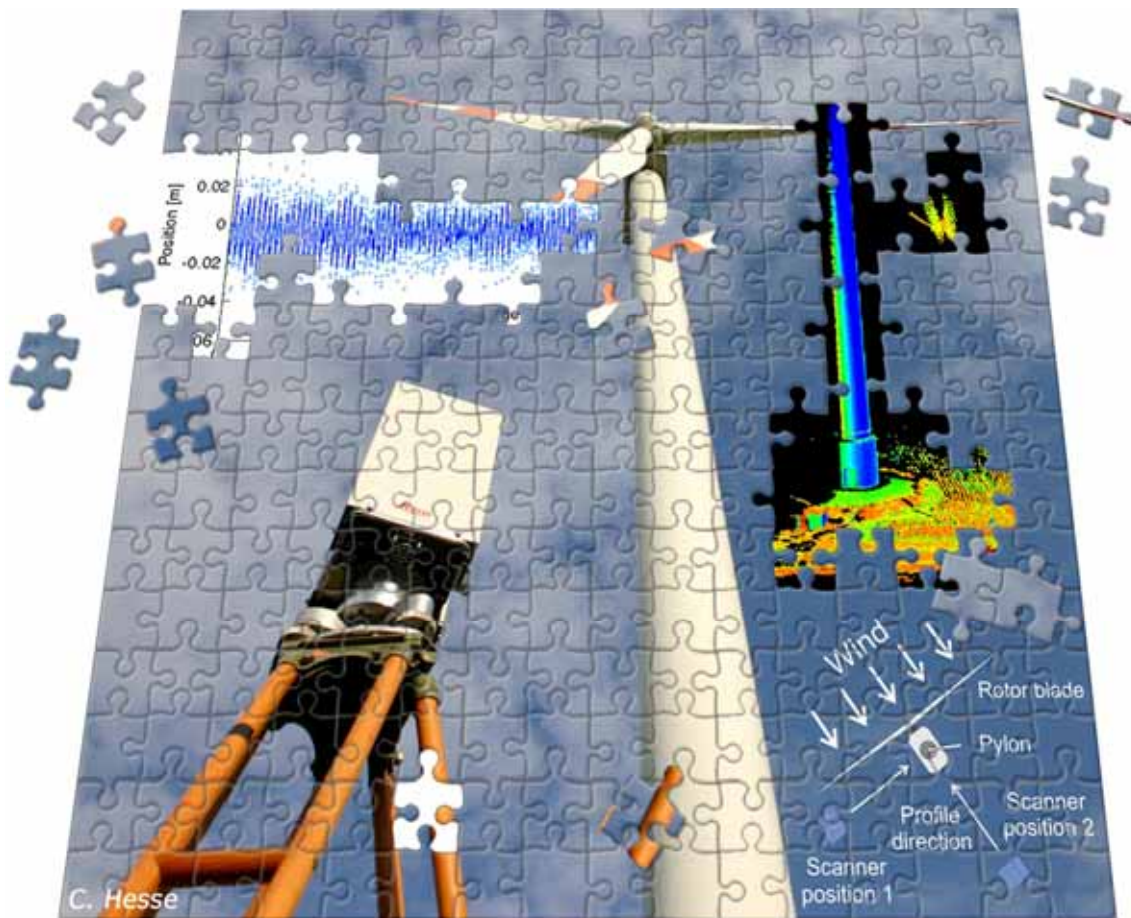


# Berichte

aus der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik

Februar 2006

Folge 56



**Der neue Laserscanner Leica HDS 4500 am GIH  
Einsatz bei der Bestimmung des Schwingungs-  
verhaltens einer Windenergieanlage**

## **IMPRESSUM**

**Jahresberichtsheft Nr 56 der:**

**Gesellschaft zur Förderung der Fachrichtung Vermessungswesen**

c/o Institut für Photogrammetrie und GeoInformation, Universität Hannover

Nienburger Str. 1

30167 Hannover

Tel.: +49/(0)511/ 762-2486

Fax: +49/(0)511/ 762-2483

Geschäftsführer: Dr.-Ing. Peter Lohmann

E-mail: [lohmann@ipi.uni-hannover.de](mailto:lohmann@ipi.uni-hannover.de)

### Rechtlicher Hinweis

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

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

### Urheber- und Kennzeichenrecht

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

Allein aufgrund der bloßen Nennung ist nicht der Schluss zu ziehen, dass Markenzeichen nicht durch Rechte Dritter geschützt sind.

Das Copyright für veröffentlichte, von der Gesellschaft zur Förderung der Fachrichtung Vermessungswesen selbst erstellte Beiträge bleibt allein bei der Gesellschaft. Eine Vervielfältigung oder Verwendung solcher Grafiken, Fotos und Texte in anderen elektronischen oder gedruckten Publikationen ist ohne ausdrückliche Zustimmung der Gesellschaft nicht gestattet.

## Inhalt

<b>Aus der Gesellschaft</b>	1
Bericht über die Mitgliederversammlung der Gesellschaft am 15.11.2005	1
Verleihung des Walter-Großmann-Preises 2005	6
Aufruf zur Bewerbung um den Walter-Großmann-Preis 2007	9
Förderergaben	10
<b>Aus der Fachrichtung</b>	11
Personelles	11
Dissertationen	20
Publikationen und Vorträge	24
Größere Institutsarbeiten	49
Workshops	109
Messen und Öffentlichkeitsarbeit	112
<b>Aus dem Lehrbetrieb</b>	116
Neuer Bachelor- und Masterstudiengang in Geodäsie und Geoinformatik	116
Diplomandenfeier der Fakultät Bauingenieurwesen und Geodäsie	119
Diplom- und Studienarbeiten	120
Exkursionen	142
Projektseminare	155
Schlussvermessungsübungen	161
Geodätische Kolloquien	168
Angehörige der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik	170
Honorarprofessoren und Lehrbeauftragte	174



## Aus der Gesellschaft

### Bericht über die Mitgliederversammlung der Gesellschaft am 15.11.2005

#### Geschäftsbericht

Der Vorsitzende, Herr E. Kophstahl, eröffnet die Mitgliederversammlung 2005 um 17:55 Uhr, und begrüßt die anwesenden 28 Teilnehmer und insbesondere Herrn Prof. Schroeder (Inning), neben Herrn Hildebrand (Nürnberg) als den am weitesten Angereisten.

Es wird die ordnungsgemäße Einladung und Beschlussfähigkeit festgestellt. Zur Tagesordnung gibt es keine Einwände oder Ergänzungen

Die Mitglieder gedenken der im vergangenen Jahr verstorbenen Mitglieder

Korittke, Norbert, † 22.05.2004

Kuthe, Alfred, † 29.10.2004

Risius, Johannes, † 19.12.2004

Stumpf, Jürgen, † 29.07.2005

Bezüglich der Mitgliederentwicklung ergibt sich folgendes Bild:

Bestand lt. Mitgliederverz.	20.10.04	609 Vollmitglieder	102 Studenten
-----------------------------	----------	--------------------	---------------

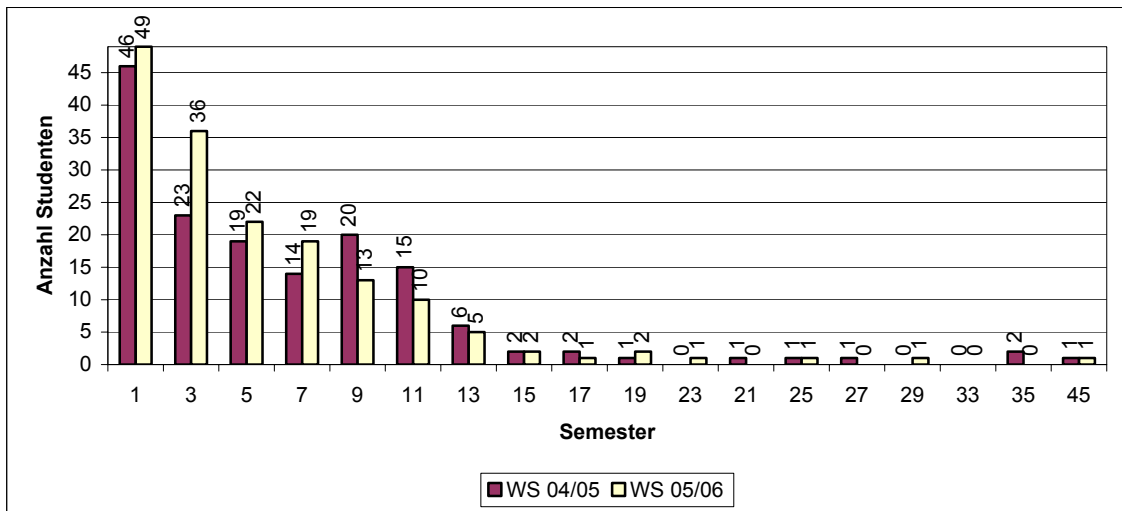
	20.10.05	589 Vollmitglieder	109 Studenten
--	----------	--------------------	---------------

Herr Kophstahl berichtet von seiner Teilnahme an der festlichen Diplomandenfeier des Fachbereichs Bauingenieur- und Vermessungswesen Anfang des Jahres im Conti-Hochhaus, die auch im Januar 2006 wieder stattfinden wird (siehe Bericht Heft 55).

Die Statistik über die Zahl der Studenten wird vorgestellt.

Die Gesamtzahl der Studenten inkl. 1. Semester beträgt derzeit 163.

Die Verteilung auf die einzelnen Fachsemester kann der folgenden Graphik entnommen werden.



### Kassenbericht

Prof. Bohnsack stellt den Jahresabschluss 2004 vor:

#### Handkasse

Bestand am 31.12.04 € 467,01

#### Girokonto 1 (31.12.2003)

Bestand € 264,65

Überweisung auf Girokonto 2 € 264,65

Bestand am 31.12.2004 € 0,00

#### Girokonto 2 (31.12.2003)

Bestand € 4.320,92

Einnahmen (inkl. Fehl- und Rückbuchungen) € 28.350,10

Ausgaben

Ausgaben € 28.161,39

Bestand am 31.12.2004 € 188,71

#### Festgeldkonto Dresdener Bank 220 1291 932 70

Bestand 31.12.2004 € 11.173,08



Der Bestand des Festgeldkontos wird nach Vorgabe des FA kontinuierlich abgebaut und beträgt jetzt nur noch 45% des Ausgangsbestandes von 2001.

### Bericht der Kassenprüfer

Die Kassenprüfung, wie von Herrn Dr. Reuter vorgetragen, bestätigt eine saubere Kassenführung.

Herr Dr. Reuter weist darauf hin, dass alle Ausgaben gemäß der gültigen Satzung erfolgen müssen, d.h. sie müssen für wissenschaftliche Zwecke vorgenommen werden. Er weist darauf hin, dass 270 Mahnungen zur Bezahlung des Jahresbeitrags versandt werden mussten. Die Möglichkeit der Einzugsermächtigung nehmen derzeit nur 45 Mitglieder wahr.

Der Antrag auf Entlastung des Schatzmeisters und des Vorstands wird einstimmig angenommen.

### Haushaltsplan 2006

Der Mitgliederversammlung wird folgender Beschlusentwurf vorgelegt:

„ Zum Haushaltsplan 2006 fasst die Mitgliederversammlung folgenden Beschluss: Der Vorstand wird ermächtigt, der Fachrichtung Vermessungswesen einen gedeckten Betrag bis zu € 20.000,-- für wissenschaftliche Zwecke zur Verfügung zu stellen.“

Dieser Antrag wird einstimmig angenommen.

### Wahl des Vorstands

Bedingt durch Ruhestand und Ähnliches treten einige Mitglieder des erweiterten Vorstands von ihren Ämtern zurück. Folgende Kandidaten stellen sich nach Rücksprache durch den jetzigen Vorstand zur Wahl:

Vorstand:

- 1. Vorsitzender : Dipl.-Ing. E. Kopstahl, LGN
- 2. Vorsitzender : Herr K.-U. Schulz, GLL Hannover
- Schatzmeister: Prof. G. Bohnsack

Beisitzer:

MI	Dr. C. Uhde
WSD	Matthias Adam
DB-AG	Kloth-Henkel *
ÖbVi	Dr. Menke
Stadtverm. Hannover	Dr. Wegener
Kassenprüfer	Dr. Reuter, Herr Oelfke

Die Wahl erfolgt en bloc für den engeren Vorstand einstimmig (3 Enthaltungen) und ebenso einstimmig für die Beisitzer (5 Enthaltungen) und die Kassenprüfer (2 Enthaltungen).

### Bericht der Universität

Der Bericht der Universität wird von Frau Prof. Sester gegeben:

#### *Allgemeines:*

Die Wiederbesetzung der Professuren ist auf gutem Wege; bis Herbst 2006 werden sowohl Nachfolge Kötter als auch Nachfolge Seeber wiederbesetzt sein. Die Fachrichtung sieht dies mit einem lachenden und einem weinenden Auge, denn auf der einen Seite verliert sie den geschätzten Kollegen Seeber, auf der anderen Seite ist das Team Hannover danach für die nächste Zeit neu aufgestellt.

Am Institut für Photogrammetrie und GeoInformation wird zum 1.1.2006 Herr Dr. Sörgel als Juniorprofessor für Radarfernerkundung seinen Dienst antreten.



Am Institut für Erdmessung promovierten Herr Roland und Herr Willgalis, am Geodätischen Institut Herr Mahamoud Abu El Reish. Die Professoren der Fachrichtung sind darüber hinaus an weiteren Promotionen im In- und Ausland als Korreferenten beteiligt.

Der Bachelor-Master-Studiengang Geodäsie und Geoinformatik ist akkreditiert und hat zum Wintersemester 2005/06 mit 54 Studierenden begonnen. Dem Studiendekanat – d.h. Prof. Müller und Herrn Dipl.-Ing. Neumann-Redlin – gilt der Dank der Fachrichtung für die zügige und überaus erfolgreiche Leitung.

#### *Forschungsaktivitäten (Details: siehe Abschnitt „Aus der Fachrichtung“):*

Am Institut für Erdmessung wird speziell im Rahmen der neuen Schwerefeld-Satellitenmissionen geforscht (GRACE, GOCE); weitere Forschungsarbeiten: SAPOS, fennoskandische Landhebung, sowie portable Zenitkamera. Prof. Müller ist Sprecher einer DFG-Forschergruppe ‚Erdrotation und globale dynamische Prozesse‘, an der 12 Projektmitarbeiter in ganz Deutschland beteiligt sind und die ihre Arbeit Anfang 2006 aufgenommen hat.

Ebenfalls beteiligt an dieser Initiative ist Prof. Kutterer vom Geodätischen Institut (GIH). Am GIH wurden in 2005 einige neue Projekte initiiert, speziell



auch über DFG-Förderung. Diese beschäftigen sich mit der Thematik der Datenqualität. Ein weiteres neues Thema am GIH ist das terrestrische Laserscanning, welches u.a. auch durch die Beschaffung eines Gerätes Leica HDS 4500 ausgelöst wurde. Im Fortsetzung des ERASMUS-Programms mit der TU Bukarest waren Prof. Pelzer, Dipl.-Ing. Grabowski und Dipl.-Ing. Neuner als Gastdozenten in Bukarest.

Am Institut für Photogrammetrie und GeoInformation arbeiten derzeit 11 Mitarbeiter im Rahmen von Drittmittelprojekten. Themenschwerpunkte liegen weiterhin in der automatischen Bilderkennung, der DGM-Generierung – speziell der Oberfläche des Mars.

Das IPI ist zusammen mit Institut für Kartographie und Geoinformatik (ikg) an zwei deutschlandweiten DFG-Bündelprojekten beteiligt. Das Bündel „Datenabstraktion“ unter Leitung von Frau Sester ging in die zweite Phase; das zweite Bündel wird von Frau Prof. Meng auch München geleitet und erfolgt in deutsch-chinesischer Kooperation. In Deutschland werden sieben Projekte gefördert. Am ikg wird weiterhin, speziell über Drittmittelforschung mit 12 Mitarbeitern, an den Themen Datenintegration, Generalisierung und Fortführung, sowie 3D-Stadtmodelle geforscht.

*Dank an Förderer:*

Durch große Unterstützung der Förderer konnte die geodätische Exkursion in diesem Jahr nach Bayern durchgeführt werden. Weiterhin konnte die PR-Gruppe der Fachrichtung auch und vor allem durch Mittel von den Förderern sehr engagiert und äußerst erfolgreich arbeiten.

### Verschiedenes

Die nächste Mitgliederversammlung wird auf den 21. November 2006 terminiert.

Walter-Grossmann-Preisträger 2005: Dipl.-Ing. Birger Reese, der zur Zeit ein Stipendium in England an der University of Nottingham wahrnimmt, wurde vom Kuratorium mit dem Beitrag „Warum es wichtig ist, nicht nur die Form der Erde sondern auch ihr Innenleben zu kennen“ gewählt. Da Herr Reese z. Zeit nicht in Deutschland ist, wird die Preisverleihung anlässlich eines Kolloquiums im Frühjahr stattfinden. Das Preisgeld wird ihm aber schon jetzt überwiesen.

Im Jahr 2006 findet in der 2. Maiwoche die 175-Jahr Feier der Universität Hannover statt mit einigen großen Veranstaltung, wie z.B. eine „Nacht der Wissenschaften“. Gleichzeitig gibt es 2006 das 125 jährige Jubiläum des Vermessungswesens an der Universität Hannover. Es wird beschlossen diese Jubiläen zum Anlass zu nehmen ein Wochenende (Freitag/Samstag) für eine

geodätische Veranstaltung zu nutzen (Am Freitag Fachvorträge, am Samstag ein Veranstaltung ähnlich dem Generationentreff von 2003). Bezüglich der Terminierung muss noch abgewartet werden, wie die Vorstellungen der Universität insgesamt, sowie der Fakultät aussehen, aber es wird angeregt, möglichst den 12./13. Mai oder den 16./17. Juni 2006 als Termin vorzumerken.

Genauerer Informationen und die Einberufung eines Festausschusses werden aber zu Beginn des kommenden Jahres folgen.

Auf Bitte der Mitglieder wird zukünftig das Kolloquium am Tag der Mitgliederversammlung, wie in den Jahren zuvor um 15:00 Uhr beginnen.

Die Mitgliederversammlung endet um 18:55 Uhr.

#### **Verleihung des Walter-Großmann-Preises 2005**

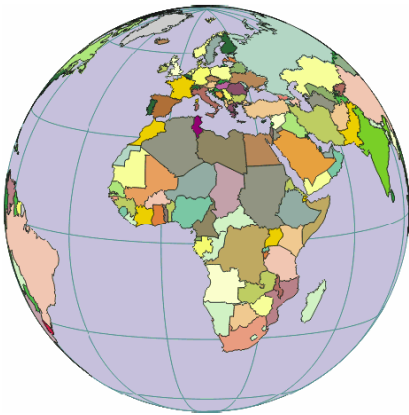
Herr Dipl.-Ing. Birger Reese, der zur Zeit ein Stipendium in England an der University of Nottingham wahrnimmt, wurde vom Kuratorium mit dem Beitrag „Warum es wichtig ist, nicht nur die Form der Erde sondern auch ihr Innenleben zu kennen“ gewählt. Da Herr Reese z. Zeit nicht in Deutschland ist, wird die Preisverleihung anlässlich eines Kolloquiums im Frühjahr stattfinden.

Der preisgekrönte Beitrag wird im Folgenden wiedergegeben:

**Warum es wichtig ist, nicht nur die Form der Erde, sondern auch ihr  
Innenleben zu kennen  
von Birger Reese**

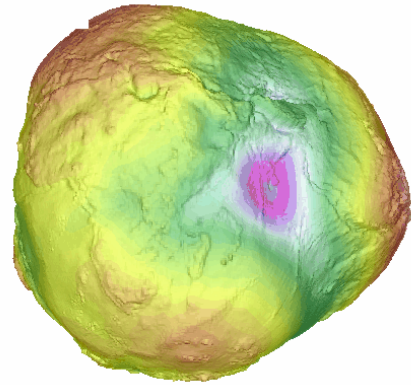
*Geodäten befassen sich heute im Wesentlichen mit der Bestimmung der Figur der Erde. Dieses erklärt auch schon der Name Geodät (griechisch: γη = Erde, δαίζω = ich teile). Vom landläufig bekannten Vermessungsingenieur, der den meisten in seiner klassischen Rolle des Grundstücksvermessers und Grenzsteinfinders ein Begriff ist, hat sich die Rolle somit weit entfernt. Weil dies nicht mehr ohne den durchgängigen Einsatz von Computern geschieht, heißt die ursprüngliche Fachrichtung „Vermessungswesen“ deshalb neuerdings richtigerweise „Geodäsie und Geoinformatik“.*

*Was treibt Geoinformatiker an, nicht nur die Erdfigur als ganzes zu bestimmen, sondern darüber hinaus auch noch das Innere der Erde zu erkunden. Warum ist dieses ihnen so wichtig? Und welchen praktischen Nutzen hat es vielleicht für die Allgemeinheit. Um es vorwegzunehmen: es ist eine komplexe Geschichte, die aber – in bildhaften Worten erklärt – doch einfach zu verstehen ist.*



Erde als Kugelgestalt

(Quelle: Geoforschungszentrum Potsdam)



Geoid (stark überhöht)

Beginnen wir mit der Schaffung von Grundlagen und der Untersuchung der Fragestellung „Wie bestimmt man die Figur der Erde“?

Überspringen wir ein paar tausend Jahre und kommen gleich von der Scheibe, über die Kugel und das Ellipsoid (abgeplattete Kugel) zum Geoid (siehe Abbildung). Die Figur der Erde ist unregelmäßig, was sich anhand von 12 km tiefen Meeresgräben und 8 km hohen Bergen leicht verdeutlichen lässt. Da nun die Erde keine einfache geometrische Figur ist, lässt sie sich auch nicht mit einfachen Mitteln bestimmen.

Viele Jahrhunderte gingen ins Land, in denen Geodäten überall auf der Erde Koordinaten bestimmten und aus diesen ein Netz von Punkten schufen und so die Erde wie mit einer Art Käfig umschlossen. Dieses war ein gewaltiger Aufwand und es begann stets alles damit, eine Position auf der Erde anhand von Sternen zu bestimmen, wie es schon die alten Seefahrer taten. Diesen Aspekt sollte man im Hinterkopf behalten, denn er wird im weiteren Verlauf noch wichtig werden. Von diesen festen Punkten aus wurden sodann die Positionen vieler weiterer markanter Punkte auf der Erde mit Winkel- und Streckenmessgeräten bestimmt.

Nun kommt ein Umbruch, denn es wurde das GPS erfunden (Global Positioning System: Freigabe durch die Amerikaner für die kostenlose zivile Nutzung im Jahr 1993). Dieser Begriff ist heute auch weiten Teilen der Bevölkerung bekannt, da z.B. die Navigation von Autos auf dieser Technik beruht. Kurz erklärt: Es wurden Satelliten in die Erdumlaufbahn geschossen, deren Positionen nicht nur bekannt sind, sondern die diese dem Nutzer freundlicherweise auch noch mitteilen. Somit ist es möglich, jederzeit die Position auf der Erde mit Empfängern, die die Signale der Satelliten verarbeiten, zu bestimmen.

Dieses löst scheinbar alle Probleme, denn nun braucht man keine komplizierten Geräte, Netze oder Käfige mehr, sondern man begibt sich direkt an den Punkt der Erde, von dem man die Koordinaten wissen möchte und bestimmt diese innerhalb kürzester Zeit mit GPS. Auch Geoinformatiker tun dieses, sie tun es nur genauer und es ist dann nicht mehr ganz so einfach, wie es in dieser Erklärung erscheint, aber das Prinzip ist das gleiche.

Nun zurück zur Kernfrage. Warum reicht dieses nicht aus? Was will man mehr, als immer und überall zu wissen, wo man gerade ist? Wie oben bereits erläutert, lässt sich die Erde keiner einfachen geometrischen Form zuordnen, sondern hat eine recht komplexe Gestalt. Jedoch beziehen sich die mit GPS bestimmten Positionen auf eine geometrische Form – nämlich ein Ellipsoid. Und als ob es damit nicht genug wäre, es ist nicht nur die Form der Erde, die komplex ist, sondern auch ihr Inneres. Mal ist es lockerer Sand, mal festes Gestein, mal Grundwasser oder auch mal ein Salzstock. Und diese Materialien sind unterschiedlich schwer bzw. haben eine unterschiedliche physikalische Dichte. Dieses hat Einfluss auf das Schwerfeld der Erde, denn abhängig von der Dichte herrscht an verschiedenen Punkten der Erde eine unterschiedliche Anziehungskraft. Da sich die Fließrichtung des Wassers nach eben jenem Schwerfeld richtet, wird die Höheninformation daran ausgerichtet. Würde man dieses nicht tun, könnte zwischen zwei 20 Meter hohen Seen Wasser fließen, obwohl sie ja nach dem Papier gleich „hoch“ sind.

Hier kommen nun die zu Beginn bereits erwähnten klassischen Methoden ins Spiel. Anders als das GPS richtet sich die astronomische Methode der Positionsbestimmung mit den Sternen nämlich nach dem Schwerfeld. Durch modernisierte Technik ist es nun auch mit dieser Methode möglich, punktuell und schnell Positionen zu bestimmen. Zu diesem Zweck wird eine digitale Kamera in den Himmel gerichtet und es werden die Sterne photographiert. Vergleicht man die so festgehaltene Position der Sterne mit derjenigen Position, die in digitalen Sternenkatalogen für Millionen dieser Sterne festgehalten ist, lässt sich die Position auf der Erde berechnen. Natürlich computergestützt, so kommt man auch hier in sehr kurzer Zeit zu einer Position.

Vergleicht man nun die astronomische Position mit der geometrischen aus GPS, so ist die Differenz eine Auswirkung des Schwerfeldes, also des inneren Aufbaues der Erde. Somit kann man mit der Kombination dieser beiden Techniken einen Blick in das Erdinnere werfen und etwas über den Aufbau der Erde aussagen.

Dieses lässt sich u.a. zum Auffinden von Dichteanomalien (Gebiete, die eine deutlich andere Dichte aufweisen als ihre Umgebung) nutzen. Beispiele für solche Anomalien sind Salzstöcke oder auch Erdölvorkommen, für deren

Auffinden sonst sehr aufwändige Bohrungen erforderlich wären. Der praktische Nutzen ist also an dieser Stelle deutlich erkennbar.

Durch Kombination von astronomischen Messungen und GPS kann nun also das Schwerefeld der Erde bestimmt werden. Dank der modernen Computertechnologie und kostengünstig zur Verfügung stehenden Datenspeichermedien lässt sich das Ergebnis abspeichern und man kann diese Informationen später zur Bestimmung der „richtigen“ Höhe mit GPS allein verwenden, indem man die mit GPS gewonnenen geometrischen Höhen mit den abgespeicherten Informationen über das Schwerefeld korrigiert und somit *physikalische Höhen* erhält, bei denen dann zwischen gleichen Höhen *kein* Wasser mehr fließt.

Fazit: der „Blick hinter die Kulissen“ bzw. ins Erdinnere hat also auch für die Allgemeinheit eine sehr praktische Bedeutung und es reicht deshalb nicht aus, sich bei der Erforschung unseres Planeten allein auf dessen Oberfläche zu beschränken. Die Geoinformatik stellt dafür mit der geschilderten, kombinierten astronomisch-geodätischen Diagnosemethode ein elegantes und dabei wirtschaftliches Verfahren zur Verfügung,

#### **Aufruf zur Bewerbung um den Walter-Großmann-Preis 2007**

Zur Erinnerung an Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E.h. Walter Großmann stiftet die Gesellschaft zur Förderung der Fachrichtung Vermessungswesen der Universität Hannover den „Walter-Großmann-Preis“. 2007 soll der Preis zum 14. Mal verliehen werden. Der Preis besteht aus einer Verleihungsurkunde, sowie einem Geldbetrag von € 2.000,-. Er soll für fachbezogene Studienreisen oder eine andere wissenschaftliche Fortbildung verwendet werden.

Teilnahmeberechtigt sind alle Diplomkandidaten bzw. Diplomingenieure der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Universität Hannover, deren Diplomarbeit zwischen September 2005 und August 2007 eingereicht und beurteilt wurde.

Einzureichen sind:

1. Eine formlose Bewerbung um den Walter-Großmann-Preis mit Angabe des Themas der Diplomarbeit, ihrer Bewertung durch die Universität und einer Kurzzusammenstellung des Inhaltes, soweit diese noch nicht im Berichtsheft der Förderergesellschaft veröffentlicht wurde.
2. Eine allgemeinverständliche, öffentlichkeitswirksame Darstellung (Presseartikel) des betreffenden Forschungsbereichs.

Besonders gelungene öffentlichkeitswirksame Darstellungen können unabhängig von der Preisverleihung mit insgesamt € 500,- prämiert werden.

Da eine Veröffentlichung der Bewerbungen nach der Preisverleihung u.a. im folgenden Fördererheft vorgesehen ist, bitten wir, die Unterlagen in schriftlicher und digitaler Form auf Diskette (WORD für WINDOWS, Schrifttyp: Arial 12, mit eingebundenen Abbildungen) bis zum 31.08.2007 beim Geschäftsführer der Förderergesellschaft

Dr.-Ing. Peter Lohmann, Institut für Photogrammetrie und GeoInformation  
Nienburger Str. 1, 30167 Hannover

Tel: 0511 762 2486, Fax: 0511 762 2483

Email: [lohmann@ipi.uni-hannover.de](mailto:lohmann@ipi.uni-hannover.de)

einzureichen.

Später eingehende Bewerbungen können nicht berücksichtigt werden.

### **Förderergaben**

Festschrift 100 Jahre Geodätische Forschung und Lehre in Hannover (1981)

Geoforum 2004. Geoinformationssysteme: Grundlagen – Nutzungen – Entwicklungen. Beiträge des Geoforums 2004, Hannover, Leibnizhaus, 8.6.2004. Wiss. Arb. d. Fachr. Geodäsie u. Geoinformatik d. Univ. Hannover, Nr. 252, Hannover, 2004.

Hirt, C., Entwicklung und Erprobung eines digitalen Zenitkamarasystems für die hochpräzise Lotabweichungsbestimmung (Diss.). Wiss. Arb. d. Fachr. Geodäsie u. Geoinformatik d. Univ. Hannover, Nr. 253, Hannover, 2004.

Roland, M., Untersuchungen zur Kombination terrestrischer Schweredaten und aktueller globaler Schwerefeldmodelle (Diss.). Wiss. Arb. d. Fachr. Geodäsie u. Geoinformatik d. Univ. Hannover, Nr. 254, Hannover, 2005.

Willgalis, S., Beiträge zur präzisen Echtzeitpositionierung in GPS-Referenzstationsnetzen. (Diss.). Wiss. Arb. d. Fachr. Geodäsie u. Geoinformatik d. Univ. Hannover, Nr. 255, Hannover, 2005.

<b>Aus der Fachrichtung</b>
-----------------------------

<b>Personelles</b>
--------------------

### Geodätisches Institut

#### **Mitarbeiter:**

Herr Dipl.-Ing. Ingo Neumann ist seit dem 01.04.2005 wissenschaftlicher Mitarbeiter für das DFG-Projekt „Geodätische Deformationsanalysen unter Berücksichtigung von Beobachtungsimpräzision und Objektunschärfe“.

Frau Dipl.-Ing. Andrea Heiker beendete ihre Mitarbeit am 31.12.2005. Ihre Tätigkeit umfasste vor allem die Geschäftsführung des Prüfungsausschusses und eine Reihe weiterer administrativer Aufgaben.

#### **Ehrungen:**

Frau Dipl.-Ing. Stephanie Boehm erhielt am 10.05.2005 ein Stipendium der ÖbVI Ernst-F.-Simon-Stiftung.

Herr Dipl.-Ing. Ingo Neumann erhielt am 14.10.2005 ein Reisestipendium der Victor-Rizkallah-Stiftung für die Diplomarbeit in der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik zum Thema „Erweiterung des Programmsystems *Control* zur Überwachung und Auswertung dreidimensionaler Punktfelder“.

#### **Austausch:**

##### **Sokrates–Erasmus–Austausch...**

... **mit Rumänien:** Im akademischen Jahr 2004/2005 wurde das Sokrates-Erasmus Austauschprogramm mit der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie an der TU für Bauwesen in Bukarest fortgesetzt (28.03. – 03.04.2005). Herr Prof. Dr.-Ing. H. Pelzer und Herr Dipl.- Ing. H. Neuner hielten an der Partnerhochschule Vorlesungen und Übungen zu den Themen „Analyse von Deformationsmessungen und kinematisches Kalman-Filter“ und „Vorstellung aktueller Projekte im Bereich Ingenieurvermessung“.

Herr Dipl.-Ing. J. Grabowski hielt Vorlesungen zur „Funktionsweise, Aufbau und Handhabung automatisch arbeitender Überwachungssysteme für Maschinen und Bauwerke“.

Die Studierenden C. Cristea und A. Tache aus Rumänien haben während ihres dreimonatigen Aufenthaltes am Geodätischen Institut ihre Diplomarbeit vorbereitet.

Das Projekt soll im nächsten Jahr in ähnlichem Umfang weitergeführt werden. An beiden Partneruniversitäten sind jeweils zwei Plätze für die Entsendung von Studierenden vorgesehen.

... **mit der Türkei:** Im Rahmen des Sokrates-Erasmus-Programms war Herr Prof. Dr.-Ing. H. Kutterer vom 10. bis 14.04.2005 an der TU Istanbul. Er führte Koordinationsgespräche mit dortigen Kollegen, nahm an einer Promotionsprüfung teil und hielt einen Vortrag mit dem Titel: „Uncertainty assessment in geodetic data analysis“.

### **Mitgliedschaften in nationalen und internationalen Fachgremien:**

Boehm, S.: Schriftführerin des DVW Landesvereins Niedersachsen/Bremen

Mitglied des DVW AK 4 „Ingenieurgeodäsie“

Mitglied der Arbeitsgruppe „Ausgleichsrechnung und Statistik“ zur DIN 18709-4

Eling, D.: VDV-Hochschulreferent

Kutterer, H.: Mitglied der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (DGK) und der Arbeitskreise „Ingenieurgeodäsie“ und „Rezente Krustenbewegungen“

Mitglied der Arbeitsgruppe „Ausgleichsrechnung und Statistik“ zur DIN 18709-4

Sachverständiger Gast des DVW AK 4 „Ingenieurgeodäsie“

Fellow der International Association of Geodesy (IAG)

Leitung der Working Group IC-WG1 “Quality measures, quality control, and quality improvement” der International Association of Geodesy (IAG)

Mitglied des Editorial Boards des Journal of Global Positioning Systems

Pelzer, H.: Mitglied der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (DGK)

Mitglied der Niedersächsischen Akademie der Geowissenschaften

Mitglied der Klasse für Bauwissenschaften der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft

Mitglied des Arbeitskreises “Ingenieurgeodäsie” der Deutschen Geodätischen Kommission



Vorsitzender des Sachverständigen-Prüfungsausschusses „Vermessungswesen“ bei der Ingenieurkammer Niedersachsen

**Größere Anschaffungen:**

HDS4500-3D Laser Scanning System der Firma Leica, Heerbrugg

**Institut für Erdmessung**

**Mitarbeiter:**

Herr Dr.-Ing. L. Timmen wechselte im April auf eine permanente Stelle als wissenschaftlicher Mitarbeiter.

Herr Peter Witte wechselte am 16.01.2006 in Rahmen seines Altersteilzeitvertrags von der Arbeitsphase in die Freistellungsphase.

**Gäste:**

Frau M.Sc. Bihter Erol von der Istanbul University ist seit dem 30.11.2005 als Gastwissenschaftlerin am IfE tätig.

Herr Dr. Yoshimitsu Masaki, Geographical Survey Institute, Tsukuba, Japan, besuchte das IfE vom 04. bis 10.04.2005.

Herr Dr. Aydin Ustun von der Selcuk University, Konya, besuchte das IfE vom 1.4. bis 30.9.2005 im Rahmen eines Postgraduiertenprogramms.

Über mehrere Monate waren verschiedene brasilianische Gastwissenschaftler und Doktoranden am IfE tätig:

Frau Sylvana Melo dos Santos kehrte nach zweijährigem Aufenthalt nach Brasilien zurück und promovierte am 25.08. in Recife (Beteiligung von Prof. Seeber).

Frau Elaine Cristine Barros de Souza kehrte im September nach 1 ½ jährigem Aufenthalt nach Brasilien zurück.

Frau Prof. Dr. Claudia Krüger aus Curitiba hielt sich im April und im Oktober am Institut auf.

Im Rahmen eines DAAD Wissenschaftler austauschprogramms mit Norwegen waren verschiedene norwegische Gastwissenschaftler am IfE tätig:

Herr Prof. Dr. B.R. Pettersen von der Norwegian University of Live Sciences, As, Norwegen, besuchte das IfE vom 01.09. bis 20.12.2005 im Rahmen eines Sabbaticals.

Herr M.Sc. Kristian Breili besuchte das IfE vom 14.-18.11.2005.

Herr Prof. Dr. O.C.D Omang besuchte das IfE vom 21.-25.11.2005.

### **Mitgliedschaften in nationalen und internationalen Fachgremien:**

Denker, H.: IAG und IGeS Fellow.

Chair IAG Comm. 2 Project CP2.1 „European Gravity and Geoid“.

Mitglied, Steering Committee IAG Subcomm. SC 2.4 „Regional Geoid Determination“.

Mitglied IAG Comm. 2 Study Group SG2.2 „Forward Gravity Modeling Using Global Databases“.

Mitglied IAG Intercomm. Working Group IC-WG2 “Evaluation of global Earth gravity models”.

Mitglied, Affiliate International Gravity Field Service (IGFS).

Mitglied, Advisory Board International Geoid Service (IGeS).

Müller, J.: Schriftleiter (Theoretische Geodäsie), zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement.

IAG-Vertreter im Nationalen Komitee für Geodäsie und Geophysik (NKGK).

Mitglied im Europäischen GRACE Science Team.

Korrespondierendes Mitglied des IERS (International Earth Rotation Service).

Mitglied im International Laser Ranging Service (ILRS): Lunar Analysis Center, Analysis Working Group und ILRS Data Formats and Procedures Working Group.

Mitglied der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (DGK) und der Arbeitskreise AK “Theoretische Geodäsie“ und AK „Rezente Krustenbewegung“.

Mitglied im DVW AK 7 „Experimentelle, Angewandte und Theoretische Geodäsie“.

Neumann-Redlin, M.: Mitglied im Sokrates-Netzwerk EEGECS (European Education in Geodetic Engineering, Cartography and Surveying).

Seeber, G.: Associate Editor “Geodetic Theory & Applications” der Zeitschrift “Marine Geodesy”.

Mitglied Editorial Board der Zeitschrift “GPS World”

Geodätischer Vertreter in der Arbeitsgruppe „Geowissenschaftliche Forschungen in Lateinamerika“ der DFG Geokommission.

Gutachter des Wissenschaftsrates bei der Begutachtung des DGFI am 10./11. Januar 2005.

Torge, W.: Vorsitzender des Kuratoriums „Förderkreis Vermessungstechnisches Museum e.V.“, Dortmund. Wiederwahl 2005-2008.

Mitglied der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (DGK).

### **Institut für Kartographie und Geoinformatik**

Frau Dr. Felicia Akinyemi hat für ihr Stipendium von der Alexander von Humboldt-Stiftung eine Verlängerung um ein weiteres Jahr erhalten und wird weiterhin am ikg bleiben.

Frau Roswita Behrends hat das Sekretariat vom 14.4. bis zum 31.12.2005 mit einer viertel Stelle hervorragend unterstützt.

Frau Dipl.-Geogr. Katrin Kremeike hat zum 29.04.2005 ihre Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin beendet und die Mitarbeit bei der Firma TeleAtlas in Wien, Österreich aufgenommen.

Herr Özgün Akcay von der Istanbul Technical University, Türkei hielt sich vom 04.07. bis zum 01.10.2005 am Institut auf, um im Bereich "Mobile Services" zu arbeiten.

**Ehrungen:****Hansa Luftbild Preis 2005 an Dr.-Ing. C. Brenner und Dipl.-Ing. C. Hatger überreicht**

Den Mitarbeitern Dr.-Ing. Claus Brenner und Dipl.-Ing. C. Hatger am Institut für Kartographie und Geoinformatik and der Universität Hannover wurde der "*Hansa Luftbild Preis 2005*" für ihren in der Fachzeitschrift "*Photogrammetrie - Fernerkundung – Geoinformation*" 4/2004 veröffentlichten Beitrag "*Extraktion von Eigenschaften der Straßengeometrie aus Laserscannerdaten und vorhandener Geoinformation*" zugesprochen. Zweck des Preises ist die Förderung wissenschaftlicher



oder technischer Leistungen in der Photogrammetrie und Fernerkundung, insbesondere im Hinblick auf praktische Anwendungen. Der von der Firma Hansa Luftbild gestiftete und mit 1.500 € dotierte Preis wurde den Autoren anlässlich des 53. Deutschen Kartographentages und der 25. Wissenschaftlichen-Technischen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung in Rostock am Mittwoch, den 21. 09. 2005 durch Dr.-Ing. Hartfiel (Hansa Luftbild) überreicht.

Abbildung: Preisverleihung durch Dr.-Ing. Hartfiel (m.) an Dr.-Ing. Brenner (l.) und Dipl.-Ing. Hatger (r.)

Eine Zusammenfassung der Veröffentlichung finden Sie in dieser Ausgabe des Fördererheftes unter "Forschungsarbeiten am IKG".

**Gäste:**

Am 13.10.05 war eine Delegation aus Taiwan zu Besuch am Institut, welche sich über 3D-Stadtmodelle informiert hat. Die Besucher waren vom Industrial Technology Research Institute (James Liu, Wie-Chen Hsu) sowie vom Innenministerium (Szu-Jen Chen).

**Mitgliedschaften in nationalen und internationalen Fachgremien:**

Brenner, C.: stellv. Leiter, ISPRS WG III/3, „Processing of point clouds from laser scanners and other sensors“.

Hampe, M.: ISPRS Sekretär WG II/3, Multiple Representation of Image and Vector Data

Katterfeld, C.: ISPRS Sekretär WG VI/2, e-Learning

Sester, M.: Leiterin, ISPRS WG II/3, Multiple Representation of Image and Vector Data.

Sprecherin des GIS-Zentrums der Universität Hannover

Leiterin der Sektion Hannover der Deutschen Gesellschaft für Kartographie (DGfK)

Mitglied der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (DGK).

Leiterin des Arbeitskreises GIS der Deutschen Geodätischen Kommission

Leiterin der Arbeitsgemeinschaft Automation in der Kartographie (AgA)

Fachkollegiatin bei der DFG für den Bereich "Geophysik und Geodäsie"

Mitglied des Vorstands der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung (DGPF)

### **Institut für Photogrammetrie und GeoInformation**

#### **Mitarbeiter:**

Herr Abdallah Alobeid, Dipl.-Ing. (Aleppo) aus Syrien begann am 01.11.2005 sein Promotionsstudium am Institut.

Herr Dipl.-Ing. Jens Göpfert trat am 01.01.2005 seine Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Projekt „LASERSCAN – Entwicklung regional angepasster Verfahren und Werkzeuge zur Bearbeitung von Laserscanner-Messungen von Inselgebieten, Watten und Vorländern“ an.

Herr Dipl.-Ing. Thorsten Hödl wurde zum 01.02.2005 als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Projekt „Fernstudienmaterialien Geoinformatik (FERGI)“ eingestellt.

Frau Karin Kolouch, Reprotechn. Angestellte, trat im August 2005 in den Ruhestand.

Frau Dipl.-Ing. Folke Santel hat zum 30.04.2005 ihre Tätigkeit am Institut beendet und die Mitarbeit Tätigkeit bei der Etalon AG, Braunschweig aufgenommen.

### **Ehrungen:**

Heipke C.: ESRI Award der Amerikanischen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung, 2. Platz, für den Artikel "Some requirements for geographic information systems: a photogrammetric point of view", *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, Vol. (70) No. 2, pp. 185-195.

### **Gäste:**

Dragos Badea, Universität für Bauwesen, Bukarest, 15.1.-28.2.2005

Marica Franzini von der Universität Pavia, Italien führte für drei weitere Monate vom 01.01. bis 28.02. und vom 15.05. bis 31.08.2005 ihre Arbeiten an der Promotion im Bereich der direkten Sensororientierung fort.

Pasquale Pistillo, Universität Salerno, Italien arbeitete vom 15.02. bis 24.06.2005 am Institut für Photogrammetrie und GeoInformation an seiner Promotion im Bereich der Satellitenbilddauswertung.

Prof. Dr. Paula Redweik, Universität Lissabon, hält sich seit dem 01.09.2005 im Rahmen eines Forschungsfreisemesters am Institut auf.

Umut Günes Sefercik, Karaelmas University, Zonguldak, Türkei besucht das Institut seit dem 01.10.2005 im Rahmen eines Socrates/Erasmus-Austausches.

Prof. Jie Shan, Purdue University (USA), besuchte das Institut vom 11.09. – 19.12.2005 im Rahmen eines Alexander von Humboldt-Stipendiums.

Dr.-Ing. Irina Sukhareva von der Universität Rybinsk State Academy of Aviation Technology in Russland, führte vom 1.10.2004 bis zum 30.6.2005 im Rahmen eines DAAD-Stipendiums Untersuchungen zur Orientierung von Zeilenscanneraufnahmen durch.

Yang Yeh-Fen, National Chung Hsiung University, Taichung (Taiwan), hält sich seit dem 01.05.2005 als Stipendiatin des taiwanesisches Forschungsministeriums am Institut auf.

## Mitgliedschaften in nationalen und internationalen Fachgremien

Gerke, M.: Sekretär der ISPRS-Arbeitsgruppe IV/3, Automated Geospatial Data Acquisition and Mapping

Heipke C.: Leiter der ISPRS-Arbeitsgruppe WG IV/3, [Automated Geospatial Data Acquisition and Mapping](#)

Vizepräsident der European Spatial Data Research (EuroSDR), verantwortlich für Forschung

Leiter der "Photogrammetry and Cartography Working" des Mars Express HRSC Experiments

Mitglied der Deutschen Geodätischen Kommission (DGK) bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften und des Arbeitskreises GIS

Mitglied der Braunschweiger Wissenschaftlichen Gesellschaft in der Klasse für Ingenieurwissenschaften

Mitglied in acatech, dem Konvent für Technikwissenschaften der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften e. V.

Mitglied im Redaktionsbeirat der Zeitschrift „Photogrammetrie-Fernerkundung-Geoinformation“

Jacobsen, K.: Leiter der ISPRS-Arbeitsgruppe I/5, Geometric Modelling of Optical Spaceborne Sensors and DEM Generation

Leiter der Special Interest Group 3-D Remote Sensing der European Association of Remote Sensing Laboratories (EARSeL)

Konecny, G.: Vorsitzender, Beratungsgruppe für Internationale Entwicklung im Vermessungswesen (BEV)

Nationaler Berichtersteller, European Association of Remote Sensing Laboratories (EARSeL)

Mitglied der Deutschen Geodätischen Kommission (DGK) bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

Lohmann, P.: Geschäftsführer der Gesellschaft zur Förderung der Fachrichtung Vermessungswesen der Universität Hannover

Wiggenhagen, M.: Stellvertretender Obmann des Arbeitsausschusses NA 005-03-02 AA des Normenausschusses Bauwesen (NABau) im DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.)

Sekretär, Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung e.V. (DGPF)

## Dissertationen

### Geodätisches Institut

**Abu El Reish, Mahmoud:** Ingenieurgeodätische Deformationsanalyse am Beispiel der Absenkstrecke des Elbtunnels in Hamburg (Referent: Prof. Pelzer, Koreferent: Prof. Seeber)

M.Sc. Mahmoud Abu El Reish wurde am 09.02.2005 mit der Dissertation *Ingenieurgeodätische Deformationsanalyse am Beispiel der Absenkstrecke des Elbtunnels in Hamburg* zum Doktor-Ingenieur promoviert. Prof. Dr.-Ing. Hans Pelzer und Prof. Dr.-Ing. Günter Seeber haben die Dissertation als Referenten begutachtet. Vorsitzender der Promotionskommission war Prof. Dr.-Ing. Christian Heipke. Die Dissertation ist in der Reihe Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Universität Hannover (ISSN 0174-1454) erschienen (Heft Nr. 256, 205 Seiten).

