großer Bedeutung.

Mit dieser Arbeit soll ein Schritt in Richtung Koppelung von Klima- und LUCC-Modellen gemacht werden, um die Repräsentation der komplexen bi-direktionalen Interaktionen zwischen diesen Wissensgebieten zu verbessern. Für diesen Zweck wurden ein Potentielles Vegetations Modell (CPTEC-PVM) und das dazugehörige Wasserhaushaltsmodell in derselben Modellierungsumgebung (TerraME) wie ein auf verschiedenen Maßstäben basierendes, räumlich-explicit, dynamisches LUCC-Modell (AmazonClueINPE) implementiert. Der Einfluss von hydrologischen und weiteren umweltbedingten Faktoren auf die, durch den Menschen beeinflusste, räumliche Entwicklung des brasilianischen Amazonasgebiets wurde untersucht um statistische Modelle zu erstellen. Diese Modelle -sollten dazu dienen die räumlichen Abholzung- und Landnutzungsstrukturen zu rekonstruieren.

Die wissenschaftliche Frage dieser Diplomarbeit ist daher zu verstehen wie hydrologische Faktoren von einem Wasserhaushaltsmodell in Verbindung mit weiteren umweltbedingten Variablen, wie Hangneigung und Geländehöhe, helfen können um Landnutzungsveränderungen im Amazonasgebiet zu prognostizieren und den Aufbau von gekoppelten Klima-LUCC Modellen in der Zukunft zu erleichtern.

Die Resultate der statistischen Analyse zeigten die Aussagekraft einiger hydrologischer und umweltbedingter Faktoren um temporäre Landwirtschaft und Weideland im Untersuchungsmaßstab zu unterscheiden. Jedoch konnte auf Basis der Ergebnisse der dynamischen Modellierung keine Verbesserung ausschließlich aufgrund dieser Faktoren festgestellt werden. Die Resultate waren, bedingt durch den größeren Einfluss anderer bestimmender Faktoren, ähnlich. Diese betrafen hauptsächlich die Konnektivität und Erreichbarkeit.

Dennoch wird erwartet, dass die Integration von hydrologischen und bio-physikalischen Faktoren eine sinnvolle Ergänzung in angewandten Modellierungsverfahren ist, um Landnutzungsveränderungen zu untersuchen.

Weiters liefert die Implementierung des Potentiellen Vegetation Modells und des dazugehörigen Wasserhaushaltsmodells in der TerraME Modellierungsumgebung neue Möglichkeiten um die Interaktion zwischen Klima-, Vegetations- und LUCC-Modellen zu erforschen.

### **Qualitätsverbesserung im deutschen Liegenschaftskataster**

*Markus Baumgartner*

**Diplomarbeit:** Institut für Geoinformation und Kartographie, Forschungsgruppe Geoinformation, Technische Universität Wien, 2010

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

Die Qualität des österreichischen Liegenschaftskatasters entspricht nicht durchgehend den hohen Anforderungen, die in seiner Funktion als Geobasisinformationssystem an ihn gestellt werden. Es ist eine der Herausforderungen des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, die Qualität des Katasters zu verbessern. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland durchgeführten Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung der Liegenschaftskataster zu untersuchen und zu beurteilen, ob diese Maßnahmen für eine Hebung der Qualität des österreichischen Katasters prinzipiell tauglich sind. Da die Liegenschaftskataster in der BRD dem österreichischen strukturell im allgemeinen sehr ähnlich sind, ist ein solcher Vergleich von praktischem Interesse. Die Arbeit behandelt eingangs Konzepte und Begriffe des deutschen Liegenschaftskatasters. Des weiteren wird der Qualitätsbegriff im Kontext der Fragestellung erörtert. Kernstück der Arbeit bildet die nach Themenkomplexen gegliederte Untersuchung der in den

deutschen Bundesländern getroffenen Maßnahmen zur Qualitätsverbesserung.

Abschließend erfolgt ein Vergleich der Situation des österreichischen mit den deutschen Liegenschaftskatastern und eine Bewertung der untersuchten Maßnahmen hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit in Österreich. Es wird der Schluss gezogen, dass eine Orientierung an den deutschen Regelungen und Maßnahmen in mehreren Punkten sinnvoll wäre und bestehenden Forderungen österreichischer Fachleute entspräche. Eine Intensivierung der Zusammenarbeit und des Erfahrungsaustauschs der Vermessungsverwaltungen über die Staatsgrenzen hinweg scheint jedenfalls empfehlenswert.

### **Möglichkeiten der nutzerspezifischen Gestaltung von LBS mit Daten aus Social Networks**

*Christian Morandell*

**Diplomarbeit:** Institut für Geoinformation und Kartographie, Forschungsgruppe Kartographie, Technische Universität Wien, 2010

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

Standortbezogene Dienste (Location Based Services, kurz LBS) haben in den letzten Jahren im Bereich der mobilen Anwendungen zunehmend an Bedeutung gewonnen, weil in der Entwicklung von Positionierungsverfahren, Kommunikationstechnologien und leistungsfähigen Endgeräten bedeutende Fortschritte gemacht wurden. Ebenso erfreuen sich Soziale Netzwerke zunehmender Beliebtheit. Eine der größten Herausforderungen standortbezogener Dienste ist die nutzerbezogenen Gestaltung der Dienstleistung. Soziale Netzwerke enthalten eine Vielzahl an Nutzerinformationen. Daher ist das Ziel dieser Diplomarbeit die Erarbeitung eines Konzepts, mit welchem Daten aus Sozialen Netzwerken in den Personalisierungsprozess von standortbezogenen Diensten integriert werden können. Das Auslesen der Nutzerdaten aus den Sozialen Netzwerken soll mit Googles Programmierschnittstelle OpenSocial erfolgen.

Die vorgestellten Methoden betreffen einerseits die Selektion und Filterung von nutzerrelevanten Objekten aus einer Menge von Datenbankeinträgen und andererseits die Personalisierung der Visualisierung ortsbezogener Daten. Ein dritter Aspekt ist die Möglichkeit Interaktionsinformationen aus Sozialen Netzwerken für die Entwicklung eines Bewertungssystems von Suchergebnissen zu nutzen. Die Filterung nutzerrelevanter Daten wird im Rahmen einer, als Mashup realisierten, Beispielanwendung angewandt.

Nach einer kurzen Einleitung beginnt die Arbeit mit einer Einführung in die Grundlagen von standortbezogenen Diensten und des Web 2.0. Es folgt eine Diskussion über die Personalisierung von ortsbezogenen Dienstleistungen in der hauptsächlich auf die Bedeutung der Begriffe Kontext und Adaption eingegangen wird. Anschließend wird die Datenstruktur von Sozialen Netzwerken analysiert und die OpenSocial API evaluiert. Es folgt eine Beschreibung des entwickelten Konzepts.

Anschließend wird auf die programmtechnische Umsetzung eines Teilaspekts (der Filterung von nutzerbezogenen Inhalten) des vorgestellten Konzepts eingegangen wird. Am Ende der Diplomarbeit stehen eine Zusammenfassung und ein Ausblick auf offene Forschungsfragen.

### **Untersuchung des mobilen Feldkomparators FC 2009 für die Bestimmung des zyklischen Phasenfehlers von EDM-Geräten**

*Johannes Paulitsch*

**Diplomarbeit:** Institut für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme, Technische Universität Graz, 2010

**Betreuer:** Dipl.-Ing. Dr. Helmut Woschitz

Die Existenz von zyklischen Fehlern bei elektrooptischen Distanzmessern ist seit vielen Jahren bekannt. Durch die rasante Entwicklung von leistungsfähigen und hochgenauen Messinstrumenten in den vergangenen Jahren ist die Bedeutung des zyklischen Fehlers jedoch zurückgegangen und dieser wird heute oft ignoriert. Bei Präzisionsmessungen spielt dieser Fehler aber nach wie vor eine wichtige Rolle und die Bestimmung des zyklischen Fehlers ist ein wesentlicher Bestandteil bei der Kalibrierung von elektronischen Distanzmessgeräten. Für eine Modellierung werden Informationen über das Verhalten des zyklischen Fehlers über den gesamten Messbereich des EDM-Geräts benötigt. Daher ist eine Bestimmung des zyklischen Phasenfehlers auf einer EDM-Prüfanlage in einem Labor mit in der Regel eher kurzen Kalibrierstrecken (oft unter 50 m) nicht ohne Annahmen möglich. Am Institut für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme der Technischen Universität Graz wurde daher als Ergänzung des bestehenden 30 m langen Horizontalkomparators ein mobiler Feldkomparator gebaut, der zur Bestimmung des zyklischen Phasenfehlers bei beliebigen, im Messbereich des jeweiligen Gerätes liegenden, Distanzen verwendet werden kann. Dieser mobile Feldkomparator, mit einem 3 m langen Heidenhain Glasmaßstab als Längenreferenz, wird im Zuge dieser Masterarbeit erstmals untersucht und eingesetzt. Neben der Untersuchung der Eigenschaften des mobilen Feldkomparators wurde ein prinzipieller Funktionstest, und Tests zur Beurteilung der Feldtauglichkeit durchgeführt sowie Korrekturen erarbeitet, ohne die die geforderte Genauigkeit nicht erreicht werden kann. Weiters wird ein geeigneter Messablauf beschrieben, der die Möglichkeit einer semiautomatischen Messung aufzeigt. Dieser wurde anhand einer exemplarischen Bestimmung des zyklischen Fehlers bei einem Distanzbereich außerhalb des Labors getestet und damit ein experimenteller Eigenschaftstest des mobilen Feldkomparators durchgeführt.

Die Arbeit liefert damit alle nötigen Grundlagen um die Bestimmung des zyklischen Phasenfehlers mit dem neu entwickelten mobilen Feldkomparator durchführen zu können und ermöglicht damit künftig Detailuntersuchungen individueller Geräte.

## Untersuchung des faseroptischen Messsystems „SOFO Dynamic“

Martin Heim

**Diplomarbeit:** Institut für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme, Technische Universität Graz, 2010

**Betreuer:** Dipl.-Ing. Dr. Helmut Woschitz

Ziel dieser Masterarbeit war die Untersuchung der Präzision und Genauigkeit des faseroptischen Messsystems SOFO Dynamic (Hersteller Smartec SA, Schweiz, Teil der Roctest Gruppe) im Rahmen diverser Prototypentests. Dabei wurden insbesondere Experimente im Messlabor des Instituts für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme an der TU Graz durchgeführt, um Informationen für den Feldeinsatz abzuleiten. Ein wesentlicher Teil dieser Arbeit beschäftigt sich mit der Ermittlung der Präzision unter Verwendung mehrerer SOFO Sensoren auf Basis verschiedener Experimente. Diese Versuche zeichnen sich durch Variation jener Parameter aus, die Indikatoren für die Lichtintensität der Sensoren sind, sowie auch durch unterschiedliche Beobachtungszeiten.

Durch Frequenzanalyse der Daten und Beobachtungen des Verkehrs an der parallel zum Labor anliegenden Straße wurde festgestellt, dass die hochpräzisen Messdaten durch die vorbeifahrenden Fahrzeuge beeinflusst werden, obwohl das Messlabor vom Gebäude entkoppelt ist. Für die Berechnung der Präzision der Messungen wird zur Eliminierung der niedrigen Frequenzen ein Hochpass-Filter und zur Unterdrückung der Fahrzeugfrequenzen ein Bandstop-Filter verwendet. Die Standardabweichungen liegen in Abhängigkeit des verwendeten Sensors und der Abtastrate zwischen 0.01 nm bei 1 Hz und 2.6 nm bei 20 kHz. Weiters wird das Driftverhalten des Messgeräts untersucht, welches unter anderem abhängig von der Betriebstemperatur ist. Um das Aufheizverhalten des SOFO Dynamic Messgeräts zu analysieren wurden die Messungen im Kaltzustand des Instruments gestartet. Dabei ist ein Kurzzeit-Driften von unter 2.7 microns/h festgestellt worden. Bei analysierten Langzeitmessungen von einer Woche wurden Driften von maximal 2.2 microns berechnet, die sich im Vergleich zu absoluten Messungen mit dem SOFO Static Messgerät ergeben. Die Ergebnisse zeigen, dass die vom Hersteller Smartec SA angegebenen Systemeigenschaften des Geräts unter Laborbedingungen erreicht werden können und teilweise sogar besser sind.

## Vorwärtsmodellierung des Schwerfeldes zur Analyse von Eismassenvariationen am Beispiel Novaya Zemlya

Christoph Gisinger

**Diplomarbeit:** Institut für Navigation und Satellitengeodäsie, Technische Universität Graz, 2010

**Betreuer:** Univ.-Prof. Mag. Dr. Roland Pail

Das Schwerfeld der Erde ist das Produkt des komplexen Aufbaus unseres Planeten und spiegelt die Struktur der heterogenen Massenverteilung im Erdin-

neren wider. Da diese Massenverteilung ständigen Veränderungen unterworfen ist, gilt das Gleiche auch für das Schwerfeld, denn seine zeitliche Variation steht in direkter Verbindung zu den geophysikalischen Massentransporten wie Ozeanströmungen, hydrologischen Zyklen oder geologischen Prozessen. Nicht zuletzt deshalb steht es in den letzten Jahren verstärkt im Fokus der Weltraumorganisationen und dem Schwerfeld zugeordnete Satellitenmissionen erweitern kontinuierlich unser Wissen über die Erde. Eine Schweremesung beinhaltet immer das vollständige Schwerfeld und es besteht die Schwierigkeit, die Signalanteile eines einzelnen geophysikalischen Prozesses herauszufiltern. Aus diesem Grund wurden in dieser Arbeit die Möglichkeiten der Vorwärtsmodellierung untersucht, welche dabei helfen kann, die Größenordnungen von Massenveränderungen im Schwerfeld zu beurteilen. Das Konzept basiert auf der Modellierung einer Massenverteilung, bestehend aus digitalem Geländemodell und Dichteinformation, deren gravitativer Effekt über geschlossene Formeln berechnet werden kann, wodurch eine synthetische Schwerfeldlösung entsteht. Die vorliegende Arbeit beschreibt die Erstellung und Validierung einer geeigneten Software für die Vorwärtsmodellierung sowie die komplexe Datenfusionierung zur Erstellung des kombinierten Gelände-Dichte Modells am Beispiel der Insel Novaya Zemlya in der eurasischen Arktis. Der nördliche Abschnitt der Insel und die umgebenden Regionen wurden vollständig digital nachgebildet, mit dem Ziel, das darauf liegende Eis mit einer Ausdehnung von etwa 22.000 km<sup>2</sup> bezüglich seiner Interaktion mit dem Schwerfeld zu untersuchen. Einerseits wurden für dieses Modell unterschiedliche Konfigurationen berechnet, um so synthetisch die Parameter wie Gestein, Eisdichte oder Eismenge auf ihre Interaktion mit dem Schwerfeld zu analysieren. Andererseits wurde die Eisveränderungen der letzten 50 Jahre im Modell nachgebildet und deren Auswirkung auf das Schwerfeld untersucht. Die Ergebnisse aus den Untersuchungen der Modellparameter zeigen, dass sich die synthetische Änderung der Eismassen auf Novaya Zemlya im Bereich von wenigen Milligal im Schwerfeld niederschlägt. Dieser Einfluss setzt sich grundsätzlich aus geometrischen Änderungen (Akumulation, Abschmelzen) sowie Dichteänderungen zusammen, wobei die Dichtevariation des Eises, mit Auswirkungen von weniger als 1 mgal, den deutlich geringeren Anteil ausmacht. Durch die realistische Nachbildung der Eisveränderung der letzten 50 Jahre konnte gezeigt werden, dass aktuelle Schwerfeldsatelliten noch nicht in der Lage sind, solche lokal begrenzten Eismassenvariationen zu detektieren, da vor allem die räumliche Auflösung bzw. die Messgenauigkeit hier noch zu sehr limitieren, um diese, selbst über mehrere Jahre hinweg, geringen Signale extrahieren zu können. Deshalb können heutige Schwerfeldsatelliten vorerst nur großräumige Eisveränderungen detektieren, wie sie momentan unter anderem in der Antarktis oder Grönland auftreten.

## Leistungsanalyse von VRS-Systemen im Einsatz für die Katastervermessung

*Norbert Zehentner*

Diplomarbeit: Institut für Navigation und Satellitengeodäsie, Technische Universität Graz, 2010

Betreuer: Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Norbert Kührtreiber

Seit einigen Jahren werden in der Vermessung vermehrt satellitengestützte Positionierungsmethoden eingesetzt. Dabei hat sich vor allem die RTK-Technologie weit verbreitet. Waren anfangs noch lokale Referenzstationen notwendig, so sind mittlerweile flächendeckende Referenzstationsnetze für ganz Österreich verfügbar. Diese Neuerung macht den Einsatz von RTK noch attraktiver und effizienter. Da die Methode eine Positionierung mit cm-Genauigkeit ermöglicht, wird sie auch im Bereich der Katastervermessung eingesetzt. Für Arbeiten im Kataster gibt es gesetzliche Vorgaben über die einzuhaltende Punktlagegenauigkeit. Dabei stellt sich nun die Frage, ob und unter welchen Umständen diese Richtlinien von RTK in Referenzstationsnetzen erfüllt werden. Ziel dieser Arbeit war anhand von Testmessungen festzustellen, welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen um ein „gutes“ Messergebnis zu erhalten. Durchgeführt wurden Messungen mit Instrumenten der Hersteller Leica, Trimble, Topcon und Javad. Korrekturdaten wurden von den Referenzstationsnetzen APOS, EPOSA und NetFocus verwendet. Die mögliche Leistungsfähigkeit der Technologie unter idealen Voraussetzungen wurde bereits mehrfach untersucht, deshalb wurde bei den Beobachtungen besonderes Augenmerk auf schlechte Umgebungsbedingungen gelegt. Die Instrumente liefern eine geschätzte Positionsgenauigkeit, DOP-Werte, Satellitenanzahl und weitere Parameter anhand derer die Qualität der Ergebnisse beurteilt werden kann. Doch keine dieser Größen kann die erreichte Genauigkeit 100%ig festlegen.

Deshalb wurde die Punktlagegenauigkeit der Messungen empirisch ermittelt und anschließend mit den Instrumentenangaben verglichen. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass RTK unter nahezu allen Bedingungen für den Einsatz im Kataster geeignet ist. Dabei ist es unwesentlich welches Instrument oder welches Referenzstationsnetzwerk eingesetzt wird. Alle getesteten Kombinationen erfüllen die Vorgaben. Lediglich zwischen den einzelnen Netzen bestehen leichte Genauigkeitsunterschiede.

Die Messungen haben auch gezeigt, dass unter schlechten Bedingungen durchaus Abweichungen auftreten. Deshalb sollte RTK in der Katastervermessung nicht bedenkenlos eingesetzt werden. Um die Messumgebung richtig einzuschätzen und damit die Wahrscheinlichkeit von Fehlern zu reduzieren, muss ein Anwender Basiswissen über RTK und GNSS im Allgemeinen mitbringen. Einen ersten Einstieg in diese Thematik soll diese Arbeit bieten.

## Automatische Generierung von Kronenoberflächenmodellen in bewaldeten Gebieten aus hochauflösenden digitalen UltracamD Luftbildern unter Verwendung multipler Stereobildpaare

*Martin Ofner*

Diplomarbeit: Institut für Fernerkundung und Photogrammetrie, Technische Universität Graz, 2010

Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Forstwirt Dr. Mathias Schardt

Digitale Oberflächenmodelle stellen wichtige Planungsgrundlagen für verschiedenste Applikationen dar. Die automatische Ableitung forstlicher Parameter wie Baumhöhe, Stammzahl und Kronendurchmesser stellt eine dieser Applikationen dar. Die Verfügbarkeit digitaler hochauflösender extrem überlappender Ultracam Luftbilder eröffnet neue Perspektiven bezüglich einer automatischen Erstellung von Oberflächenmodellen. Ziel dieser Arbeit war die Erstellung eines Oberflächenmodells aus dem Ultracam Daten unter Ausnutzung der vorhandenen Mehrfachüberlappungen.

Gleichzeitig wurde ein Vergleichsmodell aus zwei Bildern erstellt, dass dem klassischen Ansatz eines einzelnen Stereobildpaares entspricht. Die erstellten Modelle wurden anhand von Laserscannerdaten und im Feld erhobenen Referenzdaten evaluiert. Erwartungsgemäß zeigte der Ansatz mittels MULTI-Bildkorrelation im Vergleich zum klassischen Stereobildpaar deutliche Verbesserungen in der Erfassung von vertikal stark strukturierten Bereichen wie Waldflächen. Speziell im Bereich von Waldrändern und Einzelbäumen zeigten sich deutliche Qualitätsverbesserungen in der 3D-Rekonstruktion. Im Vergleich zu 356 im Feld gemessenen Baumhöhen unterschätzt das DOM aus dem MULTI-Bildansatz die Baumhöhen im Mittel um 0.8 m, und das DOM aus dem Zwei-Bildansatz um 1.3 m. Ein Vergleich mit einem LiDAR DOM bestätigt die Konkurrenzfähigkeit des MULTI-Bildansatzes bezüglich der Nachbildung von Kronenformen und der Erfassung von Einzelbäumen und deren Höhen.

## Die Rolle einer inertialen Messeinheit in der Anwendung Moving-Base Gravimetry

*Roman Lesjak*

Diplomarbeit: Institut für Navigation und Satellitengeodäsie, Technische Universität Graz, 2010

Betreuer: Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Norbert Kührtreiber

Inertiale Navigationssysteme (INS) ermöglichen die relative Positionsbestimmung anhand von Accelerometern und Kreiseln und kommen immer dann zum Einsatz, wenn die satellitengestützte Positionierung an ihre Grenzen stößt. Meist werden INS in Kombination mit GNSS eingesetzt, um die Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu verbessern, bei entsprechender Qualität des INS ist jedoch auch eine eigenständige Positionsbestimmung mit sehr guter Genauigkeit auf kurze

Zeit möglich. Diese Masterarbeit beinhaltet im ersten Teil Untersuchungen des qualitativ hochwertigen Strapdown INS iMar iNav-RQH-003. Zur Kontrolle der Spezifikationen und zur Untersuchung der Systemeigenschaften wurden mehrere Messungen unter Laborbedingungen sowie in der freien Natur durchgeführt, welche zum Teil mithilfe von Neigungssensoren kontrolliert wurden. Der zweite Teil der Arbeit befasst sich mit der Implementierung von Self-Alignment Algorithmen mit und ohne Fehlermodell sowie mit unterschiedlichen Integrationsverfahren in der Strapdown Auswertung. Es werden die entwickelten Algorithmen verglichen und es wird gezeigt, worauf bei der Datenaufzeichnung und der Auswertung besonders zu achten ist. Zusätzlich wird analysiert, inwieweit durch die Messdatenfilterung Verbesserungen erzielt werden können. Außerdem findet ein Vergleich mit der kommerziellen Software Inertial Explorer statt. Der dritte Teil der Arbeit beschäftigt sich mit der Strapdown Inertial Scalar Gravimetry, wobei anhand einiger Messfahrten und einiger stationärer Aufzeichnungen in Ruhe untersucht wird, ob die absolute und relative terrestrische Moving-Base Gravimetry im Stop-and-Go Modus möglich ist. Die Untersuchungen zur Moving-Base Gravimetry machen deutlich, dass aufgrund der Einschaltvariationen in den Accelerometer Biases die Absolutgravimetrie nicht möglich ist. Die Relativgravimetrie liefert Ergebnisse mit einer Standardabweichung  $< 5.6$  mGal. Bei einem Vergleich mit Referenzwerten weichen diese im Mittel um nicht signifikante 4.2 mGal ab.

### **Trajektorienbestimmung mittels Integration von GNSS und IMS – Genauigkeitsuntersuchung unterschiedlicher Systeme und Kopplungsarten**

*Klemens Längauer*

**Diplomarbeit:** Institut für Navigation und Satellitengeodäsie, Technische Universität Graz, 2010

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

Globale Satellitennavigationssysteme (GNSS) dienen vielen Anwendungen als zentrales Navigationsinstrument. Werden allerdings höhere Genauigkeiten und Zuverlässigkeiten gefordert oder soll zusätzlich die Ausrichtung des Vehikels bestimmt werden, müssen weitere Sensoren mit den GNSS-Empfängern kombiniert werden. In diesem weiten Feld der Sensorfusion hat sich die Integration von GNSS und inertialen Messsystemen (IMS) als besonders gewinnbringend herauskristallisiert.

Diese Masterarbeit untersucht die Integration von GNSS und IMS mit Fokus auf drei wichtigen Punkten:

- Auswertung mit kommerzieller Software und Einfluss einzelner Parameter
- Vergleich unterschiedlicher Preisklassen der Sensoren
- Vergleich unterschiedlicher Kopplungsarten der Integration

Für die notwendigen Tests wurde eine Messplattform geschaffen, die auf einem Auto montiert werden kann und Platz für drei GNSS-Empfänger und drei inertielle Messeinheiten (IMUs) verschiedener Preisklassen bietet. Die Messfahrt wurde südlich von Graz auf einer etwa 15km langen Strecke durchgeführt, wobei zu Beginn und am Ende eines jeden Abschnitts Zeit für das statische Alignment der IMUs gewährt wurde. Die Auswertung der Daten und Integration erfolgte in der kommerziellen Software Inertial Explorer. Die Arbeit beschreibt einzelne Parameter der Auswertung und untersucht den Einfluss einer eventuell falschen Wahl dieser Parameter auf die resultierende Trajektorie. Konkret beleuchtet werden die Auswirkungen eines falschen Hebelarms zwischen IMU und GNSS-Phasenzentrum, falscher Zeitsynchronisierung und eines falschen IMU-Fehlermodells. Es werden die selben Abschnitte der Messfahrt mit unterschiedlichen Sensor-Kombinationen und verschiedenen Kopplungsarten ausgewertet. Die Ergebnisse in Position und Attitude können so miteinander verglichen werden. Neben den Standardabweichungen der Parameter können auch tatsächliche Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten berechnet werden. Vor allem dem Vergleich der losen und engen Kopplung wird vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt und die Ergebnisse zeigen eine starke Abhängigkeit von der Verfügbarkeit von GNSS-Signalen: Bei durchgängigem GNSS-Empfang liefert die lose Kopplung bessere Ergebnisse, während bei langen Phasen mit unzureichender Anzahl an Satelliten die enge Kopplung zuverlässiger ist.

### **Solution approaches for a Service Technician Routing and Scheduling Problem in the context of a public utility company in Carinthia, Austria**

*Andreas Böhm*

**Diplomarbeit:** Studiengang Spatial Decision Support

Systems, Fachhochschule Technikum Kärnten, 2010

**Betreuer:** FH-Prof. Dr. Gernot Paulus (FH Kärnten), Dr. Karl-Heinrich Anders (FH Kärnten), Dr. Günter Kiechle (Salzburg Research Forschungsgesellschaft), Dipl.-Ing. (FH) Norbert Fischer (KELAG Wärme GmbH)

Diese Master Arbeit (Diplomarbeit) beschäftigt sich mit der Frage nach Nützlichkeit und Anwendbarkeit von Tourenoptimierung für eine Problemstellung innerhalb eines Energieversorgungsunternehmens (Fernwärme). Dessen Servicetechniker müssen in regelmäßigen Abständen die Zählerstände bei den Kunden ablesen. Genau dieser Ablauf wird in der Arbeit beleuchtet. Dieses Problem der Routenplanung entspricht zum Teil dem Traveling Salesman Problem und bis zu einem gewissen Grad auch dem Vehicle Routing Problem welche hier vorgestellt werden. Mögliche Lösungsansätze werden unterteilt in Heuristiken, Meta-Heuristiken und exakte Lösungsansätze.

Die Master Arbeit beginnt mit Erläuterungen über den theoretischen Hintergrund. Außerdem wird der – sehr wichtige – Teil der Datenerhebung detailliert beschrie-

ben. Die Daten wurden während einer Ableseperiode erhoben. Danach wurden sie entsprechend bearbeitet um sie dann mit Optimierungswerkzeugen verwenden zu können. Es werden drei verschiedene Werkzeuge vorgestellt. Das erstere ist die Implementierung einer Konstruktionsheuristik und einer Verbesserungsheuristik in Python. Zwei weitere Werkzeuge, nämlich der ZeroRoutenPlanner (online verfügbar) und Microsoft MapPoint 2006 werden vorgestellt um die Qualität der heuristischen Ergebnisse vergleichen zu können. Eines der Ergebnisse ist, dass es möglich ist die erhobenen Daten mit den vorgestellten Optimierungsprogrammen zu untersuchen. Außerdem enthalten die erhobenen Daten eindeutig Optimierungspotential. Das festgestellte Ausmaß der Einsparungsmöglichkeiten ist jedoch nicht so umfangreich, dass es den benötigten Aufwand rechtfertigt. Natürlich hängt die Qualität der Ergebnisse mit dem Optimierungstool zusammen. Dies bedeutet zum Beispiel, dass die Heuristiken die Ergebnisse zwar in kürzester Rechenzeit ermitteln, dafür allerdings die Qualität eher mittelwertig ist. Mappoint hingegen liefert bessere Ergebnisse jedoch benötigt die Software dafür auch mehr Rechenzeit.

### **Development of a spatial decision support model for sewer maintenance**

*Marco Gabelli*

**Diplomarbeit:** Studiengang Spatial Decision Support Systems, Fachhochschule Technikum Kärnten, 2010  
**Betreuer:** Prof. Dr. Rita Ugarelli (University of Bologna/Italien), FH-Prof. Dr. Gernot Paulus (FH Kärnten)

There are millions of kilometres of public and private drain and sewer assets in the European Countries, that represent the transport infrastructure for wastewater and storm water (either in the form of separated or combined networks) to treatment plants, or via overflows to natural water courses. The assets become older and older with time. This means that, if public utilities will not develop effective management strategies, they will soon have to face relevant costs for replacement or renewal.

The management of urban drainage system is very country dependent, and consequently different techniques for monitoring and inspection have been developed to identify key assets within a sewer network. A key asset is defined as an entity, within the network, whose proper functioning is strategically important for the entire network. This statement has to take into account the objectives that the asset manager wants to achieve.

Management of a sewer network includes the planning of maintenance activities: this has to be cost-efficient. The consequences of an inadequate maintenance planning can impact the environment, the people and the properties.

The testing of different approaches to sewer maintenance planning, including analysis tools, standards for data storage and case studies, will contribute to reinforce the common knowledge in the field of Asset Management.

This study aims to provide a state-of-the-art and to the development of a spatial decision support procedure for sewer maintenance planning. The goal of the corresponding Asset Management policy is to reduce the occurrence of flooding, related to blockages in the pipes. In order to achieve this goal, the procedure reproduces the cyclic planning for a period of 10 years and for a small network. Different criteria are computed, for each pipe in the network and for each year of planning; then the pipes are ranked in order to prioritize the inspections and the maintenance activities. The overall procedure combines together some external analysis tools and other applications written by the author.

The first result of the study is the development and the implementation of a procedure meant to support the decisions concerning sewer maintenance planning.

The final results of the procedure are, for each year of simulation, the list of pipes to be inspected and cleaned; they are presented in form of thematic maps. Moreover an attempt has been made to evaluate the maintenance plan, based on the computation, for each pipe, of the ratio between the number of reactive cleanings and the number of planned inspections. The results for each scenario are critically compared.

The first goal of this research was to provide a brief overview of the state of the art in the field of asset management for sewer networks.

A model to support decisions concerning maintenance planning has been developed and tested on a realistic case study. Three scenarios have been considered to represent different situations.

The assumptions that have been considered in the generation of the dataset may be too strong, and for this reason it is difficult to derive general conclusions.