Gegenstand der Dissertation sind methodische Untersuchungen und umfassende Analysen zur Bestimmung der Deformationen eines Tunnelbauwerks. Hintergrund der Arbeiten war der Bau der 4. Röhre des Elbtunnels in Hamburg, in dessen Rahmen geklärt werden sollte, ob die durch den Schildvortrieb der 4. Röhre hervorgerufenen Kräfte und Erschütterungen das bestehende Bauwerk (1. – 3. Röhre) gefährden. Eine hierfür eingerichtete Überwachungsanlage sollte eventuelle Bewegungen und Verformungen des bestehenden Bauwerkes schnell aufdecken. Im Laufe der Bauarbeiten ergaben sich keine signifikanten Beeinträchtigungen. Durch die Überwachungsmessungen wurde ein umfangreiches, weltweit nahezu einmaliges Datenmaterial gewonnen, das Rückschlüsse auf auftretende Deformationen und auf verschiedene Einflussgrößen wie die Tide der Elbe oder die Temperatur im Tunnel zulässt. Diese Daten wurden im Zuge der Dissertation nach umfangreichen methodischen Vorarbeiten unter Ansatz eines dynamischen Modells im Hinblick auf Kausalrelationen analysiert.



Die Dissertation ist in der Schriftenreihe der *Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Universität Hannover* (ISSN 0174-1454) als Heft Nr. 256 erschienen.

#### **Mitberichte an anderen Universitäten:**

Akyilmaz, O.: "Applications of Soft Computing Methods in Geodesy". TU Istanbul, Türkei, 13.04.2005. (Koreferat: Prof. Kutterer)

#### **Institut für Erdmessung**

**Willgalis, Stefan:** Beiträge zur präzisen Echtzeitpositionierung in GPS-Referenzstationsnetzen (Referent: Prof. Seeber, Koreferent: Prof. Kutterer)

Die Dissertation analysiert die Voraussetzungen und das Potential der Vernetzung von GPS-Referenzstationen für die präzise differentielle Positionsbestimmung in Echtzeit. Bei einer Referenzstationsvernetzung werden die Beobachtungen der Referenzstationen in einer Multistationslösung in Echtzeit ausgewertet. Durch Berechnung einer Interpolationsfläche mit Hilfe der Residuen der Referenzstationen können die entfernungsabhängigen Fehler, zu denen durch die Ionosphäre und Troposphäre bedingte Laufzeitverzögerungen sowie Satellitenbahnfehler zählen, für jeden Ort innerhalb der Netzmasche prädiziert werden. Verschiedene Vernetzungsansätze zur Schätzung und Repräsentation der entfernungsabhängigen Fehler werden vergleichend diskutiert.

Die Einrichtung und der Betrieb von Referenzstationsnetzen erfordern einen hohen technischen, logistischen und administrativen Aufwand, um insbesondere die Echtzeitforderung zu erfüllen. So muss die Übertragung der Trägerphasenkorrekturen zum Nutzer innerhalb von einer Sekunde erfolgen. Die zeitlich und räumlich kontinuierliche Verfügbarkeit der Korrekturen ist sicherzustellen. Durch ein permanentes Monitoring und Qualitätsmanagement ist die Integrität eines solchen komplexen Gesamtsystems zu gewährleisten. Zugleich sind die RTK-Netze multifunktional auszugestalten, so dass sie für unterschiedliche Anwender und für verschiedenste Anwendungen nutzbar sind. Der gegenwärtige Stand und die zukünftigen Entwicklungen der dafür notwendigen Korrekturdatenformate und der Kommunikationslösungen sowie ausgewählter Referenzdienste werden eingehend beschrieben.

Das Potential der Referenzstationsvernetzung wurde durch Messungen in Norddeutschland und in den beiden brasilianischen Bundesstaaten Paraná und Pernambuco untersucht. Die BMBF-geförderte Wissenschaftlich-Technische

Zusammenarbeit hatten zum Ziel, die Methodik und Technologie der Referenzstationsvernetzung nach Brasilien zu transferieren, auf die vorhandene Infrastruktur zu adaptieren und in verschiedenen Anwendungen zu erproben. Dabei waren besonders die durch die Nähe zum geomagnetischen Äquator bedingten extremen ionosphärischen Fehlereinflüsse zu berücksichtigen.

Die Untersuchungsergebnisse sowohl in Norddeutschland als auch in Brasilien belegen, dass die entfernungsabhängigen Fehler durch eine Referenzstationsvernetzung bis auf einen verbleibenden Fehler von 0,1 ppm weitestgehend kompensiert werden. Die mit dem Maximum des Sonnenzyklus 23 verbundenen Störungen spiegeln sich ebenso wie die erhöhte ionosphärische Aktivität am geomagnetischen Äquator in einem höheren Anteil erfolgloser Mehrdeutigkeitslösungen wider. Die Dauer und die Erfolgsquote der Mehrdeutigkeitslösungen ist darüber hinaus auch von der Signalverarbeitung der GPS-Empfänger, von den Übertragungseigenschaften der Kommunikationslösungen und von der Leistungsfähigkeit der Rechnerhardware abhängig.

Die horizontale und vertikale Integration der zunehmenden Anzahl an parallel arbeitenden aktiven GPS-Referenznetzen ist vorteilhaft für die Optimierung der Referenzstationsvernetzung. Für große Flächenländer wie Brasilien wird ein Konzept entworfen, verschiedene kleinräumige Netze in das übergeordnete landesweite Referenznetz einzubinden. Grundlage dieser Netzintegration ist die Zustandsmodellierung der GPS-Fehler in einem dynamischen Kalman-Filter mit dem Ziel, die entfernungsabhängigen Fehler für den Standort eines Nutzers direkt aus dem Zustandsmodell abzuleiten.

Die Integration von GPS mit GLONASS und dem künftigen GALILEO-System erhöht die Redundanz bei der Echtzeitpositionierung. Wie kombinierte GPS-/GLONASS-Messungen zeigen, ermöglicht die hohe Anzahl der künftig gleichzeitig verfügbaren Satelliten die genaue, schnelle und zuverlässige Positionsbestimmung auch bei größeren Abschattungen. Auch für die GNSS-Integration stellt die Zustandsmodellierung eine optimale Grundlage dar, um die Signale auf den unterschiedlichen Frequenzen, die vielen verschiedenen Uhrfehler und Laufzeitverzögerungen in der Hardware und sonstigen Fehler modellieren zu können. Bis zum Maximum des nächsten Sonnenzyklus bleibt Zeit, die Auswertelgorithmen und Infrastruktur der Referenzdienste den erneuerten und neuen Satellitennavigationssystemen anzupassen.

Die Dissertation ist in der Schriftenreihe der *Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Universität Hannover* (ISSN 0174-1454) als Heft Nr. 255 erschienen.

**Institut für Kartographie und Geoinformatik**

**Mitberichte an anderen Universitäten:**

David Skogan: "Multi-Resolution Geographic Data and Consistency",  
Universität Oslo, Norwegen. (Koreferent: Prof. Sester)

**Institut für Photogrammetrie und GeoInformation**

**Mitberichte an anderen Universitäten:**

George Sithole: "Segmentation and classification of airborne laser scanner  
data", Technical University Delft. (Koreferat: Prof. Heipke)

Jung Rack Kim: "Landscape objects detection and reconstruction by multi-  
sensor data fusion", University College London. (Koreferent: Prof.  
Heipke)

<b>Publikationen und Vorträge</b>
-----------------------------------

**Geodätisches Institut****Begutachtete Publikationen:**

Akyilmaz, O., Kutterer, H.: Fuzzy inference systems for the prediction of Earth rotation parameters. In: Sanso, F. (Ed.): A Window on the Future, Proceedings of the 36<sup>th</sup> IAG General Assembly, 23<sup>rd</sup> IUGG General Assembly, Sapporo, Japan, 2003, IAG Symposia series, No. 128, 582-588, 2005.

Schön, S., Kutterer, H.: Realistic uncertainty measures for GPS observations. In: Sanso, F. (Ed.): A Window on the Future, Proceedings of the 36<sup>th</sup> IAG General Assembly, 23<sup>rd</sup> IUGG General Assembly, Sapporo, Japan, 2003, IAG Symposia series, No. 128, 54-59, 2005.

Using Zonotopes for Overestimation-Free Interval Least-Squares - Some Geodetic Applications. Reliable Computing, Vol. 11, Issue 2, 137-155, 2005.

Seitz, F., Kutterer, H.: Sensitivity analysis of the non-linear Liouville equation. In: Sanso, F. (Ed.): A Window on the Future, Proceedings of the 36<sup>th</sup> IAG General Assembly, 23<sup>rd</sup> IUGG General Assembly, Sapporo, Japan, 2003, IAG Symposia series, No. 128, 601-606, 2005.

**Nicht begutachtete Publikationen:**

Eling, D., Kutterer, H., Puchala, F., Wiggenhagen, M.: Untersuchungen zur Anwendbarkeit geodätischer Auswertemethoden auf photogrammetrische Bildverbände im Nahbereich. Photogrammetrie, Laserscanning, Optische 3D-Messtechnik, Beiträge der Oldenburger 3D-Tage 2005, S. 108-115, Herbert Wichmann Verlag, 2005.

Eling, D., Kutterer, H., Wiggenhagen, M.: Algebraic-statistical analysis of camera models for close-range photogrammetry. Optical 3-D Measurement Techniques VII, Volume II, 144-153, Grün/Kahmen (Eds.), Wien, 2005.

Hesse, C.: Kinematische Bauwerksüberwachung mit Laserscannern. Competence Center Engineering Surveying, [www.cces.de](http://www.cces.de), 2005.

Hesse, C., Neuner, H., Kutterer, H.: Statistical Analysis of Kinematic Laserscans. In Optical 3-D Measurement Techniques VII, Vienna, Austria, 03.-05.10.2005.

- Kutterer, H.: Garantiert gute Resultate – Robuste Ausgleichungsverfahren in der Geodäsie. In: Giger, C. (Ed.): Erinnerungsband zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. Alessandro Carosio. ETH Zürich, 3-15, 2005.
- Neumann, I., Kutterer, H.: Geodetic Deformation Analysis with respect to Observation Imprecision and Object Fuzziness. In: Modern Technologies, Education and Professional Practice in Geodesy and Related Fields, International FIG Symposium, Sofia, Bulgaria, 147-157, 2005.
- Pelzer, H.: Von der Schreiberschen Regel zum Schreiberschen Satz. In: Wiss. Arb. Fachr. Geodäsie und Geoinformatik, Univ. Hannover, Nr. 257: 31-42, Hannover 2005.
- Tegeler, W.: Oscar Schreiber – Sein Lebensweg als Offizier und Geodät in hannöverschen und preußischen Diensten. In: Wiss. Arb. Fachr. Geodäsie und Geoinformatik, Univ. Hannover, Nr. 257: 12–30, Hannover 2005.

#### **Vorträge und Poster:**

- Hesse, C.: Genauigkeitsuntersuchungen im Rahmen der Implementierung eines Feldprüfverfahrens für Laserscanner. Internes Fortbildungsseminar des DVW AK3, Mainz, 16.02.2005.
- Laserscanning am Geodätischen Institut der Universität Hannover. Volkswagen AG, Wolfsburg, 10.03.2005.
- Automated Shape Recognition of Laser Scanned Deformable Objects. International Symposium on Geodetic Deformation Monitoring: From Geophysical to Engineering Roles, Jaén, Spanien, 17.03.2005.
- Projekt ICAM. Z+F User Meeting, Wangen, 26.-28.07.2005.
- Bauwerksüberwachung an Windenergieanlagen mit terrestrischen Laserscannern. Haus der Energiewirtschaft, Husum, 22.09.2005.
- Projekt ICAM. Z+F User Meeting, Wangen, 22.-24.11.2005.
- Kutterer, H.: Diagnostische Strategien der Ingenieurgeodäsie. Antrittsvorlesung im Rahmen des Geodätischen Kolloquiums, Universität Hannover, 02.02.2005.

Uncertainty assessment in geodetic data analysis. TU Istanbul, Türkei, 11.04.2005.

Verbogene Tunnels und verschobene Kontinente. Tech Buffet, Universität Hannover, 06.07.2005.

Fuzzy logic based estimation of continental water storage changes from GRACE observations. Dynamic Planet 2005, Cairns, Australien, 22.08.2005.

A comparative analysis of uncertainty modelling in GPS data analysis. Dynamic Planet 2005, Cairns, Australien, 25.08.2005.

High Speed Laser Scanning for Near Realtime Monitoring of Structural Deformations. Dynamic Planet 2005, Cairns, Australien, 25.08.2005.

A More Comprehensive Modeling and Assessment of Geo-Data Uncertainty. International Symposium on the Generalization of Information, Berlin, 15.09.2005.

Terrestisches Laserscanning – Stand und Potenziale aus ingenieurgeodätischer Sicht. Geodätisches Kolloquium, FH Oldenburg, 20.10.2005.

Ist die Ausgleichsrechnung ein Auslaufmodell? Aktuelle Anforderungen an die Analyse geodätischer Daten. Geodätisches Kolloquium, TU Darmstadt, 10.11.2005.

Messen, Modellieren, Analysieren – Prozessorientierung in der Geodäsie. Geodätisches Kolloquium, RWTH Aachen, 08.12.2005.

Neumann, I., Kutterer, H.: Hypothesentests im Falle unscharfer Daten. Geodätische Woche, Düsseldorf, Deutschland, 05.10.2005.

Neumann I.: Geodetic Deformation Analysis with respect to Observation Imprecision. International FIG Symposium, Sofia, Bulgaria, 03.11.2005.

Neuner, H.: A Method for Modelling the Non-Stationary Behaviour of Structures. Dynamic Planet 2005, Cairns, Australien, 22.08 – 26.08. 2005.

Eine Methode zur Modellierung sprungförmiger Deformationen von Bauwerken. Geodätische Woche 2005, Düsseldorf, 04.10. 2005.

## Institut für Erdmessung

### **Begutachtete Publikationen:**

- Abrikosov, O., Jarecki, F., Müller, J., Petrovic, S., Schwintzer, P.: The Impact of Temporal Gravity Variations on GOCE Gravity Field Recovery. In: Observation of the Earth System from Space. J. Flury, R. Rummel, C. Reigber, M. Rothacher, G. Boedecker, U. Schreiber (eds.), P. 255-269, Springer 2006.
- Bouman, J., Koop, R., Haagmans, R., Müller, J., Sneeuw, N., Tscherning, C.C., Visser, P.: Calibration and Validation of GOCE Gravity Gradients. In: A Window on the Future, Proceedings of the 36<sup>th</sup> IAG General Assembly, 23<sup>rd</sup> IUGG General Assembly, Sapporo, Japan, 2003, ed. by F. Sanso, IAG Symposia series, No. 128, P. 265-270, 2005.
- Denker, H.: Evaluation of SRTM3 and GTOPO30 terrain data in Germany. In: C. Jekeli, L. Bastos, J. Fernandes (eds.): Gravity, Geoid and Space Missions - GGSM2004, IAG Internat. Symp., Porto, Portugal, 2004, IAG Symp., Vol. 129, 218-223, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2005.
- Denker, H., J.-P. Barriot, R. Barzaghi, R. Forsberg, J. Ihde, A. Kenyeres, U. Marti, I.N. Tziavos: Status of the European Gravity and Geoid Project EGGP. Newton's Bulletin, No. 2, 87-92, Toulouse, 2004.
- Denker, H., J.-P. Barriot, R. Barzaghi, R. Forsberg, J. Ihde, A. Kenyeres, U. Marti, I.N. Tziavos: Status of the European Gravity and Geoid Project EGGP. In: C. Jekeli, L. Bastos, J. Fernandes (eds.): Gravity, Geoid and Space Missions - GGSM2004, IAG Internat. Symp., Porto, Portugal, 2004, IAG Symp., Vol. 129, 125-130, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2005.
- Denker, H., M. Roland: Compilation and evaluation of a consistent marine gravity data set surrounding Europe. In: F. Sanso (ed.): A Window on the Future of Geodesy - Sapporo, Japan, June 30 - July 11, 2003, IAG Symp., Vol. 128, 248-253, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2005.
- Francis, O., van Dam, T., ... , Gitlein, O., ... , Timmen, L., ... (insg. 29 Autoren): Results of the International Comparison of the Absolute Gravimeters in Walferdange (Luxembourg) of November 2003. In: C. Jekeli, L. Bastos, J. Fernandes (Eds.): Gravity, Geoid and Space Missions, GGSM 2004, IAG Symposium, Vol. 129, 272-275, Springer, 2005.

- Gitlein, O., H. Denker, J. Müller: Local geoid determination by the spectral combination method. In: C. Jekeli, L. Bastos, J. Fernandes (eds.): Gravity, Geoid and Space Missions - GGSM2004, IAG Internat. Symp., Porto, Portugal, 2004, IAG Symp., Vol. 129, 179-184, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2005.
- Hirt, C., Reese, B. und Enslin, H (2004): On the Accuracy of Vertical Deflection Measurements Using the High-Precision Digital Zenith Camera System TZK2-D. GGSM 2004 IAG International Symposium Porto, Portugal (ed. C. Jekeli et al.), Springer, Heidelberg: 197-201.
- Jarecki, F., Müller, J., Petrovic, S., Schwintzer, P.: Temporal Gravity Variations in GOCE Gradiometric Data. In: Jekeli, C., Bastos, L., Fernandes, J. (eds.): Gravity, Geoid and Space Missions. pp. 333-338. Springer, Berlin Heidelberg New York 2005.
- Jarecki, F., K.I. Wolf, H. Denker, J. Müller: Quality assessment of GOCE gradients. In: J. Flury, R. Rummel, C. Reigber, M. Rothacher, G. Boedecker, U. Schreiber (eds.): Observation of the Earth System from Space, 271-276, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2006.
- Müller, J., L. Timmen, O. Gitlein, H. Denker: Gravity changes in the Fennoscandian land uplift area to be observed by GRACE and absolute gravimetry. In: C. Jekeli, L. Bastos, J. Fernandes (eds.): Gravity, Geoid and Space Missions - GGSM2004, IAG Internat. Symp., Porto, Portugal, 2004, IAG Symp., Vol. 129, 304-309, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2005.
- Roland, M.: Untersuchungen zur Kombination terrestrischer Schweredaten und aktueller globaler Schwerefeldmodelle (Diss.). Wiss. Arb. d. Fachr. Geodäsie u. Geoinformatik d. Univ. Hannover, Nr. 254, Hannover, 2005.
- Roland, M., H. Denker: Stokes integration versus wavelet techniques for regional geoid modelling. In: F. Sanso (ed.): A Window on the Future of Geodesy - Sapporo, Japan, June 30 - July 11, 2003, IAG Symp., Vol. 128, 368-373, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2005.
- Evaluation of Terrestrial Gravity Data by Independent Global Gravity Field Models. In: Ch. Reigber, H. Lüher, P. Schwintzer, J. Wickert (eds.): Earth Observation with CHAMP - Results from Three Years in Orbit, 59-64, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2005.



- Timmen, L., O. Gitlein: The capacity of the Scintrex Autograv CG-3M no. 4492 gravimeter for "absolute-scale" surveys. In: P. M. L. de Menezes (Ed.): *Revista Brasileira de Cartografia (Brazilian Journal of Cartography)* No. 56/02, 89-95 (invited paper), 2004.
- Torge, W.: The International Association of Geodesy 1862 to 1922 – from a regional project to an international organisation. *Journal of Geodesy* 78: 558-568, 2005.
- Der lange Weg der preußischen Landesvermessung: zum 100. Todestag von Oscar Schreiber (1829-1905). *zfv* 130: 359-371, 2005.
- Toth, G., J. Adam, L.F. Földvary, I.N. Tziavos, H. Denker: Calibration/validation of GOCE data by terrestrial torsion balance observations. In: F. Sanso (ed.): *A Window on the Future of Geodesy - Sapporo, Japan, June 30 - July 11, 2003, IAG Symp., Vol. 128, 214-219, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2005.*
- Willgalis, S.: Beiträge zur präzisen Echtzeitpositionierung in GPS-Referenzstationsnetzen. (Diss.). *Wiss. Arb. d. Fachr. Geodäsie u. Geoinformatik d. Univ. Hannover, Nr. 255, Hannover, 2005.*
- Wolf, K.I., H. Denker: Upward continuation of ground data for GOCE calibration/validation purposes. In: C. Jekeli, L. Bastos, J. Fernandes (eds.): *Gravity, Geoid and Space Missions - GGSM2004, IAG Internat. Symp., Porto, Portugal, 2004, IAG Symp., Vol. 129, 60-65, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2005.*
- Zahran, K.H, G. Jentzsch, G. Seeber: World-wide synthetic tide parameters for gravity and vertical and horizontal displacements. *Journal of Geodesy, Vol. 79/6-7, 293-299, 2005.*

#### **Nicht begutachtete Publikationen:**

- Denker, H.: Improved European geoid models based on CHAMP and GRACE results. *IAG Internat. Symp. `Gravity, Geoid and Space Missions - GGSM2004@, Porto, Aug. 30 - Sept. 3, 2004, CD-ROM Proceed., Porto, 2005.*
- Static and time-variable gravity field from GRACE. Pres. Paper and <http://www.oso.chalmers.se/~hgs/NKGGWG/M2005/PreIProg.html>, Nordic Geodetic Commission, Annual Meeting, Masala, Finland, May 3-4, 2005.

Improved modeling of the geoid in Europe based on GRACE data. Vortrag u. CD-ROM Proceed., GRACE Science Team Meeting, The Univ. of Texas at Austin, Texas, U.S.A., Oct. 13-14, 2005.

Dilßner, F., G. Seeber: Absolute Field Calibration Technique of the GOCE GPS Antennas RYMSA Quadrifilar Helix and LABEN Cosmo Patch. Test Report für den European Space Research and Technology Center (ESTEC), Hannover, 2005.

Hirt, C., Seeber, G., Bürki, B. und Müller, A.: Die digitalen Zenitkamarasysteme TZK2-D und DIADEM zur hochpräzisen Geoidbestimmung. Internationale Geodätische Woche Obergurgl 2005 (ed. G. Chesi und T. Weinold): 42-53, Wichmann Verlag, Karlsruhe, 2005.

Hirt, C.: Internationale Geodätische Woche Obergurgl 2005, 20-26. Februar 2005. ZfV 3/2005: S. 195.

Autorreferat zur Dissertation "Entwicklung und Erprobung eines digitalen Zenitkamarasystems für die hochpräzise Lotabweichungsbestimmung". ZfV 2/2005: S. 125.

Ihde, J., H. Wilmes, H. Denker, J. Müller: Regionales Validierungs- und Kombinationsexperiment (WP220, BKG+IfE). Vortrag u. elektron. Paper, GOCE-GRAND II, Kick-off Meeting, München, 14.11.2005.

Müller, J.: Tagungsberichte zu 'Gravity, Geoid and Space Missions (GGSM 2004)', Porto 2004 sowie zu 'Journées Systemes de reference spatio-temporels', Paris 2004, zfv, Heft 6/2004, 129. Jahrgang, S. 423 - 425, 2004.

Gravity Satellite Missions and Their Applications in Geosciences, Festschrift zur 225-Jahrfeier des MIIGAik, Moskau, P. 79, 2005.

GW 2004 – 'Session 5, Geodätische Aspekte neuartiger Satellitenmissionen', zfv, Heft 02/2005, 130. Jahrgang, S. 120-121, 2005.

Müller, J., Kutterer, H., Soffel, M.: Earth Rotation and global dynamic processes – joint research activities in Germany". In: Fundamental Astronomy: New concepts and models for high accuracy observations. Proceedings of the Journées Systemes de reference spatio-temporels (ed. by N.Capitaine), Paris 2004, P. 121-125, 2005.

Müller, J., Neumann-Redlin, M., Jarecki, F., Timmen, L., Denker, H., Gitlein, O.: Gravity Changes in the Fennoscandian Land Uplift Area as Observed by GRACE. EGU, Wien 2005, Abstract CD-ROM, 2005.

- Müller, J., Nothnagel, A., Scheinert, M., Kusche, J., Krügel, M., Drewes, H., Kutterer, H., Schuh, H., Gitlein, O., Bosch, W., Dietrich, R.: Bericht über die Konferenz „Dynamic Planet 2005“, Joint Assembly of IAG, IAPSO and IABO, Cairns, Australien, 22.-26. August 2005. zfv, Heft 6/2005, 130. Jahrgang, S. 393-401, 2005.
- Müller, J., L. Timmen, O. Gitlein, J. Mäkinen, H. Wilmes, B.R. Pettersen, O.C. Omang, J.G.G. Svendsen, O. Øvstedal, H.-G. Scherneck: Observing Fennoscandian Geoid Change. Eos Trans. AGU, 85(17), Joint Assembly Suppl., Abstract G41B-01, 2004.
- Pettersen, B.R., Omang, O.C.D., Svendsen, J.G.G., Müller, J., Denker, H., Gitlein, O., Timmen, L., Mäkinen, J., Bilker, M., Wilmes, H., Scherneck, H.-G.: Observing temporal gravity change in Fennoscandia. IAG Internat. Symp. `Gravity, Geoid and Space Missions - GGSM2004@, Porto, Aug. 30 - Sept. 3, 2004, CD-ROM Proceed., Porto, 2005.
- Pettersen, B.R., L. Timmen, O. Gitlein, J. Müller, H. Denker, J. Mäkinen, M. Bilker, D.I. Lysaker, O.C. Omang, J.G. Svendsen, H. Wilmes, R. Falk, A. Reinhold, W. Hoppe, H.-G. Scherneck, M. Lidberg, B. Engen, O. Kristiansen, A. Engfeldt, G. Strykowski, R. Forsberg, F. Klopping, G. Sasagawa: Absolute gravimetry in Fennoscandia - A contribution to understanding postglacial uplift. Pres. Paper and EOS Trans., AGU, 86(52), Fall Meeting Suppl., Abstract G24A-05, 2005.
- Roland, M., H. Denker: Combination of marine and altimetric gravity data for geoid determination. IAG Internat. Symp. `Gravity, Geoid and Space Missions - GGSM2004@, Porto, Aug. 30 - Sept. 3, 2004, CD-ROM Proceed., Porto, 2005.
- Timmen, L., O. Gitlein: Two Years' Experiences with the Scintrex Autograv CG-3M No. 4492 from Measurements in the Hannover Calibration System and from Field Applications. In: IAG International Symposium "Gravity, Geoid and Space Missions - GGSM2004", Univ. of Porto, CD-publication, 2005.
- Timmen, L., J. Müller, O. Gitlein, H. Denker: Die Erde hebt sich - Die fennoskandische Landhebung: Ein Test- und Anwendungsgebiet für die Satellitenmission GRACE. Unimagazin Hannover, Forschungsmagazin d. Univ. Hannover, Mitt. Freundeskreis d. Univ. Hannover e.V., Heft 3/4, 32-35, Hannover, 2005.
- Torge, W.: Buchbespr. „Volker Bialas: Johannes Kepler“. zfv 130: 130-131, 2005.

DVW Thüringen – Fachveranstaltung „Franz Xaver von Zach – Geodät und Astronom in Gotha“. zfv 130, DVW-Nachrichten:n29-n30, 2005.

Buchbespr. „Oskar Albrecht: Beiträge zum militärischen Vermessungs- und Kartenwesen und der Militärkartographie (1803-1921).“ zfv 130:272, 2005.

Von der Militärkartierung zur systematischen Landesaufnahme – Preußens langer Weg zur Schreiberschen Epoche der Landesvermessung. In Wiss. Arb. Fachr. Geodäsie und Geoinformatik, Univ.Hannover, Nr. 257: 43-72, Hannover 2005.

### **Vorträge und Poster:**

Bilker, M., Mäkinen, J., Virtanen, H., Klopping, F., Falk, R., Timmen, L., Gitlein, O.: Time series of gravity in Finland. Poster, 29<sup>th</sup> Meeting of the Working Group for Geodynamics, Nordic Geodetic Commission, Finnish Geodetic Institute, Masala, Finland, 03-04 Mai 2005.

Dilßner, F.: Qualitätsverbesserung im SAPOS-Netz Niedersachsen. Vortrag bei der Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen (LGN), Hannover, 03.03.2005.

Dilßner, F., G. Seeber: GOCE SSTI Antenna Calibration with the Absolute Field Calibration Technique. Vortrag am European Space Research and Technology Center (ESTEC), Noordwijk, Niederlande, 26.05.2005.

Dilßner, F., G. Seeber, M. Schmitz, G. Wübbena, G. Toso, D. Maeusli: Characterisation of GOCE GPS Antennas. Vortrag und Posterpräsentation im Rahmen der Geodätischen Woche, Düsseldorf, 04.-06.10.2005.

Flury, J., Timmen, L., Wilmes, H., Falk, R., Boedecker, G., Peters, T., Schmeer, M.: Die neue Gravimereichlinie Zugspitze – Absolutgravimetrie, Scintrex-Eichtests und zeitvariable Umwelteffekte. Vortrag, 38. Herbsttagung des Arbeitskreises Geodäsie und Geophysik, 26-29 Oktober 2005.

Flury, J., Timmen, L., Wilmes, H., Falk, R., Peters, T., Schmeer, M.: Eine neue Gravimereichlinie Garmisch – Zugspitze. Vortrag, Geodätische Woche 2005, Session 4, 4. – 6. Okt. 2005.

Gitlein, O.: Atmosphärische Massenreduktionen der Absolutschweremessungen im Fennoskandischen Landhebungsgebiet. Vortrag, 38. Herbsttagung des Arbeitskreises Geodäsie/Geophysik, 26-29 Oktober 2005.

Gitlein, O., Timmen, L.: Atmospheric Mass Flow Reduction for Terrestrial Absolute Gravimetry in the Fennoscandian Land Uplift Network. Poster, Dynamic Planet 2005, IAG, Cairns, Australia, 22-26 August 2005.

Comparisons of absolute gravimetry measurements in 2003 and 2004. Presentation, 29<sup>th</sup> Meeting of the Working Group for Geodynamics, Nordic Geodetic Commission, Finnish Geodetic Institute, Masala, Finland, 03-04 Mai 2005.

Hirt, C.: Erste Ergebnisse der hochaufgelösten astrogeodätischen Schwerefeldbestimmung über dem Salzstock Steinhude. Vortrag bei der Kali+Salz GmbH, Werk Sigmundshall, Wunstorf, am 03.08.2005.

High-Resolution Local Gravity Field Determination at the Sub-Millimeter Level using a Digital Zenith Camera System. Vortrag auf der IAG-Tagung Dynamic Planet, Cairns, 25.08.2005.

Das digitale Zenitkamarasystem TZK2-D für die hochgenaue Schwerefeldbestimmung. Vortrag am Institut für Astronomische und Physikalische Geodäsie, TU München, 25.10.2005.

Hirt, C. und Seeber, G. Nutzung des digitalen Zenitkamarasystems TZK2-D für die hochaufgelöste Bestimmung und Validierung von physikalischen Höhenbezugsflächen. Poster auf der geodätischen Woche, Düsseldorf, 05. und 06.10.2005.

Neumann-Redlin, M.: Gravitationsänderungen im Fennoskandischen Landhebungsgebiet beobachtet durch GRACE, Geodätische Woche 2005, Düsseldorf, 05.10.2005.

Mäkinen, J., M. Bilker, L. Timmen, O. Gitlein, J. Müller, H. Denker, H. Wilmes, R. Falk, A. Reinhold, W. Hoppe, B.R. Pettersen, O.C.D. Omang, J.G. Svendsen, F. Klopping, H.-G. Scherneck, B. Engen, B.G. Harsson, A. Engfeldt, M. Lilje, G. Strykowski, R. Forsberg: Observing Fennoscandian gravity and geoid change with absolute gravimetry and GRACE. Pres. Paper, Dynamic Planet 2005, Cairns, Australia, Aug. 22-26, 2005.

- Mäkinen, J., Bilker, M., Routsalainen, H., Kaftan, V., Gusev, N., Korolev, N., Yushkin, V., Falk, R., Hoppe, W., Gitlein, O., Witte, P.: Comparison of absolute gravimeters in Metsähovi in 2004. Presentation, ICAG-2005 Workshop, Paris, Frankreich, 19 September 2005.
- Müller, J.: Die Hochschulausbildung zum Bachelor/Master im Vermessungswesen. Tagung des BDVI Niedersachsen, Achim, 04.03.2005.
- Was der Geodät vom Physiker lernt. Festkolloquium zum 70. Geburtstag von Prof. Schneider, München, 17.10.2005.
- Müller, J. et al.: Zukunftsstrategie der Geodäsie und Geoinformation. DGK-Jahressitzung, München, 03.11.2005.
- Müller, J.: Geodesy and Relativity. DFG-Rundgespräch ‚Gravitationsphysik‘, Bad Honnef, 05.11.2005.
- Bachelor und Master – die reformierte Hochschulausbildung in Geodäsie und Geoinformatik an der Universität Hannover. Förderertag 2005, Hannover, 15.11.2005 sowie ARGEOS-Herbsttreffen, Hannover, 01.12.2005.
- Determination of the Fennoscandian Land Uplift and Mass Variations in Northern Europe from GRACE Data. Rundgespräch zum DFG-Schwerpunktprogramm 1257, GFZ Potsdam, 28.11.2005.
- Müller, J., Kutterer, H., Soffel, M.: Earth Rotation and global dynamic processes. DFG-Begutachtung, Bonn, 22.06.2005
- Müller, J., M. Neumann-Redlin, F. Jarecki, H. Denker, O. Gitlein: Gravity changes in northern Europe as observed by GRACE. Poster, Dynamic Planet 2005, Cairns, Australia, Aug. 22-26, 2005.
- Müller, J., Williams, J., Turyshev, S.: Lunar Laser Ranging Contributions to Relativity and Geodesy. Conference on Lasers, Clocks, and Drag-free, ZARM, Bremen, 31.05.2005 (Digitalversion des Beitrags: <http://arxiv.org/abs/gr-qc/0509114/>).
- Müller, J., Williams, J., Turyshev, S., Shelus, P.: Potential Capabilities of Lunar Laser Ranging for Geodesy and Relativity. IAG General Assembly, Cairns, Australia, 26.8.2005 (Digitalversion des Beitrags: <http://arxiv.org/abs/gr-qc/0509019/>).
- Pettersen, B.R., Timmen, L.: Reviving absolute gravimetry in Hammerfest, Norway. Presentation, 29<sup>th</sup> Meeting of the Working Group for

Geodynamics, Nordic Geodetic Commission, Finnish Geodetic Institute, Masala, Finland, 03-04 Mai 2005.

Pettersen, B.R., Timmen, L., Gitlein, O., Mäkinen, J., Bilker, M., Falk, R., Reinhold, A., Wilmes, H., Omang, O.C.D., Svendsen, J.G.G.: Accuracy Assessment of Absolute Gravity Control in Fennoscandia. Poster, 29<sup>th</sup> Meeting of the Working Group for Geodynamics, Nordic Geodetic Commission, Finnish Geodetic Institute, Masala, Finland, 03-04 Mai 2005.

Seeber, G.: Algumas considerações sobre atuais linhas de pesquisa na geodésia. Universität Recife, 24.08.2005.

Timmen, L.: Beobachtung der Geoidänderung in Fennoskandien mit Absolutgravimetrie. Vortrag, Geowissenschaftliches Kolloquium der Friedrich-Schiller-Universität Jena, 31. Jan. 2005.

Superiority of Scintrex CG relative gravimeters. Presentation, 29<sup>th</sup> Meeting of the Working Group for Geodynamics, Nordic Geodetic Commission, Finnish Geodetic Institute, Masala, Finland, 03-04 Mai 2005.

Timmen, L., Gitlein, O.: Results and epilogue of the IfE absolute gravimetry campaigns in 2004. Presentation, 29<sup>th</sup> Meeting of the Working Group for Geodynamics, Nordic Geodetic Commission, Finnish Geodetic Institute, Masala, Finland, 03-04 Mai 2005.

The capacity of the Scintrex Autograv CG-3M no. 4492 gravimeter for "absolute-scale" surveys. Presentation, Geodätische Woche 2005, Session 4, 04-06 October 2005.

Der Einsatz des Scintrex Autograv CG-3M Nr. 4492 für die „absolute-scale“ Vermessungen. Vortrag, 38. Herbsttagung des Arbeitskreises Geodäsie und Geophysik, 26-29 Oktober 2005.

Timmen, L., O. Gitlein, J. Müller, H. Denker, J. Mäkinen, M. Bilker, B.R. Pettersen, O.C.D. Omang, J.G. Svendsen, H. Wilmes, R. Falk, A. Reinhold, W. Hoppe, H.-G. Scherneck, B. Engen, B.G. Harsson, A. Engfeldt, M. Lilje, G. Strykowski, R. Forsberg: Observing Fennoscandian gravity change by absolute gravimetry. Pres. Paper, Internat. Symp. on Geodetic Deformation Monitoring: From Geophys. to Engineering Roles, Jaén, Spain, March 17-19, 2005.

- Timmen, L., Gitlein, O., Mäkinen, J., Bilker, M., Falk, R., Reinhold, A., Wilmes, H., Pettersen, B.R., Omang, O.C.D., Svendsen, J.G.G.: Accuracy of absolute gravity control in Fennoscandia - groundtruth for GRACE. Poster, European Geosciences Union, General Assembly 2005, Wien, Österreich, 24-29 April 2005.
- Torge, W.: 400 Jahre Gravimetrie – Entwicklung und zukünftige Rolle. Festkolloquium anlässlich der Erneuerung der Promotionsurkunde von Dr.-Ing. Carl Friedrich Kruse, TU Braunschweig, 14.4.2005.
- Üstün, A., H. Denker, J. Müller: Some prospects for the determination of a new generation Turkish geoid. Pres. Paper, Geoid and Vertical Datum, Turkish National Geodesy Comm., 2005 Annual Scientific Meeting, Karadeniz Techn. Univ., Trabzon, Turkey, Sept. 22-24, 2005.
- Wolf, K.I.: Considering Coloured Noise of Ground Data in an Error Study for External GOCE Calibration / Validation. GOCINA Workshop 2005, 13.-15.04.2005, Luxembourg (Vortrag)
- Simulierte Fehler für synthetisches Erdmodell im Closed-Loop Test. Geodätische Woche 2005, 04.-06.10.2005, Düsseldorf (Vortrag).

## **Institut für Kartographie und Geoinformatik**

### **Begutachtete Publikationen:**

- Abo Akel, N., Kremeike, K., Filin, S., Sester, M. & Doytsher, Y.: Dense DTM Generalization Aided by Roads Extracted from LiDAR Data, Proceedings of the ISPRS Workshop Laser scanning 2005, Enschede, the Netherlands, September 12-14, 2005.
- Brenner, C.: Constraints for modelling complex objects, In: Stilla U., Rottensteiner F., Hinz S. (Eds) CMRT05. IAPRS, Vol. XXXVI, Part 3/W24 - Vienna, Austria, August 29-30, 2005.
- Building reconstruction from images and laser scanning, Int. Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Theme Issue on "Data Quality in Earth Observation Techniques", 6(3-4), March 2005, Elsevier, 187-198.
- Brenner, C. & Hatger, C.: Extraktion von Eigenschaften der Strassengeometrie aus Laserscannerdaten und vorhandener Geoinformation, Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformation, Heft 4/2004.



- Brenner, C. & Sester, M.: Continuous generalization for small mobile displays. In: Next Generation Geospatial Information, Agouris & Croitoru (eds.), ISPRS Book Series, Taylor & Francis Group, London, 33-41.
- Dold, C.: Extended Gaussian images for the registration of terrestrial scan data, In: G. Vosselman and C. Brenner (Eds.), Proceedings of the ISPRS Workshop Laser scanning 2005, Enschede, the Netherlands, September 12-14, 2005
- Elias, B., Hampe, M. & Sester, M.: Adaptive Visualization of Landmarks using an MRDB, In: Meng, Liqiu; Zipf, Alexander; Reichenbacher, Tumasch (Eds.): Map-based Mobile Services Theories, Methods and Implementations, Springer, 2005, pp. 75-88
- Gösseln, G. v. & Sester, M.: Change Detection and Integration of Topographic Updates from ATKIS to Geoscientific Data Sets, In: Next Generation Geospatial Information, Agouris & Croitoru (eds.), ISPRS Book Series, Taylor & Francis Group, London, 69-80.
- Hauert, J.-H.: Link based Conflation of Geographic Datasets. ICA Workshop on Generalisation and Multiple Representation, 7.-8.July 2005, La Coruña/Spain.
- Ripperda, N. & Brenner, C.: Marker-Free Registration of Terrestrial Laser Scans Using the Normal Distribution Transform, Proceedings of the ISPRS Working Group V/4 Workshop 3D-ARCH 2005: "Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures" Mestre-Venice, Italy, 22-24 August, 2005
- Sester, M.: Optimizing Approaches for Generalization and Data Abstraction, in: International Journal of Geographic Information Science, Vol 19, Nr. 8-9, pp. 871-897, 2005.

#### **Nicht begutachtete Publikationen:**

- Anders, K.-H.: Level of Detail Generation of 3D Building Groups by Aggregation and Typification, in: Proceedings of 22nd International Cartographic Conference, 9. - 16. July 2005, La Coruña/Spain.
- Brenner, C. & Kolbe, T. H.: Neue Perspektiven - Wie 3D Stadtmodelle erstellt und verwendet werden. c't Magazin für Computertechnik, 15/2005, Heise Verlag, 106-111.
- Brenner, C., Jülge, K., Dold, C., & Gösseln, G. v.: Das virtuelle 3D-Stadtmodell von Hannover, Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie, Band 34, S. 21-32 Arbeitsgruppe Automation in der

Kartographie, Tagung 2004, Verlag des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie, 2005.

- Brenner, C. & Sester, M.: Cartographic Generalization using Primitives and Constraints, Proc. 22nd International Cartographic Conference, 9.-16.July 2005, La Coruña, Spain.
- Elias, B., Paelke, V. & Kuhnt, S.: Concepts for the cartographic visualization of landmarks. In: Location Based Services & Telecartography, Proceedings fo the Symposium 2005, Edt. Georg Gartner, Geowissenschaftliche Mitteilungen, Nr. 74, Seiten 149-155, 2005.
- Gösseln, G. v.: A matching approach for the integration, change detection and adaptation of heterogenous vector data sets, in: Proceedings of 22nd International Cartographic Conference, 9. - 16. July 2005, La Coruña/Spain.
- Hampe, M., Hatger, C., Katterfeld, C. & Hose, K.: A web based and time dependent visualisation of an event, in: Proceedings of 22nd International Cartographic Conference, 9. - 16. July 2005, La Coruña/Spain.
- Hampe, M. & Sester, M.: Karten zu jeder Zeit und an jedem Ort. Unimagazin 3-4, 2005: Forschung in internationalen Kooperationen.
- Hauert, J.-H. & Sester, M.: Propagating Updates between Linked Datasets of Different Scales, in: Proceedings of 22nd International Cartographic Conference, 9. - 16. July 2005, La Coruña/Spain.
- Hauert, J.-H., Brenner, C. & Neidhart, H.: Using a GIS System for the Generation of Driving Simulator Scenes, STISIM Drive Users Group Meeting 2005, Stuttgart.
- Heinzle, F., Sester, M. & Anders, K.-H.: Graph-based Approach for Recognition of Patterns and implicit Information in Road Networks, in: Proceedings of 22nd International Cartographic Conference, 9. - 16. July 2005, La Coruña/Spain.
- Katterfeld, C. & Sester, M.: Virtual Landscapes: An Interactive E-Learning-Environment based on XML encoded Geodata, in: Proceedings of 22nd International Cartographic Conference, 9. - 16. July 2005, La Coruña/Spain.
- Kopczynski, M. & Sester, M.: Graph Based Methods for Localisation by a Sketch, Proceedings of 22nd International Cartographic Conference, in: Proceedings of 22nd International Cartographic Conference, 9. - 16. July 2005, La Coruña/Spain.

- Sester, M. & Anders, K.-H.: Detection of motion patterns in groups of moving sensors, in: IfGIprints, Schriftenreihe des Instituts für Geoinformatik, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Band 23, Seite 1 - 13, 22. - 24. Juni 2005, Münster, ISBN 3-936616-06-X.
- Thiemann, F. & Sester, M.: Interpretation of Building Parts from Boundary Representation, 1st International Workshop on Next Generation 3D City Models, Bonn, 21-22 June 2005.
- Vosselman, G. & C. Brenner (Eds.), Proceedings of the ISPRS Workshop Laser scanning 2005, Enschede, the Netherlands, September 12-14, 2005.
- Wendt, A., Dold, C.: Estimation of interior orientation and eccentricity parameters of a hybrid imaging and laser scanning sensor, in: Reulke, R., Knauer, U. (Eds.), Proceedings of the ISPRS working group V/5, Panoramic Photogrammetry Workshop, Vol. XXXVI-5/W8, ISSN 1682-1750, 2005.

### **Vorträge und Poster:**

- Brenner, C.: „3D Building Data Captured Using Laser Scanning“ am 04.05.2005 am Ordnance Survey, Southampton, UK, (Eingeladener Vortrag).
- „Erfassung und Interpretation aus Laserdaten“ am 20.06.2005 im Rahmen der „Schlossgespräche“ der Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn, (Tutorial).
- „Extraktion von Siedlungs- und Straßengeometrien aus Laserscannerdaten“ am 23.06.2005 im Rahmen des Fachprogramms der SGPBF auf den Geomatiktagen, Basel, (Eingeladener Vortrag).
- „Virtuelle Welten in drei Dimensionen – 3D Stadtmodelle werden Wirklichkeit“ am 23.11.2005 in Frankfurt, im Rahmen des Vortragsprogramms der DGfK, Hessen, (Eingeladener Vortrag).
- Elias, B.: "Extraktion von Landmarken für die Navigation", 42. Sitzung der AGA, 12.-13. September 2005 in Wien.
- Gösseln, G. v.: Integration von geowissenschaftlichen Daten, Kolloquiumsreihe des IGMC, TU Clausthal, 30.06.2005, (Eingeladener Vortrag).
- Hampe, M., & Paelke, V.: Adaptive maps for mobile applications. Workshop on mobile maps. 19.-22. September 2005 in Salzburg

Kopczynski, M. & Sester, M.: An Electronic Sketchpad for Positioning, Location Based Services, Mobile Maps Workshop, 19.-22- September 2005 in Salzburg.

Kruse, I.: Vergleich von topographischen Aufnahmeverfahren und Visualisierung am Beispiel eines Golfplatzes, 42. Sitzung der AGA, 12.-13. September 2005 in Wien.

Sester, M: Metadaten – und ihre automatische Annotation, DFG-Rundgespräch zum Thema „Geowissenschaftliche Informationsportale“, 21./22.02.2005, Hannover.

Generalization requirements for new technologies and services, in ICA-Tutorial on Generalization and Multiple Representation, 10.7.2005, La Coruña/Spain, (Tutorial).

Neue Methoden der semantischen und geometrischen Integration von geo-technologischen Fachthemen mit ATKIS, Workshop Geotechnologien im Rahmen der GI-Tage Münster, 22.6.2005.

Aktuelle Geodaten für aktuelle Entscheidungen, DGPF-Jahrestagung / Deutscher Kartographentag, 21.9.2005, Rostock (eingeladener Eröffnungsvortrag).

Adaptive Visualisierung auf PDA's, Fachgruppe 4 „Geodatenmanagement und GIS im EVU“ des Bildungswerkes des Verbandes Deutscher Vermessungsingenieure (VDV), 18.11.2005, Bad Dürkheim (eingeladener Vortrag)

Generalisierung und inkrementelle Fortführung in einer MRDB, Veranstaltung “Entwicklungsprojekte des BKG für Aufbau und Nutzung der Geodateninfrastruktur Deutschland”, Frankfurt/M., 4.4.2005.