The model can be enhanced in the following ways:

- test in a real case study with a complete dataset
- development of a graphical user interface
- considering rehabilitation and renewal in addition to high-pressure jetting and monitoring as possible actions
- apply a neighbourhood spatial analysis
- performing an optimization of the solutions of the planning process
- make the SDSS more flexible in relationship to the solutions already in use by the water utilities

### **Suitability of Spatial Decision Support System Problems with Mobile AR Systems**

*Suresh Kovuri*

**Diplomarbeit:** Studiengang Spatial Decision Support Systems, Fachhochschule Technikum Kärnten, 2010  
**Betreuer:** FH-Prof. Dr. Gernot Paulus, Dr. Karl-Heinrich Anders

Augmented Reality (AR) is a technology in which computer generated image optically superimposed in the real world environment and it can be used for many

applications, such as manufacturing and repair, surgery, education, military, emergency situations, sightseeing etc. From the last several years, the government and private sector both are considering the spatial information plays an important role for the improved services and business applications with integration of AR technology, which leads to the evolution of AR technology as a separate platform for the spatial domain. Therefore AR opens up a lot of possibilities to make immersive or realistic decisions in real world problems especially for Spatial Decision Support System(SDSS) problems like urban and landscape planning, traffic monitoring and navigation, road, railway and building construction, cadastre, telecommunications, utility management, real estate market, military applications and tourism are some of the most common examples. Hence this research work brings the information related to, the possibilities associated for solving the SDSS problems by using the mobile AR systems. The scope of this thesis is aimed at providing suitability on association of SDSS problems with mobile AR systems. Therefore this research work investigates the current status of the AR systems starting from available equipment to ending with the last achievements in the AR research field. The overview of this thesis concentrates on outdoor, wireless systems i.e. mobile augmented reality systems providing users with spatial information. Therefore this research work concludes that lot of research on existing AR projects has been exhibited with evidence of mode of procedure. Furthermore, suitability on association of SDSS problems with mobile AR systems were given by the use of analysis and evaluation methods which are working based on the chosen criteria catalogue.

### **Evaluation of the HAZUS-MH Loss Estimation Methodology for a Natural Risk Management Case Study in Carinthia, Austria**

*Stefan Kulmesch*

**Diplomarbeit:** Studiengang Spatial Decision Support Systems, Fachhochschule Technikum Kärnten, 2010  
**Betreuer:** FH-Prof. Dr. Gernot Paulus (FH Kärnten), Prof. Dr. Michael Leitner (Louisiana State University)

In den letzten Jahren stiegen die durch Hochwasser hervorgerufenen Schäden in anthropogenen Zonen dramatisch an. Seit 1998 haben Überschwemmungen allein in der Europäischen Union (EU) schätzungsweise 700 Todesopfer gefordert, mehr als 500 Millionen EU-Bürger obdachlos gemacht und zirka 25 Milliarden an wirtschaftlichen Schäden verursacht. Überflutungen wie beispielsweise das Jahrhunderthochwasser von 2002, welches hauptsächlich das Bundesland Niederösterreich heimsuchte und Schäden von mehr als 2 Milliarden Euro anrichtete, zeigen deutlich, dass auch Österreich nicht vor zerstörerischen Naturgefahren gefeit ist. Um soziale, infrastrukturelle, kulturelle und wirtschaftliche Verluste und hochwasserbedingte Schäden in der EU zu minimieren, wurde im Jahr 2007 eine Richtlinie erlassen. Das Ziel dieser Richtlinie ist

es in erster Instanz das Schadenspotential für hochwassergefährdete Gebiete im gesamten EU-Raum zu evaluieren, um in weiterer Folge Strategien für den Hochwasserschutz entwickeln zu können. Diese Masterarbeit untersucht das Überflutungsmodell des Softwareprogrammes HAZards United States – Multi Hazards (HAZUS-MH). HAZUS-MH ist ein Werkzeug zur Evaluierung des Schadenspotentials von verschiedensten Naturgefahrenquellen. Ein Ziel dieser Arbeit ist es herauszufinden, ob HAZUS-MH mit Österreichischen Daten für die Implementierung der Hochwasser Richtlinie genutzt werden kann. Zum anderen wird des weiteren ein Workflow zur Integration von Österreichischen Daten präsentiert. Dieser Prozess wird anhand einer Pilotstudie im Bundesland Kärnten (Österreich) getestet und anschließend anhand von bereits existierenden Ergebnissen evaluiert.

### **Spatial Decision Support Tool for Interdisciplinary Natural Risk Management for a Natural Risk Management Study in Carinthia, Austria**

*Razvan-George Manolache*

**Diplomarbeit:** Studiengang Spatial Decision Support Systems, Fachhochschule Technikum Kärnten, 2010  
**Betreuer:** FH-Prof. Dr. Gernot Paulus, Dr. Karl-Heinrich Anders

The purpose of this master research paper is to prove it is possible to create an online tool for displaying data for multi-risk management, to be able to add custom data and to generate reports without the need to install complex programs on the users computer. It aims to be a tool that offers solutions for the analysis of risk exposure and damage potential and delivers information in any location, as long as there is an internet connection available.

The creation of such a tool requires a division of the processes that contribute to the risk analysis and to the damage potential calculation. Aside from the natural conclusion that it needs a database system, a server and a client application, it also has to be modular, in terms of adding the data, retrieving it, searching through it for hazard exposure and displaying it. This project will consist of a server application, which includes a database for storing the data and for storing the created analyses, a hazard management tool that will calculate the hazard exposure and the damage potential and a reporting tool that will make the resulting information readable to the user.

This project achieved its goal, by creating the above mentioned components, being able to deliver useful information back to the user, using a friendly interface and being constructed in such a way that many of improvements are possible, like creating more methods of analysis, providing a simple manner of creating more ways to represent the resulting data.



## OGC-Sensorweb-Services für Fragestellungen in Straße-Schiene-Terminals

Anita Graser

**Diplomarbeit:** Abteilung für Geoinformatik, Fachhochschule Wiener Neustadt, 2010

**Betreuer:** Dipl.-Ing. Brigitte Rudel

Diese Arbeit untersucht die Anwendbarkeit der OGC-Sensorweb-Standards und Best Practices auf Fragestellungen im Terminallogistikbereich. Dazu wurden relevante Sensorsysteme und deren Beobachtungsdaten modelliert und eine Service-Architektur zur Servicierung dieser Daten entworfen und implementiert. Abschließend wurden die Daten in einem GIS visualisiert.

## Ein WebGIS mit integrierter wissenschaftlicher Plausibilitätskontrolle für die Wasserdatenbank des AIT

Patrick Krejci

**Diplomarbeit:** Abteilung für Geoinformatik, Fachhochschule Wiener Neustadt, 2010

**Betreuer:** Dipl.-Ing. Brigitte Rudel

Diese Arbeit beschäftigt sich mit der Objektivierung der Freigabe von Wassercheckanalysen des Unternehmens AIT. Durch die Entwicklung einer semiautomatischen Plausibilitätsprüfung über ein WebGIS-Frontend soll die Überprüfung der Laborergebnisse mittels räumlich-statistischer Methoden objektiviert und beschleunigt werden. Dem Experten sollen dabei neben den eigentlichen Messwerten auch statistische Informationen als Entscheidungsgrundlage dienen. Die entwickelte Plausibilitätskontrolle basiert auf einer Co-Kriging-Interpolation anhand der im Hydrologischen Atlas Österreichs ausgewiesenen Grundwasserkörper mithilfe der Software ArcGIS. Als Wissensbasis für die Interpolation dienen einerseits die bereits freigegebenen Analysen und die Porengrundwasserstandsstellen des Hydrologischen Atlas Österreichs. Zusätzlich erfolgt eine räumliche bzw. statistische Analyse der Umgebung der neuen Wassercheckanalysen. Dabei wird als räumliche Datenbank PostGIS mit der Anbindung des Open Source Statistikprogrammes R benutzt. Das WebGIS dient einerseits zur Visualisierung der freigegebenen Analysen und zur Abfrage thematischer Informationen.

## Qualitätssicherung von Verkehrsnetzgraphen für eine nationale Geodateninfrastruktur

Patrick Pezigast

**Diplomarbeit:** Abteilung für Geoinformatik, Fachhochschule Wiener Neustadt, 2010

**Betreuer:** Dipl.-Ing. Roland Grillmayer

Die Graphenintegrationsplattform (GIP) des Unternehmens PRISMA solutions ermöglicht es, einen einheitlich modellierten multimodalen Gesamtverkehrsnetzgraphen für die verschiedenartigsten An-

forderungen von unterschiedlichen Anwendungsbe-reichen wie e-Government, Verkehrsmanagement, Verkehrsplanung sowie Verkehrstechnik in einem gemeinsamen einheitlichen Datenhaltungssystem abzubilden. Um die Qualität der einzelnen GIP-Anwendungsbereiche sicherstellen zu können, müssen Datenqualitätsprüfungen durchgeführt werden.

Die Thesis umfasst die Analyse bestehender und erforderlicher Qualitätsprüfungen an den GIP-Datenmodellobjektarten und GIP-Datenmodellebenverknüpfungen sowie Modellierungssituationen der GIP. Darüber hinaus werden von entwickelten Prüfroutinen die jeweiligen Qualitätsprüfungsergebnisse auf ihre Zielwirksamkeit analysiert. Ziel der Thesis ist, durch die Entwicklung eines Konzepts zur Qualitätssicherung, die Datenqualität der GIP-Anwendungsbereiche nachhaltig zu sichern und eine Qualitätsverbesserung durch die Erweiterung notwendiger Qualitätsprüfungen zu schaffen.

## Modelling the Distribution and Connectivity of Black Grouse (*Tetraoetrix L.*) in the Alps

Johannes Signer

**Diplomarbeit:** Abteilung für Geoinformatik, Fachhochschule Wiener Neustadt, 2010

**Betreuer:** Dipl.-Ing. Roland Grillmayer

Die Vernetzung von Lebensräume ist eine der zentralen Fragen des modernen Naturschutzes. Für eine adäquate Planung werden flächendeckende der zu schützenden Art benötigt. Diese Arbeit beschäftigt sich mit einer statistischen Methode zur Interpolation der Verbreitung des Birkhuhnes. Desweiteren wird eine räumliche Priorisierung, unter dem Gesichtspunkt der Konnektivität, für einzelne Habitatfragmente vorgenommen und verschiedene Methoden miteinander verglichen.

## Einfluss der Orografie auf die Ausprägung der Stabil-Isotopenverhältnisse in Oberflächenwässern

Paul Schneider

**Diplomarbeit:** Abteilung für Geoinformatik, Fachhochschule Wiener Neustadt, 2010

**Betreuer:** Dipl.-Ing. Brigitte Rudel

Stabile Sauerstoff- und Wasserstoffisotope sind in den verschiedensten Bereichen von großer Bedeutung. Sie spielen eine Rolle bei hydrologischen Untersuchungen wie beispielsweise bei der Bestimmung und Abgrenzung eines Einzugsgebietes oder der Untersuchung der Grundwassererneuerung. Der Deuterium Exzess von Wässern ist eine wichtige Größe, welcher durch den nahezu linearen Zusammenhang von Deuterium und Sauerstoff 18 berechnet werden kann. Der Deuterium Exzess wird herangezogen, um den Ursprung des Niederschlagwassers zu bestimmen. Untersuchungen des Deuterium Exzesses im Niederschlag zeigen jedoch große lokale Unterschiede. Mit Hilfe ei-

nes Geoinformationssystem wird in dieser Arbeit der Einfluss der Oberflächenhöhe und Oberflächenstruktur auf den Deuterium Exzess von Oberflächenwässern untersucht. Die untersuchten Isotopenwerte stammen aus den Oberflächenwassermessstellen des Austrian Institute of Technology (AIT) und umfassen das Einzugsgebiet der oberösterreichischen Traun. Durch Visualisierungen, Streudiagramme und Korrelationen kann ein starker Zusammenhang zwischen mittlerer Höhe des Einzugsgebietes und dem Deuterium Exzess des Abflusses bei der Messstelle festgestellt werden.

### **Spezifische WebGIS-Anwendung aus Open Source Komponenten als Ergänzung existierender GIS-Infrastrukturen für ein Landesamt**

*Andreas Voit*

**Diplomarbeit:** Abteilung für Geoinformatik, Fachhochschule Wiener Neustadt, 2010

**Betreuer:** Dipl.-Ing. Roland Grillmayer

In der vorliegenden Master Thesis wird die Integration einer WebGIS-Anwendung aus Open Source Komponenten in ein bestehendes, proprietäres GIS beschrieben. Diese Arbeit wurde im Auftrag von AIT – Austrian Institute of Technology – verfasst. Es handelt sich dabei um die Erstellung eines Katasters über Hangrutschung für die Abteilung Raumordnung der Burgenländischen Landesregierung. Als Datengrundlage dienen Aufzeichnungen über Massenbewegungen die im Sommer 2009 im Südburgenland aufgetreten sind. Mit der Datenbank und der WebGIS-Anwendung erhält der Benutzer die Möglichkeit der Selektion von Massenbewegungen durch eine Auswahl von festgelegten Suchparametern. Die WebGIS-Architektur besteht aus dem Apache Webserver, dem Geoserver, der PostgreSQL-Datenbank mit dem räumlichen Aufsatz PostGIS und – als Weboberfläche – dem MapBender. Neben der Erklärung und Darstellung der verwendeten

Komponenten umfasst diese Arbeit eine Erläuterung, warum Open Source Software, auch als Ergänzung zu bestehenden Systemen, eingesetzt werden sollte.

### **Konzepte zur Erweiterung der Funktionalität von Web Mapping Anwendungen**

*Bernd Wolfram*

**Diplomarbeit:** Abteilung für Geoinformatik, Fachhochschule Wiener Neustadt, 2010

**Betreuer:** Dipl.-Ing. Roland Grillmayer

Die Veröffentlichung von Google Maps und Google Earth im Jahr 2005 führte aus heutiger Sicht zu weitreichenden Entwicklungen. Viele Anwender nutzen die frei verfügbaren und zum Teil hoch auflösenden flächendeckenden Satelliten und Luftbilder sowie Straßenkarten, um raumbezogenen Aufgaben zu lösen, aber auch um räumlichen Daten mit Hilfe der APIs im Web zu verwalten und zu publizieren.

Es wurden bereits sehr viele Web Mapping Anwendungen basierend auf den Mapping APIs erstellt. Auch durch mobile Geräte und ortsbezogene Dienste bieten sich für Web Mapping APIs viele Einsatzmöglichkeiten. Aus Sicht des GI Bereichs kann an bestehenden Web Mapping APIs ein Mangel an Funktionalität festgestellt werden, wenngleich diese von dem jeweiligen Anbieter schrittweise um Funktionalität erweitert werden. Experten sind der Ansicht, dass in Zukunft noch mehr Funktionalität gefordert wird, und auch Laien räumliche Analysen durchführen werden.

Im Rahmen dieser Arbeit werden Konzepte zur Erweiterung der Funktionalität von Web Mapping API Anwendungen entworfen und getestet. Diese lassen sich in Clientseitige und Serverseitige Erweiterungen einteilen. Des Weiteren wurden Konzepte zur Auslagerung von Funktionalität untersucht, z.B. durch die Verwendung von Web Processing Services im Umfeld von GRID Computing oder Cloud Computing.

## Recht und Gesetz

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

### Vermessungsarbeiten auf Straßen; § 90 Abs 2 StVO

*Die Privilegierung von Vermessungsarbeiten in § 90 Abs 2 StVO umfasst nicht auch Verkehrsanhaltungen.*

(OGH, 12. Nov. 2009, GZ 2 Ob 112/09y)

#### Sachverhalt:

Am 8. November 2006 ereignete sich auf der Inntalautobahn A12 auf der Richtungsfahrbahn nach Osten im Bereich der Ausfahrt Innsbruck-Mitte ein Verkehrsunfall, an dem neben mehreren anderen Fahrzeugen auch das Fahrzeug des Klägers beteiligt war.