## **Institut für Photogrammetrie und GeoInformation**

### **Begutachtete Publikationen:**

Albertz, J.; Attwenger, M.; Barrett, J.; Casley, S.; Dorninger, P.; Dorrer, E.; Ebner, H.; Gehrke, S.; Giese, B.; Gwinner, K.; Heipke, C.; Howington-Kraus, E.; Kirk, R.L.; Lehmann, H.; Mayer, H.; Müller, J.-P.; Oberst, J.; Ostrovskiy, A.; Renter, J.; Reznik, S.; Schmidt, R.; Scholten, F.;

- Spiegel, M.; Stilla, U.; Wählisch, M.; Neukum, G. and the HRSC Co-Investigator Team: HRSC on Mars Express - Photogrammetric and Cartographic Research. In: PE&RS 71 (2005), Nr. 10, S. 1153-1166
- Brzank, A.; Lohmann, P.; Heipke, C.: Automated extraction of pair wise structure lines using airborne laserscanner data in coastal areas: IntArchPhRS. Band XXXVI, 3/W19. Enschede, 2005, S. 36-41
- Busch, A.; Gerke, M.; Grünreich, D.; Heipke, C.; Liedtke, C.; Müller, S.: Automatisierte Verifikation topographischer Geoinformation unter Nutzung optischer Fernerkundungsdaten. In: PFG (2005), Nr. 2, S. 111- 122
- Butenuth, M.; Heipke, C.: Network Snakes-Supported Extraction of Field Boundaries from Imagery. In: Kropatsch, W.; Sablatnig, R.; Hanbury, A. (Hrsg.): 27th DAGM Symposium 'Pattern Recognition'. Heidelberg : Springer, LNCS 3663, 2005, S. 417-424
- Gerke, M.: Automatic Quality Assessment of GIS Road Data Using Aerial Imagery - A Comparison between Bayesian and Evidential Reasoning: IntArchPhRS. Band XXXVI 3/W24. Wien, 2005, S. 171-177
- Gwinner, K.; Scholten, F.; Giese, B.; Oberst, J.; Jaumann, R.; Spiegel, M.; Schmidt, R.; Neukum, G.: Hochauflösende Digitale Geländemodelle der Marsoberfläche auf der Grundlage von Mars Express HRSC Daten. In: PFG 5 (2005), S. 387-394
- Heipke, C.; Jacobsen, K.; Gerke, M.; (Hrsg.): High Resolution Mapping from Space : Vorwort zum Sonderheft. In: PFG (2005), Nr. 6, S. 465-466
- Heipke, C.; Albertz, J.; Attwenger, M.; Buchroithner, M.; Dorninger, P.; Dorrer, E.; Gehrke, S.; Gwinner, K.; Lehmann, H.; Mayer, H.; Ostrovskiy, A.; Pacher, G.; Rentsch, M.; Schmidt, R.; Scholten, F.; Spiegel, M.; Stilla, U.; Neukum, G.; and the HRSC Co-Investigator Team,: HRSC auf Mars-Express- Photogrammetrische und kartographische Auswertungen. In: ZfV 130 (2005), Nr. 6, S. 379-386
- Heller, J.; Pakzad, K.: Scale-Dependent Adaptation of Object Models for Road Extraction: IntArchPhRS. Band XXXVI 3/W24, 2005, S. 23-28
- Jacobsen, K.: High Resolution Satellite Imaging Systems- Overview. In: PFG (2005), Nr. 6, S. 487-496

Sensororientierung : Kapitel 2.10.1. In: Rainer Sandau (Hrsg.): Digitale Luftbildkamera. Heidelberg : Herbert Wichmann Verlag, 2005. - ISBN3-87907-391-0, S. 118-126

Schmidt, R.; Heipke, C.; Brand, R.; Neukum, G.; und das HRSC Co-Investigator Team,: Automatische Bestimmung von Verknüpfungspunkten in HRSC-Bildern der Mars Express Mission. In: PFG 5 (2005), S. 373-379

Yastikli, N.; Jacobsen, K.: Direct Sensor Orientation for large scale Mapping – Potential, Problems, Solutions. In: Photogrammetric Record 20 (2005), Nr. 111, S. 274- 284

Influence of System Calibration to Direct Sensor Orientation. In: PERS 71 (2005), Nr. 5, S. 629-633

#### **Nicht begutachtete Publikationen:**

Brzank, A.; Göpfert, J.; Lohmann, P.: Aspects of Lidar Processing in Coastal Areas: InArchPhRS. Band XXXVI 1/W3. Hannover, 2005, 6 S., CD

Büyüksalih G.; Marangoz A.; Jacobsen K.: Generation and Analysis of Height Models based on Satellite Information: IntArchPhRS. Band XXXVI 1/W3. Hannover, 2005, 6 S., CD

Büyüksalih, G.; Jacobsen, K.: DEM Generation and Validation based on Optical Satellite Systems: EARSeL 3D\_Remote Sensing Workshop. Porto, 2005, 7 S., CD

Optimized Geometric Handling Of High Resolution Space Images: ASPRS annual convention. Baltimore, 2005, 9 S., CD

Gerke, M.; Busch, A.: Verification of a Digital Road Database using Ikonos Imagery: IntArchPhRS. Band XXXVI 1/W3. Hannover, 2005, 11 S., CD

Gwinner, K.; Scholten, F.; Spiegel, M.; Schmidt, R.; Giese, B.; Oberst, J.; Jaumann, R.; Neukum, G.; HRSC Co-Investigator Team,: Hochauflösende Digitale Geländemodelle der Marsoberfläche auf der Grundlage von MarsExpress HRSC Daten. In: Eckhard Seyfert (Hrsg.): Publikationen der DGPF. Band 14. Rostock, 2005, S. 447-451

Heipke, C.: Web-Based Photogrammetric Image and Geospatial Services - an Overview. In: Fritsch D. (Hrsg.): Photogrammetric Week. Heidelberg : Wichmann, 2005, S. 157-164

Heipke, C.: Why feature extraction is hard. In: Earth Observation Magazine 14 (2005), Nr. 1, S. 33

Heipke, C.; Liedtke, C.; Gerke, M.; Müller, S.; Weis, M.: Mix and match for quality. In: Geospatial Today 3 (2005), Nr. 7, S. 26-29

Heller, J.; Pakzad, K.: Automatische auflösungsabhängige Anpassung variabler Straßenmodelle. In: Eckhard Seyfert (Hrsg.): Publikationen der DGPF. Band 14. Rostock, 2005, S. 57-64

Adaption of Object Models for Road Extraction in Images of Different Resolution: 3rd URBAN Symposium, IntArchPhRS. Band XXXVI 8/W27. Tempe, 2005, 6 S., CD

Hoffmann, H.; Neukum, G.; Jaumann, R.; Hauber, E.; Heipke, C.; Markiewicz, W.; McCord, T.; vanGasselt, S.; and the HRSC Co-Investigator Team,: Results of the High Resolution Stereo Camera (HRSC) Experiment onboard Mars Express after more than One Year in Orbit around Mars: Asia-Oceania Geosciences Society (AOGS), 2nd annual meeting. Singapur : Abstract 58- PS- A 1328, 2005, 1 S.

Jacobsen, K.: Geometry of satellite images – calibration and mathematical models. In: Korean Society of Remote Sensing (Hrsg.): ISPRS international conference. Jeju, 2005, S. 182-185

Vergleich der Orientierungsverfahren für Weltraumaufnahmen. In: Eckhard Seyfert (Hrsg.): Publikationen der DGPF. Band 14. Rostock, 2005, S. 467-474

DEMs based on space images versus SRTM height models: ASPRS annual convention. Baltimore, 2005, 9 S., CD

High Resolution Imaging Satellite Systems: EARSeL 3D\_Remote Sensing Workshop. Porto, 2005, 9 S., CD

High Resolution Satellite Imaging Systems- Overview: IntArchPhRS. Band XXXVI 1/W3. Hannover, 2005, 9 S., CD

Analysis of SRTM Elevation Models: EARSeL 3D\_Remote Sensing Workshop. Porto, 2005, 7 S., CD

Photogrammetry and Geoinformation Trends for Large Scale Mapping: Map Middle East. Dubai, 2005, 9 S., CD

Use of Very High Resolution Satellite Imagery: Tagung der Polnischen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und GIS. Warschau, 2005, 11 S., CD

Photogrammetry and Geoinformation Trends: Semana de Geomatica. Bogota, 2005, 12 S., CD

Jacobsen, K.; Büyüksalih, G.; Topan, H.: Geometric Models for the Orientation of High Resolution Optical Satellite Sensors: IntArchPhRS. Band XXXVI 1/W3. Hannover, 2005, 6 S., CD

Jacobsen, K.; Büyüksalih, G.; Marangoz, A.; Sefercik, U.; Büyüksalih, I.: Geometric Conditions of Space Imagery for Mapping: Recent Advances in Space Technologies (RAST). Istanbul, 2005, 11 S., CD

Karakis, S.; Topan, H.; Büyüksalih, G.; Marangoz, A.; Jacobsen, K.: Semantic analysis of space imagery for mapping purposes: Recent Advances in Space Technologies (RAST). Istanbul, 2005, 5 S., CD

Koch, A.: An Integrated Semantically Correct 2.5 dimensional Object Oriented TIN: First International Workshop on Next Generation 3D City Models. Bonn, 2005, 6 S., CD

Konecny, G.: Geoinformation : (auf koreanisch) : CRC Press, 2005. - 340 Seiten. - ISBN89-5688-4 93530

Lohmann, P.; Tavakkoli, M.; Wissmann, U.: Environmental Mapping using ENVISAT ASAR Data: IntArchPhRS. Band XXXVI 1/W3. Hannover, 2005, 6 S., CD

Passini, R.; Blades, A.; Jacobsen, K.: Handling of Large Block of High Resolution Space Images: XXXVI 1/W3. Hannover, 2005, 6 S., CD

Raguse, K.; Heipke, C.: Photogrammetric analysis of asynchronously acquired image sequences. In: Grün, A.; Kahmen, H. (Hrsg.): Optical 3-D Measurement Techniques VII., Band II. Institut für Geodäsie und Geophysik, Technische Universität Wien, 2005, S. 71-80

Photogrammetrische Auswertung asynchroner Bildsequenzen. In: Luhmann (Hrsg.): Photogrammetrie-Laserscanning-Optische 3D-Messtechnik. Beiträge der Oldenburger 3D-Tage. Heidelberg : Wichmann Verlag, 2005, S. 14-21



- Ravanbakhsh, M.: Automatic Interior Orientation of KFA-1000 Space Photo: IntArchPhRS. Band XXXVI 1/W3. Hannover, 2005, 5 S., CD
- Schimmels, S.; Zielke, W.; Santel, F.; Heipke, C.: Photogrammetric survey of the surf zone for calibration and validation of numerical models. In: McKee Smith, J. (Hrsg.): Coastal Engineering 2004. Band 1. Singapur : World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2005, S. 1343-1355
- Schimmels, S.; Santel, F.; Zielke, W.; Heipke, C.: WAVESCAN- Automatisierte Erfassung und Modellierung von Brandungszonen auf Basis digitaler Bildsequenzen. In: KIKI aktuell- Mitteilungen des Kuratoriums für Forschung im Küsteningenieurwesen 4 (2005), Nr. 1, S. 2-4
- Schmidt, R.; Spiegel, M.; Heipke, C.; Oberst, J.; Neukum, G.; and the HRSC Co-Investigator Team,: Automatic extraction of tie points for improving the exterior orientation of the Mars Express orbiter: Asia-Oceania Geosciences Society (AOGS),2nd annual meeting. Singapur : Abstract 58-PS-A 1317,online, 2005
- Automatic Tie Point Generation for the Processing of HRSC Imagery of the Mars Express Mission: XXXVI Lunar and Planetary Science Conference. Houston : Abstract 58-PS-A 1769, online, 2005, 2 S., CD
- Spiegel, M.; Schmidt. R.;; Stilla, U.; Baumgartner, A.; Neukum, G. and the HRSC Co-Investigator Team,: Registering HRSC Imagery of the Mars Express Mission to Mars Observer Laser Altimeter Data: Lunar and Planetary Science Conference. Houston, 2005, 2 S., CD
- Topan, H.; Büyüksalih, G.; Jacobsen, K.: Information contents of High Resolution Satellite Images: EARSeL 3D\_Remote Sensing Workshop. Porto, 2005, 7 S., CD
- Wendt, A.; Heipke, C.: A concept for the simultaneous orientation of brightness and range images. In: Baltsavias, M.; Grün, A.; Van Gool, L.; Pateraki, M. (Hrsg.): Recording, Modelling and Visualisation of Cultural Heritage. Leiden : Taylor & Francis/Balkema, 2005, S. 451-457
- Wendt, A.; Dold, C.: Estimation of interior orientation and eccentricity parameters of a hybrid imaging and laser scanning sensor. In: Reulke, R.; Knauer, U. (Hrsg.): IntArchPhRS. Band XXXVI-5/W8, 2005, online

Wiggenhagen, M.; Hödl, T.: Werkzeuge zur Erstellung interaktiver Lerninhalte.  
In: Eckhard Seyfert (Hrsg.): Publikationen der DGPF. Band 14.  
Rostock, 2005, S. 19-25

Zielke, W.; Heipke, C.; Santel, F.; Schimmels, S.: WAVESCAN- Automatische  
Erfassung und Modellierung von Brandungszonen auf Basis digitaler  
Bildsequenzen, : Abschlussbericht an das BMBF, 2005, 125 S.

### **Vorträge und Poster:**

Gerke, M.: Verification of Geospatial Databases Using Remotely Sensed  
Imagery, 6. DLR-CNES-Workshop Oberpfaffenhofen, 13.11.2005.

Heipke, C.: EuroSDR – Applied research in Geographic Information, 8.  
EuroSpec Programme Management Meeting, Paris, 16.2.2005.

Combined uncertainty modelling of GIS road data and extracted  
objects, URBAN 2005, Tempe, 15.3.2005.

Photogrammetric work to improve position and attitude of HRSC  
imagery, USGS Flagstaff, 21.3.2005.

Qualitätssicherung Geobasisdaten, Veranstaltung “Entwicklungspro-  
jekte des BKG für Aufbau und Nutzung der Geodateninfrastruktur  
Deutschland”, Frankfurt/M., 4.4.2005.

Research at EuroSDR, swisstopo-Kolloquium “Trends and develop-  
ments in Switzerland”, Wabern, 6.4.2005.

EuroSDR research perspectives – towards the next plan, EuroSDR  
Steering Committee Meetnig, Wabern 8.4.2005.

Von der Industriemesstechnik zur Umweltbeobachtung, Parlamen-  
tarischer Abend des VDE, Niedersächsischer Landtag, Hannover,  
21.4.2005.

Photogrammetry goes GIS, Geospatial World 2005, San Francisco/  
Ca, 26.4.2005.

HRSC on Mars - Photogrammetric/Cartographic Working Group  
Achievements, HRSC Co-Investigator Treffen, Wien, 30.4.2005.

Automatisches Sehen – neue Perspektiven für Photogrammetrie und  
Fernerkundung, Vortrag TU Wien, 4.5.2005.

Qualitätssicherung Geobasisdaten, Vortrag, Amt für Geoinformationswesen der Bundeswehr, Euskirchen, 13.5.2005.

Vorlesungsreihe „Digital Photogrammetric Systems“ am Institut de Geomàtica, im Rahmen des Internationalen M. Sc. Kurses “Airborne Photogrammetry and Remote Sensing“, 40 h Vorlesung und Übungen, Barcelona, 30.5.-3.6.2005.

Der Mars – Planetenerkundung mittels Photogrammetrie, Geodätentag 2005 – DVW Landesverein Niedersachsen/Bremen, Celle, 10.6.2005.

IPI research in image analysis, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Sap José dos Campos, 11.8.2005.

Trends in photogrammetry and remote sensing with special emphasis on automatic image analysis, Universidade Federal do Parana (UFPR), Curitiba, 16.8.2005.

Automatic image interpretation: new challenges in photogrammetry and remote sensing, Pontifica Universidade Catolica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), 17.8.2005.

EuroSDR as a research platform, vital to sustainable spatial planning and development in Europe, Seminar “GI applications and challenges in Cyprus and developments in European Spatial Activities”, Nikosia, 24.10.2005.

Von der Gauß’schen Glockenkurve zur Satellitengeodäsie und Erdbeobachtung, Symposium “150 Jahre nach Carl Friedrich Gauß – sein Wirken für die Technik heute”, Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft und acatech e. V., Braunschweig, 9.11.2005.

Die Mission Mars Express – Planetenbeobachtung mittels Photogrammetrie und Fernerkundung, Plenarversammlung der Braunschweigischen Wissenschaftlichen Gesellschaft, Hannover, 11.11.2005.

Jacobsen, K.: Cooperation Zonguldak Karaelmas University - University of Hannover, Zonguldak Karaelmas Universität, Februar 2005

Digital Elevation Models – Generation, Handling and Analysis,

Tutorial am 11., 12. und 13.8.2005 im Rahmen von „Semana de Geomatica – 2005“, Insituto Augustin Codazzi, Bogota, Kolumbien

Satellite Sensor Modelling, INHA University, Incheon, Korea, 7.10.2005

High Resolution Satellite Imaging Systems - Overview and Application for Mapping, ISRS2005 Korea, tutorial am 13.10.2005

Mathematical Models for the Orientation of Space Images, 6. DLR-CNES Workshop, Oberpfaffenhofen, 13.11.2005

## Größere Institutsarbeiten

### Geodätisches Institut

#### **Projekt: Messungen am Weichenanschluss „Nordhafen“ im Auftrag der ThyssenKrupp GfT Gleistechnik GmbH**

Im Stadtbahnnetz der üstra sollten im Bereich des Weichenanschlusses „Nordhafen“ Messungen der maximalen horizontalen Kopfauslenkung der Schienen an fünf Messstellen und der maximalen vertikalen Einsenkung an vier Messstellen durchgeführt werden. Als Messinstrumentarium wurden Weggeber gewählt, die eine Weg-Zeit-Kurve für jede Messstelle liefern, anhand derer Minima und Maxima ermittelt werden können.

Die Geber wurden durch Umbau normaler Potentiometer hergestellt, um eine möglichst kleine Bauform zu erreichen, die sich unter dem Schienenfuß einbauen lässt. Eine anschließende Kalibrierung aller gebauten Exemplare wies die Eignung und korrekte Funktionsweise nach. Die Abbildungen zeigen einen solchen Geber vor dem Einbau in das Montageprofil und nach der Installation an einer Messstelle.



Weggeber



Weggeber an einer Messstelle

Die Aufzeichnung der neun Kanäle erfolgte mit einem analogen Magnetbandkassettenrecorder bei maximaler Aufzeichnungsgeschwindigkeit für mehrere Überfahrten verschiedener Fahrzeugtypen in beiden Richtungen. Aus Übersichtsplots ließen sich dann kennzeichnende Fahrzeuge ermitteln. Zur Bestimmung der Maxima und Minima wurden diese Überfahrten dann mit 8-facher Zeitdehnung digitalisiert, um eine möglichst hohe Auflösung zu erhalten. Die so ermittelten Spannungsmaxima und -minima wurden mit der Kalibrierfunktion in die geforderten Auslenkungen umgerechnet. Die so erhaltenen Weg-

Zeit-Diagramme gaben, neben den Extremwerten der Schienenbewegung, noch weitergehende Informationen zur Gleisdeformation.

### **Modellierung und Analyse geodätischer Daten mit Neuro-Fuzzy-Verfahren**

Die Erfassung und Modellierung kinematischer und dynamischer Prozesse spielt bei vielen Aufgabenstellungen der Ingenieurgeodäsie, Geotechnik und Geodynamik eine wichtige Rolle. Oft sind die physikalischen Beziehungen zwischen den registrierten Daten nicht hinreichend bekannt. Werden aus diesen Daten Modelle abgeleitet, können sie häufig nicht sinnvoll interpretiert werden und Prognosen basierend auf diesen Modellen, beispielsweise im Hinblick auf sicherheitsrelevante Fragestellungen sind schwer möglich. Die Verwendung von Neuro-Fuzzy-Modellen bietet hier einen Lösungsansatz. Sie erlauben eine automatische Ableitung von interpretierbaren Regeln und der datengestützten Nachbildung komplexer Prozesse. Die Modelle bestehen aus einer Verknüpfung von adaptiven Netzen und Fuzzy-Verfahren.

Gegenstand der Arbeiten zu diesem von der DFG finanzierten Projekt ist die Analyse geodätisch relevanter, physikalischer Zusammenhänge, d. h. die Identifikation von Einflussgrößen und Wirkungsmechanismen mit Hilfe von Neuro-Fuzzy-Modellen.

### **Mathematisch-statistische Untersuchungen von photogrammetrischen Bildverbänden im Nahbereich.**

Unter Nutzung der Vorarbeiten durch die Diplomarbeit von Frank Puchala („Statistische Methoden für die industrielle Nahbereichsphotogrammetrie“) wurden weitergehende Ansätze verfolgt, die Ergebnisse der Bündelblockausgleichung zu analysieren und möglichst zu optimieren. Die Untersuchungen konzentrierten sich auf das typische Kameramodell der industriellen Nahbereichsphotogrammetrie, das Brown'sche Modell. Es modelliert den Einfluss von Abbildungsfehlern auf die Bildkoordinaten in einem Polynomansatz.

Als statistische Methoden kamen u. a. Korrelationsuntersuchungen, Signifikanztests und Zuverlässigkeitsuntersuchungen zum Einsatz. Es hat sich gezeigt, dass die Modellierung der Abbildungsfehler im Brown'schen Modell nicht optimal ist. Insbesondere die Parameter zur Erklärung der radial-symmetrischen Verzeichnung sind untereinander hoch korreliert und werden nicht durchgehend signifikant geschätzt. Eine mögliche Erklärung dieser Ergebnisse ergab sich

durch Zuverlässigkeitsanalysen von Messungen zur Kamerakalibrierung. Als Kalibrierkörper wurde ein ebenes Testfeld mit einem räumlichen Punkt in der Mitte verwendet. Der eine räumliche Punkt hat einen großen Einfluss auf die Schätzung der Verzeichnungsparameter, seine Bildkoordinaten sind aber durch die Konfiguration kaum kontrolliert. Sehr wahrscheinlich kann die Zuverlässigkeit der Kalibrierergebnisse durch Verwendung „echter“ räumlicher Punktfelder erhöht werden.

Als Resultat der Untersuchungen und als Ausgangspunkt für weitergehende Studien bleibt festzuhalten, dass statistische Methoden helfen können, die Modellierung der Abbildungsfehler und die Kalibriermethodik in der Nahbereichsphotogrammetrie zu analysieren und weiter zu verbessern.

### **Überprüfung der Höhenlage der Bohrinselform mit dem Global Positioning System (GPS)**

Zur Überprüfung der Höhenlage der Bohrinselform wird seit 1993 das satellitengeodätische Messverfahren GPS im Anschluss an geeignete Landstationen und Stationen des Satellitenpositionierungsdienstes SAPOS eingesetzt. Auch im Jahr 2005 konnte wieder eine Messkampagne in enger Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro Dipl.-Ing. Holger Jacob, Wietze, erfolgreich abgeschlossen werden. Detaillierte Informationen können den Internetseiten der RWE Dea AG/Wintershall AG über das Mittelplate Konsortium entnommen werden (<http://www.mittelplate.de>).

### **ICAM – Integrated Car Accident Mapping**

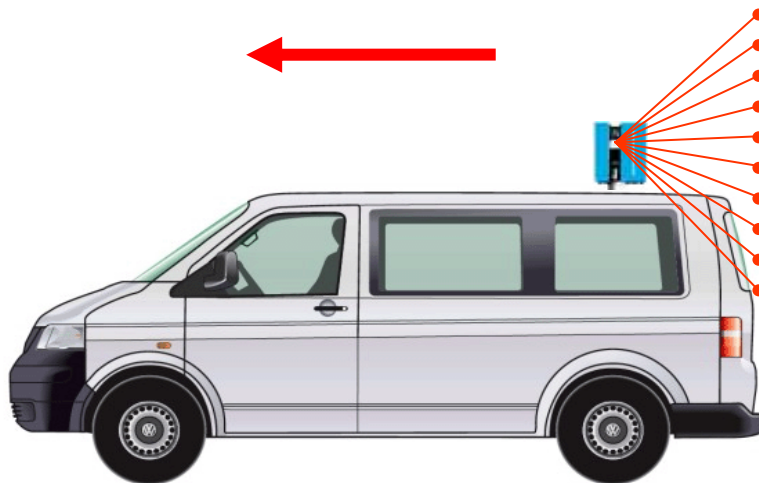
Die Entwicklung hochfrequenter Abtastsysteme für die Geometrie- und Objekterkennung im Nahbereich ist in den letzten Jahren intensiv vorangetrieben worden. Laserscanner sind für diese Aufgabe hervorragend geeignet und ermöglichen dem Nutzer ein sehr hohes Genauigkeitsniveau und eine berührungslose Messwerterfassung. Aufgrund des hohen Verknüpfungsaufwandes für 3D-Einzelbilder liegt es nahe, die Aufnahmen von geeigneten Plattformen oder Fahrzeugen aus vorzunehmen. Hierdurch wird die Dauer des Erfassungsvorgangs auf ein Minimum reduziert.

Das Projektziel besteht in der Entwicklung eines postprocessing Software-systems zur kinematischen Aufnahme von Unfallstellen mit einem auf einem Fahrzeug adaptierten Laserscanner vom Typ Z+F Imager 5003. Die durch die Bewegung des Scanners verfälschten Punktmessungen sind durch die Kombi-

nation fahrzeugeigener Sensoren sowie eines geeigneten mathematischen Filteransatzes um systematische Abweichungen zu korrigieren.

Hierzu ist es notwendig, die Position des Scannerzentrums sowie die Orientierung des Fahrzeugs in einem lokalen Koordinatensystem zu bestimmen und über präzisen Zeitbezug mit den Scannermessungen zu synchronisieren. Zur Bestimmung des Scannerzentrums eignet sich die Kombination von langzeitstabilen Punktpositionen und kurzzeitig präzisen Sensoren zur Integration von Richtungsänderungen.

Die Sensoren mit verschiedenen Signalstrukturen, Abtastraten und Auswerteverfahren der Messwerte werden hierzu in einem System vereinigt. Auf diese Weise ist eine minimale Vorbereitungs- und Durchführungszeit für die Messung anzustreben. Für die Optimierung der Genauigkeiten und der Robustheit bei der Erfassung des Unfallszenarios soll geprüft werden, ob und in welchem Umfang Informationen aus dem Objektraum zur Steigerung des Genauigkeitspotentials herangezogen werden können.



Konzept der kinematischen Datenerfassung mit einem bewegten Laserscanner im Profilmodus

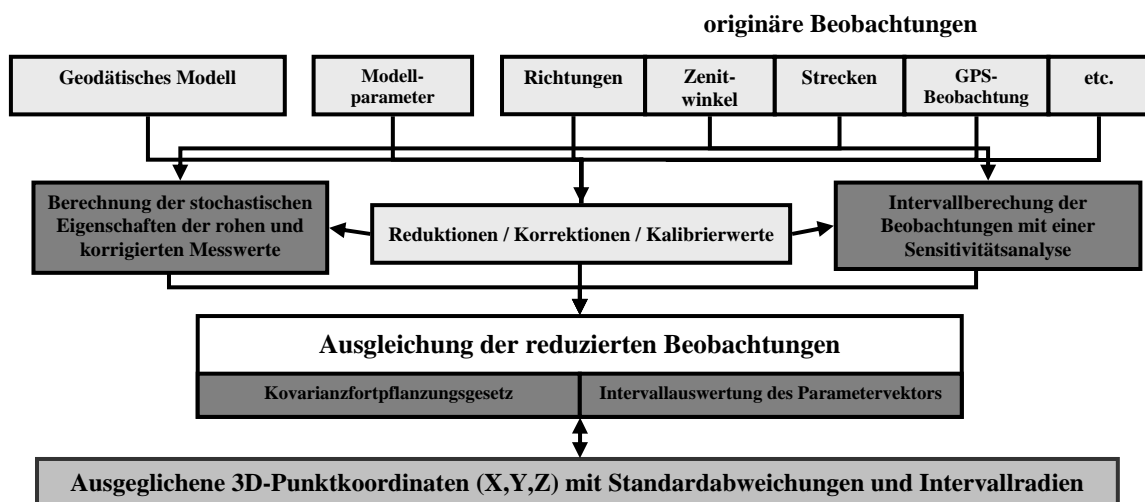
### **Geodätische Deformationsanalysen unter Berücksichtigung von Beobachtungsimpräzision und Objektunschärfe**

Die Überwachung von Bauwerken, Rutschhängen und rezenten Krustenbewegungen ist eine Hauptaufgabe der Ingenieurgeodäsie. Ob und wann bau- oder geotechnische Sicherungsmaßnahmen eingeleitet werden können, hängt dabei im Wesentlichen von der Qualität und Aktualität der geodätischen Mess- und Auswertemethodik ab. Damit die Messungen aus der Praxis in den Modellannahmen treffend beschrieben werden können, muss der komplette Unsicherheitshaushalt der Messungen umfassend aufgeschlüsselt werden. Dies erfordert neben einer stochastischen Behandlung der Daten auch eine



adäquate Berücksichtigung der Beobachtungsimpräzision (unvermeidlich verbleibender Restsystematiken bei der Messwerterfassung und bei der Datenaufbereitung) und der Objektunschärfe.

In diesem Projekt, das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) finanziert wird, werden alle genannten Unsicherheitskomponenten von den originären Beobachtungen bis zu den Zielgrößen modelliert, verarbeitet und analysiert. Die Abbildung zeigt das Verfahrensdigramm zur Berücksichtigung der Beobachtungsimpräzision, die aus dem Aufbereitungsprozess der Messungen mittels Intervallen abgeschätzt wird (Sensitivitätsanalyse) und dann durch die Intervallanalyse des Parametervektors auf die gesuchten Zielgrößen fortgepflanzt wird.



Verfahrensdigramm für die geodätische Deformationsanalyse  
unter Berücksichtigung von Beobachtungsimpräzision

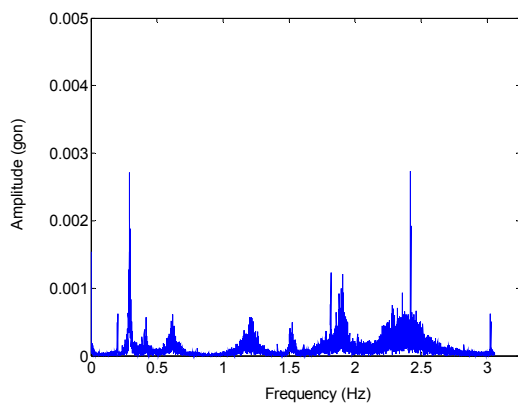
Zentrale Fragestellung für eine gemeinsame Betrachtung aller Unsicherheitskomponenten ist die Überprüfung der Verträglichkeit der Daten mit den im Modell getroffenen Annahmen. Die Beantwortung dieser Frage erfordert ein- und mehrdimensionale Hypothesentests im Falle impräziser Daten. Die Entwicklung der Hypothesentests und die Übertragung dieser Erkenntnisse auf alle statischen und kinematischen Analysen in der Deformationsanalyse wie

- Einzelpunkttests und Kongruenztests beim Mehreperiodenvergleich
- Innovationstest beim Kalmanfilter
- Zwei- und dreidimensionale Strainanalysen

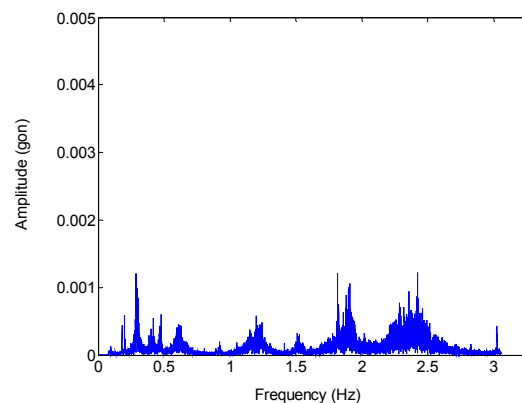
sind aktuelle Schwerpunkte der Arbeiten.

## Modellierung des instationären Deformationsverhaltens von Bauwerken am Beispiel einer Windenergieanlage (WEA)

Die Modellierung des periodischen Deformationsverhaltens von Bauwerken erfolgt standardmäßig mit Verfahren der Zeitreihenanalyse und der ausgleichenden Sinusschwingung. Dafür müssen mindestens die ersten beiden Momente der Deformationssignale konstant bleiben. Im Rahmen der Überwachung einer Windenergieanlage wurden Zeitreihen aufgezeichnet, die diese Bedingung nur bedingt erfüllten. Mit Hilfe der Fourier-Transformation konnten die Eigenfrequenzen und rotationsinduzierte Frequenzen zuverlässig aufgedeckt werden. Das Schätzergebnis der entsprechenden Amplituden war jedoch aufgrund der unterschiedlichen Varianzniveaus im Verlauf der Zeitreihen nur teilweise befriedigend. Im Rahmen einer weitergehenden Untersuchung wurden die registrierten Signale mit Hilfe der Diskreten Wavelet-Transformation in Frequenzkomponenten zerlegt und für diese einzelnen Komponenten varianzhomogene Bereiche identifiziert. Dies geschah automatisch mit Hilfe eines statistischen Tests, der auf der kumulierten Summe der quadrierten Terme basiert. Die Amplituden wurde für jeden varianzhomogenen Bereich geschätzt und das modellierte Signal durch die Inverse Wavelet-Transformation gewonnen. Diese Methode führte zu verbesserten Modellen, deren Residuen eine bis zu 70 % geringere Standardabweichung als im Falle der standardmäßigen Vorgehensweise aufwiesen.



Powerspektrum der Residuen nach der Standard-Modellierung



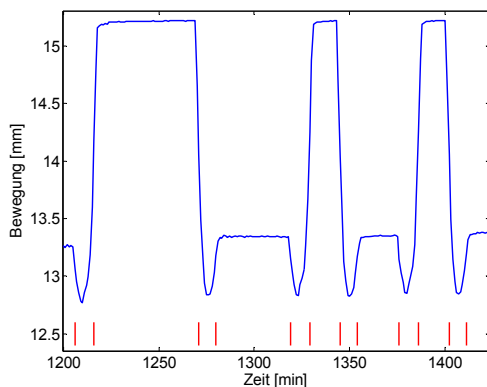
Powerspektrum der Residuen nach der verfeinerten Modellierung

## Modellierung nichtperiodischer, sprunghafter Deformationen von Bauwerken am Beispiel der Schleuse Uelzen I

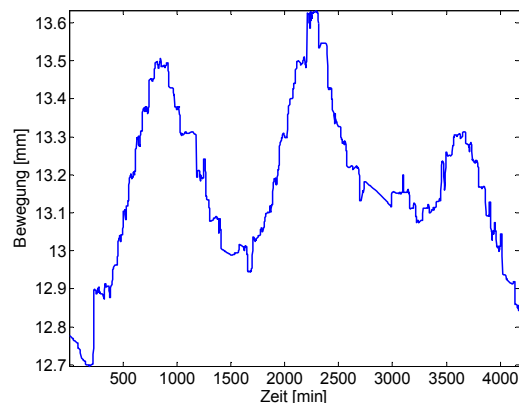
Eine wichtige Zielsetzung der Deformationsanalyse ist die Beschreibung des Zusammenhangs zwischen den auf ein Objekt einwirkenden Einflussgrößen

und den bewirkten Deformationen. Dieses geschieht in einem dynamischen Modell dessen wesentliche Elemente die Reaktionszeit und -größe sind. Für periodische, stationäre Prozesse kann diese Aufgabe mit Verfahren der Zeitreihenanalyse und der Linearen Filterung gelöst werden. Es kann jedoch vorkommen, wie etwa im Falle eines Schleusenbauwerkes, dass die registrierten Signale die angesprochenen Eigenschaften nicht aufweisen und somit auf andere Auswerteverfahren zurückgegriffen werden muss.

Zur Modellierung des Temperatureinflusses und der vom wechselnden Wasserstand verursachten sprungartigen Deformationen an der Schleuse Uelzen I wurden die Zeitreihen der Lotungsmessungen im Unterhaupt mit Hilfe der diskretisierten kontinuierlichen Wavelet-Transformation analysiert. Zur Identifikation der jeweiligen Sprünge wurde die Eigenschaft genutzt, dass eine Unstetigkeit im Signalverlauf in den verschiedenen Auflösungsstufen (s.g. Skalen) der Signalanalyse lokale Maxima erzeugt, die in den feineren Skalen zur Sprungstelle konvergieren. Ebenfalls wurde eine Referenzfunktion mit sprungartigem Verlauf und parametrisierbaren Sprungbreite transformiert. Durch den Vergleich der lokalen Maximaverläufe konnte die Sprungbreite und -höhe abgeleitet werden. Nach Identifikation und Quantifizierung der Sprünge wurden diese aus dem Signalverlauf herausgerechnet und somit ein periodisches Signal erhalten, das die Analyse des Temperatureinflusses mit den anfangs besprochenen Verfahren ermöglichte.



Sprungartige Deformationen durch Änderung des Wasserstandes und identifizierte Sprungstellen (rot)



Im Restsignal ist der Temperatureinfluss deutlich erkennbar

### Flächenkreislaufwirtschaft an Industriestandorten

Ein Flächenkreislauf bildet den Wandel in der Nutzung einer Fläche ab. Eine ungenutzte und als solche zumeist Freifläche wird durch Nutzung in den Kreislauf eingebracht. Da sich die Rahmenbedingungen im Laufe der Zeit ändern,

wandelt sich auch die Nutzung der Fläche. Ist ein Wandel der Nutzung nicht möglich, fällt die Fläche brach. Ursachen dafür liegen meistens im Strukturwandel oder im Eigentümer. Brachliegende Standorte haben negative Effekte auf ihr Umfeld, und auch für den Eigentümer erweisen sie sich durch vielfache Altlastenproblematik als nicht zu kalkulierendes Risiko. Ist daher ein Brachliegen nicht zu verhindern, sollte schnellstmöglich eine Revitalisierung angestrebt werden. Um die Zeit des Brachliegens bzw. der Revitalisierung zu überbrücken, kann eine Zwischennutzung angestrebt werden. Die Revitalisierung setzt die Beachtung diverser Rechtsvorgaben und Randbedingung voraus. Je nach Fläche kann sich dies als sehr erschwerend erweisen. Mit Umnutzung der Fläche und Überführung in eine neue Nutzung kann der Flächenkreislauf geschlossen werden.

Trotz zunehmender Flächeninanspruchnahme ist die Revitalisierung von



In Revitalisierung befindliche Fläche (Foto: GIH)

Altstandorten speziell derer mit hohem Kontaminationsgrad wie bei alten Industrie-flächen auch heute noch nicht etabliert. Investoren scheuen zum einen das hohe Risiko, zum anderen ist eine Entwicklung der Flächen oftmals

nicht wirtschaftlich, so dass die Entwicklung neuer Standorte auf der „Grünen Wiese“ bevorzugt wird. Vielfach sind Subventionen von staatlicher Seite und Mitwirken von Seiten der Kommune notwendig, um eine standortspezifische Nachnutzung zu finden, die auch langfristig tragbar ist.

Ziel des Projektes ist es, Fallstudien hinsichtlich der Realisierbarkeit für eine bestimmte Nachnutzungen (Wohnen, Industrie u. ä.) innerhalb und außerhalb Deutschlands zu untersuchen. Daraus sind signifikante Einflussfaktoren auf eine erfolgreiche Revitalisierung und einen geschlossenen Flächenkreislauf zu ermitteln, um eine Wertung dieser vornehmen und die Stellschrauben für einen erfolgreichen Flächenkreislauf an Industriestandorten bereitstellen zu können.

## Institut für Erdmessung

### Neuauswertung der Lasermessungen zum Mond

Die Arbeiten als Lunar-Analyse-Zentrum im Internationalen Laser Ranging Service (ILRS) wurden fortgesetzt. Die LLR-Analyse-Software wurde im Rahmen der Diplomarbeit von C. Koch auf Fortran90 umgestellt und auf den HP-Rechnern des Instituts installiert. Es wurde eine komplette Neuauswertung aller verfügbaren Laserbeobachtungen zum Mond (1970-2005) durchgeführt und die Standardparameter des Erde-Mond-Systems bestimmt. Die Abbildung zeigt die Genauigkeitssteigerung der Beobachtungen über die vergangenen 35 Jahre, allerdings mit einer kleinen Verschlechterung seit 2000, die noch weiter zu untersuchen ist. Im Laufe der Berechnungen erfolgte eine dezidierte Sensitivitätsanalyse der relativistischen Parameter (z.B. Zeitvariation der Gravitationskonstanten, Metrikparameter, Größen zum Test des Äquivalenzprinzips).

Es konnte klar gezeigt werden, welche Parameter mit LLR gut (da Nutzung der langen Zeitreihe) und welche weniger gut (da große Korrelationen mit anderen Größen) bestimmbar sind.



## **Satellitengradiometriemission GOCE: Mitarbeit im Projekt GOCE-GRAND und GOCE-GRAND II im Rahmen des BMBF/DFG-Sonderprogramms „GEOTECHNOLOGIEN“**

GOCE-GRAND (GOCE-GRavitationsfeld-ANalyse Deutschland) ist ein Verbundprojekt deutscher Institute zur GOCE-Schwerefeldanalyse, finanziert durch das GEOTECHNOLOGIEN-Programm des BMBF und der DFG. Die Satellitengradiometriemission GOCE (Gravity Field and Steady State Ocean Circulation Explorer) des ESA Living Planet Program soll Ende 2006 gestartet werden. Erstmals wird in dieser Mission ein Gradiometer zur Messung des Gravitationsfeldes eingesetzt. Im langwelligeren Signalbereich wird das Gravitationsfeld über high-low Satellite-to-Satellite Tracking (SST-hl) bestimmt. Das innovative dreiachsige Gravitationsgradiometer misst im höherfrequenten Bereich. Dabei sollen die Gravitationsgradienten, als zweite Ableitungen des Erdgravitationspotentials, mit einer Messgenauigkeit im mE-Bereich ( $1 \text{ Eötvös} = 10^{-9} \text{ s}^{-2}$ ) gemessen werden. Mit diesen hochauflösenden Gradienten wird die Geoidbestimmung mit einer Genauigkeit von 1...2 cm bei einer räumlichen Auflösung von 100 km auf der Erdoberfläche ermöglicht werden. Für Schwereanomalien entspricht dies einer Genauigkeit von 1 mGal bei 100 km räumlicher Auflösung. Basierend auf den Ergebnissen der Schwerefeldbestimmung werden neue Anwendungsfelder in der Geodäsie und in vielen Nachbardisziplinen (z.B. Ozeanographie, Geophysik, Klimatologie und Glaziologie) erschlossen.

Das Verbundprojekt GOCE-GRAND lief von 2002 bis zum Jahr 2005. Das Nachfolgeprojekt GOCE-GRAND II begann Ende des Jahres 2005 erneut für drei Jahre. Das Institut für Erdmessung ist mit verschiedenen Teilprojekten an beiden Vorhaben beteiligt.

### **Berücksichtigung zeitvariabler Anteile bei der Auswertung satellitengradiometrischer Messungen (GOCE-GRAND, Teilprojekt 5.1)**

Im Teilprojekt 5.1 des Vorhabens GOCE-GRAND beschäftigte sich am IfE Dipl.-Ing. F. Jarecki mit der Relevanz der verschiedenen Massenverlagerungen im System Erde (Luftmassenbewegungen, Ozeanströmungen und -gezeiten, kontinentale Hydrologie und Eisbewegungen, Bewegungen der festen Erde und Erdgezeiten) für die gradiometrische Schwerefeldbestimmung. Auf der Grundlage verschiedener Mess- und Modelldatensätze, die im Projektverbund vom GeoForschungsZentrum Potsdam vorverarbeitet und zur Verfügung gestellt wurden, konnte für die meisten Effekte nachgewiesen werden, dass erst bei großräumiger Integration relevante Beiträge zum Schwerefeld auftreten. Die großräumigen Strukturen werden aber, wie in der obigen Systemcharakteri-

sierung der GOCE-Mission angedeutet, im wesentlichen durch das SST-Instrumentarium des Satelliten registriert und spielen für die Gradiometrie keine entscheidende Rolle. Nichtsdestotrotz sollten die bei der Prozessierung der langwelligen SST-Daten berücksichtigten Effekte (hier ergeben einige Massenverlagerungseffekte durchaus relevante Signale) auch aus den gradiometrischen Daten reduziert werden, um eine statistisch saubere Datenkombination durchführen zu können. Noch entscheidender wird die korrekte und gleichartige Reduktion bei der Kombination der GOCE-Daten mit anderen Datensätzen, wie den Endergebnissen der GRACE-Mission (Gravity Recovery and Climate Experiment von NASA und DLR).

Neben terrestrischen Datensätzen und Modellen wurden die bereits verfügbaren Ergebnisse der GRACE-Mission, die unter anderem mit sogenannten „Schwerefeld-Monatslösungen“ das zeitvariable Schwerefeld und damit die genannten Massenverlagerungen abbilden sollten, als Datengrundlage für die Berechnung von Reduktionen für die gradiometrischen Messungen untersucht. Die aus den terrestrischen Daten gewonnenen Erkenntnisse lassen sich direkt auf die Satellitendaten übertragen; auch hier entsprechen die aufdeckbaren Effekte weder zeitlich noch räumlich dem Messbereich des GOCE-Gradiometers. Allerdings ergänzen sich die Datensätze gut, so dass eine Kombination lohnend erscheint.

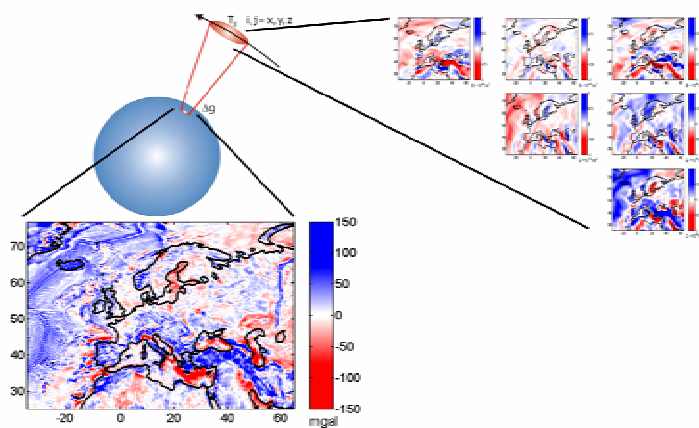
### **Kalibrierung und Validierung von satellitengradiometrischen Messungen der GOCE-Mission (GOCE-GRAND, Teilprojekt 6)**

Zu Beginn des Jahres 2005 wurde das Teilprojekt 6 im Verbundprojekt GOCE GRAND zum Abschluss gebracht. Darin wurde von Herrn Dipl.-Ing. F. Jarecki ein Prototyp zur Validierung der GOCE-Gradienten in Spurkreuzungspunkten entwickelt. Aufgrund der Bahnkonstellation müssen die Gradienten vor dem Vergleich in Höhe und Orientierung auf ein Vergleichsniveau und eine gemeinsame Orientierung reduziert werden. Dies kann mit ausreichender Genauigkeit mit aktuellen globalen Kugelfunktionsmodellen durchgeführt werden.

Mit der externen Kalibrierung der Gradienten beschäftigte sich Dipl.-Ing. K. I. Wolf. Eine regionale Kalibrierung der (derzeit simulierten) GOCE-Gradienten mit Hilfe von Referenzgradienten, berechnet aus der Kombination von terrestrischen Daten und aktuellen Kugelfunktionsmodellen, ergab eine Verbesserung um den Faktor 2 in den Standardabweichungen der Fehler. Dabei werden derzeit ein Bias, ein Scale-Faktor, ein Trend und zyklische Parameter geschätzt. Regional geschätzte Kalibrierungsparameter können auch auf direkt

anschließende Nachbargebiete angewendet werden. Die Referenzgradienten werden in spektraler Kombination mit Integralformeln oder mit der Kollokation nach kleinsten Quadraten berechnet. Für die hohe Rechenkapazitätsanforderung der Kollokation konnte auf die Parallelrechner des HLRN (Norddeutscher Verbund für Hoch- und Höchstleistungsrechnen) zurückgegriffen werden. Die genannten Methoden führen zu sehr gut übereinstimmenden Ergebnissen der Referenzgradienten.

Sowohl die Kreuzungspunktvalidierung als auch die berechneten Referenzgradienten werden im Rahmen des Projektes „Quick Validation of GOCE Gradients“ für die ESA (European Space Agency) bereitgestellt.



Prinzipische Skizze zur Kalibrierung/Validierung der GOCE-Gradienten auf der Basis von Referenzgradienten (rechts oben) berechnet aus terrestrischen Schwereanomalien (links unten)

### Regionales Validierungs- und Kombinationsexperiment (GOCE-GRAND II, WP220)

Im Rahmen von GOCE-GRAND II wurde auch das Teilprojekt WP220 bewilligt, das gemeinsam vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG, Dr. Ihde) und vom Institut für Erdmessung (IfE, Dr. Denker) bearbeitet wird. Das Hauptziel des Projekts ist die Gewinnung und Aufbereitung von unabhängigen Referenzdaten zur Validierung der GOCE-Resultate sowie schließlich auch die Kombination aller Datensätze. Bei den terrestrischen Daten sollen neue Schweremessungen, Lotabweichungsbeobachtungen sowie GPS- und Nivellementsdaten verwendet werden. Der geplante Projektbeginn ist erst Anfang März 2006 und daher werden weitere Einzelheiten erst im nächsten Berichtsheft dargestellt.

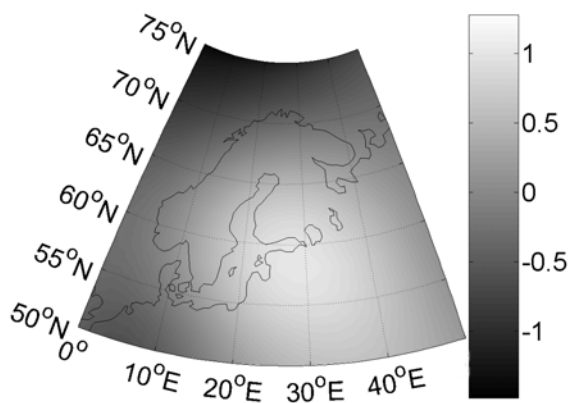


## Qualitätsbeurteilung der GOCE-Gradienten (GOCE-GRAND II, WP310)

Im Projekt GOCE-GRAND II liefert das IfE einen Beitrag zur Qualitätsbeurteilung der GOCE-Gradienten, bevor sie in die eigentliche Schwerfeldprozessierung einfließen. Dazu soll die Konsistenzprüfung in Satelliten-spurkreuzungspunkten (Kreuzungspunktanalyse) zu einem Quasi-Echtzeitvalidierungsmodul weiterentwickelt und operationell angewendet werden. Außerdem werden Referenzgradienten aus regional verfügbaren terrestrischen Schweredaten für die externe Kalibrierung und Validierung bereitgestellt. Hierzu wird eine Fehlerabschätzung für die Referenzgradienten auf Basis eines synthetischen Erdmodells inklusive simulierter Fehler für beide verwendeten Verfahren (spektrale Kombination mit Integralformeln und Kollokation nach kleinsten Quadraten) durchgeführt. Außerdem wird das funktionale Modell der externen Kalibrierung weiter untersucht. Als Grundlage für diese Untersuchungen liegen derzeit neue Simulationsdaten der ESA für die Gradienten mit einem sehr realistischen Rauschverhalten vor.