Aufgrund von Bescheiden der Tiroler Landesregierung war die ARGE AIM-Abfahrt Innsbruck/Mitte im Unfallszeitpunkt im Bereich der Unfallstelle zur Verkehrsführung und Beschilderung für die Errichtung der Brücken- und Rampenbauwerke, Straßenbauarbeiten und Lärmschutzmaßnahmen berechtigt. Im Zuge der durchzuführenden Arbeiten war es notwendig, die Richtungsfahrbahn nach Osten auf einen Fahrstreifen zusammenzuführen. Für diesen verbleibenden Fahrstreifen war eine höchstzulässige Geschwindigkeit von 60 km/h verordnet. Der rechte Teil der Fahrbahn war durch Warntafeln abgesichert. Die Baustelle war durch das Gefahrenzeichen „Baustelle“ mehrfach beschildert. Die bescheid- bzw. ordnungsmäßig festgelegten Gefahren- und Hinweiszeichen waren im Unfallszeitpunkt tatsächlich angebracht.

Am Unfallstag wurden Bodenmarkierungen im Bereich der Baustelle durchgeführt. Für die eigentlichen Bodenmarkierungsarbeiten ist es nötig, die Fahrbahnbreite zu vermessen. Um die Vermessungsarbeiten vornehmen zu können, wurde auch der dem Fließverkehr vorbehaltene und nicht abgesperrte Fahrstreifen vermessen und dazu auch gequert. Bei der Anhaltung des Verkehrs, im Zuge derer es in der Folge zum gegenständlichen Auffahrunfall kam, wartete der mit den Vermessungsarbeiten betraute Mitarbeiter der Firma S eine Verkehrslücke ab und hielt dann mit einem Handzeichen (Handaufheben) die herannahenden Fahrzeuge auf. Er trug dabei eine orangefarbene bzw. rote Warnkleidung.

Das Fahrzeug des Klägers prallte gegen die vor ihm befindlichen Fahrzeuge. Der Kläger beehrte 58.090 EUR für den Schaden an seinem Fahrzeug und für Verdienstentgang.

#### Aus der Begründung:

Zunächst kann aus den Bescheiden der Tiroler Landesregierung eine Befugnis des Mitarbeiters der Firma S zur Verkehrsanhaltung nicht abgeleitet werden, behalten sie doch nur die Bewilligung zur Verkehrsführung und Beschilderung, nicht aber die Erlaubnis, eine

Richtungsfahrbahn zur Gänze zu sperren. Die Privilegierung von Vermessungsarbeiten in § 90 Abs 2 StVO umfasst nicht auch Verkehrsanhaltungen.

Eine einschlägige Regelung findet sich in § 37 StVO: Hält ein auf der Fahrbahn stehender Verkehrsposten einen Arm senkrecht nach oben, so gilt dies als Zeichen für „Halt“. Bei diesem Zeichen haben die Lenker herannahender Fahrzeuge vor dem Verkehrsposten anzuhalten. Verkehrsposten sind gemäß § 36 Abs 2 Satz 1 StVO Organe der Straßenaufsicht, die nach dieser Bestimmung unter den dort angeführten Voraussetzungen Armzeichen zu geben haben. Als Organe der Straßenaufsicht nennt § 97 Abs 1 StVO „insbesondere“ solche der Bundespolizei oder der Gemeindegewächkörper. Die Möglichkeit, Private durch Beileihung mit behördlichen Aufgaben zu betrauen, sieht § 97 Abs 3 StVO vor. Danach kann die Behörde bei Gefahr in Verzug, wie zum Beispiel bei Bränden oder Unfällen, oder in besonderen Ausnahmefällen, wie zum Beispiel bei Straßenbauten, wenn es die Sicherheit, Leichtigkeit und Flüssigkeit des Verkehrs erfordert, außer den Organen der Straßenaufsicht auch andere geeignete Personen mit der Regelung des Verkehrs auf den in Betracht kommenden Straßenteilen vorübergehend betrauen. Diese Norm ist auf den vorliegenden Fall anwendbar, sieht sie doch diese Betrauung ausdrücklich auch bei – hier vorliegenden – Straßenbauten vor. Der Mitarbeiter der Firma S wäre daher nur im Fall einer Betrauung durch die Behörde gemäß § 97 Abs 3 StVO zur Regelung des Verkehrs (und damit zu Anhaltungen) oder zu Anordnungen gemäß § 97 Abs 4 StVO berechtigt gewesen. *(Anm.: Das Verschulden wurde wegen überhöhter Geschwindigkeit und einer Reaktionsverspätung im Verhältnis 1:3 zulasten des Klägers geteilt.)*

### Informationsweiterverwendung; § 2 Abs 1 IWG

*Das IWG begründet kein eigenständiges Zugangsrecht zu Dokumenten öffentlicher Stellen.*

(OGH, 14. Juli 2009, GZ 4 Ob 35/09i)

#### Sachverhalt:

Das Firmenbuch wurde von der beklagten Republik Österreich in den letzten Jahren unter Aufwendung hoher Investitionskosten von zunächst handschriftlicher Führung auf automationsunterstützte Datenverarbeitung umgestellt. 1999 wurde fünf Unternehmen der Zuschlag zur Errichtung von Verrechnungsstellen zum Zweck der kostenpflichtigen Vermittlung von Grundbuchs- und Firmenbuchdaten erteilt. Bis zur Einrichtung dieser Verrechnungsstellen bestand für jedermann die Möglichkeit, entweder bei Gericht oder dort, wo ein entsprechendes Abfragegerät zur Verfügung stand, aus Grundbuch, Kataster und Firmenbuch eine entgeltliche Auskunft zu erhalten. Die nunmehr eingerichteten Verrechnungsstellen stellen als Service-Provider im Internet auf eigene Kosten die Verbindung

zwischen den „IT-Anwendungen“ und den Kunden her, erkennen beim Informationstransport die Gebühren und heben diese als Verrechnungsstelle ein; für ihre Tätigkeit können sie beim Kunden einen angemessenen Zuschlag verrechnen.

2006 beantragte die Klägerin, gestützt auf § 5 Abs 1 des Bundesgesetzes über die Weiterverwendung von Informationen öffentlicher Stellen, BGBl I Nr 135/2005 (IWG), ihr die tagesaktuellen Dokumente, beinhaltend die gesamten Firmenbuchauszüge jener Firmen, bei denen sich am Tag vor der Zurverfügungstellung im Firmenbuch der Republik Österreich Eintragungen oder Löschungen ereignet haben, gegen angemessenen Entgelt zur Verfügung zu stellen, wobei die Bereitstellung in elektronischer Form mittels Filetransfer erfolgen möge. Die Beklagte lehnte diesen Antrag ab; das IWG sei gemäß dessen § 2 Abs 1 nicht anwendbar.

#### Aus der Begründung:

Ein unmittelbarer auf das IWG gestützter und durch Klage geltend zu machender Anspruch auf Zugang zu Dokumenten aus dem amtlichen Firmenbuch zur weiteren kommerziellen Verwendung besteht nicht. Dieses Gesetz bezieht sich nämlich nur auf solche Dokumente öffentlicher Stellen, die zur Weiterverwendung bereitgestellt werden (§ 2 Abs 1 IWG). Diese Voraussetzung ist beim Firmenbuch nicht gegeben, weil dem Nutzer nach § 4 Abs 2 Firmenbuchdatenbankverordnung – welche Vorschrift gemäß § 2 Abs 2 IWG durch das IWG ausdrücklich nicht berührt wird – jegliche Verwertungshandlung, die dem Bund als Datenbankhersteller nach den Bestimmungen der § 76c ff UrhG vorbehalten sind, verboten ist. Das IWG begründet kein eigenständiges Zugangsrecht zu Dokumenten öffentlicher Stellen. Diese Auslegung des unmittelbaren Anwendungsbereichs des IWG entspricht dem klaren Gesetzeswortlaut und Gesetzeszweck und wird im Schrifttum nicht in Zweifel gezogen.

Diese Auslegung steht auch in Einklang mit Erwägungsgrund 9 der RL 2003/98/EG über die Weiterverwendung von Informationen des öffentlichen Sektors (ABl Nr L 340 vom 31. 12. 2003, 90), wonach diese Richtlinie keine Verpflichtung zur Gestattung der Weiterverwendung von Dokumenten enthält, sowie mit Erwägungsgrund 22, wonach die Richtlinie das Bestehen von Rechten öffentlicher Stellen an geistigem Eigentum oder deren Inhaberschaft daran nicht berührt und auch die Wahrnehmung dieser Rechte über die in dieser Richtlinie gesetzten Grenzen hinaus nicht einschränkt. Art 3 der RL beschränkt ihren Anwendungsbereich daher folgerichtig auf jene Fälle, in denen die Weiterverwendung von Dokumenten im Besitz öffentlicher Stellen – aufgrund deren eigener freiwilligen Entscheidung – erlaubt wird.

### Gemeingebrauch öffentlicher Wege; § 287 ABGB

*Die Verwaltungsbehörde entscheidet über Störungen und Eingriffe in den Gemeingebrauch öffentlicher Wege unter Ausschluss des Rechtsweges auch dann,*

*wenn der Grund, über den der Weg verläuft, in Privateigentum steht. Aber auch zur Entscheidung der Frage, ob ein Weg öffentlich ist, ob er also von der hiezu befugten Behörde in der gehörigen Form als solcher erklärt wurde, sind ausschließlich die Verwaltungsbehörden zuständig.*

(OGH, 6. Juli 2009, GZ 1 Ob 126/09z)

#### Sachverhalt:

Die Kläger stützen ihr Begehren auf Duldung des Begehrens und Befahrens eines Weges auf ihnen zustehenden Gemeingebrauch mit der Behauptung, die Aufhebung der Widmung des Weges zum Gemeingebrauch sei unwirksam.

Die Vorinstanzen haben die Klage als unzulässig abgewiesen.

#### Aus der Begründung:

Unter Gemeingebrauch versteht man die Benützung einer Straße unter den gleichen Bedingungen ohne behördliche Bewilligung und unabhängig vom Willen des über den Straßengrund Verfügungsberechtigten. Der Gemeingebrauch ist eine Art öffentlich-rechtliche Dienstbarkeit, die bewirkt, dass der Eigentümer den Gebrauch dieser Sache durch jedermann nicht hindern kann, sofern sich dieser im Rahmen des Gemeingebrauchs hält. Privatrechtliche Verfügungen über öffentliches Gut, die den Gemeingebrauch beeinträchtigen, setzen die Aufhebung der Widmung zum Gemeingebrauch voraus. Die Aufhebung dieser Widmung kann nur durch einen der Widmung entgegengesetzten Akt, vornehmlich durch ein Gesetz oder durch Erklärung der zuständigen Verwaltungsbehörde geschehen, etwa durch die Auffassung einer öffentlichen Straße.

Über Störungen und Eingriffe in den Gemeingebrauch öffentlicher Wege entscheidet aber nach der ständigen Judikatur des OGH die Verwaltungsbehörde unter Ausschluss des Rechtswegs auch dann, wenn der Grund, über den der Weg verläuft, im Privateigentum steht. Auch zur Entscheidung der Frage, ob ein Weg öffentlich ist, ob er also von der hiezu befugten Behörde in der gehörigen Form als solcher erklärt wurde, sind ausschließlich die Verwaltungsbehörden zuständig. Zur Geltendmachung eines Unterlassungsanspruchs unter Berufung auf den Gemeingebrauch ist daher der Rechtsweg verwehrt. Auch der Einzelne, der in der Ausübung des Gemeingebrauchs gestört wird, kann selbst dann, wenn die Störung von einem Privaten ausgeht, Abhilfe nur von der zuständigen Verwaltungsbehörde verlangen, weil sein Anspruch aus einem öffentlichen Recht auf Benutzung einer dem Gemeingebrauch gewidmeten Sache abgeleitet wird.

### Kellereigentum; § 300 ABGB

*Unter der Oberfläche einer Liegenschaft befindliche, nicht als Fundament eines Gebäudes dienende Presshäuser, Keller und auch Tiefgaragen können als selbstständige unbewegliche Sachen gesehen und als eigene Grundbuchskörper behandelt werden. Seit 1. Jänner 2009 ist die Sonderrechtsfähigkeit von unterirdischen Räumen nach § 300 ABGB idF BGBl I 100/2008*

zu beurteilen. Eine selbstständige Verbücherung ist nur möglich, wenn der Keller nicht über die Oberfläche des Grundstücks hinausragt.

(OGH, 9.Juni 2009, GZ5 Ob 99/09h)

#### Sachverhalt:

Unter dem Grundstücke .159 befindet sich ein Tunnelgang (Poterne), bei dem es sich um ein Relikt der zu Beginn des 19. Jahrhunderts zerstörten Renaissancebefestigungsanlage der Stadt handelt. (Anm.: Eine Poterne ist ein überbauter Gang in einer Festung zum gedeckten Übergang von Bereichen innerhalb des Werkes zu Anlagen vor dem Wall oder zum Zweck eines Ausfalls.)

Auf dem Grundstück .159 befindet sich das 1820 errichtete, als „Palais R“ bezeichnete Gebäude. Dieses steht in seinem nördlichen Teil über der Poterne. Im Bereich der ostseitigen Außenmauer des Palais ist das Poternengewölbe mit dem Gebäude verbunden und stellt mit ihm eine bauliche Einheit dar. Mit großer Wahrscheinlichkeit steht auch die nordseitige Außenmauer des Palais R auf der Poterne. Eine räumliche Verbindung im Sinne eines Durchgangs zwischen dem Keller des Palais und der Poterne hat es nie gegeben.

Die Antragstellerin begehrt die Ergänzung des Grundbuchs durch Einbücherung der Poterne als Kellergrundstück im Sinne des Hofkanzleidekrets vom 2. Juli 1832 und Einverleibung ihres Eigentumsrechts ob der neu geschaffenen Einlage.

Das Erstgericht wies das Ansuchen ab. Für die Sonderrechtsfähigkeit unterirdischer Räume oder Bauwerke sei es entscheidend, dass sie nicht der Fundamentierung eines über der Erdoberfläche errichteten Bauwerks dienen. Diese Voraussetzung erfülle die Poterne nicht, weil sie zumindest im östlichen Bereich des darüber errichteten Gebäudes dessen Fundamentierung diene und mit ihm eine bauliche Einheit darstelle.

#### Aus den Entscheidungsgründen des OGH:

In Belassungsabsicht errichtete Gebäude gelten gemäß § 297 ABGB grundsätzlich als unselbstständiger Bestandteil einer Liegenschaft und teilen deren rechtliches Schicksal. Davon abweichend können aber unter der Oberfläche einer Liegenschaft befindliche, nicht als Fundament eines Gebäudes dienende Presshäuser, Keller und auch Tiefgaragen (5 Ob 6/80 = ÖZVerm 1981/2) als selbstständige unbewegliche Sachen gesehen und als eigene Grundbuchkörper behandelt werden.

Grundlage für die Verbücherung eines Kellerraums als eigener Grundbuchkörper war bisher das Hofkanzleidekret vom 2. Juli 1832 über den Bestand der Keller-Grundbücher. Seit 1. Jänner 2009 ist die Sonderrechtsfähigkeit von unterirdischen Räumen nach § 300 ABGB idF BGBl I 100/2008 zu beurteilen, wonach an Räumen und Bauwerken, die sich unter der Erdoberfläche der Liegenschaft eines anderen befinden und nicht der Fundamentierung von über der Erdoberfläche errichteten Bauwerken dienen, wie Kellern, Tiefgaragen und industriellen oder wirtschaftlichen Zwecken gewidmeten Stollen, mit Einwilligung des Liegenschaftseigentümers gesondert Eigentum begründet werden kann. Nach

den Gesetzesmaterialien (RV 542BilgNR XXIII. GP) soll mit § 300 ABGB nF die durch das Hofkanzleidekret bewirkte Rechtslage über den 31. Dezember 2009 hinaus aufrecht erhalten werden, wobei sich seine Formulierung zur Wahrung der Rechtskontinuität an den in der einschlägigen Rechtsprechung des OGH verwendeten Formeln orientiere. Die in der Praxis derzeit wichtigsten Bauwerke, nämlich – abgesonderte und nicht der Fundamentierung dienende – Keller, Tiefgaragen und der industriellen Fertigung oder anderen wirtschaftlichen Zwecken gewidmete Stollen, seien im Gesetz der Klarheit wegen demonstrativ hervorgehoben. Es sei aber auch zulässig, Kellereigentum an anderen Bauwerken unter der Erdoberfläche zu begründen, so etwa an Eisenbahn- oder Straßentunneln.