## Untersuchung von Gravitationsänderungen in Fennoskandien mit Hilfe von GRACE-Daten

Mittlerweile liegen 32 GRACE-Monatslösungen vor, die bereits um die Einflüsse der Erdzeiten, der Atmosphäre und des Ozeans reduziert wurden. Diese GRACE-Daten werden auf säkulare sowie halbjährliche- und jährliche periodische Einflüsse im Gebiet von Fennoskandien durch Herrn Dipl.-Ing. M. Neumann-Redlin untersucht. Die Gravitationsänderungen können zum



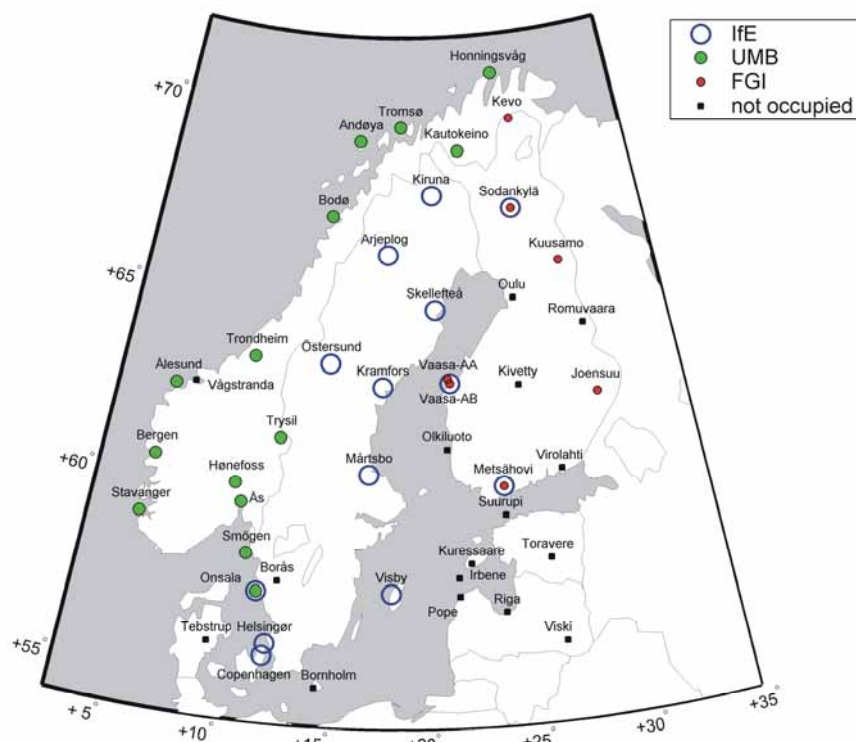
Säkulare Gravitationsänderung  
[ $\mu\text{gal}/\text{Jahr}$ ]

Beispiel durch hydrologische Einflüsse (größter Effekt) und nicht reduzierte Effekte in den globalen Atmosphären- und Ozeanmodellen hervorgerufen werden. Erst nach Reduktion aller „Nebeneffekte“ können GRACE-Daten für die Detektion der nacheiszeitlichen Landhebung herangezogen werden. Die Ergebnisse der GRACE-Monatslösungen wurden mit Absolutschweremessungen in ausgewählten Stationen und globalen Hydrologiemodellen verglichen und zeigen in bestimmten Gebieten gute Übereinstimmungen. Im

Untersuchungsgebiet sind deutliche jährliche periodische Variationen sowie ein signifikanter Trend zu erkennen, die nacheiszeitliche Landhebung ist jedoch in den Grace-Daten bisher nicht signifikant nachweisbar.

### Die Fennoskandische Landhebung – ein Test- und Anwendungsgebiet für die Satellitenmission GRACE (DFG-Projekt MU 1141/3-1, 3-2)

Die seit 2002 andauernde Satellitenmission GRACE – Gravity Recovery and Climate Experiment – beobachtet u.a. auch die großräumigen zeitlichen Variationen des Erdschwerefeldes. Zur Kombination und zum Testen der



Absolutgravimetrie-Stationsnetz zur Bestimmung der Fennoskandischen Landhebung (Situation 2005). Es wurden insgesamt 30 Stationen neu bestimmt. Zur Kontrolle der FG5-Gravimetersysteme (Offsets im Messniveau) wurden vier Stationen mit verschiedenen Absolutgravimetern besetzt.

Satellitendaten werden auch terrestrische geodätische Messungen benötigt. Eine Zielsetzung des IfE ist es, die nacheiszeitliche Landhebung Fennoskandiens (ca. 1 cm pro Jahr am Bottnischer Meerbusen) mit Hilfe von ter-

restrischen Absolutschwere- und GPS-Messungen über einen Zeitraum von 6 Jahren zu erfassen.

Im Rahmen des seit März 2003 durch die DFG geförderten Forschungsvorhabens arbeitet das IfE eng mit folgenden Forschungs- und Vermessungsinstitutionen zusammen: Finnish Geodetic Institute (FGI, Masala, Finland), Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), Department of Mathematical Sciences and Technology (Norwegian University of Life Sciences (UMB), Ås), Onsala Space Observatory (Chalmers Univ. of Technology, Onsala, Sweden), Norwegian Mapping Authority (Statens Kartverk (SK), Hønefoss), National Landsurvey of Sweden (Lantmäteriet, Gävle), Danish National Space Center (DNSC, Denmark).

Im 3. Kampagnenjahr 2005 wurde von den zwei IfE-Absolutgravimetrieteams (L. Timmen und A. Engfeldt (Landmäteriet), O. Gitlein und M. Kneschke) insgesamt 13 Absolutstationen in den nordischen Ländern mit dem Gravimeter FG5-220 neu bestimmt. Die erste Kampagne dauerte vom 14.08. bis 15.09.2005 und die zweite vom 20.09. bis 19.10.2005. Die Abbildung 2 zeigt die Gesamtstationsverteilung des Absolutgravimetrienetzes und speziell auch die vom IfE und den Partnergruppen in 2005 vermessenen Stationen. Die finnische Fundamentalstation Metsähovi (permanent registrierendes Superleitgravimeter) dient dem IfE als wichtige Referenzstation für das Projekt. Dort wurden simultane Vergleichsmessungen mit dem FG5-220 (IfE) und dem FG5-221 (FGI) auf den zwei vorhandenen Pfeilern durchgeführt (5. bis 12. Mai, 16. bis 19. August). Weitere simultane Parallelmessungen oder zeitnahe Vergleichsmessungen mit den FG5 Absolutgravimetern der Partner UMB (FG5-226) und FGI fanden in Onsala, Vaasa und Sodankylä statt.

### **Absolutgravimetrische Referenzmessungen**

Aufgrund der internationalen Projektarbeiten der Absolutgravimetrie des IfE sind über das Jahr verteilt absolutgravimetrische Referenzmessungen notwendig. Sie dienen im Wesentlichen der instrumentellen Kontrolle des FG5-Absolutgravimeters des IfE und zur Gewährleistung eines einheitlichen Messniveaus (keine Offsets) mit anderen weltweit arbeitenden Absolutgravimetern. Dieses einheitliche Messniveau der jetzt und zukünftig vorhandenen Absolutgravimeter ist eine Voraussetzung, um über Jahre und Jahrzehnte geodynamisch bedingte Schwereänderungen präzise bestimmen zu können. In 2005 wurden folgende Referenzmessungen mit dem FG5-220 durchgeführt:

- 1 Stationsbestimmung (simultaner Vergleich mit FG5-101 (BKG)) in der Gravimetrie-Referenzstation Bad Homburg (Supraleitgravimeter, permanentes GPS, Grundwasserpegel) auf zwei benachbarten Punkten im April 2005;
- 2 Stationsbestimmungen (jeweils simultaner Vergleich mit FG5-221 (FGI)) in der geodätischen Fundamentalstation in Metsähovi (Supraleitgravimeter, permanentes GPS, Grundwasserpegel) auf zwei benachbarten Punkten im Mai und im August 2005;
- 1 Bestimmung (zeitlich versetzter Vergleich mit FG5-221) auf der Geodynamikstation Vaasa-AB (20 km außerhalb von Vaasa, Finnland) im August (FG5-220) und im Oktober (FG5-221);
- 1 zeitlich versetzter Vergleich des FG5-220 (Ende August) mit FG5-221 (Anfang Juli) auf der Station Sodankylä;
- 1 Bestimmung (simultaner Vergleich mit FG5-226 (UMB)) in der schwedischen geodätischen Fundamentalstation Onsala im Oktober.

### **Absolutschweremessungen in Dänemark**

In Zusammenarbeit mit dem nationalen dänischen Weltraumzentrum (DNSC) und der dänischen Landesvermessung (KMS) wurde in Dänemark eine Absolutgravimetriekampagne durchgeführt (9. bis 21. Juni 2005). Die Ziele dieser seit 1986 durchgeführten gemeinsamen Messprojekte sind: 1. Schaffung und Erhaltung eines nationalen Grundlagentznetzes mit absoluter Datumsdefinition, 2. Überwachung der aufgrund der nacheiszeitlichen Landhebung stattfindenden geometrischen Deformationen der Erdkruste und der damit verbundenen Schwereänderungen, 3. Überwachung der vertikalen Stabilität wichtiger Meerespiegel. Die Stationen Smidstrup und Suldrup wurden neu eingerichtet und mit dem FG5-220 absolutgravimetrisch eingemessen (L. Timmen). Diese beiden Stationsbestimmungen wurden jeweils im Zelt auf einem 1.3 x 1.3 m<sup>2</sup> großen Betonfundament durchgeführt. Nach 1986 (Jilag-3, IfE) und 2003 (FG5-220, IfE) konnte erneut die Station Helsingør (56°-Landhebungslinie, Ost-West-Profil) besetzt werden. Eine weitere neue Station wurde in der Universität Kopenhagen eingerichtet. Dort wurden die Messungen vom 17. bis 18. Oktober 2005 von O. Gitlein durchgeführt. Die geplanten Stationen Esbjerg und Hirtshals wurden erkundet. Die GPS-Messpfeiler (Höhe über 4 m) mit permanentem GPS sind dort bereits vorhanden.



Absolutgravimetriestationen in Dänemark.



Absolutgravimetriestation Smidstrup.

## Europäisches Geoidprojekt

Die Berechnung europäischer Geoid- und Quasigeoidmodelle wurde im Rahmen des IAG-Projekts CP2.1 (International Association of Geodesy, Commission 2 Project CP2.1 "European Gravity and Geoid (EGGP)", Chair: H. Denker, Hannover) fortgesetzt. Das Institut für Erdmessung (IfE) fungiert als Daten- und Rechenzentrum in dem Projekt.

Im Jahre 2005 konnten weitere Datensätze hinzugewonnen werden und in die Datenbanken integriert werden. Dies waren Schweremessungen (Österreich, Deutschland, etc.), digitale Geländemodelle (DGM für Österreich, Schweiz und Deutschland; jeweils mit einer Auflösung von 1"×1") sowie GPS- und Nivellementsunkte (Österreich, Deutschland, Russland, etc.). Den größten Aufwand erforderte dabei der Aufbau eines neuen digitalen Geländemodells mit einer Basisauflösung von 3"×3" für das gesamte Europa; daneben wurde auch ein Modell mit einer Auflösung von 1"×1" für Zentraleuropa erstellt. Den Ausgangdatensatz für das 3"×3"-Modell bildeten die Ergebnisse der Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) mit einer Auflösung von ebenfalls 3"×3". Diese Daten liegen jedoch nur bis zu einer geographischen Breite von etwa 60°N vor, so dass darüber hinaus tlw. gröbere Daten aus dem Modell GTOPO30 bzw. GLOBE (jeweils 30"×30") verwendet werden mussten. Bei der Analyse der 30"×30"-Daten zeigte sich wie schon in Deutschland (s. letztes Berichtsheft), dass die geographischen Längen um 30" (1 Blockgröße) vergrößert werden müssen (dies gilt für die meisten Teile Europas bis zu einer geographischen Länge von 70°O). Neben dem DGM aus den frei verfügbaren SRTM-, GTOPO30- und GLOBE-Daten wurde ein weiteres Modell erstellt, das die am IfE vorhandenen nationalen Modelle integriert. Bei der Zusammenführung der verschiedenen DGM wurde stets eine Transformation in das europäische Referenzsystem ETRS89 sowie eine aufwendige Grobfehlersuche durchgeführt. Die erstellten 3"×3"- und 1"×1"-Modelle werden in 2006 für die Berechnung topographischer Reduktionen eingesetzt. Die neuen Modelle stellen eine erhebliche Verbesserung gegenüber den bisher bei europäischen Geoidberechnungen verwendeten DGM mit Auflösungen von 7.5"×7.5" bis hin zu 5'×5' dar.

In 2005 wurden auch neue Geoid- und Quasigeoidberechnungen mit den aktuell verfügbaren GRACE-Modellen durchgeführt. Die mittels spektraler Kombination berechneten Modelle zeigten beim Vergleich mit unabhängigen Datensätzen aus der Satellitenaltimetrie sowie GPS- und Nivellement Verbesserungen in den RMS-Differenzen gegenüber dem bisherigen Modell EGG97 (European Gravimetric (Quasi)Geoid 1997) von 15% bis zu maximal 65% (in Deutschland). Insbesondere die bisher häufig dominierenden

langwelligen Fehler konnten mit den GRACE-Modellen erheblich reduziert werden.

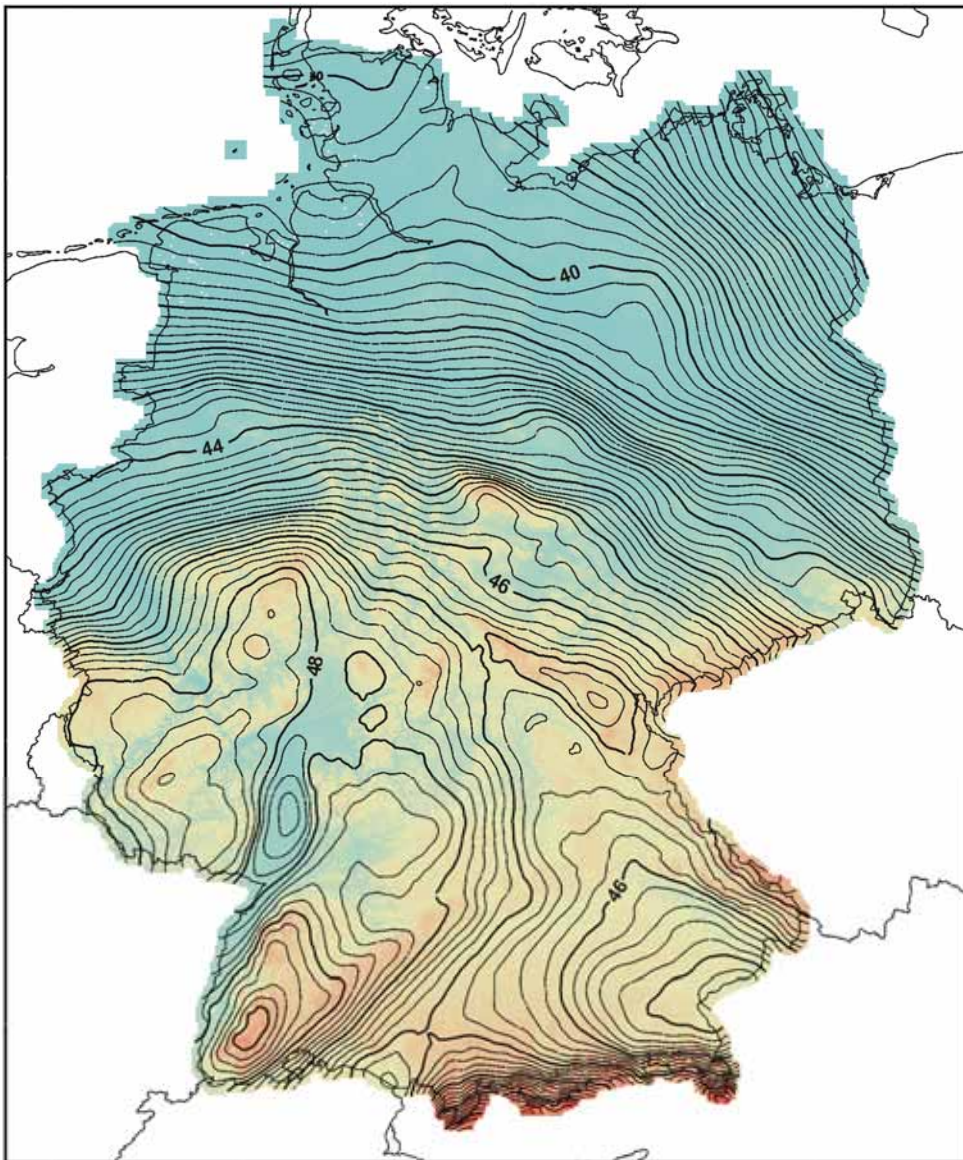
### **Hochauflösendes Quasigeoidmodell für Deutschland**

Das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) und das Institut für Erdmessung (IfE) kooperieren seit etwa 1990 bei der Berechnung eines neuen hochauflösenden Quasigeoidmodells für Deutschland mit cm-Genauigkeit. Hierzu gibt es mehrere Empfehlungen der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV). In 2005 wurde vom BKG und vom IfE eine vollständige Neuberechnung mit allen aktuell vorhandenen Datensätzen (Schwere, Topographie, globales Schwerefeldmodell, GPS/Nivellement) durchgeführt. Ein wesentlicher Grund für die Neuberechnung war dabei u.a. die Festlegung neuer Koordinaten für die SAPOS-Referenzstationen (AdV-Empfehlung 2003). Die endgültige Lösung wurde als Mittel der beiden Einzellösungen des BKG und des IfE berechnet und wird seit kurzem über das Geodatenzentrum des BKG unter dem Namen GCG05 (German Combined (Quasi)Geoid 2005) vertrieben (s. z.B. <http://www.geodatenzentrum.de/docpdf/quasigeoid.pdf>). Das Modell ist passfähig zum terrestrischen Bezugssystem ETRS89 (SAPOS Diagnoseausgleichung) und zum Höhensystem DHHN92 (Normalhöhen) und stellt einen Standard für die Höhentransformation in Deutschland dar.

Die Berechnungsverfahren des BKG und des IfE basieren beide auf der Remove-Restore-Technik. Als Eingangsdaten dienen hochauflösende Schwere- und Topographiedaten und ein globales Schwerefeldmodell (EIGEN-CG01C des GeoForschungsZentrums Potsdam) sowie GPS- und Nivellements-kontrollpunkte. Die Schwerepunkte (ca. 400,000) haben einen Abstand von wenigen km, während das vorhandene Geländemodell eine Auflösung von 1"×1" (entspricht etwa 30 m Blockgröße) aufweist. Das am BKG entwickelte Verfahren zur Quasigeoidberechnung basiert auf der Ausgleichung von Punktmassen, die in verschiedenen Gittern und Tiefen angeordnet sind. In einer gemeinsamen Ausgleichung der Schwere- und GPS/Niv.-Daten werden die Punktmassen an den vorgegebenen Positionen berechnet, woraus dann Quasigeoidhöhen an beliebigen Orten abgeleitet werden können. Die Quasigeoidmodellierung des IfE erfolgt mit Integrations- und Kollokationstechniken. In einer zweistufigen Lösung werden zunächst Schwereanomalien und topographische Daten mit einem globalen Geopotentialmodell durch spektrale Kombination mit Integralformeln zu einer gravimetrischen Quasigeoidlösung kombiniert, während im zweiten Berechnungsschritt die GPS- und Nivellementshöhen mit Hilfe von Kollokationsverfahren einbezogen werden. Im Gegensatz zur letzten Berechnung des IfE aus dem Jahre 2003 wurde jedoch

nicht das EGG97 als Ausgangslösung verwendet, sondern es erfolgte eine vollständige Neuprozessierung von allen aktuell verfügbaren Schwere- und Topographiedaten.

Die Genauigkeit der neuen Gesamtlösung GCG05 (Mittel aus den beiden unabhängigen Lösungen des BKG und des IfE) wurde mit Hilfe von Teillösungen und unabhängigen GPS- und Nivellementsdaten mit etwa 1-2 cm abgeschätzt. So beträgt die Standardabweichung der Differenzen zwischen dem Modell GCG05 und unabhängigen GPS/Niv.-Daten 7 mm im Harz bzw. 15 mm im Estergebirge (Alpen).



Das Quasigeoidmodell GCG05



## **Nutzung eines operationellen transportablen hochpräzisen digitalen Zenitkamarasystems für die hochauflösende Bestimmung und Validierung von physikalischen Höhenbezugsflächen (DFG Förderung Se 313/22)**

Im Rahmen des DFG-Forschungsvorhabens Se 313/22 wird das digitale Zenitkamarasystem TZK2-D gegenwärtig intensiv für die hochgenaue lokale Schwerefeldbestimmung und für die Validierung von physikalischen Höhenbezugsflächen eingesetzt. Das zweijährige Vorhaben (Beginn: August 2004) wird vom wissenschaftlichen Mitarbeiter Dr.-Ing. Christian Hirt bearbeitet und von Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Günter Seeber geleitet.

Zunächst wurde das am Institut für Erdmessung in den Jahren 2001-2003 entwickelte digitale Zenitkamarasystem TZK2-D grundlegend überarbeitet. Zu den instrumentellen Verbesserungen zählen die motorisierte Azimutdrehung für die automatische Zweilagenmessung, der Einbau eines motorisierten Präzisions-Drehlagers zur Durchführung von verfeinerten Messanordnungen, die Implementierung einer Autofokusprozedur (motorisierte Fokussierung mit einer an der ETH Zürich entwickelten Fokussiereinheit über Temperaturmessung) sowie die Entwicklung einer Steuerung für die automatische Horizontierung des Messsystems. Die elektrischen Motorzylinder werden dabei in Abhängigkeit von der Neigungsmessung gesteuert und richten die Kamera bis auf wenige Bogensekunden in der Lotrichtung ein. Durch die Weiterentwicklung des Zenitkamarasystems, die Anfang 2005 abgeschlossen werden konnte, ist die Lotabweichungsmessung nun in allen Teilprozessen vollautomatisiert, so dass die Messungen auf „Knopfdruck“ ausgeführt werden können. Die Beobachtungsdauer liegt nun bei 20-25 min inkl. Rüstzeit pro Station.

Zahlreiche Zenitkamerabeobachtungen während der Erprobungsphase (2004) haben einerseits gezeigt, dass Lotabweichungen mit einer Genauigkeit von  $0.1''$ - $0.15''$  mit dem System TZK2-D gemessen werden können. Andererseits hat sich angedeutet, dass instrumentelle Nullpunktvariationen bislang nicht vollständig durch die Methode der Azimutkalibrierung beherrscht werden konnten. Anfang 2005 wurde eine verfeinerte Messanordnung unter Verwendung des neuen motorisierten Präzisionsdrehlagers entwickelt. Die Genauigkeit der Lotabweichungsmessung hat sich instrumentenseitig hierdurch signifikant in den bislang unerreichten Bereich von  $0.05''$ - $0.1''$  gesteigert. Von diesem ausgesprochen niedrigen Rauschniveau der Lotabweichungsmessung profitieren eine Reihe von Anwendungen, für die das Zenitkamarasystem TZK2-D im Jahr 2005 eingesetzt wurde. Im Zeitraum von März 2005 bis Dezember 2005 konnten dank günstiger Wetterbedingungen in 90 Messnächten etwa 34000 einzelne astrogeodätische Lotabweichungsmessungen auf 340 Stationen in Niedersachsen, Bayern, den Niederlanden und der Schweiz durchgeführt werden.

Seit April 2005 wird das lokale Lotabweichungsfeld über dem Salzstock Bokeloh (bei Steinhude) hochaufgelöst mit dem digitalen Zenitkamarasystem TZK2-D vermessen.

Bislang konnten 130 profilhaft angeordnete Lotabweichungsstationen im Abstand von 50 m mit der Zenitkamera mit einer Genauigkeit von etwa 0.08“ eingemessen werden. Dieser neuartige hochgenaue Datensatz bildet die Grundlage für die Analyse der Feinstrukturanteile des lokalen Schwerefeldes. Neben dem Signalanteil des Salzstockes zeichnen sich Feinstrukturen im Geoidverlauf mit Wellenlängen von 1-2 km in den Datensätzen ab. Das noch nicht abgeschlossene Projekt hat aufgezeigt, dass mit dem Verfahren des astronomischen Nivellements der Verlauf der lokalen Äquipotentialfläche mit einer Unsicherheit von 0.1 mm/km übertragen werden kann. Im Jahr 2006 soll der astrogeodätische Datensatz um gravimetrische Messungen ergänzt werden.



Das digitale Zenitkamarasystem TZK2-D bei Messungen am Mittel-landkanal über dem Salzstock Bokeloh nahe Steinhude.

In zwei jeweils 4-wöchigen Messkampagnen im November 2004 und Oktober 2005 wurden umfangreiche Lotabweichungsbeobachtungen im Testnetz Estergebirge am Alpennordrand in Kooperation mit dem IAPG der TU München (Dr. Flury) durchgeführt. In den beiden Kampagnen konnten insgesamt 262 Abendwerte auf 188 neuen Lotabweichungsstationen bestimmt werden. Die Analyse der 50 Doppelbeobachtungen aus unterschiedlichen Nächten hat

gezeigt, dass für die 2005 gemessenen Datensätze eine Genauigkeit von mindestens 0.1“ angenommen werden kann. 100 der neu gemessenen Stationen wurden in dichter Verteilung (200-250 m Abstand) profilhaft im Isartal (Walchensee bis Mittenwald) angeordnet. Im Jahr 2006 sollen die bereits prozessierten Lotabweichungsdaten für die Validierung der verfügbaren Schwerefeldmodelle im Alpenraum (EGG97, BKG-Geoid, German Combined Geoid GCG 2005 sowie DFHBF) genutzt werden. Der gesamte Datensatz bildet in Verbindung mit anderen Schwerefelddaten der TU-München eine gute Basis für Detailuntersuchungen zur Genauigkeit der astrogeodätischen, gravimetrischen sowie kombinierten Schwerefeldbestimmung in Gebirgsregionen.

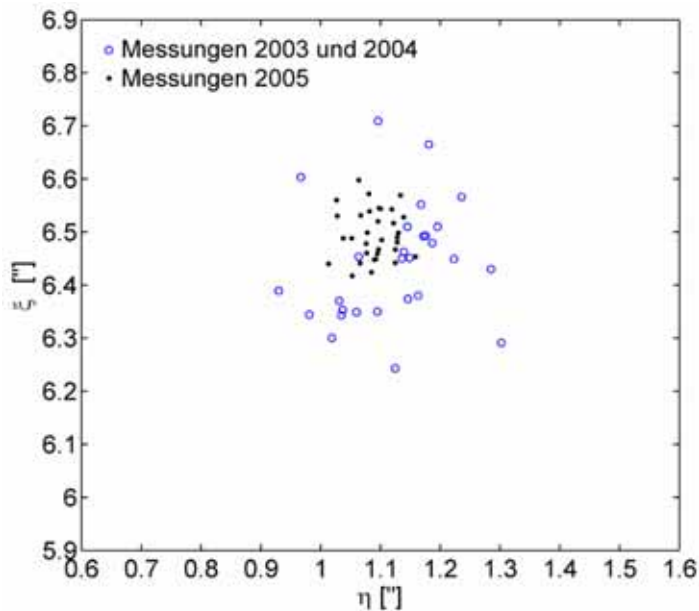
### **Astrogeodätische Dauerbeobachtungen und Vergleichsbeobachtungen**

Einen Schwerpunkt der astrogeodätischen Forschungsarbeiten am IfE bildet die kontinuierliche Fortführung und Analyse der im Jahr 2003 begonnenen Messreihe auf dem Astropfeiler (geodätisches Messdach, Uni Hannover) bzw. einem nahen Exzentrum. Neben der Überwachung der instrumentellen Stabilität, wie sie zur Beobachtung der absoluten Messgröße *physikalische Lotrichtung* notwendig ist, dient die Zeitreihe zur Bestimmung der Genauigkeit der Lotabweichungsdaten sowie zukünftig zur Refraktionsanalyse.

Bislang konnten Beobachtungen an über 60 Abenden durchgeführt werden, wobei 38 Abendwerte auf das Jahr 2005 entfallen. Seit der Einführung einer neuartigen Beobachtungsstrategie Anfang 2005 hat sich die Präzision der Zenitkammermessung von 0.10-0.15“ um den Faktor 2.5 auf unter 0.05“ gesteigert (siehe Abbildung). Die Datensätze demonstrieren damit das gegenwärtige Genauigkeitspotential von astrogeodätischen Beobachtungen, die mit hochpräzisen Messsystemen wie dem System TZK2-D durchgeführt werden. Die Beobachtungsserie (bislang 12000 Einzelmessungen) ist auch für zukünftige Vergleichsbeobachtungen mit anderen Instrumenten wertvoll, da die Gesamtmittelwerte eine hochgenaue Referenz mit einer Genauigkeit von wenigen 0.01“ bilden, die weitestgehend von Systematiken befreit wurde.

Vergleichsbeobachtungen wurden im Jahr 2005 im Rahmen von zwei Kampagnen in den Niederlanden (u.a. Utrecht) sowie in der Schweiz durchgeführt, um mögliche instrumentelle Restsystematiken aufzudecken. In Utrecht, Sonnenborgh Observatory, zeigt ein Vergleich zwischen TZK2-D Beobachtungen in drei Nächten und hochgenauen visuellen Beobachtungen eine Konsistenz der Ergebnisse von wenigen 0.01“. Weitere Vergleichsbeobachtungen wurden mit dem Schweizer Zenitkamarasystem DIADEM im Engadin und in Zürich durchgeführt. Die TZK2-D Messungen fallen in Zürich im Vergleich mit einer langjährigen Beobachtungsserie der Schweizer Zenitkamera

ebenfalls auf wenige 0.01“ zusammen. Die Vergleiche, die auch 2006 fortgeführt werden sollen, zeigen im Rahmen der gegenwärtigen Beobachtungsgenauigkeit, dass keine signifikanten Restsystematiken die Datensätze überlagern.



Beobachtungen der Lotabweichung mit dem digitalen Zenitkamarasystem TZK2-D in Hannover. Es zeigt sich, dass die Messungen 2005 deutlich genauer sind als die früheren Beobachtungen. Jeder der dargestellten 60 Abendwerte basiert auf durchschnittlich 200 Einzelbeobachtungen.

### Lotabweichungs- und Azimutmessungen für Alptransit

Das IfE konnte sich mit dem digitalen Zenitkamarasystem TZK2-D in Kooperation mit der ETH Zürich an Lotabweichungsmessungen für das Schweizer Großprojekt Alptransit (neuer Gotthard-Basistunnel mit 57 km Länge) beteiligen. Neue Stationen wurden mit der TZK2-D im Sommer 2005 in Parallelmessung mit dem Schweizer System DIADEM an den vier Portalen Amsteg, Faido, Bodio und Erstfeld eingemessen und mit dem Hannoverschen Auswertesystem AURIGA prozessiert. Die neuen Lotabweichungsdaten werden für die hochgenaue Neuberechnung des lokalen Geoidverlaufes im Gebiet der Großbaustelle in Kombination mit weiteren Schwerefelddaten genutzt, weiterhin für die Reduktion der Kreiselmessungen (Azimutübertragung im Untertagebau) sowie für die Ermittlung orthometrischer Höhen im Projektgebiet.

Die Auswertung der astronomischen Azimutmessungen, die von der ETH Zürich ebenfalls an allen Portalpunkten nach der Polaris-Methode durchgeführt wurde, ist am Institut für Erdmessung mit einer neu entwickelten Validierungssoftware überprüft worden.



Beobachtung der Lotabweichung mit den digitalen Zenitkamarasystemen TZK2-D (rechts) und DIADEM (ETH Zürich) am Portal Faido des Gotthard-Basistunnels.

### Digitalisierung und Archivierung der Palomar/Leiden Surveys

Seit Anfang 2005 kooperiert das IFE (Prof. G. Seeber, Dipl.-Ing. W. Paech) unter der Projektleitung von Dr. L. Schmadel/Heidelberg mit dem Astronomischen Recheninstitut Heidelberg in einem Projekt zur Digitalisierung und Archivierung der Palomar/Leiden Surveys.

Palomar-Leiden und die Trojan Survey's waren eine groß angelegte fotografische Himmelsdurchmusterung (von 1960 bis 1977) zur gezielten Suche nach Kleinplaneten, heller 20ste Größenklasse. Diese Surveys wurden initiiert von G.P.Kuiper, P.Herget, T.Gehrels und I.+C.J. van Houten. Palomar-Leiden war als Erweiterung des McDonald Asteroid Survey MDS (G.P. Kuiper 1950 bis 1952) gedacht, der nur eine Grenzgröße von ca. 16<sup>m</sup> hatte. Die Surveys dienen dem Zweck, statistische und dynamische Eigenschaften des Asteroidengürtel zwischen Mars und Jupiter zu erforschen.

Die 4 Himmeldurchmusterungen bestehen aus insgesamt 358 Fotoplatten (Glas) der Größe 360 x 360 mm, die alle mit dem Palomar Schmidt Teleskop belichtet wurden. Ziel der Digitalisierung ist zum einen, die Platten einer erneuten – wesentlich präziseren als damals möglichen – astrometrischen Auswertung zu unterziehen und zum anderen das einzigartige Datenmaterial digital zu sichern und später im Internet für zukünftige Auswertungen und Nutzer zur Verfügung zu stellen.



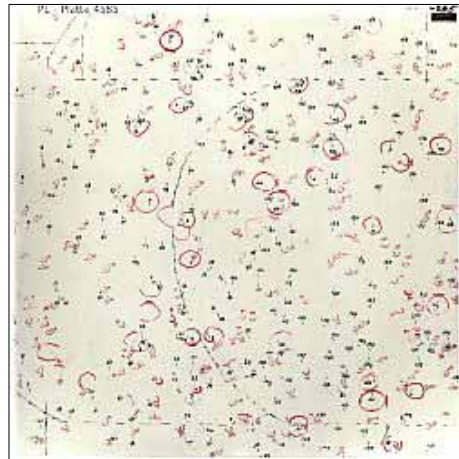
**Dem IFE fallen in dieser Kooperation folgende Arbeitsschritte zu:**

**Phase 1:** Transport der Plattensammlung von Leiden nach Hannover.

Der Transport war ein kleines logistisches Problem, da die Plattendicke im Schnitt nur 1mm beträgt und natürlich ein Zerschneiden der Platten während des Packens und des Transportes vermieden werden musste.

**Phase 2:** Dokumentation der Markierungen, die während der ersten Auswertung auf die Platten aufgebracht wurden.

Während der ersten Auswertung wurden Markierungen auf die Platten (teilweise bis zu 100 Markierungen/Platte) aufgebracht. Diese Markierungen wurden digital – Platte für Platte – dokumentiert und in verschiedenen Datenformaten am IFE und am ARI gesichert.



**Phase 3:** Reinigung der Platten.

Vor der eigentlichen hochauflösenden Digitalisierung der Platten mussten diese Markierungen mit verschiedenen Lösungsmitteln entfernt werden. Anschließend wurden die Glasplatten mit einer speziellen aseptischen Reinigungsflüssigkeit behandelt, die die Platten für die Zukunft gegen Pilz- und Bakterienbefall resistent macht.

**Phase 4:** Digitalisierung der Platten.

Die eigentliche Digitalisierung wurde über einen professionellen A3 Durchlichtscanner der Firma Epson realisiert. Die Scanauflösung der Platten lag bei 1800dpi. Wegen der nicht ausreichenden Scanfläche wurde alle Platten in zwei – um 180 Grad gedrehte – Lagen gescannt. Die Datengröße je Platte liegt bei ca. 1.5 Gigabyte. Das Gesamtdatenvolumen liegt bei knapp 1 Terabyte (inkl. der Dokumentationen).



**Phase 5:** Transport der Platten von Hannover nach Heidelberg.

Die Arbeiten des IFE sind nahezu beendet und die Platten werden voraussichtlich Ende Januar 2006 nach Heidelberg verfrachtet, dort werden

dann die folgenden restlichen Arbeiten durchgeführt (die zum Teil ebenfalls schon abgeschlossen sind).

**Phase 6:** Softwareentwicklung zur Aufspaltung der digitalen Plattenscans in 30 x 30 Bogenminuten große Subfelder (ca. 50.000 Felder, bereits durchgeführt).

**Phase 7:** Astrometrische Neuvermessung der Segmente und wissenschaftliche Auswertung der Subfelder (in Arbeit) und anschließende endgültige Lagerung der Platten im MPI für Astronomie auf dem Königsstuhl.

**Phase 8:** Aufbereitung des Datenmaterials auf einem ARI Server für Internetanwendungen.

Das Projekt wird von Prof. Dr.-Ing. G. Seeber und Dipl.-Ing. W. Paech betreut und finanziell größtenteils durch die Klaus Tschira Stiftung in Heidelberg finanziert.

### **GOCE SSTI Antennenkalibrierung**

Im Rahmen der Europäischen GOCE-Mission, deren Weltraumstart unter Leitung der European Space Agency (ESA) voraussichtlich im Jahr 2007 erfolgen soll, wird ein hochgenaues Satellite-to-Satellite-Tracking Instrument (SSTI) mit zwei Empfangsantennen zur Echtzeitnavigation und präzisen Bahnbestimmung eingesetzt. Die beiden GPS-Antennen sind unmittelbar auf der metallischen Oberfläche eines der Solarzellenflügel des Satelliten angebracht. Somit sind neben Variationen des Antennenphasenzentrums (PCV) auch zusätzliche Nahfeldeinflüsse wie Mehrwegeeffekte, Diffraktion und Imaging zu erwarten, die die Datenqualität des SSTI erheblich verschlechtern können. Aus diesem Anlass wurden diverse Untersuchungen mit Hilfe des am Institut für Erdmessung (IfE) und bei der Garbsener Firma Geo++ entwickelten Verfahrens der Automatisierten Absoluten Feldkalibrierung an zwei "Engineering Modellen" der GPS-Antennen durchgeführt. Um die Auswirkungen der Nahfeldeffekte abschätzen zu können, wurden die GPS-Antennen zunächst für sich alleine und anschließend zusammen mit einem repräsentativen Modell eines Flügels des GOCE Satelliten kalibriert, der an der Antennenunterseite montiert wurde (siehe Abb. 1). Die Differenzen aus beiden PCV-Datensätzen sowie aus den Signal/Rausch-Verhältnissen (C/No) zeigen den Einfluss der Nahfeldeffekte auf, die durch den Flügel hervorgerufen werden.

Die im Auftrag der ESA durchgeführten Untersuchungen haben deutlich gemacht, dass Variationen des Antennenphasenzentrums zwingend Berück-

sichtigung finden müssen, um das geforderte Genauigkeitsniveau der GOCE Bahnbestimmung von  $\pm 1$  cm einhalten zu können. Zudem wurde die Vermutung bestätigt, dass durch die unmittelbare Nähe des Satellitenflügels zusätzliche Phasenmessfehler auftreten können, welche im Horizontbereich und in Richtung der Flügellängsachse Werte von bis zu 3 cm annehmen können. Darüber hinaus wurden erwartungsgemäße Veränderungen im C/No von mehreren dB-Hz festgestellt. Unabhängige elektromagnetische Simulationen am European Space Research and Technology Centre (ESTEC) kommen zu vergleichbaren Ergebnissen.

Nochmals verstärkt werden die Phasenmessfehler um etwa den Faktor drei durch Bildung der sogenannten ionosphären-freien Linearkombination  $L_0$ , welche im Rahmen der präzisen Bahnbestimmung von GOCE Verwendung finden wird. Um die Auswirkungen dieses Nahfeldsignals im Koordinatenraum quantifizieren zu können, wurden mit Hilfe von GOCE Orbitdaten diverse kinematische GPS-Auswertungen simuliert. Die Berechnungen, die an der TU



Roboter (blau) mit "Engineering Modell" der GOCE QFH Antenne (weiß) und GOCE Flügelmodell (braun) während Absoluter Antennenkalibrierung.

München auf Grundlage der am IfE erstellten PCV-Korrekturdatensätze durchgeführt wurden, haben eindrucksvoll demonstriert, dass eine Vernachlässigung der Antennennahfeldeinflüsse Positionsunsicherheiten von bis zu 5 cm (3D-RMS) zur Folge haben können. Untersuchungen mit neu entwickelten



Flugmodellen der GOCE GPS-Antennen lassen in diesem Zusammenhang deutliche Verbesserungen erwarten.

Das Projekt wurde von Prof. Dr.-Ing. Günter Seeber geleitet und von dem wissenschaftlichen Mitarbeiter Dipl.-Ing. Florian Dilßner bearbeitet.

### **Qualitätssicherung im SAPOS-Netz Niedersachsen**

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Qualitätssicherung im SAPOS-Netz Niedersachsen“ wird ein Verfahren zur absoluten Kalibrierung von Trägerphasenmehrwegeeffekten auf SAPOS-Referenzstationen entwickelt mit dem Ziel, Genauigkeit und Zuverlässigkeit im Servicebereich der hochpräzisen Echtzeitpositionierung weiter steigern zu können. Hierzu wird ein beweglicher Roboterarm eingesetzt, der in Verbindung mit einer GPS-Ausrüstung die durch Signalreflexionen entstehenden Mehrwegeeffekte in der Größenordnung von bis zu mehreren Zentimetern erfassen kann. Aus den Messdaten lassen sich pro Station sogenannte Multipathkorrekturen ableiten, deren Größenordnung als Indikator für die Datenqualität der Station angesehen werden kann und deren Berücksichtigung im Falle kurzzeitstatischer SAPOS-HEPS-Anwendungen deutliche Positionsverbesserungen erwarten lässt. Gegenwärtige Untersuchungen haben in diesem Zusammenhang gezeigt, dass die Bahnen der GPS-Satelliten Veränderungen von mehreren Grad pro Jahr unterliegen können, so dass die Korrekturen eine zeitlich beschränkte Gültigkeit aufweisen und somit Wiederholungen der Kalibrierungsmessungen in geeigneten zeitlichen Abständen erforderlichen werden. Durch die Integration weiterer GNSS (GLONASS, GALILEO) in das Verfahren zeichnen sich aufgrund der besonderen Wahl der Systemparameter (nicht-siderische Bahnumlaufzeiten) und der erhöhten Anzahl an Sensoren neue Möglichkeiten ab.

Das Vorhaben wurde in der Zeit vom 01.09.2002 bis 31.12.2005 von der Landesvermessung + Geobasisinformation Niedersachsen (LGN) finanziert und unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Günter Seeber von dem wissenschaftlichen Mitarbeiter Dipl.-Ing. Florian Dilßner bearbeitet.

## Institut für Kartographie und Geoinformatik

### Forschungsarbeiten

Im Folgenden werden einige Forschungsarbeiten am ikg exemplarisch vorgestellt. Eine vollständige Übersicht über alle Arbeiten findet sich auf den Internetseiten des Instituts unter [www.ikg.uni-hannover.de/forschung](http://www.ikg.uni-hannover.de/forschung)

### Weiterentwicklung der Generalisierungssoftware "Change"

Im Jahr 2005 wurden Erweiterungen an der Software Change vorgenommen.  
*Entwicklung einer Benutzer-Oberfläche:* Die Datenhomogenisierung sowie die anschließenden Generalisierungsmaßnahmen werden Projektweise ausgeführt. Nach der Definition des Eingabe- und Ausgabeprojektes erfolgt der Eintrag der Modellierungs-Parameter in Konfigurationsdateien menü-gesteuert (Text oder Icon) (Abb.1). Das graphische Ergebnis kann nach dem Programmlauf in einem Viewer betrachtet werden, daneben sind die Eintragungen in die Konfigurations-Datei editierbar. Die Verarbeitung kann im Stapelbetrieb erfolgen, der entweder sofort ausgeführt werden kann oder später mittels Taskplaner (z. B. über Nacht).



Menüleiste der Change-Oberfläche

*Semantische Bearbeitung:* Das Programm ist um detaillierte Steuerungsmöglichkeiten des Generalisierungsschrittes "Zusammenfassung" erweitert worden. In einer Objektklassen-Schlüssel-Datei wird eine Liste kompatibler Objekte geführt, die semantisch zusammengefasst werden sollen. Es können bis zu 1000 kompatible Schlüssel angegeben sowie beliebig viele Objektklassen gebildet werden.

*Gebäudekonturen homogenisieren:* Im Falle der Modellierung komplexer Siedlungsstrukturen hat sich eine Überprüfung der generalisierten Gebäudekonturen auf Selbstschnitte und „Stoppeln“ sowie deren Eliminierung als sinnvoll erwiesen. Entsprechend diesen Anforderungen ist die Konturengeneralisierung modifiziert worden.

## **Vergleich von topographischen Aufnahmeverfahren und Visualisierung am Beispiel eines Golfplatzes**

Wichtiges Bestandteil eines Golfplatzes ist das Kartenmaterial, das die Lage, Beschaffenheit und Topographie beschreibt. Zur Herstellung der Karten muss zunächst die gesamte Golfanlage vermessen werden. Nur so ist es gewährleistet, dass alle relevanten Objekte, wie die einzelnen Bahnen, das Leitungsnetz und die Beregnungsanlagen, alle künstlichen und natürlichen Hindernisse, Bäume und Büsche in den Karten dargestellt werden können.

Für die Vermessung und Visualisierung eines Golfplatzes wurden anhand einer Bahn vier verschiedene Aufnahmemethoden getestet. Bild 1 zeigt die schematische Darstellung der Golfbahn. Neben der traditionellen Messung mit elektronischen Tachymetern kamen RTK-Messung mit DGPS (Differential Global Positioning System), terrestrische Laserscanner (Firma Riegl) und vorhandene Daten (digitale Orthophotokarte und DGM-Daten aus dem System TOPSY der LGN) zum Einsatz. Zur Beurteilung der Methoden sind die Kriterien herangezogen worden, die in Tabelle 1 zusammengestellt worden sind.

Die Methode DGPS war das wirtschaftlichste Verfahren zur Aufnahme der gesamten Golfanlage. Gegen die Aufnahme mit dem Tachymeter spricht hauptsächlich, dass bei der Messung mindestens zwei Personen erforderlich sind. Die Aufnahme mit dem terrestrischem Laserscanner fällt durch lange Rüstzeiten (hohes Gewicht der Ausrüstung) heraus. Außerdem müssen relevante Objekte wie markante Linien und Punkte (z. B. Beregnungsanlagen) gesondert aufgenommen werden. Die vorhandenen Daten der LGN (DGM aus dem System TOPSY) waren leider zu alt. Sie entstanden vor dem Bau des Golfplatzes und hatten daher nicht die benötigte Genauigkeit.

Aufnahmeverfahren	Tachymeter	DGPS	LaserScanner	LGN Daten DGM + Ortho Photo
Genauigkeit	++	+(+)	+(+)	-
Rüstzeiten	+(+)	++	o (-)	++
Aufnahme markanter Linien und Punkte	++	++	-	+
Messzeiten	+ ca. 4 Std.	++ ca. 4 Std.	+ ca. 5 Std.	(+ -)
Anzahl der benötigten Arbeitskräfte	o (2-3)	++ (1)	+(2)	++ (1)
Betreten der Golfbahn	-	o	+(o)	++

Tabelle: Bewertung der Vermessungsverfahren

Die Darstellung der Ergebnisse und deren Analysen erfolgen mit dem neu konzipierten und programmierten Golfplatz-Informationssystem GOLFIS. Mit diesem Programm sind Analysen, wie z. B. Längenberechnungen, Flächenberechnungen und Volumenberechnungen, möglich. Zusätzlich sollen alle Bahnen einzeln oder zusammen dargestellt werden und die Ausgabe als Karten auf angeschlossenen Drucker ist ebenso zwingend notwendig wie die Präsentation im Internet zu Werbezwecken.



Schema einer Golfbahn



Abschlagtafel

Weitere spezielle Anforderungen zur Darstellung des Geländes erfüllt das Programm CINEMA 4D, mit dem die Graphiken für die Abschlagtafeln hergestellt werden.