Sowohl nach der Rechtsprechung des Obersten Gerichtshofs als auch der Literatur ist eine selbstständige Verbücherung nur möglich, wenn der Keller – von bloßen Hilfseinrichtungen wie Entlüftungsschächten abgesehen – nicht über die Oberfläche des Grundstücks hinausragt, zumal der Grundeigentümer sonst die Oberfläche seines Grundstücks nicht ohne Rücksicht auf den Keller nützen könnte. Schon die Feststellung, dass das Poternengewölbe im Bereich der ostseitigen Außenmauer des Palais mit dem Gebäude verbunden ist und mit ihm (über der Erdoberfläche) eine bauliche Einheit darstellt, steht daher seiner Eignung zum selbstständigen Rechtsobjekt entgegen, ohne dass es auf die Frage ankäme, in welchem Umfang das Kellergewölbe außerdem noch der Fundamentierung des Gebäudes dient.

### Grenzüberbau durch Kanal; § 1295 Abs 2 ABGB

*Als schikanös ist eine ausschließliche oder doch weit überwiegend zum Zweck der Schädigung eines anderen erfolgende Rechtsausübung zu verstehen. Die Geltendmachung des Begehrens auf Räumung der vom Nachbarn beanspruchten, mehrere Quadratmeter großen Grundfläche kann nicht als schikanös bezeichnet werden. Hier: Kanalbau trotz ungeklärter Grundstücksgrenze.*

(OGH, 26.Mai 2009, GZ 1Ob239/08s)

#### Sachverhalt:

Der Kläger ist Eigentümer eines 49.075 m<sup>2</sup> großen, landwirtschaftlich genutzten Grundstückes, das an einen Gemeindegeweg grenzt. Die Beklagte errichtete Kanalstränge zur Ableitung der aus dem Gemeindegebiet anfallenden Abwässer zu ihrer Verbandskläranlage. Die wasserrechtliche Bewilligung hiezu wurde ihr 2003 erteilt. Der Kläger berief dagegen unter anderem mit der Behauptung, es sei unrichtig, dass sich die gesamten Baumaßnahmen auf öffentlichem Gut befänden. Die Wasserrechtsbehörde erließ nach einem weiteren Ermittlungsverfahren 2004 einen Ergänzungsbescheid, welcher davon ausging, dass sämtliche im Projekt geplanten Abwasserleitungen und das Regenbecken auf öffentlichem Gut lägen. Der Kläger bekämpfte diesen Bescheid erfolgreich beim Verwaltungsgerichtshof.

2002 brachte die Gemeinde beim Vermessungsamt zwecks Umwandlung ihres Grundstücks vom Grundsteuerkataster in den rechtsverbindlichen Grenzkataster einen Antrag auf Grenzvermessung ein. Bei der Grenzverhandlung kam es zu keiner Einigung mit dem Kläger, weshalb dieser gemäß § 25 Abs 2 VermG aufgefordert wurde, binnen 6 Wochen ein gerichtliches Grenzberichtigungsverfahren einzuleiten. Der entsprechende Antrag des Klägers wurde in der Folge vom Bezirksgericht und vom Landesgericht wegen Fristversäumung (rechtskräftig) abgewiesen. Gegen den sodann erlassenen Bescheid des Vermessungsamts, mit welchem die Umwandlung des Gemeindegrundstücks mit bestimmt festgelegten Grenzen verfügt wurde, erhob der Kläger Berufung an das BEV. Dieses verwies mit Bescheid vom 8. 10. 2004 die Rechtssache zur neuerlichen Verhandlung an die erste Instanz zurück. Ungeachtet dessen, dass sich der Kläger gegen die vom Vermessungsamt festgelegte Grenze gewehrt hatte, begann die Beklagte 2004 mit den Arbeiten. Den Verantwortlichen der Beklagten war durchaus bewusst, dass der Kläger die bescheidmäßig festgelegte Grenze nicht akzeptierte und er dies auch bekämpfte. Tatsächlich drang der Kläger im Verwaltungsverfahren durch. Die im neuen Verfahren festgelegte Grenze verläuft nun so, dass sich Teile der von der Beklagten errichteten Kanalstränge im Ausmaß von 39 m<sup>2</sup> auf dem Grundstück des Klägers befinden. Im März 2005 führte das von der Beklagten beauftragte Bauunternehmen den baulichen Anschluss des bestehenden Kanals zu den Regenbecken durch. Vor Durchführung der Arbeiten übermittelte das Bauunternehmen dem Klagevertreter ein Schreiben, in dem darauf Bezug genommen wurde, dass es laut Mitteilung der Beklagten derzeit keine gültige Grenzvermarkung zwischen dem Grundstück des Klägers und jenem der Gemeinde gebe und diesbezüglich ein Verfahren anhängig sei. Darin wurde auch ein Eingriff in Teile des Grundstücks des Klägers zugestanden.

Die Beklagte stellte 2007 beim Land einen auf § 72 WRG gestützten Antrag auf Einräumung einer Dienstbarkeit der Kanaldurchleitung für die betroffene Fläche des Grundstücks des Klägers.

Der Kläger begehrte die Verurteilung der Beklagten zur Unterlassung der Inanspruchnahme seines Grundstücks und die Entfernung der vorgenommenen Einbauten. Die Beklagte habe im Wissen um die Strittigkeit der Grundgrenze und den Widerstand des Klägers die Verletzung dessen Eigentumsrechts bewusst in Kauf genommen. Die Beklagte wendete ein, das Klagebegehren sei rechtsmissbräuchlich und schikanös.

Das Erstgericht gab dem Unterlassungs- und dem Entfernungsbegehren des Klägers statt. Diesem sei der Beweis einer Eigentumsverletzung gelungen.

Das Berufungsgericht bestätigte diese Entscheidung. Vorliegend sei im Hinblick auf die im vorangehenden gerichtlichen Verfahren als unstrittig angesehene Grenze wohl kein bewusst rechtswidriges Verhalten der Beklagten anzunehmen gewesen, doch sei ihr immerhin der Rechtsstandpunkt des Klägers bekannt gewe-

sen und habe ihr sehr wohl bekannt sein müssen, dass der von ihr beanspruchte Grenzverlauf im Widerspruch zur Wegbreite in der Natur und zu einer alten Katastralmappe gestanden sei. Schon die Mitteilung des Rechtsstandpunkts eines grundbücherlichen Eigentümers könne die Gutgläubigkeit zerstören. Die Beseitigungskosten könnten offenkundig mit einem Vielfachen des Grundwerts und einer objektiv beträchtlichen Höhe veranschlagt werden. Dennoch sei zu berücksichtigen, dass es der Beklagten oblegen gewesen wäre, bei der Bauführung im engsten Grenzbereich zur Nachbarliegenschaft die Verlegung der Rohrleitungen entweder nur unter tatsächlich gesicherter Inanspruchnahme des öffentlichen Guts durchzuführen, oder ansonsten bereits im Vorhinein im wasserrechtlichen Bewilligungsverfahren die rechtlichen Voraussetzungen für eine dauernde Inanspruchnahme von Grundstücken des Klägers für die Verlegung von Rohrleitungen und sonstige bauliche Maßnahmen im Zusammenhang mit dem bewilligten Projekt herbeizuführen.

#### Aus der Begründung:

Das Recht des Grundstückseigentümers wird nur durch das Verbot der schikanösen Rechtsausübung beschränkt. Von einer gegen die guten Sitten verstößenden missbräuchlichen Rechtsausübung kann nur gesprochen werden, wenn demjenigen, der sein Recht ausübt, jedes andere Interesse abgesprochen werden muss als eben das Interesse, dem anderen Schaden zuzufügen. Besteht ein begründetes Interesse des Rechtsausübenden, einen seinem Recht entsprechenden Zustand herzustellen, wird die Rechtsausübung nicht schon dadurch zu einer missbräuchlichen, dass der sein Recht Ausübende u.a. auch die Absicht verfolgte, mit der Rechtsausübung dem Anderen Schaden zuzufügen. Als schikanös ist eine ausschließlich oder doch weit überwiegend zum Zweck der Schädigung eines anderen erfolgende Rechtsausübung zu verstehen. Bei einem geringfügigen Grenzüberbau kann der Schikaneeinwand des Bauführers berechtigt sein, wenn eine Verhaltensweise des Grundnachbarn vorliegt, die weit überwiegend auf eine Schädigung des Bauführers abzielt, und die Wahrung und Verfolgung der sich aus der Freiheit des Eigentums ergebenden Rechte deutlich in den Hintergrund tritt.

Der vorliegende Sachverhalt ist dadurch geprägt, dass sich der Kläger von Beginn an (vehement) gegen die Inanspruchnahme seines Grundstücks zur Wehr gesetzt hat. Den Feststellungen der Vorinstanzen ist weder zu entnehmen, dass der Kanalbau ohne die Benützung des Grundstücks des Klägers nicht möglich gewesen wäre, noch dass zwingende Gründe gegen eine vorherige Abklärung der Grenzsituation oder Schaffung der rechtlichen Voraussetzungen für die dauernde Inanspruchnahme des Grundstücks des Klägers gesprochen hätten. Vielmehr hat die Beklagte nach den getroffenen Feststellungen die Verletzung des Eigentumsrechts des Klägers bewusst in Kauf genommen. Bei der Beurteilung des Schikaneeinwands kommt der „subjektiven Seite“ des Bauführers erhebliche Bedeutung zu. So wertete der OGH im Fall eines

bewusst rechtswidrigen Vorgehens die eigenmächtige Aneignung einer Fläche von 1,1 m<sup>2</sup> des Nachbargrundstücks als eine Fehlhandlung des Bauführers, die nicht dem Schikaneverbot unterliegt (7 Ob 593/94 = VGI 1997, 229). Wenn das Berufungsgericht im vorliegenden (vergleichbaren) Fall zu derselben Auffassung kam, so ist dies nicht zu beanstanden. Die von der Beklagten vorgenommene Berufung auf „öffentliche Interessen“ muss hier gänzlich versagen, weil es nicht im (wohlverstandenen) Interesse der „Öffentlichkeit“ liegen kann, derartige (zumindest) leichtfertige in Kauf genommene Eigentumsverletzungen zu billigen.

### **Grenzüberbau; Schikaneeinwand; § 1295 Abs 2 ABGB**

*Bei einem geringfügigen Grenzüberbau kann der Schikaneeinwand des Bauführers berechtigt sein, wenn eine Verhaltensweise des Grundnachbarn vorliegt, die weit überwiegend auf eine Schädigung des Bauführers abzielt, und die Wahrung und Verfolgung der sich aus der Freiheit des Eigentums ergebenden Rechte deutlich in den Hintergrund tritt. Hier: Grenzüberbau durch einen unterirdischen Betonsockels für einen Zaun.*

(OGH, 19. Mai 2009, GZ 8Ob39/09g)

#### **Sachverhalt:**

Die Streitparteien sind Eigentümer von benachbarten Grundstücken. Die Beklagten haben an der Grundstücksgrenze einen Maschendrahtzaun mit neun Stehern errichtet, der sich genau auf der Grundstücksgrenze befindet. Die neun Steher für den Maschendrahtzaun befinden sich aber auf Betonsockeln, die etwa 5 bis 10 cm unter der Grasnarbe liegen. Sechs davon ragen etwa 15 bis 20 cm in das Grundstück des Klägers hinein. Dieser hat auf seiner Seite des Zaunes in einer Entfernung von etwa 80 cm Sträucher gesetzt. Der Maschendrahtzaun samt Stehern und Betonsockel wurde von den Beklagten in den Jahren 1999 oder 2000 errichtet. Von den Voreigentümern des Klägers, der diese Liegenschaft erst im Jahr 2006 erworben hat, wurde dies damals geduldet. Sie waren teilweise bei der Zaunerrichtung auch anwesend. Mit einem anderen Nachbarn, der in das Grundstück des Klägers baute, hat der Kläger eine Vereinbarung für die unentgeltliche Nutzung getroffen, jedoch ist die „zwischenmenschliche Situation zwischen dem Kläger und diesem Nachbarn eine andere als jene mit den Beklagten“.

Die Vorinstanzen haben übereinstimmend das Begehren des Klägers, die Beklagten schuldig zu erkennen, die Betonsockel, soweit sie sich auf dem Grundstück des Klägers befinden, durch ein konzessioniertes Unternehmen binnen 14 Tagen zu entfernen, abgewiesen. Sie haben zwar den Anspruch des Klägers als Eigentümer bejaht, jedoch den Schikaneeinwand der Beklagten als gerechtfertigt erachtet.

#### **Aus der Begründung:**

Nach nunmehr ständiger Rechtsprechung liegt Schikane im Sinne des § 1295 Abs 2 ABGB nicht nur dann vor, wenn die Schikaneabsicht den einzigen Grund der Rechtsausübung bildet, sondern auch dann, wenn zwei-

schen den vom Handelnden verfolgten eigenen Interessen und den beeinträchtigten Interessen des anderen ein krasses Missverhältnis besteht. Auch dass bei einem geringfügigen Grenzüberbau der Schikaneeinwand des Bauführers berechtigt sein kann, wenn eine Verhaltensweise des auf Entfernung klagenden Grundnachbarn vorliegt, die weit überwiegend auf eine Schädigung des Bauführers abzielt und die Wahrung und Verfolgung der sich aus der Freiheit des Eigentums ergebenden Rechte deutlich in den Hintergrund treten, wurde bereits wiederholt festgehalten.

Ob dies der Fall ist, kann jeweils nur nach den konkreten Umständen des Einzelfalls beurteilt werden. Konkrete Vorteile für den Kläger durch die Entfernung der ja ohnehin unter der Grasnarbe und hinter der vom Kläger selbst gepflanzten Hecke liegenden Betonfundamente wurden in keiner Weise dargestellt. Hingegen sind die massiven Aufwendungen der Beklagten für die Entfernung der Betonsockel, deren Errichtung vom Voreigentümer des Klägers geduldet wurde, offensichtlich.

### **Räumlich beschränkte Dienstbarkeit; § 12 Abs 2 GBG**

*Wenn sich der räumliche Umfang der Dienstbarkeit aus der farblichen Darstellung der Begrenzung in einem Lageplan ergibt, bildet die in einem Urkundenarchiv im Sinn des § 91c GOG eingestellte elektronische Schwarz/Weiß-Kopie dieses Lageplans keine taugliche Eintragsgrundlage.*

(OGH, 28. April 2009, GZ 5 Ob 37/09s)

#### **Sachverhalt:**

Mit Teilungsvertrag aus 1980 vereinbarten die Parteien eine Dienstbarkeit des Parkens für Renate P auf dem Nachbargrundstück. Im Teilungsvertrag wird die Dienstbarkeit durch Bezugnahme auf eine im Teilungsplan gelb bezeichnete Grenzlinie räumlich beschränkt.

2003 wird der Nachbar verurteilt, Störungen der Parkplatzservitut laut Vereinbarung im Teilungsvertrag zu unterlassen.

2007 wurde der Nachbar verurteilt, in die Einverleibung der Dienstbarkeit des Parkens einzuwilligen. In weiterer Folge beantragt Renate P, auf der Nachbarliegenschaft die Dienstbarkeit des Parkens laut Urteil aus 2007 in Verbindung mit der Vereinbarung aus 1980 und dem Teilungsplan, auf welchen der Teilungsvertrag Bezug nimmt, einzuverleiben. Beigelegt war dem Grundbuchsgesuch eine Freigabebestätigung betreffend das Archivium-Dokumentenarchiv der Österreichischen Rechtsanwälte.

Das Erstgericht wies das Grundbuchsgesuch ab. Der mit dem Urteil vorgelegte Lageplan beinhalte unter anderem das Grundstück 1406/18. Dieses sei aber in weiterer Folge geteilt worden und so das Grundstück 1406/19 gebildet worden, welches Grundstück mit der Dienstbarkeit des Parkens belastet werden solle. Da es sich um einen Lageplan vor der Teilung handle, könne weder die Fläche noch die genaue Lage der Parkfläche

eruiert werden. Es werde daher dem Bestimmtheitsgebot des § 12 Abs 1 und 2 GBG nicht entsprochen.

Dem Rekurs wurde nicht Folge gegeben. Nach § 85 Abs 2 GBG sei in einem Grundbuchsbegehren genau anzugeben, was im Grundbuch eingetragen werden solle. Gemäß § 12 Abs 1 GBG müsse bei Dienstbarkeiten Inhalt und Umfang des einzutragenden Rechts möglichst bestimmt angegeben werden. Sollen Dienstbarkeiten auf bestimmte räumliche Grenzen beschränkt sein, so müssten diese nach § 12 Abs 2 GBG genau bezeichnet werden. Ließen diese eine kurze Fassung nicht zu, so sei im Hauptbuch eine Berufung auf die genau zu bezeichnenden Stellen der Urkunde, die der Eintragung zugrunde liege, mit der Wirkung zulässig, dass die bezogenen Stellen als im Hauptbuch eingetragen anzusehen seien. Einem Gesuch um Einverleibung einer Dienstbarkeit müsse nicht zwingend ein Plan beigelegt werden, wenn der Servitutsweg objektiv nachvollziehbar im Titel beschrieben werde.

Das Urteil aus 2007, das als Eintragungsgrundlage heranzuziehen sei, verweise auf eine Teilungsvereinbarung aus 1980 und in Verbindung damit auf den Teilungsplan, auf den der Teilungsvertrag Bezug nehme. In dieser Urkunde werde auf eine gelb bezeichnete Grenzlinie zwischen den Grundstücken verwiesen und von dieser aus die Servitut geregelt. Dem im Archivium-Dokumentenarchiv der Österreichischen Rechtsanwälte gespeicherten Teilungsplan könne aber eine solche Grenzlinie nicht entnommen werden. Diesem Plan könne nicht einmal ein Grundstück 1406/19 entnommen werden. Damit lasse sich der Umfang der von der Antragstellerin begehrten Einverleibung einer Servitut aber nicht eruieren. Insofern sei keine taugliche Urkunde vorgelegt worden.

Das Rekursgericht erklärte den ordentlichen Revisionsrekurs für zulässig, weil noch keine höchstgerichtliche Rechtsprechung im Zusammenhang mit den neuen Bestimmungen über die elektronische Urkundensammlung vorliege, wenn bloß Schwarzweiß-Kopien eingescannt würden und damit eine in einem Plan erfolgte farbliche Darstellung nicht erkennbar sei.

#### Aus der Begründung:

Zufolge § 85 Abs 2 GBG ist in einem Grundbuchsge such genau anzugeben, was im Grundbuch eingetragen werden soll. Für Dienstbarkeiten stellt § 12 GBG noch ein spezielles Bestimmtheitsgebot auf, das sowohl für das Grundbuchsge such als auch für die der beantragten Eintragung zugrunde liegenden Urkunden gilt. Eine besondere Ausformung des Gebots findet sich noch in § 12 Abs 2 GBG, wonach Dienstbarkeiten, die auf bestimmte räumliche Grenzen beschränkt sind, genau bezeichnet werden müssen. Aus den vorzulegenden Urkunden muss der räumliche Umfang der Dienstbarkeit klar ersichtlich sein, was in der Regel durch eine Urkunde im Sinn des § 74 GBG zu geschehen hat. In der Regel wird dazu die Beibringung eines Plans erforderlich sein.

Ganz zutreffend haben die Vorinstanzen erkannt, dass diesem Bestimmtheitsgebot durch die nahezu 30

Jahre alte Teilungsvereinbarung samt Vermessungsplan schon deshalb nicht entsprochen werden kann, weil darin eine der heutigen Grundbuchwirklichkeit nicht mehr entsprechende Situation zugrunde lag. Das Grundstück 1406/18 existiert in der den Plänen zugrunde liegenden Form nicht mehr, weil es in 1406/18 und 1406/19 geteilt wurde. Die Servitut soll sich gerade auf das Grundstück 1406/19 beziehen.

Die ins Urkundenarchiv im Sinn des § 91c GOG eingestellten Unterlagen weisen im Weiteren keine farbliche Ausgestaltung auf, aus der angeblich der Umfang der eingeräumten Servitutsrechte erkennbar wäre. Sowohl dem Grundbuchs antrag als auch den beigelegten Urkunden fehlt es daher an den Voraussetzungen des § 12 GBG.

### Grundeinlösung für Weg; §§ 15 ff LiegTeilG

*Der Eigentümer ist nicht auf Schadenersatzansprüche im Sinne des § 20 LiegTeilG beschränkt, wenn Einigkeit darüber besteht, dass die Gemeinde zwar auch ohne wirksamen Kaufvertrag – im Wege des vereinfachten Verfahrens gemäß den §§ 15 ff LiegTeilG – Eigentum an den für den Wegbau benötigten Teilflächen erlangen soll, dafür aber eine – dem Betrag nach nicht feststehende – „Ablösezahlung“ zu leisten hat.*

(OGH, 16. Dez. 2008, GZ 1 Ob 243/08d)

#### Sachverhalt:

Der Eigentümer trat der Gemeinde zwei Teilflächen (Gesamtausmaß 232 m<sup>2</sup>) seiner Liegenschaft zur Errichtung eines öffentlichen Weges ab; diese Flächen wurden in der Folge in einem Verfahren nach den §§ 15ff LiegTeilG dem im Eigentum der Gemeinde stehenden Weggrundstück grundbücherlich zugeschrieben. Der Abtretung, in deren Zug der Eigentümer auch schriftlich seine Zustimmung zum geänderten Grenzverlauf erteilt hatte, waren Verhandlungen mit Vertretern der Gemeinde vorangegangen, die aufgrund eines Gemeinderatsbeschlusses eine Ablöse von (nur) 5 €/m<sup>2</sup> für die von den anliegenden Grundeigentümern abzutretenden Grundflächen angeboten hatte. Unstrittig war, dass die Abtretung nicht unentgeltlich erfolgen sollte, doch kam es zu keiner Einigung über den angebotenen, vom Rechtsvorgänger des Klägers als zu niedrig angesehenen Betrag. Ohne die Abtretung der Grundflächen hätte die Liegenschaft keinen Anschluss an das öffentliche Wegenetz; eine Baubewilligung, die weniger als zwei Monate nach der Zustimmungserklärung erteilt wurde, hätte nicht erlangt werden können.

Der Eigentümer begehrte letztlich den Betrag von 19.720 € samt Zinsen. Er brachte im Wesentlichen vor, dass die abgetretenen Grundflächen einen Wert von jedenfalls 85 €/m<sup>2</sup> gehabt hätten. Diesen ortsüblichen Baulandpreis habe die Gemeinde zu ersetzen.

Das Erstgericht befand eine Entschädigung von 40 €/m<sup>2</sup> ortsgemessen.

Das Berufungsgericht stellte fest, dass bei der Bestimmung des Ablösepreises zu berücksichtigen sei, dass die Grundabtretung der Herstellung eines öffentlichen Weges diene, durch den das Grundstück er-



geschlossen und damit erst bebaubar wurde und dass durch die Grundabtretung eine privatrechtliche Servitutbelastung zugunsten eines Nachbargrundstückes hinfällig geworden sei. Es kam „unter Berücksichtigung aller Umstände“ zum Ergebnis, redliche und vernünftige Vertragsparteien hätten einen Ablösepreis von 5 €/m<sup>2</sup> vereinbart.

#### Aus der Begründung:

Zutreffend sind die Vorinstanzen davon ausgegangen, dass der Kläger nicht auf Schadenersatzansprüche im Sinne des § 20 LiegTeilG beschränkt ist, wenn – wie hier – Einigkeit darüber besteht, dass die Gemeinde zwar auch ohne wirksamen Kaufvertrag – im Wege des vereinfachten Verfahrens gemäß den §§ 15ff LiegTeilG – Eigentum an den für den Weg- bzw. Straßenbau benötigten Teilflächen erlangen soll, dafür aber eine „Ablösezahlung“ zu leisten hat. Eine Übertragung der für den Kaufvertrag geltenden Regeln, insbesondere über die Bestimmtheit (bzw. leichte Bestimmbarkeit) des Kaufpreises, kommt für eine Vereinbarung wie die vorliegende schon deshalb nicht in Betracht, weil eine Rückabwicklung des bereits erfolgten Eigentumsübergangs nicht möglich ist, da dieser nach ganz herrschender Auffassung originär erfolgt.

Es bestehen daher keine Bedenken gegen die Wirksamkeit einer Abrede, die darin besteht, dass die Gemeinde, die im Verfahren nach den §§ 15 ff LiegTeilG Eigentum an Teilflächen von Grundstücken erwirbt, den betroffenen Grundeigentümern, die einer solchen Abtretung zugestimmt haben, ein (noch nicht feststehendes) „Entgelt“ zu leisten hat. Vernünftigerweise kann eine solche unvollständige Abrede nur dahin verstanden werden, dass dem Liegenschaftseigentümer ein Geldanspruch zukommen soll, der jenem entspricht, der in ähnlichen Zusammenhängen für vergleichbare „Abtretungen“ von Grundstücksflächen gebührt.

Im fortgesetzten Verfahren wird daher mit den Parteien zu erörtern sein, welche Bestimmungen die Frage einer Entschädigung für zu vergleichbaren Zwecken (z.B. zur straßenmäßigen Erschließung eines Wohngebiets) stattfindende Grundabtretungen regeln und welche Kriterien dort für maßgeblich erachtet werden. Sollte sich daraus nichts Besonderes ergeben, wird die Rechtsprechung zur Wertermittlung nach § 17 Abs 2 LiegTeilG zu beachten sein. Dazu wurde etwa judiziert, dass bei der Wertermittlung von den ortsüblichen – gegebenenfalls aufgewerteten – Durchschnittspreisen auszugehen ist, wie sie vor der Planung der Straßenbauanlage bezahlt wurden. Ebenso wie im Enteignungsrecht haben Wertveränderungen aufgrund der Wirkungen oder Vorwirkungen der erst durch die Grundabtretung ermöglichten Erschließungsmaßnahmen außer Betracht zu bleiben. Bei Beachtung dieser Grundsätze ergäbe sich eine angemessene „Ablöse“ aus der – für den maßgeblichen Zeitpunkt ermittelten und gegebenenfalls auf den Zeitpunkt des Eigentumsübergangs aufgewerteten – Differenz zwischen dem Wert der (mit den Wegeservitut belasteten) Gesamtliegenschaft und jenem der verkleinerten (und von der Servitut befreiten) Restliegenschaft.

### Anspülung; § 411 ABGB, § 4 Abs 1 u 4 WRG

*Das Vorliegen der Voraussetzungen des § 4 Abs 1 oder Abs 4 WRG hindert den originären Eigentumserwerb an Grundflächen durch Anspülung im Sinne des § 411 ABGB.*

(OGH, 10. Juni 2008, GZ 1 Ob 251/07d)

#### Sachverhalt:

Die beiden Kläger sind gemeinsam Eigentümer von an einem Fluss (öffentliches Wassergut – ÖWG) liegenden Grundstücken. Sie brachten vor, dass ihre Liegenschaften ursprünglich unmittelbar an den Fluss angrenzt hätten. In den letzten Jahrzehnten sei durch den Fluss sukzessive Erdreich angespült worden, sodass ihre Gebäude nun nicht mehr unmittelbar an den Fluss angrenzen und sich ein Uferstreifen im Ausmaß von rund 161 m<sup>2</sup> gebildet habe. Die Kläger hätten daran gemäß § 411 ABGB originär Eigentum erworben. Der Verwalter des ÖWG wendete ein, dass die verfahrensgegenständliche Fläche nicht durch unmerkliches Anspülen von Erdreich an das Ufer entstanden sei, sondern durch mehrfach erfolgte Anschüttungen. Im Übrigen werde die strittige Landfläche bei einem 30-jährigen Hochwasser überspült, sodass sie gemäß §§ 4 und 38 WRG öffentliches Wassergut sei.

#### Aus der Begründung:

Gemäß § 411 ABGB gehört das Erdreich, welches ein Gewässer unmerklich an ein Ufer anspült, dem Eigentümer des Ufers. Diese nach hM nur für fließende Gewässer geltende Bestimmung enthält einen Fall des natürlichen Zuwachses zu einer Liegenschaft. Im vorliegenden Fall ist festgestellt, dass die strittige Grundfläche durch Anschüttung gebildet wurde, sodass eine Anwendung des § 411 ABGB schon aus diesem Grund nicht in Frage kommt.

Unstrittig ist, dass die streitgegenständliche Grundfläche im Bereich eines 30-jährigen Hochwassers liegt, somit als Hochwasserabflussgebiet im Sinne des § 38 Abs 3 WRG gilt. Derartige Flächen sind öffentliches Wassergut, sofern der Bund – wie hier – Eigentümer ist (§ 4 Abs 1 WRG), oder sobald er an solchen Flächen Eigentum erwirbt (§ 4 Abs 4 WRG). Die zitierten Bestimmungen des WRG ergeben somit eindeutig die sachenrechtliche Zuordnung der betreffenden Grundflächen zum Bund. Das Vorliegen der Voraussetzungen des § 4 Abs 1 oder Abs 4 WRG – hier iVm § 38 Abs 3 WRG – hindert den originären Eigentumserwerb an Grundflächen durch Anspülung im Sinne des § 411 ABGB. Der Umstand, dass § 4 Abs 6 WRG (nur) die Ersetzung des Eigentums am öffentlichen Wassergut ausschließt, führt nicht zum zwingenden Umkehrschluss, dass jede andere Erwerbsart unbeschränkt Platz zu greifen hätte. Wenn das Gesetz bestimmte Grundflächen zu öffentlichem Wassergut erklärt (siehe: „... sind öffentliches Wassergut ...“, § 4 Abs 1 WRG; „... werden öffentliches Wassergut ...“, § 4 Abs 4 WRG), ist insoweit von einer – jedenfalls teilweisen – Derogation des § 411 ABGB durch die genannten Bestimmungen des WRG auszugehen, wobei dahingestellt bleiben kann, ob im Fall von öffentlichen Gewässern überhaupt noch ein Anwendungsbereich des § 411 ABGB verbliebe.

## Tagungsberichte

### 100 Jahre ISPRS und die begleitenden Veranstaltungen 1.-7. Juli 2010

Am 4. Juli 1910 wurde von Prof. Eduard Doležal an der Technischen Hochschule Wien die Internationale Gesellschaft für Photogrammetrie gegründet. Genau am 100. Gründungstag wurde das Jubiläum der nunmehr Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung – ISPRS am Gründungsort gefeiert. Dieses Jubiläum wurde von zwei einschlägigen internationalen Fachtagungen begleitet.

#### 3-Länder Tagung DGPF, SGPF und OVG

Die dritte offizielle 3-Länder Tagung der deutschsprachigen Gesellschaften mit Bezug zu Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation (DGPF, SGPF, OVG) bildete den Auftakt zu den Feierlichkeiten. Ein Tutorium zum Thema „Full Waveform Laserscanning“ und eine Einladung der bereits früher angereisten Teilnehmer zu einem Semesterabschlussfest durch die Studenten am Vorabend sorgten bereits für eine fachgerechte wie auch gesellschaftliche Einstimmung.