Die Darstellung der Golfplatzanlage soll dreidimensional insgesamt und für jede Spielbahn einzeln erfolgen können. Ebenso soll die Darstellung auf Abschlagtafeln für jede Bahn möglich sein (Bild 2). Auf dieser Tafel ist die Bahn 2 dreidimensional mit Bäumen, Büschen und anderen topographischen Merkmalen und Entfernungsangaben dargestellt. Als Sonderkarten sind das Schema der Bahn, das Grün mit Gefällpfeilen und das Profil der Bahn hinzugefügt. Golfplatzspezifische Zusatzinformationen vervollständigen das Bild der Tafel. Der Druck erfolgt auf wetterbeständigem Material. Abschließend wird die Ausgabe

auf Plexiglas montiert.

Das Projekt „Golfplatz“ wurde in Zusammenarbeit mit dem Golfplatz Rehburg-Loccum durchgeführt. Das ikg führte die Datenerfassung, die Konzeption und Programmierung des Programmsystems GOLFIS und die Bereitstellung aller Daten zur Übernahme in das Programm CINEMA 4D (Situation mit Topographie, Profile) durch. Die Golfplatz-spezifischen Zusatzinformationen steuerte die Verwaltung des Golfplatzes bei. Die Darstellung der einzelnen Bahnen mit dem Programm CINEMA 4D erfolgte durch die Firma IMGON, Braunschweig. Den Druck der Abschlagtafeln übernahm die Firma Printshop, Hannover.

### **Messkampagne (Patara, Türkei), August – September 2005**

Auch im Jahr 2005 war ein Messtrupp des ikg zur Unterstützung des Instituts für Geschichte und Theorie im Fachbereich Architektur (Abtlg. Bau/Stadtgeschichte, Prof. Ganzert) an Arbeiten am antiken Theater in Patara (Türkei) beteiligt. Im wesentlichen wurden in dieser Periode Steine aus dem Theater entfernt. Die Positionen der Steine wurden dabei mit dem Tachymeter (Zeiss Elta S10) eingemessen und anschließend zur digitalen Speicherung und zur Darstellung in das Programmsystem ArcGIS überführt. Dabei wurde die in

der Diplomarbeit von H. Jürs entwickelte Schnittstellensoftware benutzt und getestet.

Die Steine wurden mit einer eindeutigen Nummer versehen, eingemessen und katalogisiert. Anschließend erfolgte das Entfernen der Steine aus dem Theater mit einem Kran und der Abtransport in einen Steingarten. Dort werden die Steine erneut eingemessen und können durch die Nummer im GIS wieder lokalisiert werden.



Abtransport der Steine und Steingarten

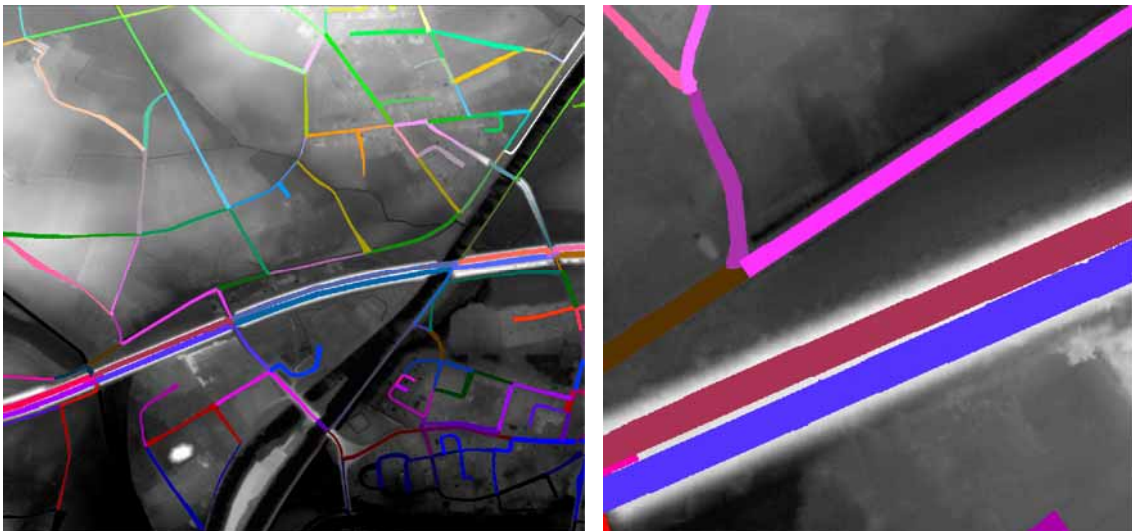
### **Extraktion von Eigenschaften der Straßengeometrie aus Laserscannerdaten und vorhandener Geoinformation**

Heutige Fahrzeugnavigationssysteme sind hochentwickelt. Die zugrundeliegenden digitalen Kartendaten sind flächendeckend verfügbar und hoch aktuell. Fortgeschrittene Anwendungen, z.B. Fahrerassistenz- und Warnsysteme erfordern jedoch zusätzliche, detailliertere Information über den Straßenverlauf. Attribute wie Höhe, Breite, Längs- und Querneigung sowie die Krümmung des Verkehrsweges müssen zusätzlich erfasst und in die Datenbasis integriert werden. Vor diesem Hintergrund wurden am Institut für Kartographie und Geoinformatik der Universität Hannover zwei unabhängige Verfahren zur Bildsegmentierung entwickelt und implementiert, die die Ableitung der zuvor genannten Eigenschaften ermöglichen. Hierbei kommen luftgestützte Laserscanner-Aufnahmen zum Einsatz.

#### **Planare Segmentierung**

Das Verfahren der planaren Segmentierung basiert auf einem Bereichswachstumsverfahren und ist für regularisierte Rasterdaten konzipiert.

Die Daten der Laserscanner-Aufnahme werden hierbei derart in Regionen zerlegt, dass jeder gebildeten Partition eine Ebene im dreidimensionalen Raum zugeordnet werden kann. Für jede Region gilt, dass sich alle in ihr enthaltenen Punkte innerhalb einer gewissen Entfernung zur geschätzten Ebene befinden müssen. Das zeitaufwändige Punkt basierende Anwachsen der Regionen ist hierbei durch einen Bildzeilen basierenden Ansatz ersetzt worden. Hierzu wird die Eigenschaft genutzt, dass für kollineare Punkte in einer Ebene die Geradengleichung, die sich aus der Ebenengleichung ergibt, erfüllt sein muss. Die Anwendung des Umkehrschlusses gilt dabei so häufig, dass dies ein verbessertes Laufzeitverhalten zur Folge hat. Die Abbildungen zeigen Ergebnisse für eine Szene in der eine durch Böschungen begrenzte Bundesautobahn und weitere Straßen das Bild von Süd-Ost nach Nord-West durchlaufen. Der Darstellung sind zu besseren Lesbarkeit die digitalisierten Mittelachsen der Straßen überlagert. Das Ergebnis bei "grober" Parametrisierung von 1 m als Abstandsmaß für die Segmentierung und für



Segmentierungsergebnisse Profil-basierte robuste Segmentierung, Auflösung 0,5 m. Segmentierungsergebnis für ländliches Gebiet. (links), Ausschnittsvergrößerung (rechts).

denselben Ausschnitt mit einer "feinen" Schwellwertvorgabe im Bereich von 0,1 m wird in den Abbildungen gezeigt.

### **Profil-basierte robuste Segmentierung**

Während das im letzten Abschnitt vorgestellte Bereichswachstumsverfahren weitgehend auf die Anwendung von Modellwissen verzichten kann, gründet sich das Verfahren der Profil basierten robusten Segmentierung verstärkt auf

Informationen die aus mehreren Quellen abgeleitet werden. Das genutzte Vorwissen besteht einerseits aus dem Straßentyp, der Mittelachse und der Breite eines Verkehrsweges, die einer zugeordneten Kartengrundlage entnommen werden. Andererseits werden Planungsvorgaben, wie sie im Straßenbau Anwendung finden, als Vorinformation für die Segmentierung genutzt. Konkret handelt es sich hierbei um Regelquerschnitte von Verkehrswegen sowie zulässige Längs- und Querneigungen. Nach der Regularisierung der Laserscanner-Daten erfolgt die Segmentierung um einen beschränkten Bereich der Straßenmittelachse. Die Begrenzung des Suchraumes ist dabei bestimmt durch Straßentyp und seine zu erwartende Breite. Unter der Annahme, dass die Fahrbahnoberfläche durch Unstetigkeiten berandet und die Fahrbahnoberfläche lokal und normal zur Mittelachse als Gerade approximiert werden kann, werden mit Hilfe eines auf dem RANSAC Prinzip beruhenden Verfahrens Segmente der Fahrbahnoberfläche detektiert. In der Nachverarbeitung werden die erkannten Segmente durch einen Medianfilter aggregiert und zu Straßenabschnitten zusammengefasst. Die Abbildung zeigt die Ergebnisse der Profil-basierten Segmentierung für einen Schwellwert von 0,05 m als maximaler Abstand eines Datenpunktes zu geschätzten Segmenten nach der Medianfilterung. Obige Abbildung stellt die Ergebnisse für ein 1 km<sup>2</sup> großes ländliches Testgebiet in Nordrhein-Westfalen, Castrop-Rauxel dar. Der rechte Teil der Abbildung ist eine Ausschnittsvergrößerung des linken Teils. Weitere Informationen über das Forschungsthema finden Sie auf den Forschungsseiten des Instituts für Kartographie und Geoinformatik unter [www.ikg.uni-hannover.de/forschung/laser-daten/index.html](http://www.ikg.uni-hannover.de/forschung/laser-daten/index.html).

## **Virtuelle Welten in drei Dimensionen**

### ***Kurzbericht der Nachwuchsgruppe „Automatische Verfahren zur Fusion, Reduktion und konsistenten Kombination komplexer heterogener Geoinformation“***

Ob für Tourismus und Stadtmarketing, Architektur und Stadtplanung, Fahrzeugnavigationssysteme oder ortsbezogene Dienste: Virtuelle dreidimensionale Modelle besitzen eine Vielzahl von Anwendungen. Virtuelle Modelle erlauben es, ortsbezogene Entscheidungen zu fällen, ohne tatsächlich vor Ort sein zu müssen.

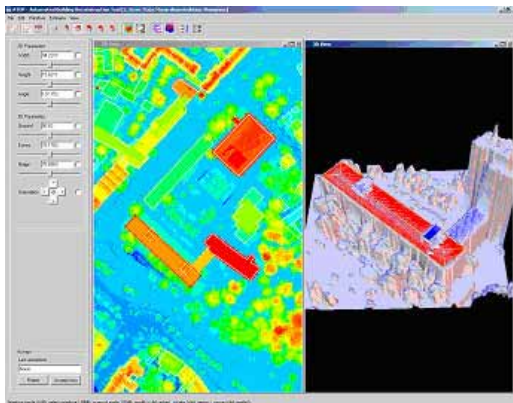
Bevor dreidimensionale Modelle genutzt werden können, müssen sie im ersten Schritt erfasst und später aktuell gehalten werden. Dies ist heute ein sehr zeit- und kostenintensiver Vorgang. Genau an diesem Punkt setzt die Thematik der von der VolkswagenStiftung geförderten Nachwuchsgruppe an: Die Erstellung von dreidimensionalen Modellen soll automatisiert werden, durch vollautomatische und semiautomatische Verfahren, den Einsatz modernster



Erfassungssysteme, sowie der Zusammenführung von verschiedenen Datenquellen. Bei den Erfassungssystemen steht insbesondere das Laserscanning, sowohl luftgestützt wie terrestrisch, im Vordergrund, welches erst seit einigen Jahren zum Einsatz kommt und die Messung von Zehntausenden dreidimensionaler Punkte innerhalb weniger Sekunden erlaubt.

### **Extraktion von Gebäuden aus der Luft**

Für die Extraktion von Gebäudemodellen verwendet die Nachwuchsgruppe einen Ansatz, bei dem Laserscandaten und Grundrisse (aus Katasterkarten) als Vorinformation verwendet werden. Die Grundrisse werden zunächst in der Ebene in einfachere Teile zerlegt. Anschließend wird zu jedem zweidimensionalen Primitiv anhand der Laserscandaten ein dreidimensionales Gebäudemodell bestimmt. Dabei werden verschiedene Standard-Dachformen betrachtet. Auf der Basis einer Segmentierung der Laserscandaten und einer Parameterschätzung wird das am besten passende Modell ausgewählt. Das beschriebene Verfahren ist in der Demosoftware „ATOP“ implementiert, welche von der Homepage des Instituts geladen werden kann. Außer einer automatischen Komponente kann mittels des Verfahrens auch semiautomatisch modelliert werden. Dabei modelliert der Nutzer größtenteils in zwei Dimensionen, die dritte Dimension wird in Echtzeit vom System bestimmt.



Graphische Benutzeroberfläche des interaktiven Modelliertools "ATOP" (links), Szene aus einem Stadtmodell von Hannover, welches u. a. mittels "ATOP" erstellt wurde

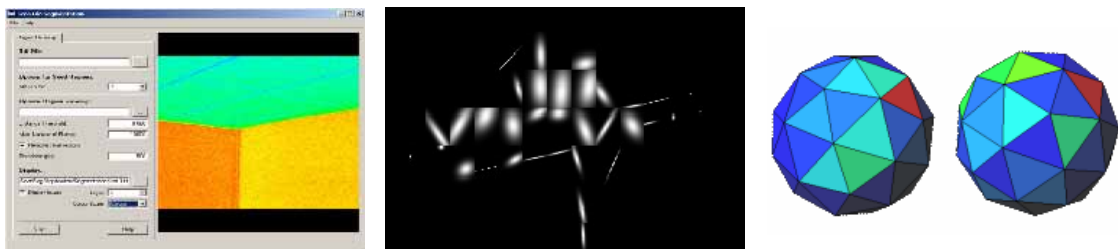
### **Registrierung von Scandatensätzen**

Im Bereich des terrestrischen Laserscannings arbeitet die Gruppe an der automatischen Registrierung von Laserscandaten. Dabei wurden verschiedene Verfahren entwickelt.

Bei der *Registrierung über identische Ebenen* werden die dreidimensionalen Laserscandaten zunächst in ebene Regionen segmentiert. Anschließend müssen in den Überlappungsbereichen verschiedener Scanpositionen korrespondierende Flächen (Merkmalspaare) ausgewählt werden. Die Bestimmung der Transformationsparameter zwischen zwei Scanpositionen erfolgt anhand der zugeordneten Ebenen. Um die Rotations- und Translationskomponente zu bestimmen, werden wenigstens drei Ebenenpaare benötigt. Die Transformation lässt sich für die Bestimmung der Parameter in eine Rotation und eine anschließende Translation zerlegen.

Ein weiterer Ansatz zur Registrierung beruht auf der „*Normal Distribution Transform*“ (NDT) welche ursprünglich in der Robotik entwickelt wurde. Die Grundidee des Verfahrens ist, die originalen Scanpunkte nicht durch ihre Koordinaten, sondern durch ihre Verteilung darzustellen. Hierzu wird der Scan in ein regelmäßiges Gitter aufgeteilt. Für jede Zelle wird die Verteilung der Punkte durch eine Normalverteilung modelliert. Mit Hilfe der Normalverteilungen wird dann eine Gütefunktion für die Transformationsparameter berechnet. Optimiert man diese Funktion, so erhält man die gesuchten Parameter der Transformation.

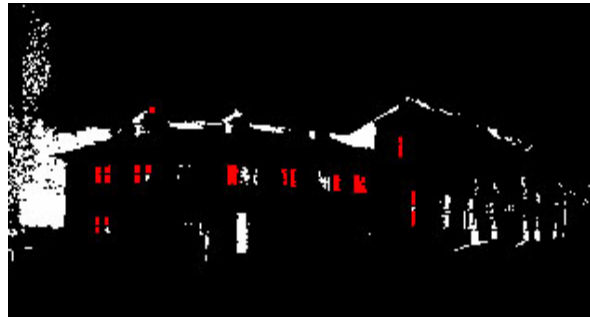
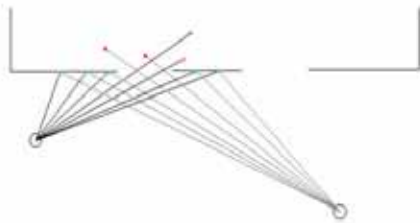
Schließlich wurde auch die Registrierung mittels „*Extended Gaussian Images*“ (EGI) betrachtet. Bei diesem Verfahren werden zunächst Oberflächennormalen aus den 3D-Scandaten abgeleitet. Die daraus resultierenden Normalenvektoren werden in das Extended Gaussian Image eingetragen. Ein EGI basiert auf einer Einheitskugel auf deren in Felder unterteilter Oberfläche Einheitsvektoren projiziert werden, indem diese in den Ursprung der Kugel platziert werden. In jedes Feld der genäherten Kugel fällt eine gewisse Anzahl von Vektoren. Als zusätzliches Attribut wird die Fläche der jeweils geschätzten Ebene abgespeichert. Das Ergebnis ist ein für jeden Scan charakteristisches EGI. Die Transformationsparameter ermittelt man über den Vergleich zweier EGI's. Dabei werden die Kugeln derart verdreht, dass sie bestmöglichst übereinstimmen. Die Verdrehung liefert schließlich die gesuchten Rotationswinkel.



Verschiedene Methoden für die Registrierung terrestrischer Scandaten, Segmentierung in Ebenen (links), NDT einer Ebene (mitte), Extended Gaussian Images (rechts).

## Extraktion von Merkmalen aus terrestrischen Laserscans

Ähnlich wie bei der Extraktion von Gebäuden aus der Luft stellt sich auch im Nahbereich die Aufgabe, Objekte effizient aus Laserscandaten zu extrahieren. Während bei der Extraktion aus der Luft Gebäude und Gebäudeteile von Interesse sind, können terrestrische Scandaten zur Extraktion von einzelnen Fassadenelementen verwendet werden. In diesem Zusammenhang wurde zunächst die Erkennung von Fenstern (als dominante Fassadenelemente) betrachtet. Um zuverlässige Information über deren Lage innerhalb einer Fassade zu erhalten, wurde eine spezielle Eigenschaft von Fenstern ausgenutzt: Fensterscheiben lassen Laserstrahlen teilweise durch, so dass die Reflektion erst im Innenraum erfolgt. In Verbindung mit mehreren Standpunkten beim Laserscanning lässt sich diese Eigenschaft zur Fensterdetektion nutzen, weil korrespondierende Punkte aus zwei Scans unterschiedliche Koordinaten haben. Die Information der Registrierung wird genutzt, um den



Prinzipische Skizze der Fenstererkennung von zwei Standpunkten aus (links) und detektierte Fensterpunkte eines Scans (rechts, detektierte Punkte in rot markiert)

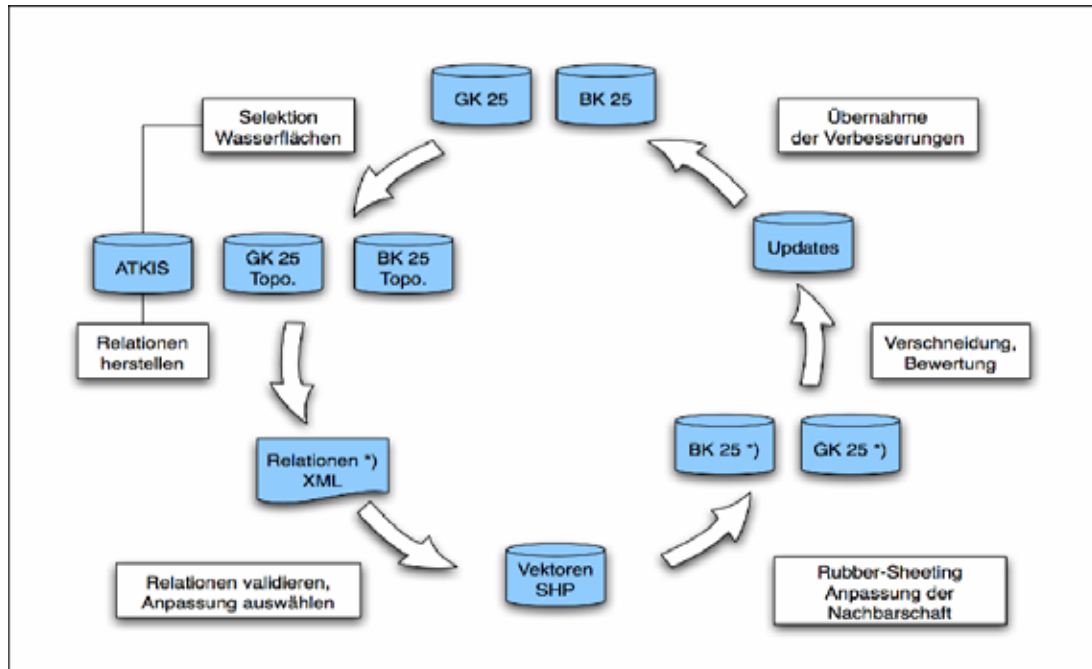
korrespondierenden Punkt zu bestimmen und dadurch die Koordinaten beider Scans vergleichen zu können. Weichen die Koordinaten zu stark voneinander ab, so sind sie Kandidaten für einen Fensterpunkt. Mit diesem Verfahren lässt sich eine Hypothese für Fensterpunkte bestimmen.

Nähere Beschreibungen zu dem Projekt findet man auf den Webseiten des Instituts für Kartographie und Geoinformatik [www.ikg.uni-hannover.de/3d-stadtmodelle.html](http://www.ikg.uni-hannover.de/3d-stadtmodelle.html). Dort stehen neben der Software „ATOP“ auch Demoprogramme zur Registrierung sowie verschiedene Visualisierungen als Video-Stream zum Download bereit.

## Geotechnologien: Integration von heterogenen Vektordaten

Im Rahmen des Geotechnologienprojekts - Informationssysteme im Erdmanagement, wurde an drei Instituten der Universität Hannover an „neuen

Methoden der semantischen und geometrischen Integration von geotechnologischen Fachthemen mit ATKIS - am Beispiel geologischer und bodenkundlicher Geobjekte“ geforscht. Das Institut für Kartographie und Geoinformatik entwickelte hierfür Methoden zur Integration von Vektordaten aus heterogenen Datenbeständen.



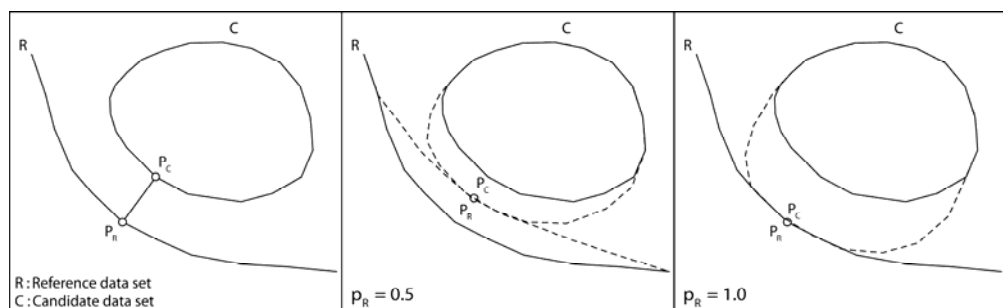
Workflow zur Integration von heterogenen Vektordaten

In der Abbildung ist der Ablauf des entwickelten Verfahrens dargestellt. Zu Beginn des Verfahrens liegen die geowissenschaftlichen Datensätze Geologische Karte (GK25) und die Bodenkundliche Karte (BK25) in originaler Form vor (Bild oben Mitte). ATKIS wurde für dieses Projekt als Referenzdatensatz ausgewählt und stellt somit den Zieldatensatz dar, an den die geowissenschaftlichen Datensätze angepasst werden sollen. Durch den Vergleich der Datensätze und Auswahl von semantischen Übereinstimmungen (z.B. Wasserflächen) können die Relationen zwischen den Objekten, die eine Repräsentation der identischen Real-Welt Objekte darstellen aufgebaut werden, so werden die Verknüpfungen zwischen den Objekten aus ATKIS und den geowissenschaftlichen Datensätzen hergestellt. Die Überprüfung der automatisch generierten Ergebnisse kann entweder automatisch oder manuell mit Hilfe einer extra entwickelten Software durchgeführt werden.

Im Rahmen des Projektes wurden verschiedene Anpassungsverfahren untersucht und auch eigene Verfahren entwickelt, die in verschiedenen Situationen zu sehr guten geometrischen Anpassungen führen. Zugeordnete Objekte, die bereits eine hohe Ähnlichkeit aufweisen, werden mit Hilfe einer iterativen 4-Parameter-Transformation angepasst. Für komplexe Objekte (z. B.

Flussläufe), die in den Datensätzen als umfangreiche Gruppen von adjazenten Polygonen dargestellt sind, erfolgt die Anpassung derart, dass die Abweichung über die gesamte Gruppe minimal wird. Lokale Abweichungen, die nur an einzelnen Objekten der Gruppe auftreten können so nicht angepasst werden.

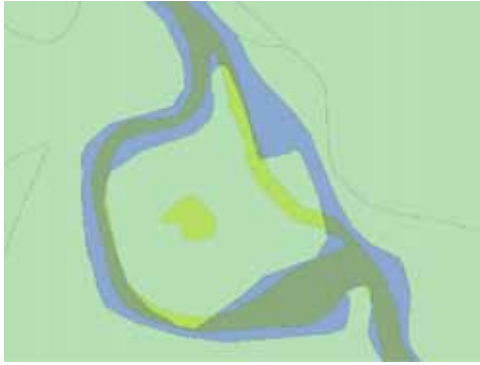
Für diese Fälle wurde ein Verfahren implementiert, welches eine punktweise Anpassung vornimmt, bei der die Entfernung zwischen korrespondierenden Punkten bewertet wird. In Abhängigkeit eines vorgegebenen Intervalls wird bei der Anpassung der zu verschiebende Punkt direkt auf den Zielpunkt verschoben, an den Zielpunkt angenähert oder bei zu großer Entfernung gar nicht verändert. Auch vermittelnde Geometrien von zwei Datensätzen bei Fragestellungen, bei denen kein Datensatz als Referenz festgelegt werden kann, ist so möglich (s. unten stehende Abb.).



Anpassung von Objektgeometrien basierend auf Punktzuordnung und Distanzbewertung (links), mit vermittelnder Geometrie (Mitte) oder Anpassung an einen Referenzdatensatz (rechts)

Diese Verfahren können vom Anwender ausgewählt werden, um die Objekte exakt an einen Referenzdatensatz (ATKIS) anzupassen bzw. eine vermittelnde Geometrie erzeugen zu können. Bei jedem Anpassungsverfahren wird darauf geachtet, dass die Unterschiede in den Geometrien verschiedene Ursachen haben können. Die Verfahren sind in der Lage zu unterscheiden, ob es sich um Ungenauigkeiten handelt, oder ob die Unterschiede in den Datensätzen topographische Veränderungen in der realen Welt darstellen, die im Weiteren untersucht werden müssen.

Da die geometrische Anpassung nur auf Objekte angewendet wird, für die es einen entsprechenden Partner im Referenzdatensatz gibt, müssen die Nachbarschaften mit Hilfe einer geeigneten Transformation (Rubber-Sheeting) an die neuen Geometrien angeglichen werden. Durch die Verschneidung der angepassten Geometrien mit der Referenz und Bewertung der Ergebnisse kann unter Verwendung von regelbasiertem Vorwissen ein Großteil der geometrischen Unterschieden automatisch behandelt werden.



Im direkten Vergleich der Wasserflächen aus der geologischen Karte (gelb) und den entsprechenden Wasserflächen aus dem ATKIS Datensatz, erscheinen Lage, Fläche und Form als ähnlich. Jedoch zeigen sich deutliche Diskrepanzen in der Geometrie.



Durch die Verwendung geeigneter Anpassungsverfahren kann für jeden Punkt der Objektgeometrie eine Transformation (roter Pfeil) bestimmt werden.



Durch die Verwendung des Intervall-basierten Verfahrens können auch komplexe Gruppen von Objekte sehr gut angepasst werden.

Nicht angepasste Objektpartien weisen auf reale Unterschiede in der Ursprungs-Topographie hin und können automatisiert bewertet werden, um eine manuelle Korrektur zu unterstützen.

#### Ergebnisse der Integration von heterogenen Vektordaten

Weitere Informationen zu diesem Projekt erhalten Sie auf der offiziellen Projektseite im Internet unter [www.geotechnologien.de](http://www.geotechnologien.de) oder auf den Forschungsseiten des Instituts für Kartographie und Geoinformatik unter [www.ikg.uni-hannover.de/forschung/geotech/index.html](http://www.ikg.uni-hannover.de/forschung/geotech/index.html).

#### Das EU-Projekt "SPIRIT"

Das EU-Projekt „SPIRIT“ (Spatially-aware Information Retrieval on the Internet) hatte sich zur Aufgabe gesetzt, vorhandene räumliche Informationen im Internet zu analysieren, deren Inhalte zu spezifizieren, um diese mittels geeigneter Suchalgorithmen dem Internetbenutzer zur Verfügung stellen zu können.

Typischerweise sind in einem Großteil der web-pages räumliche bzw. raumbezogene Informationen enthalten, angefangen von Angaben über die Lage einer Bankfiliale, Stadtplänen, Postleitzahlenverzeichnissen, Reportagen

über Verteilungen von Schadstoffemissionen in bestimmten Gebieten bis hin zu wissenschaftlichen Abbildungen der Erde oder Veröffentlichungen von Atlanten im Internet. Die Information kann dabei textlich verschlüsselt vorliegen oder als Kartenabbildung oder Skizze vorhanden sein. Bislang vorhandene Suchmaschinen im Internet beschränken sich ausschließlich auf eine textbasierte Suche. Der Nutzer muss den exakten Namen eines Ortes angeben und die Suchmaschine wird alle die Seiten finden, die exakt diesen Ortsnamen enthalten. So aber werden Quellen, welche in Bezug zu dieser Ortsangabe stehen, in deren textlicher Beschreibung diese Ortsangabe aber nicht explizit erwähnt wird, nicht gefunden.

Das Projekt befasste sich deshalb mit folgenden Zielstellungen:

- Aufbau von maschinenlesbaren Schemata, die geographische Terminologien modellieren,
- automatische und semiautomatische Extraktion des geographischen Inhalts von web-pages, welche als Metadaten den räumlichen Kontext der Seite beschreiben,
- Entwicklung einer Benutzeroberfläche zur Suche von räumlichen Informationen im Internet, - Möglichkeiten der text- und skizzenbasierten Eingabe,
- Bewertung der Suchergebnisse bezüglich der Wahrscheinlichkeit der Übereinstimmung mit der gesuchten Bedeutung und Möglichkeiten der Verfeinerung der Suche durch interaktiven Eingriff des Benutzers auf der Basis der gefundenen Dokumente.

Zu allen genannten Punkten brachte das Institut für Kartographie und Geoinformatik sein vorhandenes Potenzial auf dem Gebiet der Geoinformationssysteme, der Interpretation von räumlichen Daten und der Generalisierung ein. Insbesondere wurde die Extraktion von Metadaten aus geographischen Datensätzen und deren Einbringung in vorhandene Ontologien untersucht und verwirklicht (Ansprechpartner: Frauke Heinzle, frauke.heinzle@ikg.uni-hannover.de) sowie die Möglichkeit der skizzenbasierten Eingabe erforscht und eine graphische Benutzeroberfläche erstellt (Ansprechpartner: Matthias Kopczynski, matthias.kopczynski@ikg.uni-hannover.de).

An dem Projekt waren 6 Partner aus EU-Ländern und der Schweiz beteiligt. Die Dauer des Projekts war von Mai 2002 bis Juni 2005.

Weiter Informationen zum SPIRIT-Projekt finden Sie unter [www.geo-spirit.org](http://www.geo-spirit.org) oder auf den Seiten des Instituts für Kartographie und Geoinformatik [www.ikg.uni-hannover.de/forschung/spirit/index.html](http://www.ikg.uni-hannover.de/forschung/spirit/index.html).

## Institut für Photogrammetrie und GeoInformation

### **Entwicklung von E-Learning Kursen zur Unterstützung der Präsenzlehre**

Der Begriff E-Learning bezeichnet computergestützte Informations- und Kommunikationstechnologien im Kontext von Lehre und Lernen. Während in einer ersten Euphorie Ende des 20. Jahrhunderts ein kompletter Umbruch des Lehr- und Lernprozesses prognostiziert wurde, zeichnet sich inzwischen E-Learning als Unterstützung der traditionellen Lernformen ab. Diesen Ansatz des so genannten „Blended Learning“, d.h. eine Ergänzung der Präsenzvorlesungen durch multimediale Lernformen verfolgt auch das IPI.

Die Vorteile von E-Learning sind offensichtlich: Der Lernende kann interaktiv und sowohl zeitlich als auch räumlich flexibel arbeiten, abstrakte Inhalte können als Simulationen visualisiert werden, Lerninhalte können individuell angepasst werden und auf ein riesiges Netzwerk an Informationsquellen kann schnell und unkompliziert zugegriffen werden.

Das IPI arbeitet an der Erstellung von E-Learning Inhalten, die es den StudentInnen ermöglichen sollen, das Vorlesungswissen zu wiederholen, zu vertiefen und ihr erlangtes Wissen selbst zu testen. Gefördert wird die Erstellung der Kurse durch die Projekte ELAN (eLearning Academic Network Niedersachsen) und FERGI (Fernstudienmaterialien Geoinformatik). Im Rahmen dieser Projekte entstehen nicht nur am IPI sondern niedersachsenweit an zahlreichen Hochschulen multimediale Lerninhalte. Während sich FERGI dabei auf Themen aus der Geoinformatik beschränkt, deckt ELAN ein breites wissenschaftliches Spektrum ab.

Die am IPI entwickelten Kurse enthalten zusätzlich zum Inhaltsteil mit zahlreichen Animationen und praktischen Übungen einen Fragenkatalog, ein umfangreiches Literaturverzeichnis und ein Forum um sowohl mit anderen Lernenden als auch mit Lehrenden in Kontakt zu treten. Der zunehmenden Internationalität des Studienganges trägt das IPI Rechnung, indem sämtliche Kurse in Englisch erstellt werden. Inhalte der bereits abgeschlossenen Kurse sind z.B. integrierte Sensororientierung oder digitale Bildzuordnung. Erste Evaluierungen durch Studenten zeigen ein erfreuliches Feedback.

Näheres zu den Projekten sowie Einblicke in die Kurse:

[www.fergi-online.de](http://www.fergi-online.de)

[www.elan-niedersachsen.de](http://www.elan-niedersachsen.de)



## Digitale Höhenmodelle in Stadtgebieten aus Weltraumaufnahmen

Digitale Höhenmodelle werden für viele Anwendungen in städtischen Bereichen benötigt. Sie können mittels Laserscanning und manueller photogrammetrischer Auswertung erstellt werden. Außerhalb Europas und Nordamerikas stehen kaum Laserscanner zur Verfügung und Luftbilder unterliegen häufig der Geheimhaltung, somit bieten sich hochauflösende Satellitenbilder an. Mit ihnen ist auch eine manuelle Auswertung möglich, sie ist aber zu aufwendig. Als wirtschaftliche Lösung kommt die automatische Bildzuordnung in Frage. Stereopaare aufgenommen mit IKONOS, QuickBird und OrbView-3 wurden in städtischen Bereichen für die Erstellung von Höhenmodellen untersucht.

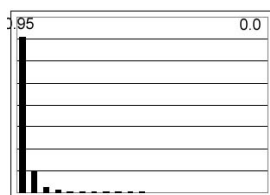
Für eine gute Höhengenaugigkeit ist im freien Gelände ein großes Basis-Höhenverhältnis erforderlich. In städtischen Bereichen kann dieses anders sein, da der Blickwinkel bei großen Basis-Höhenverhältnissen sehr unterschiedlich ist. In dem einen Bild kann neben dem Dach eine Fassade sichtbar sein, in dem anderen Bild eine andere Fassade desselben Gebäudes.



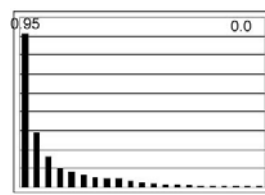
Korrespondierende Ausschnitte eines OrbView-3 Modells

Links: Blick von Nord  
rechts: Blick von Süd

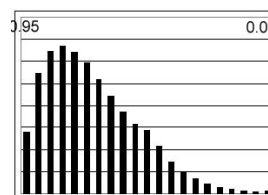
Die vorliegenden Stereomodelle von IKONOS und QuickBird haben ein sehr kleines Basis-Höhenverhältnis von 1:7,5 bzw. 11,6 im Gegensatz zu dem OrbView-3-Modell mit 1,4. Dementsprechend fällt die automatische Bildzuordnung von OrbView-3 deutlich schlechter aus. Hier wirkt sich auch die etwas schlechtere Bildqualität von OrbView-3 aus, das zwar einen Objektpixelabstand von 1m hat, was aber nur durch Überlappung der benachbarten Pixel um 50% erreicht wird.



IKONOS, Maras



QuickBird, Phoenix

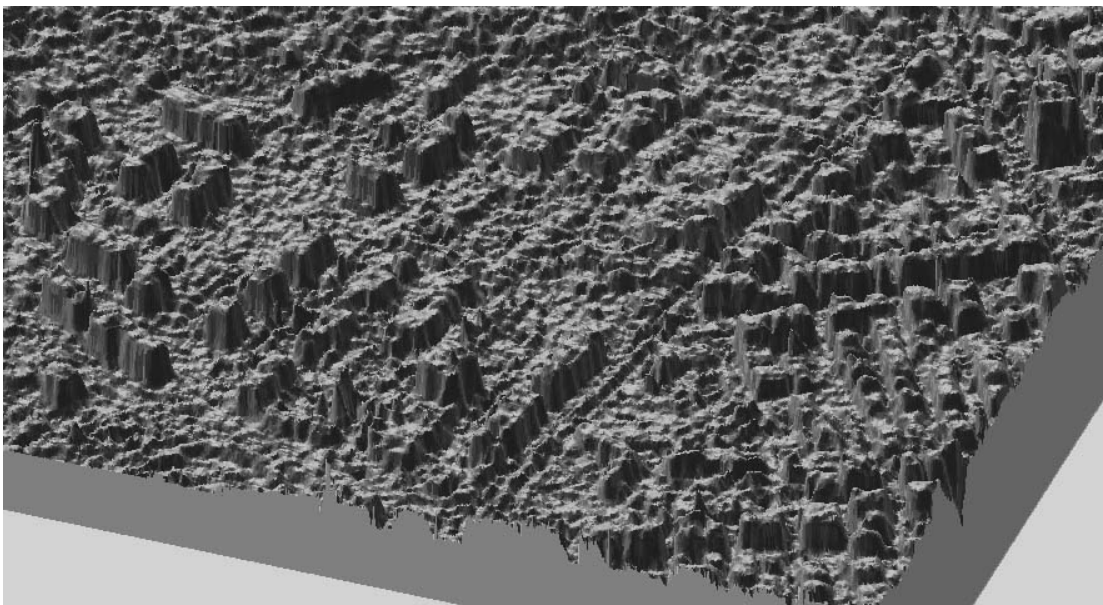


OrbView-3,  
Zonguldak

Häufigkeitsverteilung der Korrelationskoeffizienten

Bei dem IKONOS-Stereomodell ist der Korrelationskoeffizient überwiegend  $>0,95$ . Bei QuickBird liegt er etwas darunter, was auf den Zeitunterschied der Aufnahmen von 10 Tagen zurückzuführen ist. Die deutlich schlechtere Korrelation von OrbView-3 ist wesentlich durch die deutlich unterschiedliche Blickrichtung hervorgerufen.

Die Bildzuordnung wird mit Submatrizen durchgeführt. Je größer diese sind, desto stärker ist die Mittelbildung an 3D-Kanten, wie Gebäuden. Im Höhenmodell werden deswegen Gebäude mehr als Hügel denn als Quader abgebildet. Um die Abrundungen klein zu halten, sollte deswegen mit kleinen Submatrizen für die Bildzuordnung gearbeitet werden. Kleine Submatrizen haben aber den Nachteil eines höheren Rauschens. Für das vorliegende IKONOS-Stereomodell haben sich Submatrizen von 6x6 Pixeln als optimal erwiesen, sie erfordern aber eine Medianfilterung des Höhenmodells. Kleinere Submatrizen haben einen zu starken Rauschanteil, größere führen zu stärkeren Abrundungen. Die angewandte Strategie ist von den jeweiligen Bildern abhängig. Für die QuickBird-Szenen waren Submatrizen von 10x10 Pixeln optimal, was auf den Zeitunterschied von 10 Tagen zwischen den Aufnahmen zurückzuführen ist. Für das OrbView-3 waren wegen der stark unterschiedlichen Blickrichtung und der etwas schlechteren Bildqualität Submatrizen von 12x12 Pixeln erforderlich, was aber auch zu einer stärkeren Abrundung der Gebäude im Höhenmodell führt.

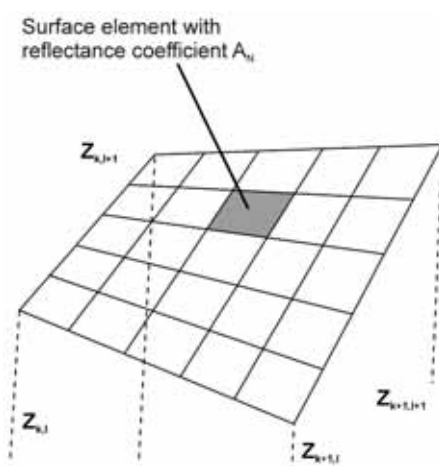


3D-Blick auf ein geschummertes IKONOS Höhenmodell, Bildzuordnung mit Sub-Matrizen von 6x6 Pixeln, Punktabstand 1 Pixel, Medianfilter 7x7

## Ableitung planetare Digitale Geländemodelle mittels Shape-from-Shading

Hochauflösende Digitale Geländemodelle (DGM) von Oberflächen erdähnlicher Planeten und von Mondoberflächen sind für unterschiedlichste Disziplinen in der Planetologie wichtige Informationsquellen. In den letzten Jahren ist ein erhöhtes Interesse an der Erforschung der Planeten unseres Sonnensystems festzustellen. Insbesondere die europäische und die amerikanische Weltraumbehörde (ESA und NASA) starteten mehrere Missionen (z.B. Mars Express, Venus Express, Cassini-Huygens, Spirit und Opportunity). Die Daten, die bei diesen Missionen registriert werden, müssen für die unterschiedlichsten wissenschaftlichen Forschungsgebiete aufbereitet und zur Verfügung gestellt werden.

Konventionelle photogrammetrische Methoden, wie z.B. die digitale Bildzuordnung, sind in der Lage hochauflösende DGMs abzuleiten. Häufig weisen planetare Oberflächen jedoch eine sehr geringe Textur auf und sind somit für die automatischen Bildzuordnungsalgorithmen oft unbrauchbar, da keine oder nur sehr wenige homologe Punkte gefunden werden können. Des Weiteren liefern viele Weltraummissionen keine oder nur sehr wenige Stereobildpaare. Eine Methode die automatisch Oberflächenmodelle von Gebieten mit schwacher Textur und mittels beliebig vieler Aufnahmen (auch mit lediglich einer einzigen Aufnahme) ableiten kann ist die Methode Shape-from-Shading (SFS). Oberflächenelemente mit unterschiedlichen Neigungen bezüglich einer Beleuchtungsquelle (z.B. die Sonne) werden mit unterschiedlicher Helligkeit in einem Sensor abgebildet. SFS nutzt diese Grauwertvariationen, um daraus die Oberfläche zu rekonstruieren.



Geometrisches und radiometrisches Oberflächenmodell

Oberflächenelemente unterteilt.

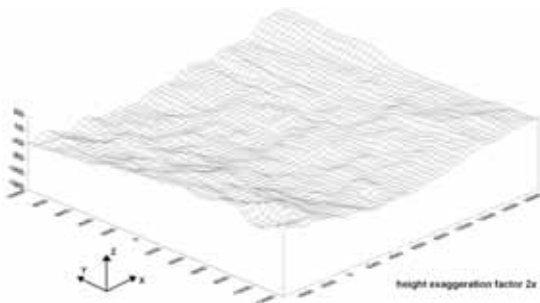
Die im Projekt eingesetzte Methode, Multi-Image Shape-from-Shading (MI-SFS), ist in der Lage eine Oberfläche mittels einer einzigen Aufnahme (oder mit beliebig vielen Aufnahmen) zu rekonstruieren. Für die Untersuchungen dieses Verfahrens werden digitale planetare Daten der NASA Mondmission Clementine aus dem Jahre 1994 herangezogen.

Das beobachtete Areal erstreckt sich über ein Gebiet von 24.3 km x 24.3 km und wird durch insgesamt 3025 DGM-Höhen  $z_{k,l}$  repräsentiert. Jede DGM-Masche wird in  $3 \times 3$

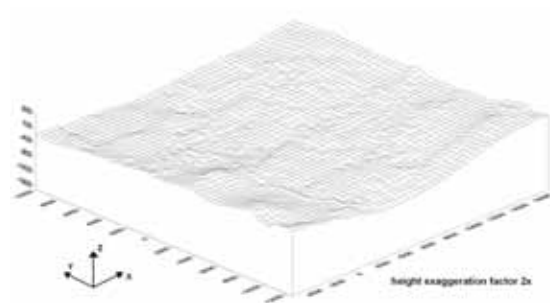
verwendetem Bild liefert jedes dieser

Elemente einen Grauwert als Beobachtung für den Ausgleichsalgorithmus. Mit Hilfe geeigneter Reflexionsmodelle wird anschließend für jedes Oberflächenelement ein Modellgrauwert pro Bild berechnet. Dieser ermittelte Grauwert wird mit dem beobachteten Bildgrauwert verglichen.

Die Untersuchungen mit dem iterativen MI-SFS Algorithmus haben gezeigt, dass es möglich ist, die Oberfläche des ausgewählten Gebietes mit einer Genauigkeit von 0.3 - 0.5 Pixel zu rekonstruieren. Die Ableitung des DGMs konnte mit einer Einbild- sowie mit einer Mehrbildauswertung erfolgreich durchgeführt werden. Selbst bei Verwendung eines horizontalen Näherungs-DGMs mit einem Offset von 1,4 km ist es möglich die richtige Oberfläche abzuleiten.



Referenz-DGM



Rekonstruiertes DGM (Näherungs-DGM: horizontale Ebene, 1.4 km Offset)

Derzeit wird an einer Umsetzung des MI-SFS Algorithmus von Flächen- auf Zeilenscannern gearbeitet. Die Integration der Zeilensensorgeometrie soll zukünftig auch die Verwendung von Aufnahmen anderer Scannerbauarten, z.B. dem Pushbroom Scanner HRSC der europäischen Mars-Express Mission, ermöglichen.

### **„Entwicklung regional angepasster Verfahren und Werkzeuge zur Bearbeitung von Laserscannermessungen von Inselgebieten, Watten und Vorländern“**

Die Küstenlinie der Nordsee ist von einer Vielzahl morphologischer Strukturen, wie Dünen, Deiche, Priele und Vorlandkanten, gekennzeichnet. Aufgrund der Gezeiten sowie unregelmäßig auftretender Sturmfluten verändern diese Objekte ihre Form, Größe und Position. Um einen sicheren Küstenschutz zu gewährleisten, müssen diese Veränderungen in regelmäßigen Abständen erfasst und dokumentiert werden. Mit der stetigen Weiterentwicklung der Technologie des Airborne Laser Scanning (ALS) steht für die im Küstenschutz tätigen Behörden ein neues hochgenaues Messverfahren zur Erfassung der topographischen Veränderungen sowie Erstellung Digitaler Geländemodelle

(DGM) zur Verfügung. Um jedoch gesicherte Aussagen über topographische Veränderungen treffen zu können, muss die Genauigkeit der aus Laser-scannerpunkten abgeleiteten DGM gesteigert werden. Im Rahmen dieses Projektes werden verschiedene Faktoren, welche die Genauigkeit der DGM begrenzen, genauer untersucht, um anschließend Verfahren und Werkzeuge zu entwickeln und in Software umzusetzen.

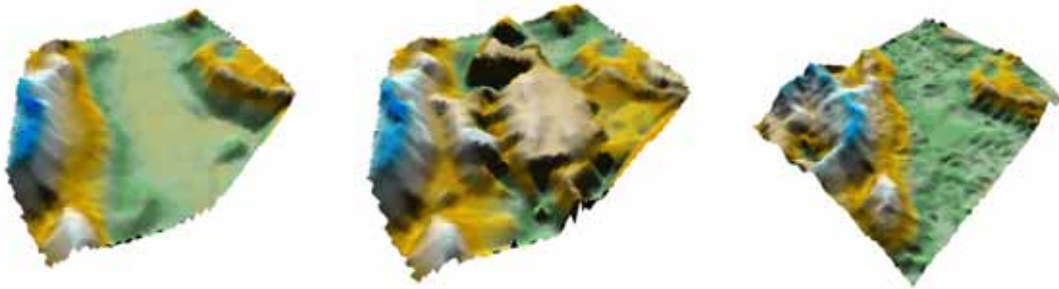
### **Extraktion von Strukturlinien**

Für eine exakte Beschreibung des Geländes werden morphologische Strukturen wie Bruchkanten und Formlinien benötigt. Durch die Einführung dieser Strukturlinien in den Berechnungsalgorithmus können DGM mit einer höheren Genauigkeit abgeleitet werden. Des Weiteren sind Strukturlinien ein wichtiges Hilfsmittel zur Datenreduktion von DGM. Zusätzlich gewährleistet ein Vergleich von Strukturlinien, die zu unterschiedlichen Epochen erfasst wurden, eine regelmäßige Dokumentation topographischer Veränderungen, die für den Küstenschutz von entscheidender Bedeutung sind. Deshalb werden Verfahren entwickelt, um Strukturlinien automatisiert aus Laserscannerpunkten abzuleiten.

Der im Projekt verfolgte Ansatz rekonstruiert die Oberfläche in der Nähe eines Strukturlinienpaares mittels einer Flächenfunktion (Profil: Tangens hyperbolicus), um daraus anhand verschiedener Modelle die enthaltenen Bruchkanten oder Formlinien zu bestimmen. Die Parameter der nichtlinearen mathematischen Funktion, welche die Geländeoberfläche approximiert, werden mit einer Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate aus den unregelmäßig verteilten Punkten geschätzt. Dazu wird eine Näherungslösung für die Mittelachse des Strukturlinienpaares benötigt, um die Startwerte für die Ausgleichung zu ermitteln.

### **Einfluss der Küstenvegetation auf die Genauigkeit des abgeleiteten DGM**

Verschiedene küstentypische Vegetationsarten, die in ihrer Dichte und Höhe stark variieren, beeinflussen den vom Flugzeug ausgesandten Laserstrahl dergestalt, dass ein großer Teil der Strahlungsenergie vor der eigentlichen Erdoberfläche reflektiert wird. Abhängig vom Vegetationstyp ergeben sich somit gravierende Unterschiede in Bezug auf Reflexionsgrad und Durchdringungsrate des Laserpulses. Vegetationsbedingte Fehler können durch verschiedene Filteralgorithmen reduziert werden. Aufgrund der niedrigen Bodenpunktdichte und der geringen Höhenunterschiede zwischen Vegetationsoberfläche und Boden (Vegetation befindet sich oft in Dünentälern) ist die Filterung schwierig und es verbleiben Vegetationspunkte bei der DGM - Generierung. Dies führt zu Restfehlern, die für einzelne Vegetationsarten im Projekt untersucht werden.



DGM aus Kontroll-  
messungen

DOM aus Kontrollmes-  
sungen

DGM aus Laser-  
scannermessungen  
(Lastpulse)

Ausgehend von einem Vergleich bodengebundener Erhebungsdaten mit den Laserscannermessungen werden zunächst Problembereiche bezüglich der Genauigkeit in den Datensätzen erkannt und dokumentiert. Bei dieser Untersuchung liegt der Schwerpunkt auf Vegetationstypen, die noch im Frühjahr (zum Zeitpunkt der Laserscannerbefliegungen) über einen hohen Anteil an oberirdischer Biomasse verfügen bzw. dicke Streuschichten bilden oder auch im Winter laubtragend sind. Auf der Grundlage dieser Untersuchung werden in einem zweiten Schritt zu jedem das Laser-DGM erheblich beeinflussenden Vegetationsbereich typische Merkmale aus den vorhandenen Fernerkundungsdaten (vorrangig Laserhöhen- und Laserintensitätsdaten, ferner Multi-spektraldaten) extrahiert. Diese Merkmale werden anschließend genutzt, die jeweiligen Problembereiche in den Datensätzen mittels einer computer-gestützten Klassifizierung möglichst flächendeckend identifizieren zu können. Für die so erfassten Gebiete werden Genauigkeitsmaße für das Laser-DGM und gegebenenfalls Korrekturparameter abgeleitet.

### **TerraSAR-X Pilotprojekt: „Beeinflussung der Grundwasserqualität durch landwirtschaftliche Nutzung“**

Für das Jahr 2006 ist mit dem Start des deutschen Radarsatelliten TerraSAR - X mit 2 Polarisationsrichtungen und einer Auflösung im Meter-Bereich zu rechnen. Im Rahmen eines Aufrufs zur Einreichung von Forschungsprojekten wurde von Seiten des IPI gemeinsam mit dem Institut für Umweltplanung der Universität Hannover ein Pilotprojekt akquiriert, welches - ähnlich dem ENVISAT - Projekt - zum Ziel hat, den Einfluss landwirtschaftlicher Nutzungspraktiken auf die Grundwasserqualität zu untersuchen. Durch die hohe Auflösung des X-Band Radars des geplanten Satelliten ist es möglich, Nutzungsmuster zu erkennen, welche die Interpretation von Feldfrüchten unterstützen.



Unpolarisierte X-Band Aufnahme von Feldstrukturen bei Trudering (© Intermap)

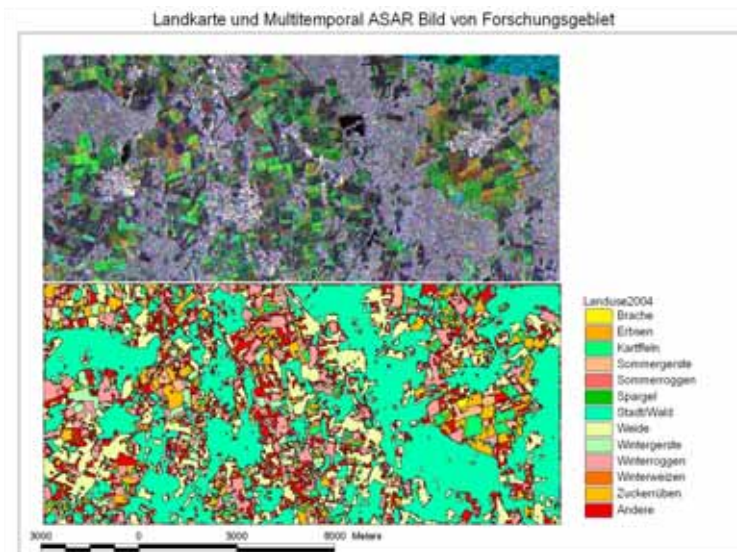
Im Rahmen dieses Projektes sind den Instituten vom DLR 12 Aufnahmen, die eine komplette Vegetationsperiode abdecken, zugesagt worden. Die Arbeiten werden in dem Testgebiet durchgeführt, das auch laufend im Rahmen des ENVISAT Projektes beprobt wird und für das schon viel Referenzmaterial vorliegt.

### **Radarbasiertes Umweltmonitoring zur Unterstützung der guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft (RadUmPL)**

Wie bereits im Berichtheft Nr. 55 erwähnt, wurden die begonnenen Arbeiten im Projekt unter Nutzung von multitemporalen ENVISAT ASAR - Radardaten begonnen und fortgeführt. Die Untersuchungen im Jahr 2005 konzentrierten sich im wesentlichen auf drei Bereiche zur Auswertung der multipolarisierten SAR-Bilder.

Zum einen wurde die Verwendbarkeit von Vorverarbeitungsverfahren, wie die Nutzung von aus den Originaldaten abgeleiteten Kombinationen der zwei Polarisationsrichtungen über Hauptachsentransformation oder durch normalisierte Differenzbildung untersucht. Dabei zeigte sich, wie schon erwartet, dass zum einen zwar der visuelle Bildeindruck durch Speckleunterdrückung besser wird, andererseits aber für die Klassifizierung sich kaum Verbesserungen ergeben.

Weitere Arbeiten bestanden in der Untersuchung von objektbezogenen Einflüssen, wie Anbaurichtung im Verhältnis zur Aufnahmezeit, Feuchtigkeit der Vegetation, Deckungsgrad, Vegetationshöhe, Boden- und Nutzungstyp, sowie Blickwinkel auf die Rückstreuung im Radarbild. Dabei konnten im Vergleich zu den zeitlich parallel durchgeführten Bodenmessungen für die Parameter Biomasse (also Vegetationshöhe und -deckung), Bodentyp und -nutzung, sowie für die Blickrichtung des Sensors signifikante Einflüsse auf das Rückstreuerverhalten festgestellt werden.



Unterschiedliche Tests der multitemporalen Klassifikation unter Verwendung von verschiedenen Kombinationen der Aufnahmezeitpunkte und Vorverarbeitungen wurden sowohl Pixel basierend als auch objektorientiert durchgeführt. Dabei ergab sich eine Genauigkeit von bis zu 80%, wenn die ver-

wendeten Aufnahmezeitpunkte fruchtartenspezifisch und angepasst an die Fruchtfolge gewählt wurden. Die Abbildung zeigt eine solche Klassifikation des Untersuchungsgebietes.

Da immer noch nicht ein kompletter Vegetationszyklus an Daten vorliegt, werden die noch fehlenden Satellitenbilder weiter akquiriert und die Untersuchungen fortgesetzt.

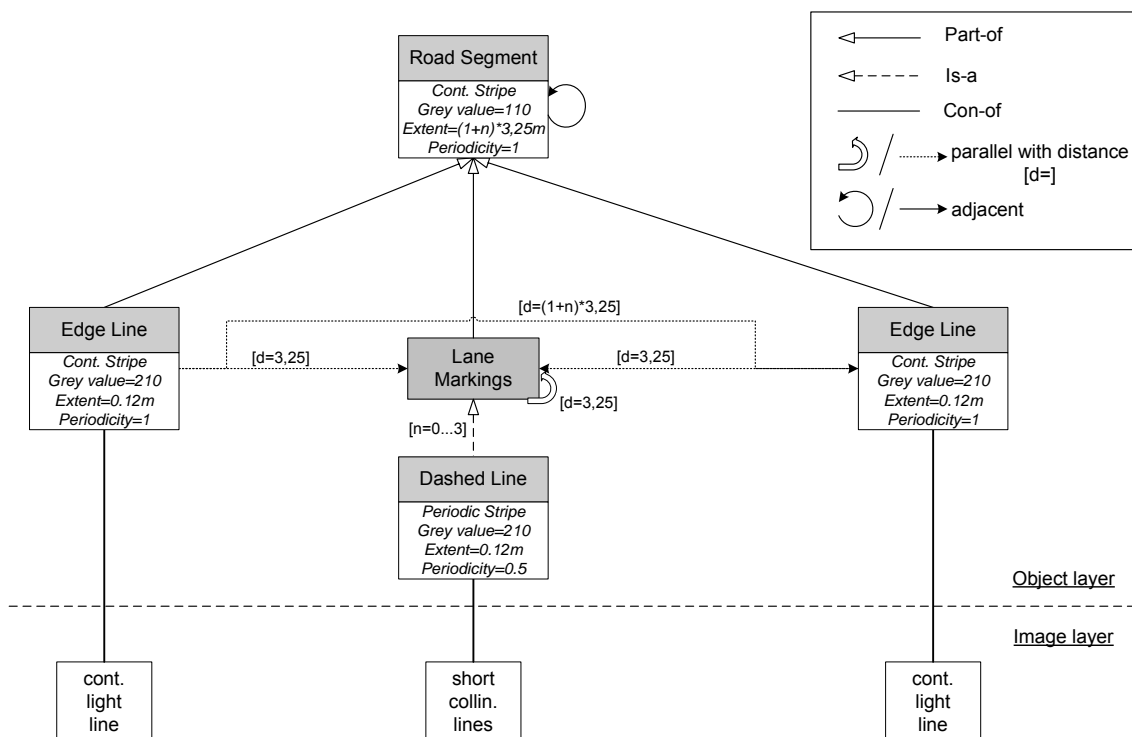
### **Automatische auflösungsabhängige Anpassung von Bildanalyse-Objektmodellen**

Bildanalyse-Objektmodelle dienen zur automatischen Extraktion von Landschaftsobjekten aus Luft- und Satellitenbildern. In Abhängigkeit von der Auflösung der untersuchten Bilder müssen sich die verwendeten Modelle unterscheiden, da sich Landschaftsobjekte in Luft- und Satellitenbildern unterschiedlicher Auflösung ungleich abbilden. Während in Bildern hoher Auflösung viele Objektdetails erkennbar sind, können diese in der niedrigen Auflösung teilweise nicht mehr erkannt oder Objekte nicht mehr voneinander getrennt werden. Objekte, die in der hohen Auflösung als Flächen erscheinen, sind in der



niedrigen möglicherweise nur noch als Punkte oder Linien zu erkennen. Die mehrmalige Erstellung der Bildanalyse-Objektmodelle für unterschiedliche Auflösungen ist jedoch redundant, da die Informationen für die Modelle für niedrige Auflösungen in denen für höhere Auflösungen bereits enthalten sind. Dieses Projekt beschäftigt sich mit Methoden Bildanalyse-Objektmodelle für eine niedrige Auflösung aus einem Objektmodell höherer Auflösung automatisch abzuleiten.

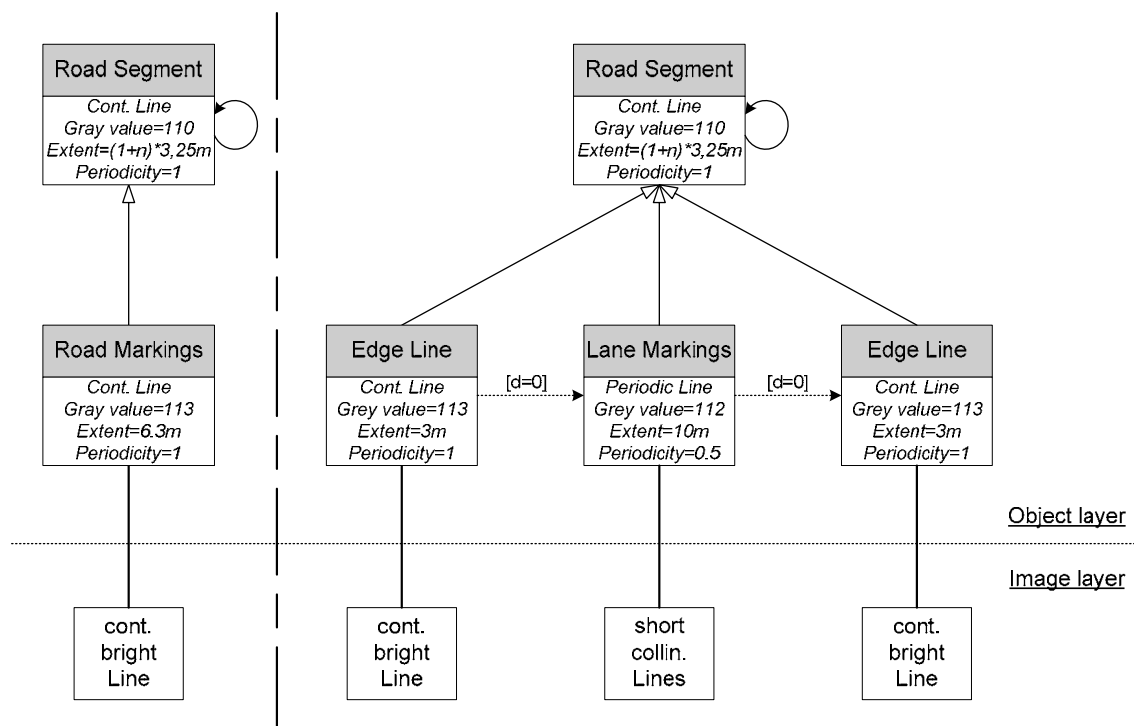
Der Fokus der Forschung liegt auf der Modellierung von Straßen. Dabei erfolgt die Objektrepräsentation explizit durch Semantische Netze. Um die Netze an andere Bildauflösungen automatisch anpassen zu können, müssen Randbedingungen erfüllt sein. Durch sog. variable Objektmodelle können auch eine variable Anzahl von Objektteilen mit ähnlichen Eigenschaften modelliert werden (siehe Abb). Diese Variabilität kann beispielsweise für die Beschreibung von Straßen mit beliebig vielen Fahrspuren genutzt werden, um somit mit einem einzigen Modell verschiedene Straßentypen abzudecken. Zu untersuchen sind in diesem Fall sowohl die minimale Konfiguration mit der kleinsten Anzahl als auch die maximale Konfiguration mit der größtmöglichen Anzahl der variablen Objektteile.



Variables Objektmodell für eine mehrspurige Straße für ~5cm Auflösung

Für die automatisierte Anpassung der Objektmodelle werden die Semantischen Netze für Bilder hoher Auflösungen zuerst zerlegt in Objektteile, die unabhängig voneinander betrachtet werden können und ähnliches Skalenverhalten

aufweisen. Die Objektteile werden dann an die niedrigere Auflösung unter Berücksichtigung von Form und Radiometrie angepasst. Dieser Generalisierungsprozess wird von sog. Skalenmodellen durchgeführt, die das Skalenverhalten der Objektteile präzisieren. Die Skalenmodelle verwenden eine Kombination aus analytischer und empirischer Analyse. Die Attribute in den Knoten des Semantischen Netzes enthalten Informationen über die Erscheinung der Objektteile in der hohen Auflösung und werden für eine mathematische Beschreibung der einzelnen Objektteile und die Prädiktion von Skalenergebnissen der Objektteile in der Zielskala genutzt. Über Analyse-durch-Synthese werden mit Hilfe einer Simulation unter Verwendung synthetisch erstellter Bilder das Aussehen und die Attribute der einzelnen Knoten ermittelt, die die jeweiligen Objektteile in der niedrigeren Auflösung repräsentieren. Schließlich werden alle Objektteile zu einem kompletten Semantischen Netz, das für die Extraktion des Objektes in der niedrigeren Auflösung geeignet ist, fusioniert. Dabei wird sowohl die Erhaltung der räumlichen und hierarchischen Relationen innerhalb des Netzes als auch die Veränderung der Distanzen zwischen den Objektteilen berücksichtigt.



Automatisch angepasstes variables Objektmodell (minimale und maximale Konfiguration) für eine mehrspurige Straße in ~5m Auflösung

In einer anschließenden Projektphase sollen die bisher verwendeten Straßenmodelle in Bezug auf weitere Objektteile, auch flächenhaften Objekttyps, sowie der Integration möglicher Kontextobjekte erweitert werden. Damit ist eine Analyse des Skalenverhaltens anderer Objekttypen mit zusätzlichen Skalenergebnissen verbunden.

## Automatische strukturelle Interpretation von landwirtschaftlichen Flächen aus multitemporalen hochauflösenden Luftbildern

Dieses DFG-Forschungsprojekt startete in der zweiten Hälfte 2005. Im Rahmen dieses Projektes soll aus hochauflösenden multitemporalen Luftbilddaten eine neuartige, automatische Interpretation von landwirtschaftlichen Flächen durchgeführt werden. Innerhalb vorgegebener Schlaggrenzen sollen die einzelnen Parzellen im Hinblick auf hochauflösende Merkmale analysiert werden. Dabei sollen drei Klassen von Merkmalen verwendet werden: radiometrische, textuelle und strukturelle Merkmale. Unter strukturellen Merkmalen werden beobachtbare Strukturen wie z.B. Traktorspuren, Saatreihen oder Strohballen verstanden, die in landwirtschaftlichen Flächen wertvolle Hinweise auf die Interpretation geben können und bei manuellen Interpretationen von menschlichen Operateuren verwendet werden. Strukturelle Merkmale kamen in der automatischen Bildinterpretation landwirtschaftlicher Flächen bisher noch nirgends zum Einsatz und stellen eine wesentliche Erweiterung des Standes der Wissenschaft dar.

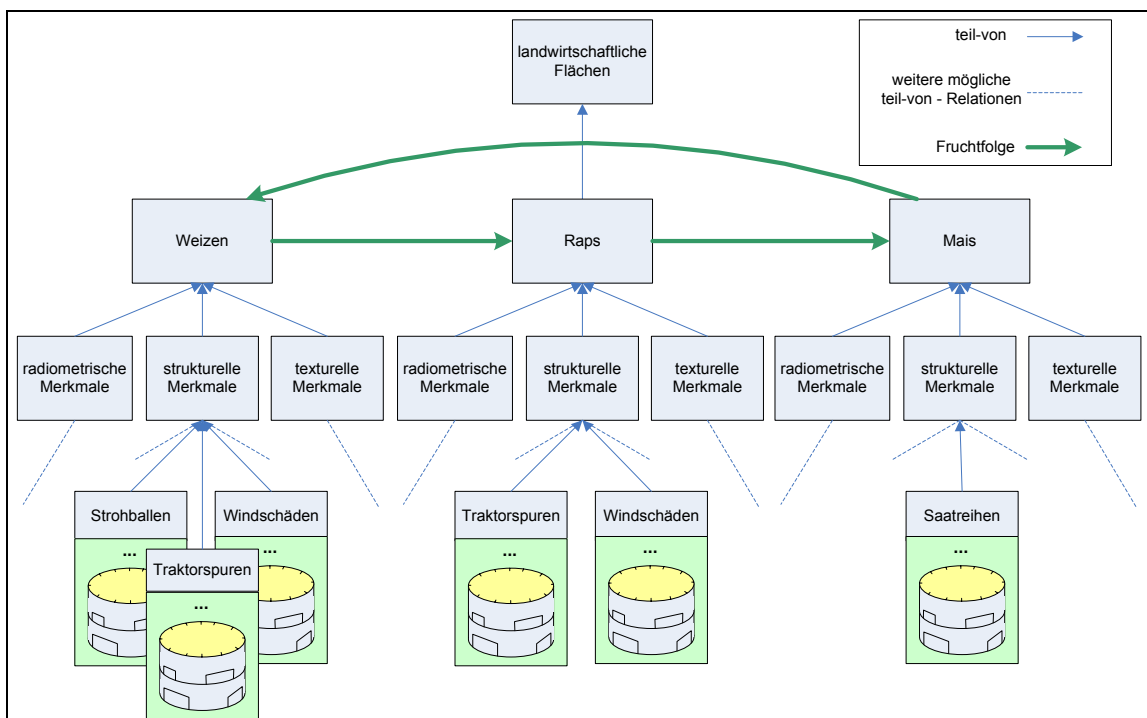


Abbildung: Repräsentation von Fruchtfolgen im Semantischen Netz

Mit Hilfe von Beobachtungen dieser Merkmale über die Zeit sollen auch multitemporale kontinuierliche Modelle für die einzelnen Landnutzungsklassen erstellt werden, die eine gemeinsame Interpretation von Bildern beliebiger Zeitpunkte zulassen. Als zusätzliches temporales Wissen soll zudem das Wissen über Fruchtfolgen verwendet werden. Die Verwendung temporaler, kontinuierlicher Modelle in der automatischen Bildinterpretation stellt die zweite Innovation des beantragten Projektes dar.

Zur Interpretation soll ein wissensbasiertes Bildanalyse-System, das Semantische Netze zur Wissensbeschreibung benutzt, verwendet werden. Ausgehend von den interpretierten Parzellen sollen schließlich fruchtartenbasiert und hochauflösend Bestandesparameter für die Ackerflächen berechnet werden, die im Vergleich zu bisherigen Ansätzen differenzierter und damit besser bestimmbar sind.

Das Testgebiet befindet sich in Mecklenburg-Vorpommern in der Gemeinde Kassow. In Kooperation mit der Universität Rostock werden vom Testgebiet über ein Jahr hinweg 12 Luftbildaufnahmen gemacht, die den Wachstumsverlauf für die zu untersuchenden Fruchtarten innerhalb einer Periode zeigen. Es werden sowohl RGB- als auch CIR-Bilder aufgenommen, die eine Bodenpixelgröße von 20cm aufweisen. Diese Luftbilder werden dazu verwendet, die Methoden zur automatischen Analyse der multitemporalen Daten zu entwickeln und die entwickelten Methoden zu kalibrieren.

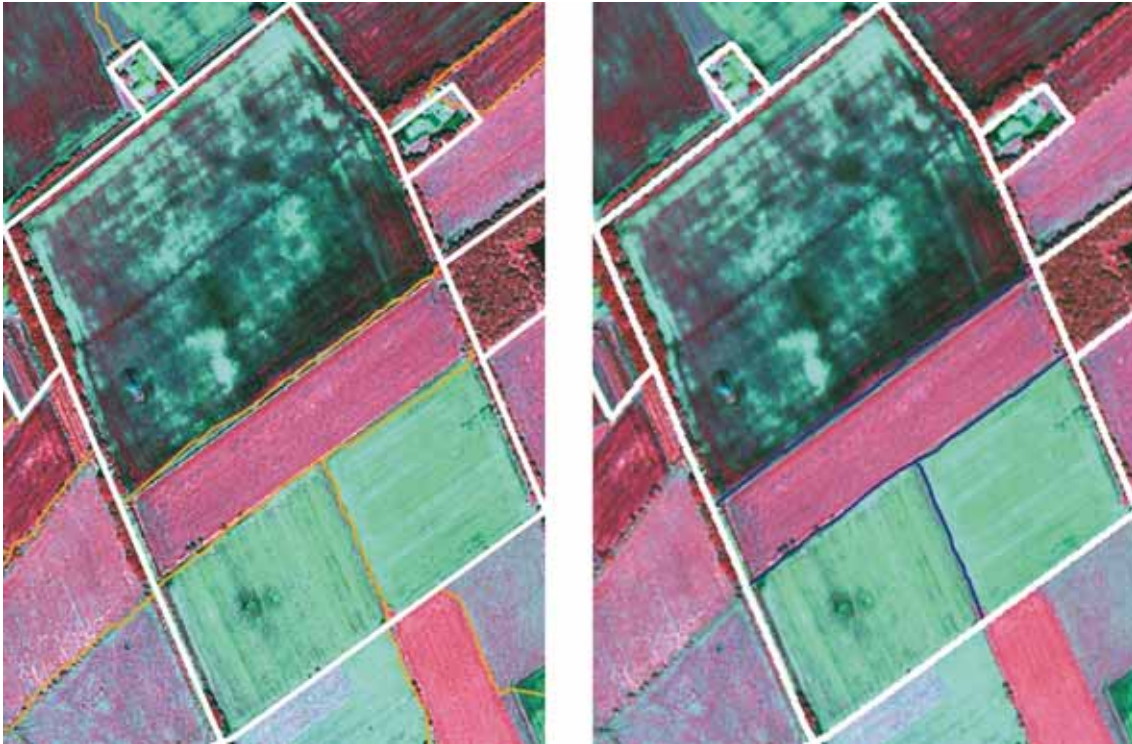
### **GEOTECHNOLOGIEN: Integration von Raster- und Vektordaten**

Das Programm GEOTECHNOLOGIEN ist ein geowissenschaftliches Forschungs- und Entwicklungsprogramm. Im Forschungsschwerpunkt „Informationssysteme im Erdmanagement“ beschäftigt sich das Projekt an der Universität Hannover mit der semantischen und geometrischen Integration von geotechnologischen Fachthemen mit ATKIS am Beispiel geologischer und bodenkundlicher Geoobjekte: Das Institut für Kartographie und Geoinformatik (IKG) entwickelt Methoden für das Zusammenführen von digitaler Bodenkundlicher Karte und digitaler Geologischer Karte unter Berücksichtigung des ATKIS BasisDLM, das Institut für Photogrammetrie und GeoInformation (IPI) hat die automatisierte Anreicherung der digitalen Bodenkundlichen Karte durch Informationen aus aktuellen Luftbildern (Schlaggrenzen und Winderosionshindernisse) zum Ziel und das Institut für Informationssysteme, Fachgebiet Datenbanksysteme (DBS) beschäftigt sich mit der Erschließung dieser heterogenen Datenbestände über eine föderierte räumliche Datenbank. Kooperationspartner für diese Fragestellungen ist das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung (NLFb) bzw. das Bodentechnologische Institut (BTI).

Ziel der Forschungen am Institut für Photogrammetrie und GeoInformation (IPI) ist die Integration von Raster- und Vektordaten, d. h. die Extraktion von Objekten aus Luftbildern oder hochaufgelösten Satellitenbildern unter Nutzung von Vorwissen aus Geoinformationssystemen (GIS). Exemplarisch werden Schlaggrenzen und Winderosionshindernisse extrahiert, die für verschiedene Anwendungen von hoher Bedeutung sind: Zum einen können geowissen-

schaftliche Fragestellungen wie die Ableitung von Karten zur schlaggenauen Erosionsgefährdung durch Wind oder Wasser beantwortet werden und zum anderen können die Kontrollen der EU-Subventionen für Landwirte unterstützt bzw. beschleunigt werden. Die Nutzung von Vorwissen (ATKIS BasisDLM) ermöglicht eine Vereinfachung der Objektextraktion: Alle relevanten Informationen werden gemeinsam in einem semantischen Modell dargestellt, um die Verbindungen zwischen den verschiedenen Objekten aufzuzeigen und nutzbar zu machen. So bildet zum Beispiel das Verkehrsnetz eine Einschränkung der Szene und stellt zu gleich bereits einen Teil der zu suchenden Schlaggrenzen dar. Ebenso sind Winderosionshindernisse häufig auf Schlaggrenzen oder parallel und direkt neben Straßen angesiedelt. Die Strategie zur Extraktion von Schlaggrenzen und Winderosionshindernissen teilt den Ansatz zunächst in zwei Teile, in denen die Objekte separat aus den Bildern abgeleitet werden. Später werden die dann gewonnenen Ergebnisse zusammengeführt und gemeinsam bewertet, um evt. auftretende Widersprüche zu den modellierten Eigenschaften in einem verfeinerten Extraktionsprozess zu beheben.

Die Methoden zur Extraktion der Schlaggrenzen werden in jeder aufgrund des Vorwissens selektierten Region separat ausgeführt: Eine Segmentierung nutzt die Merkmale der einzelnen Schläge (z.B. homogene Vegetation, Größe), um die groben Konturen der einzelnen Schläge zu ermitteln. Diese sind zwar topologisch korrekt, aber geometrisch ungenau. In Erweiterung zu traditionellen Snakes nutzen so genannte Network Snakes neben der Bildinformation und geometrischen Einschränkungen auch topologische Merkmale, die aus dem Ergebnis der Segmentierung hervorgehen, um die geometrische Qualität der Schlaggrenzen zu verbessern. In der Abbildung ist exemplarisch für eine Region (weiß) das Ergebnis der Segmentierung (orange) und das Ergebnis der Network Snakes (blau) dargestellt. Die Extraktion der Winderosionshindernisse erfolgt mit einem Texturoperator, der als Trainingsgebiet Baumreihen bzw. Hecken benötigt. Aus den schmalen und geometrisch unsauberer Ergebnisregionen werden anschließend saubere Vektoren erzeugt, die die Mittelachsen der Winderosionshindernisse beschreiben.



Ergebnis der Segmentierung (orange) und verbesserte Schlaggeometrien (blau)

### **Qualitätskontrolle und Aktualisierung von Geodaten auf der Basis von digitalen Orthophotos (WiPKA-QS)**

Die Verwendung digitaler Geodaten in einem GIS ist in vielen Anwendungsbereichen selbstverständlich geworden. Langfristig gesehen ist zur Werterhaltung der erfassten Daten eine Qualitätskontrolle in Form einer Qualitätsbeschreibung sowie die Erhaltung der Aktualität der Daten zunehmend von Bedeutung. Dies gilt auch für die Digitalen Landschaftsmodelle (DLM) des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS) der deutschen Vermessungsverwaltungen.

Das Institut für Photogrammetrie und GeoInformation (IPI) entwickelt in Kooperation mit dem Institut für Theoretische Nachrichtentechnik und Informationsverarbeitung (TNT) an der Universität Hannover in einem durch das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) geförderten Projekt (**WiPKA : Wissensbasierter Photogrammetrisch-Kartographischer Arbeitsplatz**) ein operationelles Verfahren zur Qualitätskontrolle von ATKIS. Die Qualitätsanalyse der Daten erfolgt dabei durch Vergleich des Datenbestandes mit aktuellen Luftbildern, die als Abbild der tatsächlichen Landschaft dienen. Um die in der Praxis erforderliche Effizienz zu erreichen, wird ein möglichst hoher Automatisierungsgrad angestrebt, der durch Verfahren der automatischen Bildanalyse

in wissensbasierter Herangehensweise erreichbar ist. Zur Sicherstellung der erforderlichen Zuverlässigkeit ist nach derzeitigem Stand der Technik jedoch eine abschließende manuelle Kontrolle vorgesehen. Hieraus ergibt sich ein modularer Systemaufbau, der eine interaktive GIS-Komponente mit einer automatischen, wissensbasierten Bildanalyse-Komponente verbindet. Als GIS-Komponente dient dabei ArcGIS der Firma ESRI Redlands, USA. Hier werden die zu überprüfenden Geodaten automatisch aus der Datenbank selektiert und für die nachfolgende Bildanalyse aufbereitet. Ferner werden die Ergebnisse der Bildanalyse geeignet visualisiert, und Hilfsmittel zur interaktiven Nachbearbeitung zur Verfügung gestellt. Die GIS-Komponente übernimmt damit auch die Funktion einer Benutzerschnittstelle für den menschlichen Operateur. Die Bildanalyse-Komponente führt vollautomatisch die Extraktion relevanter Objekte sowie deren Vergleich mit den zu überprüfenden Geodaten durch und ist somit aus Sicht des Benutzers als „Black Box“ konzipiert. Die automatische Bildanalyse ist dabei eingebettet in das System GeoAIDA, einer Entwicklung des Instituts für Theoretische Nachrichtentechnik der Universität Hannover, welches geeignete Steuermechanismen bei der Verarbeitung symbolischer und struktureller Information mit Schnittstellen zu Bildverarbeitungsoperatoren bereitstellt. Die entwickelten Bildverarbeitungsoperatoren setzen auf dem Softwarepaket Halcon von MVTec, München, auf.

Der Schwerpunkt der Entwicklungen am IPI liegt derzeit auf der Objektgruppe Straßenverkehr. Der Begriff Qualitätskontrolle umfasst dabei die Verifikation der im ATKIS-Bestand vorhandenen Straßen und Wege sowie die Erfassung von im Bestand fehlenden Objekten.

Im aktuellen Berichtszeitraum haben wir uns hauptsächlich mit der Bearbeitung von optischen Satellitendaten (IKONOS und Quickbird) befasst. Diese Daten weisen eine Bodenauflösung von ca. 70cm bis 1m auf und erfüllen somit die Anforderungen der von uns entwickelten Algorithmen zur Straßenextraktion. Es hat sich gezeigt, dass die Einbeziehung des Infrarotkanals in die Extraktion eine Verbesserung des Ergebnisses bewirkt, sofern die Seitenbereiche von (befestigten) Straßen einen hohen Vegetationsgrad aufweisen.

Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt lag im vergangenen Jahr auf dem Aktualisierungsaspekt, also der Erfassung von Straßenobjekten, die im untersuchten ATKIS-Bestand fehlen. Um die Anzahl von Fehlextraktionen zu minimieren, wird hierbei angenommen, dass solche neuen Objekte an das bestehende Straßennetz anschließen.

Das aktuelle Gesamtsystem zur Straßen- und Flächenverifikation wurde am BKG im November 2005 installiert und befindet sich derzeit in der Testphase, wird jedoch parallel dazu weiterentwickelt. Insgesamt lassen die bisherigen

Erfahrungen darauf schließen, dass sich das entwickelte System für die Anwendung in der Praxis eignet. Das System wurde auch auf der CeBIT 2005 präsentiert und stieß sowohl bei dem anwesenden Fachpublikum als auch bei Nicht-Fachleuten auf großes Interesse.



IKONOS-Szene mit schwarz-weiß-gestrichelt hervorgehobenen extrahierten Straßenobjekten.

### **Rissdokumentation des Phaeno Science Centers in Wolfsburg**

Am 24. November 2005 wurde in Wolfsburg das Phaeno Science Center eröffnet.

Nach Aussage der Presse erfindet damit die Architektin Zaha Hadid in Wolfsburg die Zukunft des Bauens. Das futuristische Gebäude wurde aus Stahlbeton gegossen und erinnert eher an ein gelandetes Raumschiff als an ein Museumsgebäude.

Für spätere Dokumentationsarbeiten der Decken im Erdgeschoss des Gebäudes wurde das Institut für Photogrammetrie und GeoInformation beauftragt, flächendeckend eine photogrammetrische Aufnahme und Auswertung eines Teils der Decke im östlichen Gebäudebereich vorzunehmen.

In den entstehenden Bildplänen können später bei wiederholter Aufnahme und Dokumentation Veränderungen der Decke, wie z.B. Setzungsrisse erkannt und bewertet werden. In der ersten Messkampagne wurden über 400 Messpunkte signalisiert und von einem Vermessungsbüro geodätisch eingemessen. Für die Rissdokumentation wurden über 200 digitale Bilder mit einer modernen



hochauflösenden Digitalkamera aufgenommen. Die zweite Messkampagne ist im Frühjahr 2006 geplant.



Phaeno Science Center, Wolfsburg

## Workshops

### **International Workshop „High resolution Earth Imaging for Geospatial Information“ ISPRS Working Groups I/5 and IV/3**

- Prof. Gottfried Konecny zum 75. Geburtstag gewidmet -  
17. bis 20. Mai 2005 in Hannover

Der ISPRS Hannover Workshop 2005 wurde unter dem Titel „High resolution Earth Imaging for Geospatial Information“ vom IPI zusammen mit den ISPRS Working Groups I/5: *Geometric Modeling of Optical Spaceborne Sensors and DEM Generation* und WG IV/3: *Automated Geo-Spatial Data Acquisition and Mapping* veranstaltet. An dem Workshop nahmen insgesamt 134 Teilnehmern aus 30 Ländern teil, darunter auch vier der sechs Mitglieder des ISPRS Councils. In 52 hoch qualitativen Vorträgen und 25 Postern wurden aktuelle Arbeiten zu dem Workshopthema vorgestellt und diskutiert. Daneben gab es eine Intergraph Z/I Imaging Masterclass zum Technologietransfer in Photogrammetrie und Fernerkundung.

Die zentralen Themen waren neue Sensorsysteme auf Satelliten (auch Klein- und Mikro- Satelliten), vor allem auch im Radarbereich, sowie neue flugzeuggetragene Kamerasysteme. Daneben wurde über Forschung und Entwicklungen mit Satellitenbildern, z. B. zur Objektextraktion und zur Verkehrsüber-

wachung mit optischen Daten und durch ATI (Along track Interferometrie) berichtet. Neben den sehr anregenden Diskussionen konnten die Teilnehmer - von denen sich viele aus der „ISPRS community“ bereits kannten - diesmal sogar bei zwei Abendveranstaltungen Erfahrungen austauschen.

Alles in allem war der ISPRS Hannover Workshop wieder ein voller Erfolg. Das Schöne an diesem alle zwei Jahre stattfindenden Workshop ist seine persönliche Note, die zu den fachlich hochqualitativen Beiträgen hinzukommt.

(Dr. Peter Reinartz, DLR Oberpfaffenhofen)

### **Gedenkkolloquium zum 100. Todestag des Generalleutnants Dr. h. c. Oscar Schreiber**

In Hannover trafen sich am 25. Oktober 2005 weit über 100 Teilnehmer zu einem Gedenkkolloquium für Oscar Schreiber, dem großen Reformator der Landesvermessung im Ausgang des 19. Jahrhunderts in Preußen,



Gedenken am Grab Schreibers  
[Foto: Dr. Menke]



Grabmal Schreiber  
[Foto: Dr. Menke]

gemeinschaftlich veranstaltet vom DVW-Landesverein Niedersachsen-Bremen, von Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen (LGN) und von der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Universität Hannover.

Das Leben und Wirken Schreibers wurde in vier Vorträgen beleuchtet. Einleitend berichtete *Prof. Dr.-Ing Wilhelm Tegeler* über „*Oscar Schreiber – Sein Lebensweg als Offizier und Geodät in hannöverschen und preußischen Diensten*“. *Prof. Dr.-Ing. Hans Pelzer* referierte zu Schreibers wissenschaftlichem Wirken „*Von der Schreiberschen Regel zum Schreiberschen Satz*“. *Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Torge* „*Von der Militärkartierung zur systematischen Landesaufnahme – Preußens langer Weg zur*

*Schreiberschen Epoche der Landesvermessung*“ ordnete das Schreibersche Wirken ein in die über 150 Jahre währenden Vorentwicklungen der Landesaufnahmen in den deutschen Ländern. *Dr.-Ing. Cord-Hinrich Jahn* erläuterte in seinem Vortrag „*Das Landesbezugssystem heute – Grundlagenvermessung 100 Jahre nach Oscar Schreiber*“, das auf Schreiber zurückgehende Deutsche Hauptdreiecksnetz stehe heute vor einschneidenden Veränderungen.

Grußworte und Vorträge dieses Gedenkkolloquiums sind ausführlich und mit zahlreichen farbigen Abbildung in der Festschrift dokumentiert - Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Universität Hannover Nr. 257 (ISSN 0174 1454), Hannover 2005, erhältlich für 10 €.

(Kurzfassung eines Berichts von Harald Lucht, Bremen, in der zfv 01/06)

### **1st Educational Course on Mapping from Space, Zonguldak, Türkei**

In Zusammenarbeit mit der Zonguldak Karaelmas Universität führte das Institut für Photogrammetrie und GeoInformation vom 18. bis 22. April 2005 einen Fortbildungskurs in Zonguldak durch. An dem Kurs nahmen ca. 40 Teilnehmer, vorwiegend aus der Türkei und in etwa gleichen Anteilen von Universitäten, der Verwaltung und der Privatwirtschaft teil. Die Bedeutung der Kartenherstellung aus Weltraumaufnahmen für die Türkei wurde durch die recht hochrangigen Teilnehmer zum Ausdruck gebracht. Etwa 60% der Beiträge wurden von Prof. Dr. Konecny, Dr. Pakzad und Dr. Jacobsen vorgetragen.

### **EARSel Workshop 3D-Remote Sensing, Porto, Portugal**

Organisiert durch den Chairman der EARSL Special Interest Group 3D Remote Sensing, Dr.-Ing. Karsten Jacobsen, wurde im Anschluss an das 25. EARSel Symposium am 10. und 11. Juni 2005 ein Workshop durchgeführt. 23 Vortragende erläuterten den Stand der Weltraumphotogrammetrie einschließlich der Erstellung von Höhenmodellen aus optischen Aufnahmen, Interferometrischen Synthetischem Apertur Radar und durch Laserscanner.

## Messen und Öffentlichkeitsarbeit

### Cebit 2005 (Hannover, 10.-16.3.2005)

Das IPI und das ikg haben sich gemeinsam mit dem Kompetenzzentrum für Geoinformatik in Niedersachsen (GiN) und dem Institut für theoretische Nachrichtentechnik (TNT) auf der Cebit 2005 präsentiert. Auf dem Niedersächsischen Gemeinschaftsstand wurde das, durch das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie finanzierte Projekt WIPKA vorgestellt. Die präsentierten Arbeiten stießen auf reges Interesse bei den Messebesuchern. Besonders gefreut haben wir uns über den Besuch des Präsidenten des Bundesamtes für Kartographie und Geoinformatik, Prof. Grünreich, sowie des Niedersächsischen Ministerpräsidenten, Herrn Christian Wulff.



Markus Gerke (IPI, rechts) im Gespräch mit dem Niedersächsischen Ministerpräsidenten Wulff (links).



Dr.-Ing. Karl-Heinrich Anders und die Geschäftsführerin des GiN Frau Dipl.-Ing. Petra Graff.

### Intergeo (Düsseldorf, 4.-6.10.05)

Das GIH und das IPI präsentierten während der Intergeo 2005 unter Federführung des ikg aktuelle Forschungsprojekte auf einem Gemeinschaftsstand. Der diesjährige Schwerpunkt der Präsentation lag auf der Darstellung des 3D Stadtmodells von Hannover. Dieses Modell wurde auf einem 3D-Display vorgestellt, das es einem Betrachter ermöglicht ohne spezielle Brille oder andere Hilfsgeräte ein dreidimensionales Objekt wahrzunehmen.

Das GIH war ebenfalls auf der Intergeo vertreten, und zwar auf einem Messestand gemeinsam mit anderen Zoller+Fröhlich-Anwendern. Aktuelle

Forschungsaktivitäten wurden im Überblick dargestellt, der Schwerpunkt der Präsentationen lag auf dem kinematischen Laserscanning. Gezeigt wurden die Mess- und Auswertemethodik sowie typische Ergebnisse wie das Schwingungsverhalten einer Windenergieanlage.

Während der dreitägigen Präsentation ergaben sich sehr viele interessante Gespräche.

### **Bericht der Kommission für Öffentlichkeitsarbeit der Fachrichtung**

2005 war ein ereignis- und auch erfolgreiches Jahr für die Kommission für Öffentlichkeitsarbeit der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik. Vorrangige Aufgabe der Kommission ist es, den Studiengang „Geodäsie und Geoinformatik“ einer größeren Öffentlichkeit bekannt zu machen und somit neue Studierende zu werben. Um gezielt und umfassend zu informieren bzw. zu werben, baute die Kommission ihre Präsenz bei bewährten Veranstaltungen aus und testete überdies neue Informationsmöglichkeiten.

Die diesjährige Evaluation der Erstsemester hat gezeigt, dass die Anstrengungen der vergangenen Jahre zunehmend Früchte tragen. Dies ist sowohl aus den absoluten Studentenzahlen (54 Erstsemester im WS 2005/06) als auch aus der Tatsache, dass zahlreiche Studenten den Studiengang durch Kommissionsaktivitäten (z.B. bei den Hochschulinformationstagen) kennen gelernt haben, abzuleiten. Als wichtigstes Medium zur Bekanntmachung des Studienganges haben sich erneut die Webseiten der Fachrichtung ([www.vermessung.uni-hannover.de](http://www.vermessung.uni-hannover.de)) erwiesen. Folglich wurde besonderes Augenmerk auf deren Aktualisierung und einen weiteren Ausbau gelegt. Als Beispiel sollen hier nur die zahlreichen Interviews mit Absolventen genannt werden, die einen Einblick in das vielfältige Berufsleben eines Geodäten gewähren.



Die wesentlichen Kommissionsaktivitäten im Jahr 2005 werden im Folgenden noch einmal chronologisch dargestellt:

Das Jahr startete mit der von der Uni Hannover neu konzipierten „Winteruni“. Das Konzept zeigte Wirkung und 21 motivierte SchülerInnen der Oberstufe informierten sich einen Nachmittag über den Studiengang. Neben einem allgemeinen Überblick standen eine Einführungsvorlesung sowie mehrere praktische Module auf dem Programm.

Wenige Tage später stellte sich der Studiengang „Geodäsie und Geoinformatik“ erstmals auf der Messe EINSTIEG in Hamburg vor – der einzigen Messe für Berufsausbildung und Studium in Norddeutschland. Auf einem eigenen Stand wurden den SchülerInnen, Eltern und Lehrern Informationen rund um das Studium an zwei Tagen präsentiert. 36.000 Besucher informierten sich bei rund 250 Ausstellern über die verschiedenen Bildungsangebote und deren Anforderungen, Inhalte, Abschlüsse und Zukunftsperspektiven. Dazu boten über 100 Vorträge und Workshops Einblick in zahlreiche Ausbildungswege, Berufsbilder und Branchen. Im Vortragsprogramm wurde von der Kommission der Studiengang „Geodäsie und Geoinformatik“ an der Universität Hannover dem interessierten Publikum vorgestellt.

Um den wichtigen Kontakt zu regionalen Schulen weiter zu pflegen und aus-



zubauen, wurde erneut eine Aufgabe für den Schülerwettbewerb „Club Apollo 13“ gestellt. Bei diesem Wettbewerb erarbeiten Schüler der Oberstufe jeden Monat ein mathematisch-naturwissenschaftliches, technisches oder wirtschaftswissenschaftliches Problem aus einem anderen Fachbereich. Dieses Jahr wurde eine Aufgabe aus dem Bereich der Netzwerke ausgegeben. Zudem besuchten SchülerInnen der Schillerschule an einem kompletten Februarvormittag unsere Institute. Im April konnten Schülerinnen der Jahrgänge 5 bis 10 im Rahmen des

„Girls-Day“ einen Einblick in das wissenschaftliche Arbeitsumfeld gewinnen.

Studentische Vertreter übernahmen die Präsentation des Studiengangs auf der Schülerinformations- und Aktionsveranstaltung „Tech-Buffer“, die im Freien in lockerer Art und Weise eher spielerisch die Informationen weitergibt. Ihre Erfah-

rungen aus dem Studienalltag gaben sie zudem bei der Informationswoche der zentralen Studienberatung an AbiturientInnen weiter.

Besonders erfolgreich verliefen die Hochschulinformationstage im September. Die Vorführungen des Laserscanners und des 3D-Stadtmodells entpuppten sich als Publikumsmagneten. Entsprechend konnten zahlreiche informative Gespräche mit Studieninteressierten geführt werden. Wenige Wochen später fand die „Herbstuni“ statt, während der Schülerinnen der Klassen 11 bis 13 einen kompletten Tag bei Vorlesungen und praktischen Übungen den Studienalltag erleben konnten.

Mit großem Einsatz unterstützte die Kommission die Entwicklung einer Informationsbroschüre der DGK Taskforce „Public Relations“. Ziel dieser Broschüre wird es sein, die Wahrnehmung des Studiengangs Geodäsie in der Öffentlichkeit und auch in der Wirtschaft zu verbessern, sowie SchülerInnen für das Studium zu begeistern. Die Broschüre soll im Jahr 2006 in sehr großer Auflage erscheinen und insbesondere an Schulen verteilt werden.

Basierend auf den Ergebnissen der zurückliegenden Evaluierungen und den mittelfristigen Erfolgen wird die Kommission auch im neuen Jahr verstärkt auf die bewährten regionalen Aktivitäten setzen. Im Januar erscheint eine neue Aufgabe für den Wettbewerb „Club Apollo 13“ und im Februar werden erneut SchülerInnen im Rahmen der „Winteruni“ unsere Institute besuchen. Einen weiteren Schwerpunkt wird die Pflege und der Ausbau der hoch frequentierten Webseiten des Studiengangs darstellen. Weitere Messeauftritte sind momentan nicht geplant, hier sollen zunächst die mittelfristigen Auswirkungen des Auftritts vom Januar 2005 bei der Messe EINSTIEG analysiert werden.

Großer Dank gebührt an dieser Stelle der Gesellschaft zur Förderung der Fachrichtung Vermessungswesen, ohne deren finanzielle Unterstützung die Anschaffung der Werbemittel und auch die Teilnahme an einigen Veranstaltungen nicht möglich gewesen wären. Nicht unerwähnt soll an dieser Stelle auch das finanzielle Engagement der DVW Landesvereine Hamburg/Schleswig-Holstein und Niedersachsen/Bremen bei der Messe EINSTIEG in Hamburg bleiben. Besonderer Dank gilt aber auch allen Beteiligten für das hohe persönliche Engagement bei den durchgeführten Aktivitäten der Kommission, ohne welches ein Erfolg bei der Steigerung des Bekanntheitsgrades des Studiengangs „Geodäsie und Geoinformatik“ und der Werbung neuer Studierender nicht möglich wäre.

Mitglieder der PR-Kommission: Matthias Butenuth (IPI, Vorsitz, bis Sept. 2005), Guido von Gösseln (IKG), Thorsten Hödl (IPI, Vorsitz, ab Okt. 2005), Behroze

Ichhaporia (Vertreter der Fachschaft), Alexandra Weitkamp (GIH), Insa Wolf (IFE), Sebastian Zaddach (Vertreter der Fachschaft).

## **Aus dem Lehrbetrieb**

### **Neuer Bachelor- und Masterstudiengang in Geodäsie und Geoinformatik**

Die Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik hat zum WS 2005/2006 als erste Universität in Deutschland einen völlig eigenständigen, akkreditierten Bachelor- und Masterstudiengang Geodäsie und Geoinformatik eingeführt. Der konsekutiv ausgerichtete Studiengang (6 Semester Bachelorstudium und 4 Semester Masterstudium) führt das hohe Niveau der bereits im Jahre 2003 reformierten Diplomingenieursausbildung fort und setzt gleichzeitig die formellen Forderungen nach international vergleichbarer und kompatibler Studiengänge durch die Einführung eines zweistufigen Studiensystems, der Modularisierung und von studienbegleitenden Prüfungen sowie der Vergabe von Leistungspunkten (LP) nach dem European Credit Transfer System (ECTS) und eines Diploma Supplements um.

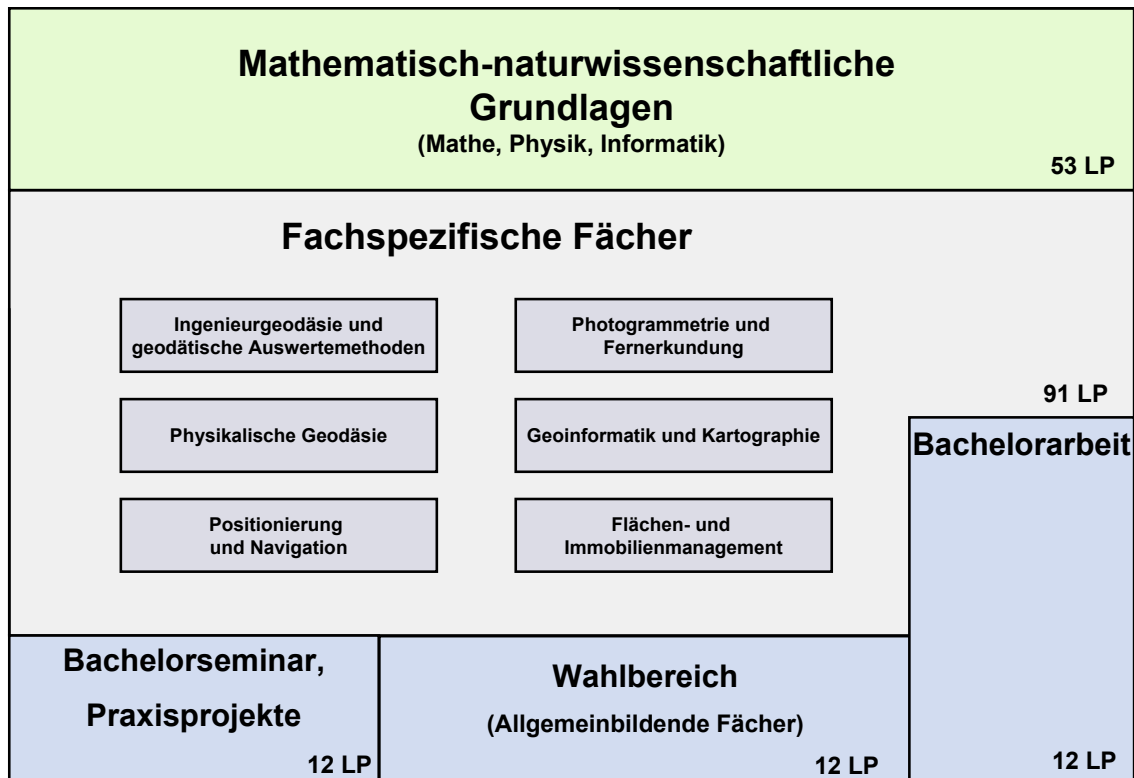
Das Curriculum des sechssemestrigen Bachelorstudiums (180 Leistungspunkte) ist auf Basis des bisher angebotenen Diplomstudiengangs weiterentwickelt und auf die Anforderungen der Berufswelt neu ausgerichtet worden. Ziel des Bachelorstudiums ist die Erarbeitung breiter und solider Kenntnisse in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundlagenfächern sowie die Beherrschung typischer Anwendungen und Methoden in den an der Universität Hannover angebotenen sechs Fachgebieten der Geodäsie und Geoinformatik:

- Ingenieurgeodäsie und geodätische Auswertemethoden
- Photogrammetrie und Fernerkundung
- Geoinformatik und Kartographie
- Physikalische Geodäsie
- Positionierung und Navigation
- Flächen- und Immobilienmanagement

Ein Wahlbereich, in dem Allgemeinbildende Fächer gewählt werden können, ein Bachelorprojekt und die Bachelorarbeit ermöglichen eine frühe Profilbildung der Studierenden. Durch Einführung des ersten berufsbefähigenden Abschlusses nach sechs Semestern werden einige Lernziele zu einem früheren Zeitpunkt als



beim Diplomstudium vermittelt. Vor allem Lehrveranstaltungen, die verstärkt Schlüsselkompetenzen wie Teamarbeit und problemorientiertes Handeln fördern (Projekte und Seminare), sind frühzeitig in das Studium integriert worden. Das Qualifikationsziel ist einerseits auf die Berufsbefähigung ausgerichtet, andererseits bildet der Abschluss „Bachelor of Science“ (B.Sc.) die Grundlage für den weiterführenden Masterstudiengang an der Universität Hannover oder einer anderen Universität.



### Übersicht über das Bachelorstudium

Im viersemestrigen Masterstudium (120 Leistungspunkte) wird von den Studierenden ein deutlich höherer Grad an eigenständiger wissenschaftlicher Arbeit gefordert, der sie in die Lage versetzt, entsprechende Entwicklungs- und Forschungsaufgaben in der Industrie oder in Forschungseinrichtungen eigenständig durchzuführen. Aufbauend auf einem Pflichtbereich im 7. Semester, der Aufbaumodule in Geodäsie und Geoinformatik enthält, wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben, sich in einem oder mehreren der sechs Fachgebiete der Geodäsie und Geoinformatik zu spezialisieren, wobei ein ganzer Bereich (Geodäsie oder Geoinformatik) nie vollständig abgewählt werden kann. Zentrales Element der Ausbildung ist ein zweisemestriges Projektseminar, in dem vor allem Methoden- und Sozialkompetenzen gefördert werden. In einem Wahlmodul wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben, interdisziplinäre Lehrveranstaltungen aus dem Angebot der Universität Hannover in Anspruch zu nehmen. Absolventen des Masterstudienganges werden

mindestens die gleiche Qualifikation wie Absolventen des vormaligen Diplomstudienganges besitzen und werden daher auch die gleichen Positionen auf dem Arbeitsmarkt einnehmen. Die Zulassung zur Vorbereitungszeit zum höheren technischen Verwaltungsdienst (Referendariat) kann durch geeignete Wahl der Module erreicht werden. Das Studium wird mit dem Abschluss „Master of Science“ (M.Sc.), der dem Diplomingenieur entspricht, abgeschlossen.

Aufbau	Wahlpflichtbereich	Masterarbeit
<p style="text-align: center;"><b>Aufbau</b> <b>fächer</b> <b>Geodäsie</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Ingenieurgeodäsie und geodätische Auswertemethoden</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Physikalische Geodäsie</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Positionierung und Navigation</div>	<p style="text-align: center;"><b>„Geodäsie“</b>      <b>„Geoinformatik“</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; display: inline-block; width: 45%;">Ingenieurgeodäsie und geodätische Auswertemethoden</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; display: inline-block; width: 45%;">Photogrammetrie und Fernerkundung</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; display: inline-block; width: 45%;">Physikalische Geodäsie</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; display: inline-block; width: 45%;">Geoinformatik und Kartographie</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; display: inline-block; width: 45%;">Positionierung und Navigation</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px; display: inline-block; width: 45%;">Flächen- und Immobilienmanagement</div> <p style="text-align: right;"><b>27 LP</b></p>	<p style="font-size: 2em; margin: 0;"><b>30 LP</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>Aufbau</b> <b>fächer</b> <b>Geoinformatik</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Photogrammetrie und Fernerkundung</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Geoinformatik und Kartographie</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">Flächen- und Immobilienmanagement</div> <p style="text-align: right;"><b>30 LP</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Projektseminar, Hauptseminar, Geodätische Exkursion</b></p> <p style="text-align: right;"><b>23 LP</b></p>	
	<p style="text-align: center;"><b>Wahlbereich</b> <b>„Studium Generale“</b></p> <p style="text-align: right;"><b>10 LP</b></p>	
		<p style="font-size: 2em; margin: 0;"><b>30 LP</b></p>

### Übersicht über das Masterstudium

Der Masterstudiengang wird zum Wintersemester 2008/2009 eingeführt. Zugangsvoraussetzung ist ein erster berufsqualifizierender Abschluss im Bereich der Geodäsie und Geoinformatik oder einem verwandten Studiengang.

Das Akkreditierungsverfahren wurde bei der ASIIN (Akkreditierungsagentur für Studiengänge der Ingenieurwissenschaften der Informatik und Naturwissenschaften e.V.) erfolgreich durchgeführt.

Die Einführung des neuen Studiensystems wurde im Wesentlichen von der Studienkommission, dem Studiendekan Prof. Dr.-Ing. Jürgen Müller und Dipl.-Ing. Matthias Neumann-Redlin vorbereitet und realisiert. Weitere Informationen zum Studiengang Geodäsie und Geoinformatik sind im Internet unter <http://www.vermessung.uni-hannover.de> abrufbar.

## Diplomandenfeier der Fakultät Bauingenieurwesen und Geodäsie

Am 14. Januar 2006 verabschiedete der Fachbereich Bauingenieur- und Vermessungswesen nun schon zum zwölften Mal seine Absolventinnen und Absolventen im Rahmen einer Feierstunde. Eingeladen wurden nicht nur die Absolventinnen und Absolventen des Jahres 2005, sondern auch die „Goldenen“ und „Silbernen“ Absolventinnen und Absolventen der Jahrgänge 1955 bzw. 1980 sowie - erstmalig in diesem Jahr - alle Doktoranden und Habilitanden der Fakultät dieser Jahrgänge.



Die Gruppe der Studierenden, die für besonderes Engagement in der Fachschaft ausgezeichnet wurden. V.l.: Erwin Kophstahl (Vorsitzender der Förderergesellschaft), Ingo Neumann, Sebastian Horst, Christian Koch, Dirk Menger, Frank Verwold, Christian Wünsch, Prof. Hansjörg Kutterer.

Das Jahrgangsbeste wurden Ingo Neumann (mit Auszeichnung), Doreen Landgraf und Dirk Menger geehrt.

Insgesamt haben folgende Studierende im Jahr 2005 ihren Abschluss gemacht:

Ansorge, Björn  
Grützner, Anne  
Jürs, Helge  
Martens, Dorith  
Puchala, Frank

Bolte, Sascha  
Hempfen, Christian  
Koch, Christian  
Menger, Dirk  
Schaefer, Jan Wilhelm

Drieschner, Nina  
Horst, Sebastian  
Landgraf, Doreen  
Neumann, Ingo  
Schramm, Matthias

<b>Diplom- und Studienarbeiten</b>
------------------------------------

**Geodätisches Institut****Diplomarbeiten:**

**Cristea, Cătălina:** Performance Analysis of the Automatic Target Recognition Integrated in Leica TCA 2003 Total Stations

Diese Diplomarbeit hatte als Ziel, die Leistungsfähigkeit der automatischen Zielerfassung (ATR) beim Leica TCA 2003 Tachymeter zu untersuchen. Ein Tachymeter dieses Typs, ausgestattet mit dem ATR-System, ist am Geodätischen Institut verfügbar. Nach einer einleitenden Vorstellung der Konzepte und Lösungen der bekanntesten Hersteller für die automatische Zielerfassung, stellt die Kandidatin im umfangreichsten Teil ihrer Arbeit, die einen ausgeprägten praktischen Charakter hat, die wichtigsten Ergebnisse der messtechnischen Untersuchungen vor. Diese beziehen sich auf den Einfluss des Prismentyps, der Prismenverdrehung, des Messmodus' für die Distanzen sowie des Streulichtes auf die Wiederholgenauigkeit des Instrumentes. Um die Herstellerangaben zur erreichbaren Genauigkeit bei der Richtungs- und Zenitwinkelmessung zu überprüfen, wurden mehrere Sätze manuell und automatisch mit unterschiedlichen Zielanordnungen gemessen. Die gewonnenen Erkenntnisse stimmten überwiegend mit den veröffentlichten Ergebnissen anderer Untersuchungen überein. Es traten jedoch im Falle der Einwirkung des Streulichtes und der kontinuierlichen Anzielung desselben Punktes über eine längere Zeit, wie sie etwa bei Monitoringaufgaben vorkommt, unerwartete Effekte auf, die eine Fortsetzung der Untersuchungen notwendig machen.

Für die Erstellung dieser Arbeit hatte die Kandidatin drei Monate zur Verfügung. Die Arbeit wurde in englischer Sprache verfasst. Sie entstand im Rahmen des Sokrates-Erasmus-Austauschprogramms mit der Fakultät für Geodäsie aus Bukarest.

(Betreuer: Dipl.-Ing. Hans Neuner)

**Drieschner, Nina und Martens, Dorit:**

„Untersuchung der Anlage und Wasserwirtschaft in Zisterzienserklöster am Beispiel des Kloster Loccum“

Die Zisterzienser erlangten durch ihre Kolonisationstätigkeit im 12. und 13. Jahrhundert, insbesondere in entlegenen Waldgebieten, Bedeutung. Sie

schufen landwirtschaftliche Musterbetriebe, förderten Obst- und Weinbau, Pferde- und Fischzucht, Bergbau und Wollhandel, trugen aber auch sehr zur Verbreitung und Blüte hochmittelalterlicher Kultur bei. Maßgebliches Kennzeichen des Ordens war die streng hierarchische Gliederung in Mutter- und Tochterklöster („Filiation“), wobei die Mutterklöster immer eine Aufsicht über die Tochterklöster hatten. Sie verfügten über eine gemeinsame Baukultur, die sich noch heute in einem verbindlichen Grundriss äußert. Das im Rahmen der Diplomarbeit untersuchte Zisterzienserkloster Loccum bei Nienburg wurde 1163 an einem bereits bestehenden Ort gegründet. Durch zahlreiche Schenkungen wurde das Kloster sehr wohlhabend und konnte eine geschlossene Grundherrschaft mit hoher Gerichtsbarkeit aufbauen, die unmittelbar dem Papst unterstand. Auch nach der Reformation blieb Loccum sowohl wohlhabend als auch selbständig. Seinen Besitz konnte es bis zu den Agrarreformen des 19. Jahrhunderts halten. Das Kloster wurde erst Ende des 16. Jahrhundert evangelisch, ohne sein klösterliches Erbe einzubüßen. Die Diplomarbeit beschäftigt sie sich mit den vermessungstechnischen Aufnahmen eines im Klosterforst Loccum befindlichen offenen Fließgewässers sowie eines unterhalb des eigentlichen Klostergeländes gelegenen Abwasserkanals. Im zweiten Teil der Arbeit erfolgt die Untersuchung der baulichen Anlagen von Zisterzienserklöstern sowie deren Wasserwirtschaft. Es wird der Idealplan der Zisterzienser für die bauliche Anlage ihrer Klöster dargestellt und anhand von Fallbeispielen Einflussfaktoren abgeleitet, aufgrund derer Abweichungen von diesem Plan erfolgen. Des Weiteren werden diverse Klosteranlagen bzgl. ihrer Wasserver- und -entsorgung untersucht. Anhand dieser Untersuchung erfolgt die Ableitung von Einflussfaktoren auf die Wasserwirtschaft der Klöster. Diesbezüglich wird die Anlage in Loccum überprüft sowie mit den Messergebnissen abgeglichen.

(Betreuerinnen: Dipl.-Ing. Andrea Heiker, Dipl.-Ing. Alexandra Weitkamp)

**Gottwald, Martin:** Umsetzung und Entwicklung des Integrierten ländlichen Entwicklungskonzeptes (IIEk)

Im Rahmen der Diplomarbeit wird das „Integrierte ländliche Entwicklungskonzept“ untersucht. Die Fördergrundsätze der Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes" wurden mit Wirksamkeit ab 01.01.2004 neu ausgerichtet. Dabei konnte insbesondere die bisherige Agrarstrukturelle Entwicklungsplanung (AEP) nach dem Gesetz über die Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes" (GAK) zu einem "Integrierten ländlichen Entwicklungskonzept" (IIEk) weiterentwickelt werden.

Anstelle der AEP als landwirtschaftliche Fachplanung mit Querschnittscharakter sind nunmehr die so genannten IIEks getreten, die den integrierten, querschnittsorientierten Ansatz stärken sollen. Damit wird die großräumige agrarstrukturelle Entwicklungsplanung alter Prägung weiter entwickelt. Das IIEk verfolgt einen wesentlich breiteren Ansatz als die AEP, deren Schwerpunkt bisher eher auf der Landwirtschaft und der mit der Landwirtschaft verknüpften Sektoren lag. Es dient der Einbindung der Land- und Forstwirtschaft in den Prozess zur Stärkung der gesamten regionalen Wirtschaft.

Die Arbeit setzt sich mit Anforderung, Ablauf sowie Beteiligte und Fördergrundsätze auseinander, um die Verknüpfung mit weiteren Instrumenten der Landentwicklung darstellen zu können. Unter anderem wird herausgearbeitet, welche Maßnahmen für die verschiedenen Akteure förderfähig sind. Ergebnis ist eine Handlungsempfehlung zum Umgang mit dem IIEk.

(Betreuerin: Dipl.-Ing. Alexandra Weitkamp)

**Horst, Sebastian:** Geodätische Beiträge zur Überwachung von Windenergieanlagen

Für die Planung von Windenergieanlagen (WEA) mit stetig wachsenden Dimensionen ist die rechnerische Simulation von Betriebslasten, auch hinsichtlich der Optimierung des Materialbedarfs, unverzichtbar geworden. Eine Grundlage dafür liefert die messtechnische Erfassung des jeweiligen Betriebszustandes. In der Diplomarbeit wurde untersucht, welchen Beitrag die Ingenieurgeodäsie mit ihren Mess- und Auswerteverfahren dazu leisten kann.

Die Verformung des Turmes einer WEA bei unterschiedlichen Windbelastungen wurde mit verschiedenen Sensoren, wie Neigungsmesser, motorisierten Tachymetern, GPS und Nivelliere erfasst. Der Schwerpunkt der Auswertungen wurde auf die Analyse von kurzfristigen Variationen der Windenergieanlage gelegt. Mit Methoden der Zeitreihenanalyse wurden die Eigenfrequenzen des Turmes identifiziert und für verschiedene Zustände der Anlage deren Amplituden ermittelt. Eine statische Berechnung der Biegelinie des Turmes ermöglichte für einen einfachen Anlagenzustand einen abschließenden Vergleich der Messwerte mit dem bautechnischen Modell. Es wurde zudem, soweit dies aus den über einen Zeitraum von 10 Tagen angelegten Messungen möglich war, auch eine langperiodische Variation aufgedeckt.

Es hat sich gezeigt, dass eine ingenieurgeodätische Überwachung, bei intensiver Beschäftigung mit hochfrequent messenden Sensoren und adäquaten Auswertemodellen, möglich ist.

(Betreuer: Dipl.-Ing. Rainer Heer, Dipl.-Ing. Hans Neuner)

**Landgraf, Doreen:** Naturschutz in Flurbereinigungsverfahren - dargestellt an Fallbeispielen

In jüngster Zeit wird den Belangen des Naturschutzes und der Landschaftspflege in Flurbereinigungsverfahren immer mehr Bedeutung beigemessen. Vor dem Hintergrund sich verändernder gesellschaftlicher Rahmenbedingungen für den ländlichen Raum erfolgt eine Neuorientierung und Ausrichtung der Flurbereinigung. Für die Erhaltung naturnaher Lebensräume und natürlicher Lebensgrundlagen werden verstärkt Umwelt- und Naturschutz- sowie Landschaftspflegemaßnahmen im Rahmen der Flurbereinigung umgesetzt und dauerhaft gesichert. Die Verfahren nach dem Flurbereinigungsgesetz (FlurbG) stellen Instrumente der integrierten ländlichen Entwicklung bereit. Diese Verfahren bieten vielfältige Möglichkeiten zur Umsetzung von Zielen des Umwelt- und Naturschutzes sowie der Landschaftspflege, wie z. B. Flächenbereitstellung und -tausch zur Ausweisung von Schutzgebieten, Gewässerstrandstreifen oder Flächen für Biotop. Im Rahmen der Diplomarbeit werden die verschiedenen Verfahrensarten nach den §§ 86, 87 sowie 91 gegenübergestellt und hinsichtlich der Umsetzung von Belangen des Naturschutzes und der Landschaftspflege sowie der Einleitung von Verfahren zu diesem Zweck überprüft. Mit Hilfe von Fallbeispielen aus verschiedenen Bundesländern werden die Verfahrensweisen der Flurbereinigungsbehörden für die jeweiligen Verfahrensarten aufgezeigt und analysiert. Die Ergebnisse werden in einer Handlungsempfehlung für die Verwaltung zusammengefasst.

(Betreuerin: Dipl.-Ing. Alexandra Weitkamp)

**Menger, Dirk:** Untersuchungen zur feldtauglichen Überprüfung von Laserscannern

Um dezidierte Aussagen über die Genauigkeit der Mess- und Auswertergebnisse von Laserscannerdaten treffen zu können, ist eine Identifizierung der genauigkeitsrelevanten und –begrenzenden Faktoren notwendig. Dies kann je nach Anwendung sowohl vor als auch nach der Messung im Felde erfolgen. Für eine Entscheidung über die Einsatzbereitschaft von Laserscannern vor Ort werden feldtaugliche Prüf- und Kalibrierverfahren für diese Systeme benötigt. In der vorgelegten Diplomarbeit wurden nicht nur die reine Streckenmessgenauigkeit sondern auch weitere Fehlerquellen terrestrischer Laserscanner und Einflüsse der aufzunehmenden Objekte im Hinblick auf deren flächenhafte Erfassung untersucht. Hierfür wurden sowohl die geometrische Richtigkeit der 3D-Koordinaten über das Gesichtsfeld als auch die von Material und Oberflächenbeschaffenheit des Objektes abhängige Signalqualität sowie meteorologische Daten inner- und außerhalb des Gerätes betrachtet. Als Ergebnis der Arbeit wurden Ansätze für eine Kalibrierprozedur für Laserscanner

im Felde präsentiert. Zudem wurde ein dreidimensionales Kalibrierfeld am Hochhaus Appelstraße der Universität Hannover hochgenau eingerichtet.



3D-Testfeld für  
terrestrische  
Laserscanner  
am MZG

(Betreuer: Dipl.-Ing. Christian Hesse)

### **Puchala, Frank:** Statistische Untersuchungen für die industrielle Nahbereichsphotogrammetrie

In der industriellen Messtechnik wird die Nahbereichsphotogrammetrie für verschiedene Aufgaben genutzt. Zu vermessende Objekte werden mit einer oder mehreren Kameras aus verschiedenen Richtungen aufgenommen. In einer gemeinsamen Ausgleichung, der Bündelblockausgleichung, werden Objektkoordinaten sowie Kamerapositionen und -orientierungen als Parameter nach dem Prinzip der kleinsten Quadrate geschätzt. Der funktionale Zusammenhang zwischen Bildkoordinaten, Objektkoordinaten und Orientierung der Kameras wird durch die Kollinearitätsgleichungen realisiert. Durch die Einführung der VDI-Richtlinie 2634, Blatt 1 als Abnahme- und Überwachungsvorschrift zeigt sich, dass die innere Genauigkeit, die beispielsweise als Ergebnis der Bündelblockausgleichung in Form von Standardabweichungen ausgedrückt wird, in der Regel kleinere Werte als die äußere Genauigkeit annimmt, also zu optimistisch geschätzt wird.

An dieser Stelle setzte die Diplomarbeit ein, die in Kooperation mit der Firma GOM (Gesellschaft für optische Messtechnik, Braunschweig) durchgeführt wurde. Es wurden sowohl das funktionale als auch das stochastische Modell der Bündelblockausgleichung untersucht, um mögliche Ursachen für die Diskrepanz zwischen äußerer und innerer Genauigkeit aufzudecken. Ein besonderes Augenmerk lag dabei auf der statistischen Untersuchung der Ausgleichungsergebnisse und der Modellierung der Abbildungsfehler. Zu diesem Zweck wurde ein Bündelblockausgleichungsprogramm mit Matlab programmiert, um Zugriff auf alle wesentlichen Matrizen zu bekommen und weitergehende statistische Analysen und Modellvarianten implementieren zu können. Darauf aufbauend wurden die angesprochenen Untersuchungen anhand numerischer Analysen durchgeführt.

(Betreuer: Dipl.-Ing. Dirk Eling, Prof. Dr.-Ing. Hansjörg Kutterer)



**Tache, Ana:** Performance Analysis of Various GPS Receivers

Obwohl die GPS-Messungen bereits als etabliertes Messverfahren in vielen Bereichen der Geodäsie gelten und für Aufgaben mit den unterschiedlichsten Genauigkeitsanforderungen erfolgreich eingesetzt werden, setzen die Hersteller die Entwicklung neuer Empfängertechnologien unvermindert fort. Wie sich diese Entwicklungen in der Qualität der Ergebnisse bemerkbar machen, sollte von der Kandidatin herausgearbeitet werden. Im Rahmen einer mehrtägigen Kampagne, in der verschiedene neuere und ältere Empfängertypen der Hersteller Trimble, Leica, Javad, Zeiss und Ashtech zum Einsatz kamen, wurde die Datengrundlage für diese Analyse geschaffen. Um softwarespezifische Einflüsse zu vermeiden, wurden die Daten mit der gleichen Software, ausgewertet. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Systemen wurden anhand des Signal zu Rausch Verhältnisses und der erreichten inneren und äußeren Genauigkeit bei der statisch und kinematisch ausgewerteten Einzelpunkt- und differenziellen Positionierung festgestellt und bewertet. Abschließend wurden die Korrelationslängen der Residuen nach der differenziellen Positionierung gegenübergestellt.

Für die Erstellung dieser Arbeit hatte die Kandidatin drei Monate zur Verfügung. Die Arbeit wurde in englischer Sprache verfasst. Sie entstand im Rahmen des Sokrates-Erasmus-Austauschprogramms mit der Fakultät für Geodäsie aus Bukarest.

Betreuer: Dipl.-Ing. Rainer Heer, Dipl.-Ing. Hans Neuner)

**Verwold, Frank:** Bodenrichtwertermittlung in Lagen mit Marktfunktion der Region Hannover

Die Diplomarbeit beschäftigte sich mit Verfahren zur Ermittlung von Bodenrichtwerten in Lagen mit Marktfunktion der Region Hannover. Da in den Innenstadtlagen nur wenige Kauffälle vorliegen, erwies es sich als schwierig, qualifizierte Indexreihen abzuleiten und somit auch Bodenrichtwerte anzupassen, um im Ergebnis Markttransparenz zu schaffen. Anstelle der Ermittlung der Bodenrichtwerte durch Vergleichspreise galt es Modelle aufzuzeigen, die eine gesicherte Bodenrichtwertermittlung aus anderen Daten wie z. B. Erdgeschossmieten zulassen. Im Rahmen der Arbeit wurde eine Befragung der Geschäftsinhaber verschiedener Innenstädte der Region durchgeführt. Da lediglich eine geringe Beteiligung trotz intensiver Aufklärungsarbeit zu verzeichnen ist, ist das Datenmaterial nicht umfangreich. Aus dem Ergebnis der Rückläufe wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt, die aufgrund der geringen Rückläufe von Fragebögen statistisch unsicher ist. Mit Hilfe der dort ermittelten Daten ergab sich zwar eine Abhängigkeit der Erdgeschossmiete von Lage und Schaufensterausprägung, allerdings konnte

die signifikante Abhängigkeit vom Bodenrichtwert – die sich in vorher durchgeführten Verfahren ergeben hat – für Lagen mit Marktfunktion in der Region Hannover nicht nachgewiesen werden. Anhand eines zweiten Verfahrens wurde die Abhängigkeit der Bodenrichtwerte von verschiedenen Einflussfaktoren, die der Automatisierten Kaufpreissammlung, statistischen Berichten u. ä. entnommen werden, untersucht. Ergebnis dieser Untersuchung war die signifikante Abhängigkeit des Bodenrichtwertes von der Entfernung zur Hannoverschen Innenstadt (Kröpcke), dem Bodenrichtwert für Wohnen und der Kaufkraft der jeweiligen Lage. Auf die Ergebnisse der beiden Verfahren gründend, wurden Aussagen zu Veränderungen der Bodenrichtwerte der einzelnen Lagen mit Marktfunktion vorgenommen.

(Betreuerin: Dipl.-Ing. Alexandra Weitkamp)

### **Studienarbeiten:**

**Dembeck, Juliane:** Business Improvement District (BID) am Beispiel Hamburg

Die Studienarbeit untersucht die deutsche Umsetzung des Business Improvement Districts (BID) - eine in den USA entwickelte Methode, um den Handel in bestimmten Gebieten durch Finanzierung und Management zu verbessern, damit die Konjunktur wiederhergestellt oder unterstützt wird. Die Maßnahmen im BID finanzieren sich durch die Eigentümer im Bezirk, die einer Veranlagung zusätzlich zur Grundsteuer zustimmen, welche für Verbesserungen innerhalb ihres Bezirkes verwendet werden. Die Gemeinde sammelt die veranschlagten Geldmittel und unterstützt damit den BID, was zu einer Erhöhung und Erweiterung des traditionell nicht durch die Verwaltung abgedeckten Services führt.

Mit dem „Gesetz zur Stärkung der Einzelhandels- und Dienstleistungszentren“ in Hamburg ist erstmals in Deutschland der Versuch gemacht worden, die Selbstorganisation der lokalen Händler und Dienstleister durch einen gesetzlichen Rahmen nach dem Vorbild der nordamerikanischen BIDs zu unterstützen. In festgelegten Bereichen zur Stärkung der Innovation von Einzelhandels- und Dienstleistungszentren (Innovationsbereichen) können in einem begrenzten Zeitraum Verbesserungsmaßnahmen durchgeführt werden. Der Aufwand wird auf die begünstigten Grundstückseigentümer umgelegt. Die Arbeit setzt sich mit dem hamburgischen Gesetz auseinander und vergleicht die Struktur eines BID in Nordamerika mit der deutschen Umsetzung.

(Betreuerin: Dipl.-Ing. Alexandra Weitkamp)

**Duensing, Sabrina:** Planung in den USA – dargestellt an ausgewählten Fallbeispielen

Alle Staaten der USA verfügen über ein Ermächtigungsgesetz bzgl. Planung und Einteilung der Flächennutzung. Über Ermächtigungsgesetze delegiert der Bundesstaat seine rechtmäßige Befugnis, Planung und Einteilung der Flächennutzung betreffend, auf die gemeindliche Ebene, jedoch unter Vorgabe bestimmter Mechanismen und Prozeduren.

Gemeinden unterliegen jedoch oftmals anderen Prozeduren und institutionellen Strukturen als der Staat. Im Bereich Planung und Einteilung der Flächennutzung werden sie daher an Stelle des Staates oder unter staatlichen Statuten tätig.

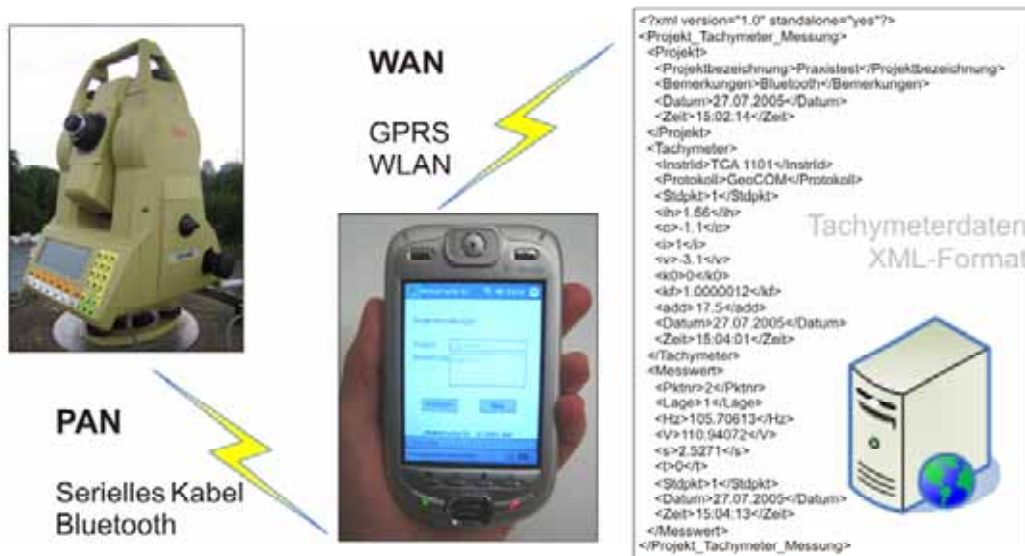
Viele gemeindliche Kooperationen begannen im Rahmen der gemeindlichen Selbstverwaltungshoheit schon vor dem Erlass eines Ermächtigungsgesetzes mit Planung und Einteilung der Flächennutzung.

Im Rahmen der Studienarbeit werden die rechtlichen Grundlagen der USA für die Bundes-, Landes- und Stadtplanung auf den verschiedenen Ebenen dargestellt. Dazu wird das Planungsverfahren kurz erläutert. Anhand ausgewählter Bundesstaaten werden Planungsverfahren sowie verschiedene Umsetzungsstrategien für die räumliche Planung erläutert. Als Ergebnis wird die amerikanische Planung mit der deutschen Systematik verglichen und in ihrer Realisierung gegenübergestellt.

(Betreuerin: Dipl.-Ing. Alexandra Weitkamp)

**Paffenholz, Jens-Andrè:** Untersuchungen zur Übertragung von Tachymeterdaten in Personal- und Wide-Area Networks (PAN/WAN)

Mit mobilen Sensoren erfasste Daten können in der Regel erst mit einer zeitlichen Verzögerung, zum Beispiel nach Abschluss der Messung, ausgewertet und analysiert werden. Eine zeitnahe Auswertung und Analyse, die insbesondere bei zeitkritischen Aufgaben eine entscheidende Rolle spielt, erfordert das unmittelbare Übertragen der Sensordaten nach der Erfassung auf einen zentralen Auswertecomputer. Im Rahmen der Studienarbeit ist das Programm *PDA@Tachy* entstanden, welches die Datenerfassung und -übertragung über Bluetooth, WLAN und GPRS beherrscht. Bei der Datenübertragung zwischen dem Tachymeter und dem PDA kommt die Funktechnologie Bluetooth zum Einsatz. Bei der Verbindung zwischen dem PDA und einem Webserver kommen ebenfalls drahtlose Technologien zum Einsatz. Je nach Verfügbarkeit kann zwischen GPRS und WLAN gewählt werden. Das Programm unterstützt Leica Tachymeter, die sich über das GSI-Protokoll beziehungsweise den *GeoCOM*-Befehlssatz ansteuern lassen.



### Drahtlose Datenübertragung zwischen Tachymeter und PDA

(Betreuer: Dipl.-Ing. Christian Hesse)

### **Strübing, Thorsten:** Untersuchungen zur Genauigkeit der Erkennung von Laserscanner-Zielmarken

Der wesentliche genauigkeitsbeeinflussende Faktor bei der Verknüpfung von Laserscans ist die Genauigkeit der Erkennung von Laserscanner-Zielmarken, insbesondere im Hinblick auf eine angestrebte Automatisierung des Auswerteprozesses. Abhängig vom Hersteller werden Kugeln, Zylinder und ebene Zielmarken verwendet.

Im Rahmen dieser Studienarbeit wurden Messungen auf eine große Anzahl unterschiedlicher Typen von Zielmarken durchgeführt. Unterscheidungsmerkmale waren Form, Größe, Material, Oberflächenrauigkeit und Objektfarbe. Die Mittelpunktswerte der identischen Punkte wurden mit Hilfe der Softwarepakete Z+F Laser Control 6.6.1.0 und Leica Cyclone 5.3 bestimmt und miteinander verglichen. Eine im Gauß-Helmert Modell programmierte eigene Ausgleichung mit Ausreißerdetektion für Kugel und ebene Zielmarke diente hierbei als Referenz.

(Betreuer: Dipl.-Ing. Christian Hesse)

### **Institut für Erdmessung**

**Koch, Christian:** Implementierung eines neuen Integrators in die „Lunar Laser Ranging“-Auswertesoftware und Erzeugung von Standardlösungen der zu bestimmenden Zielparameter

Lasermessungen zum Mond (Lunar Laser Ranging LLR) werden seit 1969 bis heute regelmäßig durchgeführt. Aus der Analyse der LLR-Beobachtungen lässt sich eine Vielzahl von Parametern der Erde-Mond-Dynamik bestimmen, z.B. Stations- und Reflektorkoordinaten, Masse des Erde-Mond-Systems, Mondschwerefeld, Gezeitenbeschleunigung, langfristige Nutations- und Präzessionsterme, Erdrotationsgrößen und vor allem auch relativistische Parameter. Dies erfordert die Modellierung der Beobachtungsgleichungen in entsprechender nach-Newtonscher Ordnung und die Berechnung der einzelnen Modellteile sowie die Lösung der Bewegungsgleichung durch numerische Integration mit ausreichender Genauigkeit. Seit Mitte der 80er Jahre des vergangenen Jahrhunderts wurden und werden in Deutschland entsprechende LLR-Analyse-Programme entwickelt.

Aufgabe dieser Diplomarbeit war es, einen neuen Integrator, der auf Fortran90 basiert, zu implementieren, um die numerische Integration der Ephemeriden und der partiellen Ableitungen mit der erforderlichen Genauigkeit zu gewährleisten. Anschließend sollte eine neue Standardlösung für die zu bestimmenden Zielparameter unter Nutzung aller verfügbaren LLR-Beobachtungen bis 2005 erstellt und gezielt die Bestimmung relativistischer Parameter näher untersucht werden. Die Umsetzung dieser Aufgabe ist exzellent gelungen. Das Institut für Erdmessung hat nun wieder ein LLR-Auswertesoftware auf internationalem Standard zur Verfügung.

(Betreuer: Prof. Dr.-Ing. J. Müller)

### **Studienarbeiten**

#### **Ilka Rehr: Kalibrierung eines elektronischen Präzisionsverschlusses**

Im Rahmen der Studienarbeit von Ilka Rehr wurde das Bewegungsverhalten des elektronischen Präzisionsverschlusses Melles-Griot UTS 203, der im Hannoverschen Zenitkamarasystem TZK2-D zum Einsatz kommt, detailliert untersucht. Schwerpunkte der auf der Diplomarbeit von Rene Käker aufbauenden Arbeit wurden auf die Untersuchung der asymmetrischen Verschlussfunktion, die Berücksichtigung des Temperatureinflusses sowie die experimentelle Bestimmung der zufälligen und systematischen Fehler bei der Verschlusskalibrierung gelegt. Die bereits früher entwickelte Kalibrierprozedur wurde von Ilka Rehr verfeinert und kann nun routinemäßig innerhalb weniger Stunden auf dem Genauigkeitsniveau von 1 ms durchgeführt werden. Die gewonnenen Erkenntnisse sind von Bedeutung für die hochgenaue Bestimmung der Belichtungsepochen und damit für die präzise astronomische Längenbestimmung mit dem Zenitkamarasystem TZK2-D.

(Betreuer: Dr.-Ing. C. Hirt)

**Rene Gudat:** Untersuchungen zur automatischen Horizontierung einer digitalen Zenitkamera

Am Institut für Erdmessung wurde eine automatische Prozedur für die Horizontierung der digitalen Zenitkamera entwickelt, um die Rüstzeit bei Zenitkameramessungen zu verkürzen und die Kamera rechnergestützt besonders präzise in der Lotrichtung einrichten zu können. Im Rahmen der Studienarbeit hat Rene Gudat die neue Prozedur mit der Zielsetzung untersucht, die zahlreichen Steuerparameter zu optimieren und dadurch eine möglichst rasche Horizontierung der Kamera zu erreichen. Teilaufgaben der Arbeit waren die sorgfältige Kalibrierung der elektronischen Motorzylinder, die Untersuchung von elektronischen Pulsfolgen für die Zylindersteuerung sowie die optimale Abstimmung der genutzten Pulssequenzen, um die Horizontierung gleichzeitig in beiden Achsen durchführen zu können. Die Resultate der Studienarbeit sind direkt in das Zenitkameraprojekt des Instituts für Erdmessung eingeflossen.

(Betreuer: Dr.-Ing. C. Hirt)

**Michael Nierychlo:** Zeitliche Veränderungen der Meerestopographie der Baltischen See

Die nacheiszeitliche Landhebung Fennoskandiens wird am IfE seit 2003 mit absolutgravimetrischen Messungen bestimmt. Die auf einer Station gemessene Schwere wird von vielen Faktoren beeinflusst. So müssen an die rohen Messungen Reduktionen (z.B. Gezeiten, Polbewegung, Luftdruck) angebracht werden, um die Schwereänderung auf Grund der Landhebung zu erhalten. Für die Messungen in Fennoskandien kommt noch ein weiterer wichtiger Einflussfaktor hinzu, der Auflasteffekt der Wassermassen des Baltischen Meeres.

Die Aufgabe für Michael Nierychlo bestand darin, die Faktoren und Ursachen der Änderung der Meeresflächentopographie der Baltischen See aus vorhandener Literatur zusammenzutragen. Er hat die wichtigsten Fragestellungen herausgearbeitet und einen Überblick über das Meeresspiegelverhalten der Baltischen See gegeben. Zum Beispiel ändert sich der Wasserstand an den Küsten des Bottnischen und Finnischen Meerbusens um 2 bis 3 m. Bei Helsinki (Finnland) wirkt sich eine Änderung des Meeresspiegels von einem Meter mit  $31 \text{ nm/s}^2$  aus. Aufbauend auf diesen Grundlagen können am IfE weiterführende Untersuchungen zur Reduktion der Auflast der Baltischen See gemacht werden.

(Betreuerin: Dipl.-Ing. Olga Gitlein)

## Institut für Kartographie und Geoinformatik

### **Diplomarbeiten:**

**Bolte, Sascha:** Automatische Interpretation von 3D-Gebäudeteilen,

Im Bereich der virtuellen 3D-Stadtmodelle werden für verschiedene Anwendungen verschiedene Level of Detail des selben Modells benötigt. Geringer detaillierte Modelle können durch Generalisierung aus hochdetaillierten Modellen abgeleitet werden. Um ansprechende Ergebnisse zu erzielen, sollte die Semantik der Objekte bei der Generalisierung berücksichtigt werden. Die Semantik von Gebäudeflächen ist auch für die automatische Texturierung und die automatische Beschriftung von 3D-Gebäudemodellen interessant.

In der Arbeit wird eine Möglichkeit dargestellt, die mit einfachen Mitteln die Semantik von vor- oder zurückspringenden Gebäudeteilen automatisch bestimmt. Dabei werden die Gebäudeflächen und die aus einer Segmentierung erhaltenen Gebäudeteile anhand ihrer Lage und Form interpretiert. So ist es möglich Flächen zum Beispiel als Dach, Wand oder Teile als Fenster oder Schornstein zu klassifizieren.

(Betreuer: Dipl.-Ing. Frank Thiemann)

**Jürs, Helge:** GIS basierte Verwaltung einer bauhistorischen Messkampagne am Beispiel des antiken Theaters von Patara

Die Bedeutung von Geoinformationssystemen im Bereich der Bauhistorik nimmt immer weiter zu. Dabei wurden bisher insbesondere die vielen Möglichkeiten der Präsentation ausgenutzt. Diese Arbeit beschäftigt sich neben dem reinen Visualisierungsaspekt, schwerpunktmäßig mit der Verwaltung einer bauhistorischen Messkampagne am Beispiel des antiken Theaters von Patara beschrieben. Dabei wird auf das Konzept des neuen GIS, die unterschiedlichen Sensoren, dessen Weiterverarbeitung, Schnittstellen, neue Funktionalitäten und das zugrundeliegende Datenmodell eingegangen.

Die Idee ist es, alle Steine, die nicht fest an ihrer ursprünglichen Position innerhalb des Theaterbereiches liegen, zu erfassen, um diese anschließend analysieren zu können. Dazu werden alle Steine, die in ihren Ausmaßen offen liegen, markiert und nummeriert, um sie später unterscheiden und der Fundstelle zuordnen zu können. Zur genauen Analyse werden verschiedene Sensoren eingesetzt. Zur Wahl stehen der Laserscanner, die Kamera und das traditionelle Handaufmaß. Es hat sich herausgestellt, dass durch den Einsatz

mehrerer unterschiedlicher Geräte die Erfassung und die Dokumentation verbessert werden konnte.

Das fertig gestellte Datensatz kann mit Hilfe der Software ArcGIS der Firma ESRI realisiert und umgesetzt werden. Um die Eigenschaften der Steine in einer übersichtlichen Art und Weise anzeigen zu können, werden die Informationen aus der Datenbank herausgesucht und in einem übersichtlichen Fenster angezeigt. Die praktischen Einsatzmöglichkeiten der GIS basierten Verwaltung werden durch verschiedene Beispiele beschrieben.

(Betreuer: Dipl.-Ing. Jan-Hendrik Haurert)

### **Sascha Kuhnt:** Kartographische Visualisierung von Landmarken

Landmarken sind ein elementarer Bestandteil in der menschlichen Navigation, jedoch noch kein fester Bestandteil der Navigationsdaten für Navigationssysteme. Um die Systeme den menschlichen Erfordernissen anzupassen, werden daher in der Forschung Verfahren entwickelt, diese Objekte automatisch aus anderen Datenbeständen zu extrahieren. Um dem Nutzer die entsprechenden Informationen erfolgreich präsentieren zu können, werden adäquate kartographische Visualisierungen für die Landmarken benötigt. In der Diplomarbeit sollten Darstellungen für Gebäudelandmarken entworfen werden, die speziell auf die Anforderungen eines mobilen Gerätes (PDA, Handy, etc.) für die Fußgängernavigation zugeschnitten sind.

Dazu wurden u.a. Klassifizierungsmöglichkeiten für Gebäude gesucht, die deren Gebäudemerkmale am besten zuordnen und beschreiben. Darauf aufbauend werden verschiedene Darstellungsmöglichkeiten für Gebäudelandmarken entwickelt, um die optimale Darstellungsform einer Gebäudegruppe zu erhalten. Die Darstellungen reichen je nach Abstraktionsgrad von photorealistischen Abbildungen bis hin zu einfach strukturierten Symbolen.



Abstraktionsgrade vom Photo bis zur Textrepräsentation

Anhand eines Designkonzepts in Form einer Design-Matrix wird versucht, einer Gebäudegruppe möglichst eine optimale Darstellungsform zuzuordnen.



Zusätzlich wurden die gewählten Darstellungsformen der betrachteten Gebäudegruppen mittels eines Nutzertests an Probanden getestet, um die Entwürfe und damit die Design-Matrix zu überprüfen.

(Betreuerin: Dipl.-Ing. Birgit Elias)

**Wünsch, Christian:** Entwicklung einer Schnittstelle für den Zugriff auf eine Multirepräsentations-Datenbank (MRDB)

Eine Multirepräsentations-Datenbank (MRDB) beinhaltet verschiedene Repräsentationen, oder in diesem Fall Auflösungen, des selben Objektes der realen Welt. Um eine flexible Darstellung von digitalen Karten über das Internet zu ermöglichen, ist es sinnvoll, eine solche Multirepräsentations-Datenbanken zu verwenden. Für die Steuerung des Zugriffs auf die Daten wird eine Schnittstelle zwischen Anwendung und Datenbank benötigt. Das Ziel der Diplomarbeit ist es, eine solche Schnittstelle zu erstellen. Die Aufgabe der Schnittstelle ist es, für verschiedene Ansprüche und Abfragen Regeln aufzustellen, um die jeweils benötigten Daten aus der Datenbank zu selektieren. Mit Hilfe dieser Regeln ist es den Anfragen möglich, zu entscheiden welche Informationen benötigt werden. Diese Regeln sollen flexibel gestaltet werden, damit sie jederzeit auf die verschiedensten Nutzersituationen angepasst werden können. Zum Erstellen der Regeln werden Java-Programme und verschiedene SQL-Abfragen verwendet.

(Betreuer: Dipl.-Ing. Mark Hampe)

**Jacobsen, René:** Fusion von GPS und Videosequenzen für die Fußgängernavigation

Ein neuartiges Konzept der Fußgängernavigation basiert auf georeferenzierten Wegvideos. Hierbei werden aus einer Videosequenz die Bewegungen der Kamera getrackt. Für die absolute Positionierung ist weiterhin ein GPS System erforderlich. In dieser Arbeit wurden die Möglichkeiten des Videotracking untersucht. Dabei wurden verschiedene Pfade zeitgleich mit einer Videokamera und einem GPS System erfasst.

Zunächst wurden die Videosequenzen computertechnisch in einen Kamerapfad umgewandelt. Die Software rekonstruiert dabei den während der Aufzeichnung zurückgelegten Weg in einem lokalen Koordinatensystem. Die GPS-Positionsdaten liegen dagegen in einem georeferenzierten Koordinatensystem vor. Durch eine räumliche Ähnlichkeitstransformation kann der lokale Kamerapfad an den globalen GPS-Pfad über eine vermittelnde Ausgleichung angepasst werden. Die hierzu erforderliche Bestimmung von identischen

Punkten in beiden Pfaden erfolgt über eine zeitliche Synchronisation der aufgenommenen Daten. Ferner wurde in der Arbeit die Genauigkeit der Kamerapfade bewertet. Dabei wurden die Ergebnisse mit Referenzwerten verglichen. Begrenzender Faktor ist hauptsächlich die Qualität der Videoaufzeichnung. Ohne zusätzliche Bildstabilisierung sind schlechtere Ergebnisse zu erwarten. Eine praktische Anwendung der georeferenzierten Wegvideos ist die Möglichkeit, künstliche Objekte oder Beschriftungen in die Videosequenzen einzublenden.

(Betreuer: Dipl.-Ing. Christoph Dold)

**Tauber, Stefan:** Untersuchung zur Mess- und Registriergenauigkeit des Laserscanners Riegl LMS Z360i

Bei der Erfassung und Modellierung von regelmäßigen (z.B. Fabrikanlagen, Rohleitungen etc.) und unregelmäßigen Objekten (z.B. Denkmälern und anderen Freiformflächen) haben Laserscanner in den vergangenen Jahren eine immer größere Bedeutung erlangt. Zur Anfangszeit wurde in zahlreichen wissenschaftlichen Publikationen über die neue Technik noch mit euphorischen Vokabeln wie: "rationell, flächendeckend, mit sehr hoher Genauigkeit" berichtet. Nun ist bei vielen Anwendern Ernüchterung eingetreten, da die Herstellerangaben zur Genauigkeit meist wenig verlässlich und vergleichbar sind und die typischen Probleme der Technologie selten angesprochen werden. Das Ziel dieser Diplomarbeit ist die Überprüfung der oft spärlichen Genauigkeitsangaben des Herstellers und das Bestimmen von weiteren Genauigkeitsangaben anhand von geeigneten Testmessungen. Zusätzlich können durch geeignete Material- und Umgebungsbedingungen bestimmte Messaufgaben nachgestellt werden, die dann mit genaueren Messmethoden überprüft werden können. Ob die Herstellerangaben zur Genauigkeit korrekt oder doch zu optimistisch sind, kann der interessierte Leser anhand der Ergebnisse dieser Diplomarbeit nachvollziehen.

(Betreuer: Dipl.-Ing. Christoph Dold)

### **Studienarbeiten:**

**Köpcke, Julia und Horn, Marion:** Navigation mit Landmarken (für PDA)

Die Studienarbeit erweiterte die bestehenden Ergebnisse der Diplomarbeit „Untersuchungen zur web-basierten Präsentation von Geodaten unter



Routing mit Landmarken

Anwendung von XML und SVG“ (Insa Wolf, 2001). In jener Arbeit wurde eine Standortkarte der Universität mit Vektordatenformat SVG erstellt und mit einer Routing-Applikation verknüpft. Im Rahmen der Studienarbeit wurden die bestehenden Software-Module genutzt, um eine SVG-Karte für das Innenstadtgebiet der Stadt Hannover mit Anzeigefunktionalität für Straßen- und Gebäudenamen zu erstellen. Alle relevanten Landmarken für dieses Gebiet sind manuell erfasst und einzelnen Kreuzungen zugeordnet worden. Das Routing-Modul wurde so modifiziert, dass für jeden Kreuzungspunkt in der Route Landmarken angegeben werden, wenn diese vorhanden sind. Die Landmarken werden automatisch in die textbasierte Ausgabe der Wegbeschreibung eingebettet.

(Betreuer: Dipl.-Ing. Birgit Elias)

### **Institut für Photogrammetrie und GeoInformation**

#### **Diplomarbeiten:**

**Anne Grützner:** Untersuchungen zum Potential des Messsystems TraceCam der Firma Aicon 3d Systems GmbH bei der Dummypositionierung in Fahrzeugsicherheitsversuchen

In der Automobilindustrie muss die Positionierung von Dummies bei Fahrzeugsicherheitsversuchen möglichst reproduzierbar und mit vertretbarem Aufwand vorgenommen werden. Das Produkt TraceCam der Firma AICON 3D Systems GmbH ermöglicht auf der Basis eines Mehrkameranystems die

Positionierung und Einmessung der Dummies in Echtzeit. Im Rahmen dieser Arbeit sollte die Leistungsfähigkeit des Systems genauer untersucht und bewertet werden. Aufgrund der gekapselten Softwarelösung war die Klärung spezieller Fragen zwar nicht in allen Fällen möglich, die automatisierte Kalibrierung des Vier-Kamera Systems konnte jedoch ebenso erfolgreich durchgeführt werden, wie die Messung eines dreidimensionalen Testfeldes mit anschließender Überprüfung der Längenmessabweichungen an angewählten Kontrollstrecken. Im Abstand von 2.3 m konnten Standardabweichungen in allen drei Koordinatenrichtungen im Bereich von 0.5 – 1.0 mm erreicht werden.

(Betreuer: Dr.-Ing. M. Wiggenhagen)

**Christian Hempen:** Untersuchung des auftretenden Genauigkeitsverlustes beim Übergang von einer unregelmäßig verteilten Punktmenge zu einem regelmäßigen DGM-Gitter

Digitale Geländemodelle werden im Allgemeinen in Form von regelmäßigen Punktrastern vorgehalten. Diese werden zunehmend aus Laserscannermessungen abgeleitet. Im Rahmen der Berechnung des regelmäßigen Gitters aus den unregelmäßig verteilten Laserpunktdateen tritt ein Genauigkeitsverlust auf. Ziel dieser Untersuchung ist es, diesen Genauigkeitsverlust in Abhängigkeit von den qualitativen und quantitativen Merkmalen der unregelmäßigen Daten, der Interpolationsmethode sowie der Rasterweite des zu erstellenden DGM zu bestimmen. Des Weiteren ist zu untersuchen, ob Verfahren wie Cross Validation und Fouriertransformation zur Abschätzung des Genauigkeitsverlustes eingesetzt werden können.

Dazu standen Herrn Hempen mehrere Datensätze (synthetische als auch reale) zur Verfügung sowie die notwendige Interpolations- und Auswertesoftware. Herr Hempen erläuterte in seiner Arbeit drei Standardinterpolationsmethoden (Nearest Neighbour, Triangulation mit linearer Interpolation, Kriging). Anschließend berechnete er mit diesen Verfahren Raster verschiedener Größen und untersuchte mit statistischen Methoden die Unterschiede zu den Referenzdaten. Es wurde gezeigt, dass der Genauigkeitsverlust von der gewählten Rasterweite sowie der verwendeten Interpolationsmethode abhängt. Der geringste Genauigkeitsverlust tritt bei der Verwendung von Kriging auf. Diese Tatsache lässt sich dadurch erklären, dass die statistischen Abhängigkeiten der Stützpunkte untereinander innerhalb dieser Interpolationsmethode verwendet werden.

(Betreuer: Dipl.-Ing. A. Brzank)

**Matthias Schramm:** Untersuchungen zum Skalenverhalten von Bildanalyse-Operatoren zur automatischen Extraktion von Fahrbahnmarkierungen

Die Abbildung von Straßen und anderen linienartigen Objekten in Luft- und Satellitenbildern ist abhängig von der geometrischen Auflösung der Bilddaten. Während in hochauflösenden Bildern Straßen flächenhaften Charakter besitzen und Fahrbahnmarkierungen eindeutig erkennbar sind, werden die Markierungen in niedrigeren Bildauflösungen nicht mehr erkennbar sein. Landschaftsobjekte, wie auch Straßen, werden in der Bildanalyse mit Hilfe von Objektmodellen extrahiert. Verschiedene Ansätze zur Erstellung dieser Objektmodelle stützen sich dabei auch auf die Existenz von Fahrbahnmarkierungen als essentielle Objektteile. Um diese Objektmodelle in verschiedenen Bildauflösungen verwenden zu können, müssen die Operatoren zur automatischen Extraktion der Markierungen die Veränderungen der Erscheinung in unterschiedlichen Skalen berücksichtigen.

Herr Matthias Schramm hat Bildanalyse-Operatoren für die Extraktion von Fahrbahnmarkierungen in hochaufgelösten Luftbildern entwickelt und in der objektorientierten Programmiersprache C++ implementiert. Diese Operatoren wurden dann auf ihr Skalenverhalten hin in Bilddaten unterschiedlicher Auflösungen untersucht. Es wurden Operatoren zu Extraktion der folgenden Typen von Fahrbahnmarkierungen erstellt:

- Fahrbahnbegrenzungen (durchgezogene Markierungen)
- Leitlinien (gestrichelte Markierungen)
- Zebrastreifen
- Richtungspfeile

Die Ergebnisse dieser Diplomarbeit werden in laufenden Forschungsarbeiten am IPI weiterentwickelt.

(Betreuer: Dipl.-Ing. J. Heuwold)

**Andreas Völker:** Automatische Extraktion von Schlaggrenzen für die Erosionsberatung: Segmentierungsmethoden im Vergleich

Bodenerosion gefährdet die Produktivität landwirtschaftlicher Flächen, da besonders die fruchtbare Ackerkrume von der Abtragung durch Wind und Wasser betroffen ist. Eine einheitliche Erosionsberatung durch das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung (NLfB) sowie Fernerkundungskontrollen für das Integrierte Verwaltungs- und Kontrollsystem (InVeKoS) benötigen Schlaggeometrien (Feldgrenzen) als Grundlage. In der Arbeit werden

die Segmentierungsmethoden der kommerziellen Software eCognition und einer am IPI entwickelten Software hinsichtlich der automatischen und präzisen Erfassung von Schlaggrenzen aus hochaufgelösten Satellitenbildern verglichen. Für beide Programme werden optimale Parametereinstellungen ermittelt und die Ergebnisse mit einem objektiven Maß für Fehlerflächen anhand von Referenzdaten bewertet. Die detaillierte Darstellung der Ergebnisse und die Aufgliederung der Fehlerwerte zeigen Fehlerursachen auf und ermöglichen eine Diskussion der Extraktionsmethoden.

(Betreuer: Dipl.-Ing. Matthias Butenuth)

### **Studienarbeiten**

**XiaoYing Cong:** Untersuchung des Einflusses der Anbaurichtung landwirtschaftlicher Flächen auf deren Abbildung in Radarbildern

Die Nutzung von Radar-Bildern für die Objektextraktion oder Klassifikation bietet den Vorteil der wetterunabhängigen Verfügbarkeit der Daten. Dies ist insbesondere für eine Überwachung von landwirtschaftlichen Flächen vorteilhaft, da die Wetterunabhängigkeit ein kontinuierliches Monitoring dieser Gebiete erlaubt. Den genannten Vorteilen stehen die Nachteile gegenüber, dass viele Faktoren die Radar-Daten beeinflussen können. Im Rahmen dieser Arbeit wurde untersucht, wie der zeitliche Verlauf der Radarsignale bei den verschiedenen Fruchtarten ist, wie ähnlich sich landwirtschaftliche Flächen mit gleichen Fruchtarten in SAR-Bildern abbilden und welchen Einfluss die Anbaurichtung auf die Abbildung hat. Es wurden Envisat SAR-Bilder mehrerer Zeitpunkte untersucht. Zudem lagen für einzelne Flächen Referenzdaten zu den angebauten Fruchtarten und Anbaurichtungen vor. Die Ergebnisse dieser Arbeit dokumentieren für die unterschiedlichen Fruchtarten die zeitlichen Verläufe der Radarrückstreuungen. Eine Richtungsabhängigkeit der Rückstreuung wurde nur in wenigen Fällen, vereinzelt bei Gerste, festgestellt.

(Betreuer: Dr.-Ing. Kian Pakzad)

**Fang, Xing:** Vergleich des kartographischen Informationsgehaltes verschiedener Weltraumbilder

Mit der zunehmenden Anzahl hoch auflösender optischer Weltraumaufnahmesysteme nimmt ihre Bedeutung für kartographische Anwendungen zu. Es gibt zwar Faustformeln für den Zusammenhang zwischen der Objektpixelgröße und dem auswertbaren Kartenmaßstab, grundsätzlich ist aber eine Überprüfung mit

den individuellen Abbildungseigenschaften erforderlich. Die Sonnenhöhe zum Zeitpunkt der Aufnahme kann eine starke Auswirkung auf die Objekterkennbarkeit haben, im Weiteren sind die Farbe und auch der Spektralbereich von Bedeutung. Nicht in jedem Falle ist die nominelle Auflösung mit der effektiven identisch. Aus diesem Grund ist eine empirische Überprüfung der kartographischen Auswertbarkeit von Weltraumaufnahmen erforderlich. Es wurden Aufnahmen von ASTER, KOMPSAT, IRS-1C, SPOT 5, IKONOS und QuickBird mit ArcGIS ausgewertet.

Es zeigte sich klar, dass Bilder mit Objektpixelgrößen von mehr als 10m für kartographische Zwecke nicht geeignet sind. In eng bebauten städtischen Bereichen sind Objektpixel von 5m auch nicht ausreichend, sie gestatten keine sichere Auswertung der Straßenverläufe. Probleme zeigten sich aber auch mit IKONOS-Aufnahmen bei niedriger Sonnenhöhe. Sie erlaubten nicht in jedem Fall eine einwandfreie Auswertung der Straßen in den Schattenbereichen. Farbe erleichtert die Objekterkennung, führt aber nur im Ausnahmefall zu einer besseren Auswertung. Im Großen und Ganzen wurde die Faustformel der erforderlichen Objektpixelgröße von 0,1mm im Kartenmaßstab bestätigt, womit QuickBird-Aufnahmen bis zum Kartenmaßstab 1:5000 eingesetzt werden können.

(Betreuer: Dr.-Ing. K. Jacobsen)

**Matthias Roland:** Ableitung von 3D-Strukturlinien mit dem Programm ExStruct -- Machbarkeitsstudie

Airborne Laserscannersysteme liefern als Endergebnis eine undifferenzierte, unregelmäßig verteilte 3D-Punktwolke. Aus diesen 3D-Punkten können Digitale Höhenmodelle (DHM) berechnet werden. Eine Möglichkeit zur Steigerung der Genauigkeit von DHM ist die Einführung von Strukturlinien (Formlinien und Bruchkanten) in den Berechnungsprozess. Diese können aber im Allgemeinen nur durch zusätzliche terrestrische Messungen oder photogrammetrische Auswertung ermittelt werden.

Am IPI wurde ein Ansatz zur Ableitung von Strukturlinien aus den Laserscannerdaten entwickelt und in eine prototypische Software „ExStruct“ umgesetzt. Ziel der Studienarbeit von Matthias Roland war es, Strukturlinien in Küstenbereichen mit Hilfe der prototypischen Software abzuleiten. Dabei sollten die Fähigkeiten des Algorithmus untersucht und Fehler in der Programmierung aufgedeckt werden.

Matthias Roland zeigte in seiner Analyse, dass der Algorithmus in der Lage ist, Strukturlinien im Küstenbereich hinreichend genau abzuleiten. Schwierigkeiten

traten jedoch in Gebieten auf, in denen der Modellansatz nicht mit der realen Situation übereinstimmte. Des Weiteren gab er wichtige Hinweise für die Erweiterung des Ansatzes sowie zur Erleichterung der Bedienung der Software. Aufgrund der hohen Qualität der Studienarbeit dient sie als erste Anleitung für die Software „ExStruct“ bei den beteiligten Fachbehörden.

(Betreuer: Dipl.-Ing. A. Brzank)

**Marc Schmitz:** Orthophoto-Generierung mit MARS Express

Ziel der Studienarbeit war es, die gesamte Auswertekette vom Deutschen Zentrum für Luft und Raumfahrt e.V. (DLR) zur Erzeugung und Generierung hochgenauer, farbiger Orthophotos für HRSC- (High Resolution Stereo Camera) Bilddaten der Mars Express Mission nachzuvollziehen.

Als wesentlicher Bestandteil der Arbeit wurden aus drei benachbarten Streifen (h0894, h0905, h0927) der HRSC mit verschiedenen Parametereinstellungen Digitale Geländemodelle (DGMs) erzeugt und die entsprechenden Qualitätsunterschiede erfasst und dargestellt. Als Ausgangspunkt für die Äußere Orientierung bei der DGM-Generierung wurden sowohl die nominelle Äußere Orientierung der ESA (European Space Agency), als auch die verbesserte Äußere Orientierung aus der Bündelausgleichung vom Fachgebiet Photogrammetrie und Fernerkundung (FPF) der TU München verwendet. Die Äußere Orientierung setzt sich aus der 3D-Position und Lagedaten des Satelliten zusammen, die von der ESA durch Kombination von Doppler- und Entfernungsmessungen, Triangulationen und einem Sternensensor fortlaufend bestimmt werden und daher auch als genäherte Äußere Orientierung in der klassischen Photogrammetrie betrachtet werden kann. Die verbesserte Äußere Orientierung aus der Bündelausgleichung soll dagegen eine Verbesserung der genäherten Äußeren Orientierung der HRSC gewährleisten. Die erzielten Ergebnisse wurden dem MOLA- (Mars Observer Laser Altimeter) DGM, das aus Altimeteraufnahmen gewonnen wurde und als Referenz-DGM diente, gegenübergestellt. Ebenso wurden die Ergebnisse mit unterschiedlicher Äußerer Orientierung untereinander verglichen.

Als weiterer, zusätzlicher Schritt wurde unter Berücksichtigung des besten DGM-Ergebnisses ein hochgenaues und farbiges Orthophoto aus allen 3 Streifen generiert und daraus eine Karte als Endprodukt erstellt.

(Betreuer: Dipl.-Ing. R. Schmidt)



**Wu, Dun:** Bearbeitung von IKONOS-Stereomodellen

Hochauflösende Höhenmodelle stehen weltweit nur in eingeschränktem Maße zur Verfügung, ihre Bestimmung durch Laserscanning, flugzeuggetragenem InSAR oder großmaßstäbige Photogrammetrie ist in manchen Ländern schwierig und auch teuer. Ein Ausweg ist die Ableitung der Höhe mittels sehr hochauflösender optischer Satellitenaufnahmen. Von dem Testgebiet Zonguldak sind vier IKONOS-Szenen vorhanden von denen sich drei weitgehend überlappen.

Auf der Grundlage vorhandener Passpunkte, gemessen in zwei Szenen, führte Herr Wu die Orientierung der anderen durch. Er untersuchte verschiedene Orientierungsmethoden mit unterschiedlicher Anzahl und Verteilung von Passpunkten. Es zeigte sich, dass die weit verbreiteten Näherungsmethoden der 3D-Affintransformation und die direkte lineare Transformation nicht empfehlenswert sind und die Sensor orientierten rationalen Polynomkoeffizienten und die geometrische Rekonstruktion vorzuziehen sind.

Die automatische Bildzuordnung der IKONOS-Szenen, die mit deutlichem Zeitunterschied aufgenommen wurden, war nur in 30% der Modellfläche erfolgreich. Da die automatische Bildzuordnung die Höhen der sichtbaren Oberfläche liefern, wurden die erzeugten Höhenmodelle mit dem Programm RASCOR gefiltert. Nach der Filterung ergab sich ein Fehleranteil des IKONOS-Modelles gegenüber dem Referenzmodell von 3,1m, was bei dem Höhen-Basis-Verhältnis von 3,19 einer Parallaxengenauigkeit von 0,96 Objektpixeln entspricht. Dieses ist eine durchschnittliche Genauigkeit für Höhenmodelle. Somit konnte trotz der deutlichen Bildunterschiede, hervorgerufen durch unterschiedliche Sonnenhöhen, in den erfolgreich zugeordneten Modellteilen eine zufriedenstellende Genauigkeit erreicht werden.

(Betreuer: Dr.-Ing. K. Jacobsen)

<b>Exkursionen</b>
--------------------

**Große Geodätische Exkursion nach Bayern, 10.-14.10.2005****Montag, 10. Oktober 2005**

Pünktlich um 7.00 Uhr verließen wir die heimische Uni mit dem Fernziel Wettzell. Auf dem Weg sollte aber noch eine kleine Stadtführung in Bamberg die Reisedstrapazen etwas mildern. So war unser erstes Ziel in Bamberg das berühmte Schlenkerla Brauhaus. Zum guten bayrischen Essen durfte natürlich auch die Bamberger Spezialität in Form von leckerem Rauchbier nicht fehlen. Rauchbier vom "Schlenkerla" ist ein sehr dunkles, herbwürziges, untergäriges Märzenbier mit 13,5 Prozent Stammwürze, das entspricht einem Alkoholgehalt von ca. 5,1 Prozent. Keine Frage: Es gibt stärkere Biere, doch sollte man es trotzdem nicht unterschätzen. Es kann einen ganz schön schlenkern ☺. So „schlenkerten“ wir also als ersten Punkt unserer Stadtführung zum Rathaus Geyerswörth, benannt nach der Familie Geyer aus Nürnberg. Der Ursprung der Anlage mit ihrem schönen Innenhof geht bis in die Anfänge des 14. Jahrhunderts zurück. Wir setzten nun unseren Weg über den Geyerwörthsteg fort. Rechts von uns befand sich das Bamberger Mühlenviertel mit ehemaligen Getreide- und Lohmühlen. In den zuletzt genannten Mühlen wurde Eichenrinde gemahlen und beim Kochen entstand in dem Sud Gerbsäure, die von Gerbern verwendet wurde. Der Weg führte uns nun zum alten Ludwig-Donau-Main-Kanal. An einem Endteil des alten Kanals befinden sich gegenüber dem Rathaus Geyerswörth zwei interessante Häuser. Es handelt sich dabei um Gerberhäuser, in denen Leder hergestellt wurde. Es gab die Weißgerber und die Rotgerber. Die Weißgerber stellten die feinen Ledersachen, wie Handschuhe her und die Rotgerber produzierten die gröberen Ledersachen. Hier am Kanal waren die Rotgerber ansässig. Zur besseren Anschauung bekamen wir auch einige Lederstücke von unserer Stadtführerin gezeigt.

Anschließend gelangten wir zum Kaiserdom, der neben den Domen in Mainz, Speyer und Worms eines der ehrwürdigsten Denkmale des Mittelalters darstellt. Geweiht ist der Dom dem hl. Petrus und St. Georg. Kaiser Heinrich begann mit dem Dombau bereits im Jahre 1004, doch brannte der Dom im Jahre 1081 nieder. Der Folgebau begann 1185 und die Fertigstellung des Doms erfolgte in den Jahren von 1215 bis 1250, so dass der Dom Bauweisen sowohl aus der Romanik als auch aus der Gotik aufweist.

Im Dom sahen wir die berühmte Figur des Bamberger Reiters, deren Künstler noch bis heute unbekannt ist. Weiterhin ist nicht bekannt, wen dieser Reiter eigentlich darstellen soll. Es gibt eine Reihe von Vermutungen, die sich von Kaiser Heinrich II. selbst, über König Philipp von Schwaben, bis zum Ungarnkönig Stephan, dem Schwager von Kaiser Heinrich, erstrecken. Bekannt ist dieser Reiter dadurch, dass er im Dritten Reich von den Nationalsozialisten als "arisches Symbol" zu Propagandazwecken missbraucht wurde. Eine



weitere Sehenswürdigkeit des Doms ist das Kaisergrab, in dem Heinrich und Kunigunde zur letzten Ruhe gebettet wurden. Als letzte Sehenswürdigkeit in Bamberg gelangten wir zum Alten Rathaus, das dadurch auffällt, dass es mitten im Fluss, der Regnitz, gebaut wurde.

Wir konnten an diesem Nachmittag zwar nur wenige, aber sehr interessante und schöne Eindrücke aus Bamberg mitnehmen. Anschließend fuhren wir weiter zum Landhotel Miethaner in der Nähe von Wettzell, wo wir den ersten Tag bei Speis und bayrischem Trank ausklinken ließen.

### **Dienstag, 11. Oktober 2005**

Am Dienstag den 11.10.2005 stand die Besichtigung der Fundamentalstation in Wettzell auf dem Programm. Der Leiter der Station, Herr Dr. Schlüter, gab uns einen allgemeinen Überblick zum Standort Wettzell, deren aktuelle Aufgaben und Projekte.

Anfang der siebziger Jahre wurde die Station Wettzell als Satellitenbeobachtungsstation errichtet. Sie ist eingebunden in eine Reihe international koordinierter Messprogramme, vorwiegend mit der Zielsetzung, die globalen Referenzsysteme zu stützen und Beiträge zur Erdrotation, Plattentektonik, Aufbau globaler/regionaler geodätischer Punktfelder und Vermarkung extraterrestrischer Bezugssysteme zu liefern.



Wesentliche Arbeiten sind der kontinuierliche Betrieb, die Weiterentwicklung und die Entwicklung der Messsysteme. Die Datengewinnung konzentriert sich auf:

- Radiometrische Messungen zu Quasaren (VLBI),
- Entfernungsmessungen zu künstlichen Satelliten und zu den Reflektoren auf dem Mond (SLR / LLR),
- Beobachtungen zu den Satelliten der Navigationssysteme GPS und GLONASS (künftig auch GALILEO).

Ergänzend werden ortsbezogene Beobachtungen durchgeführt, die lokalspezifische Informationen für die Raumverfahren liefern. Hierzu zählen:

- Zeit- und Frequenzmessungen zur Bereitstellung der Zeitskala und der Bezugsfrequenzen,
- Gravimetermessungen zur Erfassung örtlicher Schwereänderungen,
- Aufzeichnung von Erdbeben mit Seismographen,
- Wetterdatenerfassung zur Bestimmung der atmosphärischen Refraktionseinflüsse auf die Messungen,
- Geodätische Messungen zur Bestimmung der Verbindungsvektoren zwischen den einzelnen Messsystemen und zur lokalen Stabilitätskontrolle.

Derzeitige Entwicklungsarbeiten konzentrieren sich auf den lokalen Rotationssensor Ringlaser (Laserkreisel) und das neue Laserentfernungsmesssystem SOS\_W. In den Verantwortungsbereich der Fundamentalstation Wettzell fallen weiterhin der Betrieb des Transportablen Integrierten Geodätischen Observatoriums (TIGO) in Concepcion/Chile, der German Antarctic Receiving Station (GARS) in O'Higgins/Antarktis, sowie einiger permanenter eingerichtete GPS / GLONASS Stationen.

Im Anschluss an den Vortrag bekamen wir Informationen zum **SLR-Betrieb**. Dabei geht es um hochgenaue Laserentfernungsmessungen zu Satelliten, die mit Reflektoren ausgestattet sind. Neben den zahlreich vorhandenen Satelliten wie LAGEOS-I und II, STARLETTE, STELLA, ETALON-I und II, AJISAI, ERS-1, TOPEX-POSEIDON, METEOSAT-1, METEOR-3, dem GPS-SV-35 und den GLONASS-Satelliten, werden auch künftig weitere Satelliten mit Reflektoren ausgerüstet sein, um deren Satellitenbahn genau bestimmen zu können. Dies ist für viele Anwendungen Voraussetzung. Künftig wird auch die Entfernungsmessung zum Mond als Bindeglied an Bedeutung gewinnen, um übergreifende Fragestellungen in den Grenzbereichen Geodäsie und Astrophysik zu klären (Raumkrümmung, Veränderung der Gravitationskonstante). Die Laserentfernungsmessung zu Satelliten muss um den Refraktionsanteil der Atmosphäre korrigiert werden. Zukünftige

Anstrengungen zielen darauf, einen maximalen Automatisierungsstand zu erreichen, um mit minimalem Personalaufwand eine hohe Messbereitschaft (24 Stunden) zu gewährleisten.

Im weiteren Verlauf wurde uns der Betrieb der **VLBI Station** erklärt. Die Messungen mit dem 20m Radioteleskop liefern Beiträge zur Laufendhaltung des raumfesten Bezugssystems (ICRF), des erdfesten Bezugssystems (ITRF) und der zur Transformation zwischen beiden Systemen notwendigen Erfassung der Erdrotationsparameter (Himmelspol, Polbewegung, UT1 – UTC). Beobachtet wird Mikrowellenstrahlung von Quasaren in den Frequenzbereichen des S - und X – Bandes, die mitsamt Zeitinformationen auf Datenträger aufgezeichnet werden. International herrscht ein Standard von derzeit 1 Gbit pro Sekunde. Aufgrund fehlender Kooperation mit der Telekom ist ein solcher Standard in Deutschland nicht finanzierbar. Daher werden die Datenmassen auf speziellen Festplattenpaketen (8 x 200 GB), die die herkömmlichen Magnetbänder ablösen, abgespeichert und auf dem Luftwege zum Korrelator verschickt. Nach Durchlauf des Korrelationsprozesses, d.h. gemeinsame Auswertung aller gleichzeitig beobachteten Daten der beteiligten Stationen, stehen als Beobachtungen die Laufzeitdifferenzen der Signale von den Quasaren zu den Stationen zur Verfügung. Zur Korrelation betreibt das BKG, gemeinsam mit dem Max – Planck - Institut für Radioastronomie und dem Geodätischen Institut Bonn, in Bonn ein MK4 Korrelator.

Nächster und letzter Programmpunkt war die Besichtigung des **Ringlasers**. Ringlaser oder Laserkreisel sind absolute Rotationssensoren, d.h. sie messen die Drehgeschwindigkeit, ohne sich auf ein externes Referenzsystem beziehen zu müssen. Große Ringlaser sind in der Lage die Drehgeschwindigkeit der Erde mit hoher Genauigkeit zu messen. Für die Geodäsie sind diese Instrumente interessant, wenn sie in der Lage Variationen in der Drehgeschwindigkeiten der Erde zu erfassen.

Der Großringlaser „G“ erfasst kontinuierlich die Drehgeschwindigkeit der Erde mit einer relativen Genauigkeit von  $10^{-8}$ . Die geodätischen Raumverfahren wie z.B. VLBI tun dies mit größerer Genauigkeit, allerdings nur höchstens einige Male pro Woche, und die Ergebnisse liegen nach tage- bis wochenlanger Auswertung vor. In der hohen zeitlichen Auflösung, der Kontinuität und der unmittelbaren Verfügbarkeit liegen die Vorteile eines solchen Rotationssensors. Die geforderte Genauigkeit macht den Ringlaser sehr sensibel gegenüber äußeren Einflüssen, wie z.B. Temperatur und Erschütterungen. Um Vibrationen jeglicher Art zu reduzieren, werden sogar Schafe als Rasenmäherersatz auf der Bunkeroberfläche gehalten, da durch einen Mäher hervorgerufenen Erschütterungen in den aufgezeichneten Daten sichtbar werden würden.

Zum Abschluss des interessanten und informativen Besuches auf der Fundamentalstation in Wetzell, gab's lecker Essen. An dieser Stelle noch mal ein herzliches Dank an alle Mitarbeiter für die uns entgegengebrachte Gastfreundschaft und die schmackhafte Bewirtung.

Nach diesem fachlich informativen Vormittag gestaltete sich das Nachmittagsprogramm recht humorvoll. Geführt von einem ein wenig unruhig auftretenden und etwas merkwürdigem Mitarbeiter der Bavaria Filmstudios wurden wir durch viele verschiedene Filmkulissen geleitet. Unsere Reise durch die Filmwelt ging vom „Marienhof“, über die „Rote Meile von St. Pauli“, durchs Dorf der Gallier aus „Asterix und Obelix, in den Himmel mit Fuchur aus Michael Ende's zeitlosen Epos „Die unendliche Geschichte“, um danach mit Herbert Grönemeyer und Jürgen Prochnow in die tiefsten Tiefen des Atlantik abzutauchen.



Einige auserwählte Studenten hatten das Glück aktiv in die Filmgeschichte einzugreifen, indem sie Szenen des „Traumschiff Surprise“ im Glanze ihrer Selbst darboten. Am Ende dieser fachfremden Führung konnten die schauspielerischen Leistungen unserer Kommilitonen auf Magnetbandspeichermedium käuflich erworben werden.

### **Mittwoch, 12. Oktober 2005**

Am dritten Tag der großen geodätischen Exkursion fand eine Firmenpräsentation der ESRI<sup>1</sup> Geoinformatik GmbH im Nationalpark-Haus in Berchtesgaden statt. In einem ersten einleitenden Vortrag von Herrn Gerd Buziek gewannen die Zuhörer einen Einblick in die Historie und Organisation der Firma ESRI, sowie dessen Stellung in der freien Wirtschaft. Die Firma wurde 1969 in Kalifornien, USA gegründet und setzt sich heute aus insgesamt 24 internationalen ESRI Gesellschaften zusammen. Mit rund 4200 Mitarbeitern weltweit und einem Marktanteil von 34%, ist ESRI einer der erfolgreichsten Hersteller von GIS-Technologien. Mit allein 150 Mitarbeitern in Deutschland und der Schweiz werden den Kunden Geografische Informationssysteme bereitgestellt, um individuelle raumbezogene Fragestellungen bearbeiten zu können.

<sup>1</sup> Enviromental System Research Institute

Das GIS interdisziplinär Anwendung finden, zeigte der Vortrag von Herrn Helmut Franz über die Entwicklung des Nationalparks Berchtesgaden in den letzten Jahren. Durch die Kooperation mit ESRI konnten Herr Franz und seine Mitarbeiter besonders gefährdete Gebiete im Nationalpark identifizieren und graphisch präsentieren. Die Anwendung der GIS-Technologie ließ einen Nachweis erbringen, der die Gefährdung des Nationalparks bestätigte. Dadurch vergrößerte sich das Ansehen des Nationalparks in der Öffentlichkeit und schließlich auch in der Politik .

Eine Übersicht über die große Produktpalette von ESRI bot ein Vortrag von Herrn Karsten Lessing. Für alle Aufgabenfelder raumbezogener Informationsverarbeitung bietet ESRI hochwertige GIS-Produkte an. Zu den ArcGIS Desktop-Produkten zählen ArcReader, ArcView, dessen „großer Bruder“ ArcEditor und ArcInfo. Diese können über Erweiterungen mit zusätzlicher Funktionalität ausgebaut werden. Möchte man eigene Desktop Anwendungen erstellen oder diese in bereits bestehende Programme integrieren, so ermöglicht ArcGIS Engine ein GIS zum „selber bauen“.

Im Anschluss an diese sehr informativen Vorträge, wurde jeder Exkursionsteilnehmer mit einigen Mitbringseeln von ESRI beschenkt und nach einem kleinen Imbiss ging es weiter in Richtung Königssee.



ESRI hatte uns zu einer Rundfahrt auf dem Königssee eingeladen. Während wir mit dem Schiffchen mit Elektromotor, bis auf wenige Ausnahmen müssen alle Schiffe auf dem Königssee Elektromotoren haben, über den Königssee fahren, wurden uns die Eigenheiten der Region näher gebracht. Der Königssee und seine Umgebung überzeugten vor allem durch landschaftliche Schönheit. Der Wald hatte das bunte Farbenspiel eines Laubwaldes im Herbst angenommen und an den steil aufragenden Felswänden bahnten sich an ein paar Stellen Wasserfälle ihren Weg zum See in 100-200 m Höhe. Die

Landschaft wirkte auf einen wie gemalt und für Tourismus in die Realität umgesetzt. Die steilen Felswände boten uns das Phänomen des Echos, des Echos, des Echos, des Echos... Unser Führer erzählte uns, dass bei einem Gewehrschuss ein sieben bis achtmaliges Echo zu hören sein könnte. Wir wurden des Weiteren auf Bergspitzen wie das Teufelshorn aufmerksam gemacht, sowie eine Bergkette die eine auf dem Rücken liegende junge Hexe darstellte, deren Haar bis ins Tal herunterhing. Bei einem Zwischenstopp an der gegenüberliegenden Seite des Königssees, wanderten wir ein wenig den Berg

hinauf und Herr Franz erläuterte uns Eigenschaften und Besonderheiten des Nationalparks Berchtesgarden anhand von Beispielen. Wir wurden über das Recht der Bauern zu Weidelandnutzung aufgeklärt, es wurden uns aber auch Geschichten über Wilddiebe im Nationalpark erzählt. Nach der Rückkehr und abermaligem Betreten des Festlandes, sind wir noch zum Essen eingeladen worden. Speis und Trank waren wie gesamte Fahrt über sehr gut und reichlich.

Dieser Mittwoch war sehr interessant und am Nachmittag sehr entspannend. Wie notwendig das für die folgenden zwei Tage war, ahnten wir zu diesem Zeitpunkt noch nicht. Der Königssee ist auf jeden Fall einen Besuch wert. Allein die Landschaft überzeugt!

### **Donnerstag, 13. Oktober 2005**

Für den heutigen Vormittag stand die Besichtigung des DLR (Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt) in Oberpfaffenhofen auf dem Plan. Wir kamen dort um 9:00 Uhr an und wurden zunächst von einer Mitarbeiterin der Presse und Öffentlichkeitsarbeit empfangen, die uns das Zentrum für Luft- & Raumfahrt kurz vorstellte. Anschließend gingen wir quer über das Gelände in einen anderen Vortagsraum, wo uns Herr Prof. Dr. Schroeder, Mitarbeiter des Instituts für Methodik der Fernerkundung (IMF), einen Gesamtüberblick über den Aufbau, Struktur und Finanzierung des DLR gab:

Das DLR ist das nationale Zentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt und beschäftigt sich in dieser Funktion mit umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsprojekten in nationaler und internationaler Kooperation. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrtagentur im Auftrag der Bundesregierung für die Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Das DLR beschäftigt zurzeit rund 5000 Mitarbeiter und ist in acht Standorten über das gesamte Bundesgebiet verteilt vertreten, mit dem Hauptsitz in Köln. Das DLR unterhält insgesamt 31 Forschungsinstitute bzw. Test- und Betriebseinrichtungen. Der Schwerpunkt der Forschungsarbeiten liegt in der Raumfahrt. Ein aktuelles wichtige Projekt in der Raumfahrt ist die Internationale Raumstation (ISS), wo die BRD an einem Forschungsmodul beteiligt ist.

Wir hörten Vorträge über die Erzeugung von Höhenmodellen aus optischen Daten, über die SRTM-Mission und über den Stand der Terra SAR-X Mission, welche Deutschlands ersten nationalen Fernerkundungssatelliten hervorbringen wird. Dieser Radarsatellit, der 2006 gestartet wird, soll für die Dauer von mindestens fünf Jahren hochwertige Radardaten für die wissenschaftliche Erdbeobachtung liefern. Im vierten und letzten Vortrag ging es um das



Kriseninformationssystem (KIS) des DFD (Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum), welches Berichte, Luft- und Satellitenbilder und daraus abgeleiteten thematischen Karten liefert. Ein KIS erlaubt die verschiedenen Datensätze miteinander zu kombinieren und die Resultate mit Informationsgewinn am Bildschirm oder im Kartenformat unmittelbar darzustellen. Damit können die Entscheidungsabläufe der Krisenstäbe bei Naturkatastrophen effektiv vor Ort unterstützt werden. Nach diesen sehr interessanten Vorträgen besichtigten wir noch das Satellitenkontrollzentrum



und aßen anschließend Mittag in der Kantine des DLR. Als letzten Programmpunkt für den Vormittag besuchten wir noch die IKONOS Empfangsstation und machten uns dann wieder auf den Weg zurück nach München.

Nach der Mittagspause besuchten wir die Technische Universität München (TUM). Als erstes empfing uns der Leiter des Lehrstuhls für Geodäsie Prof. Dr.-Ing. Wunderlich und führte uns in das Geodätische Prüflabor. Dort stellte uns der wissenschaftliche Mitarbeiter Dr.-Ing. Karl Foppe, ehemaliger Mitarbeiter des Geodätischen Instituts Hannover, verschiedene Forschungsprojekte des Instituts vor. Die Untersuchung von kinematischen Messinstrumenten wurde uns an zwei Beispielen erläutert. Zum einen wurde auf einem Schieneneval ein auf einer Lokomotive installiertes Rundumprisma von einer Totalstation getrackt. Zum anderen wurde uns der Einsatz von Robotern zum Abfahren von Sollfiguren vorgeführt, die beispielsweise in der Automobilindustrie Anwendung finden.

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt sind die ingenieurgeodätischen Überwachungsmessungen in und an historischen Bauwerken, die in zahlreichen Kirchen der Umgebung durchgeführt werden. Zum Einsatz kommen neben Konvergenzmessungen mit Invardrähten auch Neigungs- und Schwingungsmessungen sowie Robotertachymeter. Außerdem werden im Geodätischen Prüflabor Nivellierlatten auf einem Horizontalkomparator in einer Klimakammer und in einem ehemaligen, als Vertikalkomparator umgebauten Aufzugsschacht, kalibriert.

Nach diesen praktischen Vorführungen folgten Vorstellungen der Institute sowie der aktuellen Forschungsschwerpunkte durch die Institutsvorsteher. Herr Prof.

Dr. -Ing. Rummel, Leiter des Institutes für Astronomische und Physikalische Geodäsie, war für den neuen internationalen Masterstudiengang ESPACE (Earth Oriented Space Science and Technology). Dieser Studiengang stellt eine Kombination aus Fernerkundung, Raumfahrttechnik, Erdwissenschaften und Navigation dar. Im Anschluss daran gab uns Prof. Dr.-Ing. Stilla, Leiter des Fachgebietes Photogrammetrie und Fernerkundung, einen allgemeinen Überblick über die Universität und ihre Fakultäten sowie die konkrete Vorstellung der Bachelor- und Masterstruktur des Geodäsiestudiums. Weiterhin erläuterte er uns zusammenfassend den Umfang seiner Forschungsprojekte an seinem Institut. Vom Lehrstuhl für Kartographie präsentierte uns Frau Prof. Dr.-Ing. Meng neben dem Vorlesungsangebot auch aktuelle Forschungstätigkeiten, wie die 3D Generalisierung, das Räumliche Data-Mining und die Map-based mobile services. Ergebnisse dieser Tätigkeiten wurden anschaulich an abgeschlossenen Diplomarbeiten gezeigt. Zum Abschluss dieser, informativen, aber auch anstrengenden Vortragsreihe, lernten wir Prof. Dr.-Ing. Magel vom Lehrstuhl für Bodenordnung und Landentwicklung kennen. In seiner Funktion als FIG – Präsident (FIG ist eine internationale Vereinigung der Vermessungsingenieure) standen Zukunftsplanungen und der „Frieden in der Welt“ in seinem Vortrag im Vordergrund. Sein Leitsatz war: „Vom Grundstück bis zum Mars“ und er verabschiedete uns in das Münchener Nachtleben mit den Worten: „Halt Maß!“

Nach Beendigung dieser Pflicht, kam die Kür. Unser Touristenführer Prof. Dr.-Ing. Müller wies uns den Weg durch die Münchener Innenstadt zum Augustiner am Platzl, wo der Abend bei bayrischen Spezialitäten einen gemütlichen Ausklang fand. Kleine Gruppen zogen dann noch weiter durch's nächtliche München (Geheimtipp: Schwabinger 7 - S-Bahn bis Münchner Freiheit).

### **Freitag, 14. Oktober 2005**

Das letzte Ziel der Exkursion war die Universität der Bundeswehr München in Neubiberg. Nach einer eher ungewollten Rundfahrt über das Campusgelände erreichten wir das Institut für Geoinformation und Landentwicklung.

Da Herr Prof. Thiemann, Professur für Landmanagement, verhindert war, wurden wir von seiner Mitarbeiterin Frau Dipl.-Ing. Schäuble begrüßt. Sie stellte uns zunächst die Struktur der Universität vor. An der Universität der Bundeswehr studieren zurzeit ca. 3000 Studenten. Die Universität besteht aus einem universitären und einem Fachhochschulbereich. Insgesamt werden 13 Studiengänge an sieben Fakultäten und in drei Fachbereichen angeboten. Das Studium ist in dreimonatige Trimester untergliedert. Die Zahl der Studierenden im Fachbereich Geodäsie und Geoinformation war in den letzten Jahren mit 7

bis 14 Studenten sehr niedrig. In den Jahren 2006 und 2007 werden 35 bzw. 45 Studenten ihr Studium beginnen. Sie sind die letzten Studenten, die ihr Studium an der Universität der Bundeswehr in diesem Studiengang abschließen können, da dieser im Jahr 2008 eingestellt wird.

Anschließend gab Frau Schäuble eine Einführung in die Arbeiten des Instituts für Geoinformation und Landentwicklung. Sie berichtete unter anderem über aktuelle Forschungsschwerpunkte und Projekte des Bereichs. Das Institut ist z.B. an vielen zivilen Projekten in Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und in Bayern beteiligt. In diesen Bundesländern wurde der Landbesitz nach dem Prinzip der Realteilung unter den Erbberechtigten aufgeteilt. Dies führte zu einer Zerstückelung des Grundbesitzes. Um die Flächen effizienter bewirtschaften zu können, findet in einigen Gebieten ein freiwilliger Landnutzungstausch statt. Hierbei handelt es sich um ein einfaches, schnelles und kostengünstiges Verfahren, bei dem auf der Basis von Pachtverträgen der Tausch von Wirtschaftsflächen unter den Landwirten ermöglicht wird. Die wesentlichen Vorteile des freiwilligen Landnutzungstauschs sind die Schaffung von großen Bewirtschaftungseinheiten, die Kostensenkung in der Arbeitsdurchführung, das Schützen der Flächen vor dem Brachfallen und die Möglichkeit moderne Geräte für die Bewirtschaftung einzusetzen. Im Gegensatz zur klassischen Flurneuordnung bleibt das Eigentum an den Grundstücken unverändert. Für eine erfolgreiche Durchführung ist allerdings eine enorme Eigeninitiative der Grundstückseigentümer erforderlich.

Der zweite Programmpunkt war die Vorstellung des Geodätischen Prüflabors durch Herrn Prof. Heister. Zu den bekanntesten Projekten des Instituts gehören die Systeme zur kinematischen Erfassung von Straßenräumen KiSS (Kinematic Survey System) und sein Nachfolger MoSES (Mobiles Straßen-Erfassungssystem). Das fahrzeuggetragene System MoSES ist mit digitalen Videokameras, Stereomesskameras und Laserscannern ausgestattet, mit denen die Umgebung aufgenommen wird. Zur exakten Positionierung des Systems werden GPS, IMU und weitere Sensoren verwendet. Bei der Auswertung der Messungen wird ein besonderes Augenmerk auf die Bestimmung der Trajektorie gelegt, der räumlichen Darstellung des