Der fachliche Teil der Tagung gliederte sich in ein Vortragsprogramm in drei parallelen Sessions mit einer Ausstellung von Fachfirmen und einer kulturell interessanten Fachexkursion zum Stefansdom. Gesellschaftlicher Höhepunkt war, neben einer Icebreaker Party am ersten Tag, die Donauschiffahrt mit dem historischen Dampfschiff „Schönbrunn“.



Prof. Manfred Buchroithner



Fachexkursion im Stefansdom



Prof. Jörg Albertz (†), Prof. Cornelia Gläßer mit Gatten und Michael Franzen

#### Jubiläumsveranstaltung „100 Jahre ISPRS“

Überlappend mit der 3-Länder Tagung fanden bereits vor dem Gründungstag Fachsitzungen der ISPRS mit anderen Organisationen statt, herauszuheben ist die Präsentation eines Booklets „JBGIS Best Practices Booklet on Geo-Information for Risk and Disaster Management“ mit dem UN Office of Outer Space Affairs (UN-OOSA) in der Wiener Niederlassung der Vereinten Nationen. Am Vorabend des Jubiläums fand eine Kranzniederlegung am Grab von Prof. Eduard Doležal in Baden statt.

Der Gründungstag selbst wurde durch eine außerordentliche Generalversammlung der ISPRS eingeleitet, bei der ein neuer Strategischer Plan verabschiedet und erstmals „Fellows“ (verdiente Mitglieder/Funktionäre) ernannt wurden. Nach der Enthüllung einer Gedenktafel für Prof. Eduard Doležal im Hof der TU-Wien folgte eine wissenschaftliche Festveranstaltung mit Präsentationen zur Historie der Gesellschaft, den Herausforderungen des fachlichen Umfelds und den Zukunftsperspektiven. In diesem Rahmen wurde auch erstmals die „Karl Kraus Medaille“ für besondere Lehrbücher an Prof. Thomas Luhmann verliehen.

Den Abschluss des Tages bildete ein Festbankett im Wiener Rathaus, bei dem Prof. Franz Josef Radermacher, Gründungsmitglied des „Club of Rome“ über Zusammenhänge zwischen den Zielen der ISPRS und der menschlichen Gesellschaft und unserer Umwelt historisch und auch zukunftsorientiert sprach.

#### Symposium der Technical Commission VII

Dieses Symposium bildete den Abschluss der Veranstaltungsserie und stand thematisch unter dem Motto „100 Years ISPRS – Advancing Remote Sensing Science“. Das fast 3-tägige Fachprogramm, auch hier in parallele Sessions gegliedert, bot einen breiten Überblick der Aktivitäten der internationalen Community aus den Themen „Thematic Processing, Modeling and Analysis of Remotely Sensed Data“. Der gesellschaftliche Höhepunkt dieser Veranstaltung war der Besuch im Schweizerhaus und eine abschließende nächtliche Fahrt mit dem Riesenrad – ein für viele Teilnehmer eindrucksvoller Blick über das nächtliche Wien.



ISPRS Council bei der Kranzniederlegung am Grab von Prof. Eduard Doležal



Gadanner im Wiener Rathaus



Präsident der ISPRS Prof. Orhan Altan und TU-Rektor Prof. Peter Skalitzky bei der Enthüllung der Gedenktafel im Hof der TU Wien



Prof. Franz Josef Radermacher



Präs. Prof. Orhan Altan überreicht ein Geschenk an die Organisatoren der gesamten Veranstaltungsreihe, v.l. Michael Franzen, Wolfgang Gold, Prof. Wolfgang Wagner, Präs. Prof. Orhan Altan, OVG-Präs. Gert Steinkeller und Prof. Norbert Pfeifer



Prof. Cornelia Gläßer, Präs. Prof. Orhan Altan und Preisträger der Karl Kraus Medaille Prof. Thomas Luhmann



Vortragsplenum bei der Technical Commission VII Fachtagung



*Das Wiener Riesenrad*

### **Resümee und Danksagung**

Insgesamt nahmen 650 Teilnehmer an den Veranstaltungen (teils überlappend) teil, davon 225 an der 3-Länder Tagung, 350 an den Feierlichkeiten zum Jubiläum der ISPRS und 375 beim Symposium. Bei der Fachausstellung konnten 20 Firmen ihre Produkte und Dienstleistungen präsentieren.

Der Erfolg der Veranstaltungen wurde unter anderem durch materielle bzw. personelle Unterstützung von



*Danksagung an alle Helfer*

- unseren Platin-, Gold- und Silbersponsoren
- der TU-Wien
- dem Bundesministerium für Landesverteidigung – Gardemusik
- einem bis zur Veranstaltung auf 100 Personen angewachsenen Heer von Freiwilligen, davon ca. die Hälfte Studierende ermöglicht.

*Michael Franzen*



*Sebastian Flöry (Studienrichtungsvertreter), Prof. Gabriela Schranz-Kirlinger, Prof. Robert Weber und Prof. Josef Jansa (Studienkommissionsvorsitzender)*

### OVG-Jahresabschluss 2010

Im Rahmen des diesjährigen OVG-Jahresabschlusses wurde ein „Geodäsie und Geoinformations-Tag“ mit der Fachschaft für Vermessung und Geoinformation der TU Wien sowie dem Studiendekan für Vermessung und Geoinformation der TU Wien am Mittwoch dem 1. Dezember als zentrale Veranstaltung für unsere StudentInnen und Mitglieder organisiert.

Im ersten Teil fand eine Informationsveranstaltung mit studienrelevanten Informationen statt, in der auch die Auszeichnung für die beste Lehrveranstaltung des Studienjahres 2009/2010 vergeben wurde. Die Geo Education Awards wurden für besondere Leistungen in Lehre und Ausbildung im Bereich der Studien für Vermessung und Geoinformation an der TU Wien auf Grund von Lehrveranstaltungsbewertungen letztes Jahr gegründet. In einer zweiten Runde wurden die endgültigen Preisträger aus den nominierten Lehrveranstaltungsleitern schließlich durch eine Jury, bestehend aus dem Studiendekan, dem Vorsitzenden der Studienkommission und zwei Fachschaftsvertretern festgelegt. Dabei wurden auch die langjährigen Ergebnisse aller Lehrveranstaltungsbewertungen für diesen Lehrenden berücksichtigt.

In Beisein von Vize-Rektor Prof. Prechtl und Dekan Prof. Dorninger wurden den Preisträgern für das Studienjahr 2009/2010 Herr Prof. Weber und Frau Prof. Schranz-Kirlinger im Rahmen einer kleinen Feier die Auszeichnungen überreicht.

Anschließend wurde der OVG-Jahresabschluss mit Kurzvorträgen von:

- Stadtvermessung Wien (MA 41)
- Hauer & Stix ZT – GmbH
- Korschineck & Partner Vermessung ZT – GmbH
- SynerGIS Informationssysteme GmbH
- rmDATA GmbH und
- GEODATA Ziviltechnikergesellschaft mbH

Jede Firma hatte ca. 10-15 Minuten Zeit sich und Ihre Anforderungen als Arbeitgeber für die StudentInnen vorzustellen (was künftige Mitarbeiter können sollten und erwarten können).

Als Ausklang der Veranstaltung wurde bei einem gemütlichen Beisammensein mit Buffet und Getränken Gelegenheit zum weiteren gegenseitigen Kennenlernen gegeben.

*Eszter Simonne-Dombovari und Eva-Maria Unger*

## ARGEOS Bonn, 2. – 5.12.2010

Im Rahmen des 76. Treffens der Arbeitsgemeinschaft der Geodäsiestudierenden (ARGEOS) in Bonn trafen sich auch dieses Semester wieder StudentInnen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz, um vier Tage lang den internationalen Kontakt zu fördern und gemeinsam in Arbeitsgruppen zu diskutieren.

Wegen sehr winterlichen Wetterbedingungen und daraus resultierenden Zug- und Flugverspätungen kamen einige Teilnehmer erst am späteren Abend an, sodass die Begrüßung der Veranstalter ein wenig nach hinten verschoben werden musste. Nachdem dieser offizielle Teil schlussendlich doch erledigt werden konnte, ging es gleich zur Welcome-Party, wo wir von vorherigen Treffen bereits bekannte Gesichter begrüßen und neue kennenlernen konnten.

Das Programm des nächsten Tages startete bereits um 8 Uhr mit den Fachexkursionen. Zur Wahl standen NRW.URBAN – Das Projekt Wohn- und Wissenschaftspark Bonn, Radioteleskop Effelsberg (das besonders großes Interesse hervorruf), Geobasis NRW – Abteilung 7 der Bezirksregierung Köln sowie das Fraunhofer-Institut im Schloss Birlinghoven.

Am Nachmittag nahmen wir an drei sehr interessanten Fachvorträgen teil. Besonders ein Vortrag über das Leben an Bord eines Forschungsschiffes in Arktis und Antarktis sorgte für viele erstaunte Gesichter. Anschließend fand die Vorstandssitzung statt, bei der neben dem ARGEOS-Vorstand auch ein oder zwei Fachschaftsmitglieder jeder Universität teilnehmen. Der Abend stand zur freien Verfügung.

Den Samstagvormittag verbrachten wir mit den Stadtextkursionen. Auch hier gab es wieder mehrere Ziele zur Auswahl: Das Haus der Geschichte und Palais Schaumburg, die Besichtigung des Kölner Doms, der Hauptbahnhof Bonn und eine Stadtführung durch Bonn.

Diskutiert und gearbeitet wurde am Nachmittag in den Arbeitsgruppen. Diese sind in folgende Bereiche unterteilt: Nachwuchs, Bologna, Aktuelle Projekte, Web und Förderverein/Öffentlichkeitsarbeit.

Nach den Arbeitsgruppen fand die Vollversammlung statt. Sie war dieses Mal besonders wichtig und auch intensiv, da ein interessantes Thema diskutiert wurde: Die eventuelle Zusammenlegung von ARGEOS und KonVers (das Fachhochschulen-Äquivalent zu ARGEOS). Bis zum nächsten Treffen werden ARGEOS- und KonVers-Vorstände an diesem Thema arbeiten und Einzelheiten konkretisieren, in der nächsten Vollversammlung wird dann mit allen Teilnehmern weiterdiskutiert.

Am Abend wurde bei der großen Farewell-Party ein sehr erfolg- und erlebnisreiches 76. ARGEOS-Treffen abgeschlossen.

Der Sonntag gestaltete sich nur mehr durch die Abreise aller Teilnehmer. Mit vielen Eindrücken und neu gewonnenen Freunden verließen wir am Abend in dichtem Schneetreiben die Bundesstadt Bonn. Wir freuen uns schon sehr auf das kommende 77. ARGEOS in Hannover!

*Fachschaft Vermessung und Geoinformation TU Wien  
und Fachschaft Geodäsie TU Graz*



## Mitteilungen

### Karl Kraus-Nachwuchsförderpreis 2010 für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation

Der Karl Kraus Nachwuchsförderpreis wird jährlich von der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation e.V. sowie von der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation und der Schweizerischen Gesellschaft für Photogrammetrie, Bildanalyse und Fernerkundung gestiftet. Für 2010 hat die Jury – bestehend aus Dr. Kirsten Wolff, Prof. Dr. Viktor Kaufmann und Prof. Dr. Jochen Schiewe – aus 13 Bewerbungen folgende drei Preisträger ausgewählt:

**1. Preis – Stefan Niedermayr**

s.niedermayr@atn.nu

TU Wien, Betreuer: Prof. Norbert Pfeifer

Thema: „Vervollständigung von Stadtmodellen mittels Distanzkameras“

**2. Preis – Annina Faes**

afaes@geo.uzh.ch

Universität Zürich - Betreuer: Dr. Adrian Schubert

Thema: „Gletscherbewegungsmessungen mit TerraSAR-X-Daten“

**3. Preis – André Henn**

ahennr@googlemail.com

Universität Bonn - Betreuer: Prof. Lutz Plümer

Thema: „Data Mining in 3D-Stadtmodellen mit SVM“

*Michael Franzen*



Die Preisträger bei der Verleihung der Urkunden im Rahmen der 3-Länder Tagung DGPF, SGPF und OVG am 1.7.2010 in Wien

## OVG-Buchpreisträger

Seit 2008 vergibt die OVG jährlich den OVG-Buchpreis für Absolventen mit ausgezeichneten Studienleistungen. Die Details über die Vergabebedingungen zum Buchpreis können auf der Homepage der OVG [www.ovg.at](http://www.ovg.at) nachgelesen werden. Der Preis wird sowohl in Graz als auch in Wien vergeben. Die beiden OVG-Buchpreisträger 2009 heißen Dipl.-Ing. Elise Taichmann (Absolventin 2009 aus Graz) und Dipl.-Ing. Michael Schindelegger (Absolvent 2009 aus Wien). Dem Wiener Buchpreisträger wurde am 15. September

2010 im Rahmen eines Vereinsvortrages vom Vizepräsidenten der OVG, Prof. Harald Schuh, eine Urkunde und ein von der Firma Geodis Austria gespendeter Büchergutschein im Wert von 100 Euro überreicht. Die Verleihung des OVG-Buchpreises in Graz erfolgte im Rahmen eines Vereinsvortrages am 1. Dezember 2010, allerdings in Abwesenheit der Preisträgerin. Anlässlich der Weihnachtsfeiertage konnten die Urkunde sowie ein ebenfalls von der Firma Geodis Austria gespendeter Büchergutschein im Wert von 100 Euro doch noch persönlich an die extra aus Frankreich angereiste Buchpreisträgerin übergeben werden.



*Dipl.-Ing. Michael Schindelegger und Prof. Harald Schuh*



## Buchbesprechungen

Ing. Karl-Heinz Kern

### Der Franziszeische Kataster – Literaturverzeichnis

Im Webportal des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen – BEV (<http://www.bev.gv.at>) finden sich auch historische Daten und Verzeichnisse des Österreichischen Katasters (*siehe: Vermessung & Geo-information – Produktbeschreibungen – Historischer Kataster-Urmappe – Download*). Neben dem Beispiel einer Urmappe (hier Villach 1827), einem Fachartikel über die Entstehung des Katasters und dem Scan der Katastral-Vermessungs-Instruktion 1820 steht nun auch ein umfangreiches Literaturverzeichnis zum Österreichischen Kataster zur Verfügung. Das Verzeichnis beinhaltet eine Liste von 244 Dokumenten wie Gesetze und Verordnungen, Behelfe, zahlreiche Fachartikel und Verfahrensanweisungen von 1720 bis 2007.

Früher, in der so genannten „Niedereren Geodäsie“ angesiedelt, wurde der Kataster zwar „akademisch“ immer etwas gering geschätzt, aber durch seine immense Bedeutung für die Bürgerinnen und Bürger, für die Wirtschaft und den Staat mittlerweile „geadelt“.

In annähernd 190 Jahren war der Kataster, die darin verwendete Technik, die rechtlichen Verhältnisse und vor allem die darin beschäftigten Personen und deren Entscheidungen einem ständigen Veränderungsprozess unterzogen. Viele von uns kennen noch die „Graue“ und die „Rote“ Instruktion vom Hörsensagen. Gelesen hat sie fast keiner mehr. Als Beispiele für die heute noch aktuelle Bedeutung dieser Literatur möge der Paragraph

- § 239 der weiter oben bereits erwähnten „Katastral-Vermessungs-Instruktion 1820“ dienen, in der erläutert wird, **was** bestimmungsgemäß als Seegrundstück zu definieren ist; oder:
- § 245ff, der sich mit Bauparzellen und deren Einmessung beschäftigt.
- Was unterscheidet die Vermessungen der Jahre 1827 von der Neuanlegung der Katastralgemeinde Velden am Wörthersee im Jahre 1906? Das wäre gut zu wissen, spätestens dann, wenn es nicht auffällt, dass diese im Maßstab 1: 2 500 ausgeführt wurde und fälschlicher Weise mit dem Maßstab 1: 2 880 abgegriffen wird. So hat eine Transformation über die heute noch bestehenden Kirchturmknäufe der weiteren Umgebung von Velden eine Maximalabweichung von 8 cm ergeben!
- Handelte es sich bei dieser Neuvermessung um eine reine Naturstandsmessung oder fanden Grenzverhandlungen statt?
- Wer war als Vertreter der Staatsdomänen geladen? Die Antworten liegen im Katastraloperat auf.

Als langjähriger Anwender des Katasters, habe ich nach über 3 Jahrzehnten gelernt, dass man immer noch etwas Neues dazu lernen kann.

Dieses Verzeichnis mit seinen derzeit 244 Eintragungen wurde in mühevoller Recherche von Mitarbeitern des BEV erstellt. Neben den Titeln und den Autoren sind natürlich auch die Fundorte verzeichnet.

Rückfragen mögen an den Verfasser der Literaturliste, Herrn ADir. Ing. Karl-Heinz Kern im BEV/Vermessungsamt Graz, Tel. Nr. 0043 (0)316 325591 gerichtet werden.

Dieses Verzeichnis soll eine lebendige Sammlung bleiben und laufend auch mit späteren Artikeln ergänzt werden. Ich denke dabei z.B. an den Artikel „Dynamisches Vermessungsrecht“ von Dipl.-Ing. Dr. Christoph Twaroch und Dipl.-Ing. Gerhard Muggenhuber in der vgi-Ausgabe, Heft 4/2008, über die Vor- und Nachteile der jeweiligen Katastervermessung.

Andreas Kubec

### Diercke Satellitenbildatlas – Die Welt im Wandel

Konzeption: DI Gerald Mansberger, Dr. Markus Eisl, Thomas Michael, Jakob Eder; Braunschweig, Westermann 2010, 224 Seiten, Preis: 29,95 €, ISBN 978-3-07-509300-9

Der Diercke Satellitenbildatlas – Die Welt im Wandel – zeigt unseren Planeten aus dem Weltall und veranschaulicht die rasanten und vielfältigen Veränderungen zu Beginn des 21. Jahrhunderts.

Unsere Erde ist ein dynamischer Planet und von Natur aus und zunehmend auch durch den Menschen ständigen Veränderungen unterworfen. Besonders anschaulich werden solche Veränderungen in diesem Atlas mittels Zeitreihen dargestellt, in denen topaktuelle Satellitenbilddaufnahmen älteren Aufnahmen gegenübergestellt werden.

Gezeigt werden Veränderungen und Phänomene aus den Bereichen der Atmosphäre, der Hydrosphäre, der Lithosphäre, der Biosphäre und der Anthroposphäre. Sie reichen von natürlichen Veränderungen wie der kontinuierlichen Verlagerung der Küstenlinie durch Sedimenteintrag z.B. am Flussdelta des Huang He (China) oder über momentane Naturereignisse wie Sandstürme bis hin zu den Eingriffen des Menschen, z.B. beim Bergbau in Sibirien oder in Kiruna (Schweden) oder der Verdrängung des Regenwaldes durch die Plantagenwirtschaft auf Borneo.

Unterstützend zur Interpretation der maßstäblich gut abgestimmten Satellitenbilder werden in der jeweils dazugehörigen Legende typische Ausschnitte dargestellt und kurz benannt oder erläutert. Durch die Kombination dieser Bildlegenden, dazu gestellten Karten, Grafiken und Begleittexten erkennt auch das ungeschulte Auge in den Satellitenbildern Strukturen und Zusammenhänge, die sonst verborgen bleiben.

Wer jedoch gewohnt ist, einen Atlas einfach so aufzuschlagen und schnell einen topografischen Überblick über die Erde erhalten möchte, ohne vorher

das Inhaltsverzeichnis zu durchforschen, der wird bei diesem umfangreichen Werk etwas länger brauchen um sich zurecht zu finden.

Dieser Satellitenbildatlas veranschaulicht in hohem Maße wie aktuelle Fernerkundungsdaten aus dem

Weltraum sich mehr und mehr als unverzichtbare Quelle für Entscheidungen erweisen, um Maßnahmen gegen negative Veränderungen auf unseren Planeten setzen zu können.

*Helmut Zierhut*



## Persönliches

### Zum 90. Geburtstag von Vizepräsident Dipl.-Ing. Otto Kloiber

Am 8. August 2010 feierte Dipl.-Ing. Otto Kloiber, Vizepräsident des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen iR, seinen 90. Geburtstag. Seine Berufslaufbahn war durch 35 Jahre voll und ganz dem staatlichen Vermessungsdienst gewidmet.

Der Beginn seines „Curriculum vitae“ soll mit seinen eigenen Worten dargestellt werden:

*„Geboren am 8. August 1920 als Sohn des Ottokar Kloiber, Obertelegrapheninspektor, und der Antonie Kloiber, geb. Dürrhammer, verbrachte ich meine Kindheit im Elternhaus, besuchte die Volksschule in Wien VII., Neustiftgasse 100 und anschließend daran das Realgymnasium im VII. Wiener Gemeindebezirk. Im Jahr 1939 legte ich die Reifeprüfung ab, trat dann als Vertragsangestellter in den Dienst der Landeshauptmannschaft NÖ vom 5.7. bis 19.8.1939. Im Herbst begann ich auf der Technischen Hochschule Wien das Studium für Vermessungswesen. Nach Ablegung der I. Staatsprüfung am 1.7.1941 wurde ich mit 15.7.1941 zur Lehr- und Ersatz-Vermessungsabteilung der ehemaligen deutschen Wehrmacht einberufen. Nach mehrfachen Frontdienstleistungen bei verschiedenen Vermessungsabteilungen wurde ich im Jahr 1944 zur Infanterie abgestellt. Bei der Kapitulation am 8.5.1945 geriet ich in britische Kriegsgefangenschaft, aus welcher ich nach fast neunmonatiger Dolmetschertätigkeit nach Wien heimkehrte. Im Sommersemester 1946 setzte ich mein Studium an der TH Wien fort und beendete es am 28.6.1947 durch Ablegung der II. Staatsprüfung aus dem Vermessungswesen.“*

Im September 1947 wurde Dipl.-Ing. Otto Kloiber als provisorischer Vermessungskommissär in den Bundesdienst aufgenommen. In seiner langjährigen Tätigkeit als Leiter verschiedener Vermessungsämter entwickelte er sich zu einem hervorragenden Katasterexperten. Wegen seiner hervorragenden fachlichen Fähigkeiten, seinem außerordentlichen Organisationstalent, seiner blendenden Begabung auf dem Gebiet der Verwaltung und seiner besonderen Initiative und Einsatzfreude wurde er zunächst als Referent beim Vorstand der Gruppe Kataster in das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen berufen und 1967 mit der Leitung der Abteilung für technisch-administrative Angelegenheiten betraut. 1978 wurde er zum Vorstand der Gruppe Kataster, Grundlagenvermessung und Staatsgrenzen und 1979 zusätzlich zum ständigen Stellvertreter des Präsidenten des BEV bestellt.

Bereits als Referent und besonders als Abteilungsleiter hatte Kloiber maßgebenden Anteil am Entwurf zum Vermessungsgesetz und kann gemeinsam mit Dr. Marhold als einer der Väter dieses Gesetzes bezeichnet werden. Die von ihm konzipierten Durchführungsverordnungen und Dienstvorschriften waren richtungweisend für die Zukunft.

Als Gruppenleiter hat sich Kloiber durch seine grundlegenden und zielführenden Maßnahmen bei der Einführung der Grundstücksdatenbank, bei der Erstellung der Lehrpläne für die Lehrgänge für den Bundesvermessungsdienst, bei der Einführung moderner Managementmethoden und bei der Ausbildung des Amtsleiternachwuchses besondere Verdienste erworben.



Vizepräsident Kloiber (re) mit BEV-Altpräsident Eidherr 1981



Dipl.-Ing. Otto Kloiber 1990

Vizepräsident Kloiber hat sich in der Verwaltungspraxis, durch Veröffentlichungen, als Vortragender und Prüfungskommissär als routinierter Katasterexperte ausgewiesen und durch seine Methodik und exakten Arbeitsstil eine ganze Generation von Vermessungsingenieuren geprägt. Seiner Initiative und Tatkraft ist

die Gründung des „Lehrganges für den Bundesvermessungsdienst“ und des „Abiturientenlehrganges für Vermessungswesen“ an der HTBLV Schellinggasse zuzuschreiben. Als langjähriger Obmann der Arbeitsgemeinschaft der Diplomingenieure im Bundesvermessungsdienst und als Mitglied der provisorischen Personalvertretung hat er sich vehement und erfolgreich für die Standesinteressen eingesetzt.

Als Persönlichkeit mit außerordentlichem Fachwissen auf technischem und administrativem Gebiet hat er sich durch die Verwirklichung neuer Ideen große Verdienste um das österreichische Vermessungswesen erworben, was auch durch zahlreiche Auszeichnungen gewürdigt wurde.

Ein Auszug aus der Liste der Veröffentlichungen soll die Würdigung beschließen:

- *Die Behandlung der Mappenfehlerberichtigung im Grundbuch und Kataster, Mitteilungsblatt zur ÖZVerm 1953, 8.*
- *Bedeutung des Grundkatasters für Wirtschaft und Rechtspflege, Berichte und Informationen 1954.*
- *Über die Ausscheidung von Grundstücken bei Wasserkraftanlagen (gemeinsam mit Hegenbart), Mitteilungsblatt zur ÖZVerm 1963/5.*
- *80 Jahre Evidenzhaltungsgesetz, ÖZVerm 1963/2.*
- *Die geschichtliche Entwicklung des österreichischen Vermessungsgesetzes, in: Dritte Fachtagung für Vermessungswesen: „Landesaufnahme und gesetzliche Grundlagen des Vermessungswesens“ (1968) 41.*
- *100 Jahre Evidenzhaltung des Grundkatasters, in: Kloiber/Schwarzinger, 100 Jahre Führung des Katasters (1983).*

Christoph Twaroch

## Veranstungskalender

### 16. Internationale Geodätische Woche

13.-19.2.2011 Obergurgl, Österreich  
[www.uibk.ac.at/geodaesie/obergurgl.html](http://www.uibk.ac.at/geodaesie/obergurgl.html)

### 8. Sächsischen GIS-Forum

2.3.2011 Dresden, Deutschland  
[www.gdi-sachsen.de](http://www.gdi-sachsen.de)

### 16. Münchner Fortbildungsseminar Geoinformationssysteme

21.-24.3.2011 München, Deutschland  
[www.rtg.bv.tum.de/](http://www.rtg.bv.tum.de/)

### Zehntes Internationales 3D-Forum Lindau

23.-24.3.2011 Lindau, Deutschland  
[www.3d-forum.li](http://www.3d-forum.li)

### JURSE 2011

#### Joint Urban Remote Sensing Event

11.-13.4.2011 München, Deutschland  
[www.jurse2011.tum.de](http://www.jurse2011.tum.de)

### EOGC2011

#### Earth Observation of Global Changes

13.-15.4.2011 München, Deutschland  
[www.eogc2011.tum.de/](http://www.eogc2011.tum.de/)

### FIG Working Week 2011

#### Bridging the Gap between Cultures

18.-22.4.2011 Marrakesch, Marokko  
[www.fig.net/fig2011](http://www.fig.net/fig2011)

### Gi4DM 2011

#### Geoinformation for Disaster Management

3.-8.5.2011 Antalya, Türkei  
[www.gi4dm2011.org\\_blank](http://www.gi4dm2011.org_blank)

### REAL CORP 2011

#### 16. internationale Konferenz zu Stadtplanung, Regionalentwicklung und Informationsgesellschaft

18.-20.5.2011  
 Essen / Nordrhein-Westfalen / Deutschland  
[www.corp.at](http://www.corp.at)

### ESRI 2011 – 17. deutschsprachige ESRI Anwenderkonferenz

24.-26.5.2011  
 München-Unterschleißheim, Deutschland  
[esri2011.esri.de](http://esri2011.esri.de)

### GEOINFORMATIK 2011

15.6.2011 Münster, Deutschland  
[www.geoinformatics2011.de](http://www.geoinformatics2011.de)

### IUGG 2011

#### Earth on the Edge: Science for a Sustainable Planet

28.6.-7.7.2011 Melbourne, Australien  
[www.iugg2011.com](http://www.iugg2011.com)

### 25. International Cartographic Conference and the 15th General Assembly of the International Cartographic Association

3.-8.7.2011 Paris, Frankreich  
[www.icc2011.fr](http://www.icc2011.fr)

### GI\_Forum 2011 GI Community in Focus

5.-8.7.2011 Salzburg, Österreich  
[www.gi-forum.org](http://www.gi-forum.org)

### AGIT 2011

6.-8.7.2011 Universität Salzburg  
<http://www.agit.at/>

### 53. Photogrammetrische Woche

5.-9.9.2011 Stuttgart, Deutschland  
[www.ifp.uni-stuttgart.de/phowo](http://www.ifp.uni-stuttgart.de/phowo)

### Mathematical Geosciences at the Crossroads of theory and practice

5.-9.9.2011 Salzburg, Österreich  
[www.iamg2011.at](http://www.iamg2011.at)

### INTERGEO 2011

27.-29.9.2011 Nürnberg, Deutschland  
[www.intergeo.de](http://www.intergeo.de)

### 59. Deutscher Kartographentag

27.-29.9.2011 Nürnberg, Deutschland



International Federation of Surveyors  
Fédération Internationale des Géomètres  
Internationale Vereinigung der Vermessungsingenieure

## **FIG COMMISSION 7**

**Cadastre & Land Management**

**Die OVG freut sich, die**

**Jahresversammlung 2011 der FIG Kommission 7  
von 25. September – 1. Oktober 2011  
in Innsbruck**

**zu veranstalten**

**und lädt Sie herzlich zur Teilnahme beim  
internationalen Symposium**

### **Cadastre 2.0**

**am 30. September 2011  
in Innsbruck  
ein.**

**Programm und Anmeldung finden Sie in Kürze auf**

**[www.ovg.at](http://www.ovg.at)**



**OVG**

**Österreichische Gesellschaft für  
Vermessung und Geoinformation**

# Leica Viva TS15

## Die schnellste bildbasierte Totalstation



... let us inspire you



### Leica Viva TS15 & Leica Viva SmartPole – Bilder sagen mehr als Messungen

- Integrierte hochauflösende Weitwinkelkamera
- Bisher unerreichte Displayqualität
- Bildbasierte Aufnahme- und Skizzierfunktionen
- Direkte logische Zuordnung der Bilder zu Punkten Linien oder Flächen
- Innovative Leica Viva SmartWorx Software
- Kombinierbar mit Leica Viva GNSS als SmartPole- oder SmartStation-Lösung
- ▶ Bildunterstützte Messungen
- ▶ Auch bei stärkster Sonneneinstrahlung
- ▶ Papierlose, wetterunabhängige Feldskizzen
- ▶ Keine nachträgliche zeitaufwendige Zuordnung im Büro notwendig
- ▶ Einfache und selbsterklärende Bedienung
- ▶ Flexibler und produktiver dank optimiertem Messablauf

**Leica Geosystems Austria GmbH**  
Gudrunstraße 179, A-1100 Wien  
Tel. 01/98 122-0, Fax 01/98 122-50  
lgs.austria@leica-geosystems.com  
[www.leica-geosystems.at](http://www.leica-geosystems.at)

- when it has to be **right**

**Leica**  
Geosystems



## Austrian Map *Fly* 5.0

- Staatliche Österreichische Karte im Maßstab 1:50 000 mit Weg- und Straßenmarkierungen, 1:200 000 und 1:500 000
- Eigene Routen als Overlay perspektivisch darstellbar
- Suche nach Namen und Koordinaten
- Export auf Handys
- 2D/3D Darstellung – Flugmodus
- Anzeige der höchsten und niedrigsten Erhebung

**Ganz Österreich als Landkarte auf einer DVD um € 89,-**

### Kontakt

[austrianmap@bev.gv.at](mailto:austrianmap@bev.gv.at)

oder

[sales@freytagberndt.at](mailto:sales@freytagberndt.at)

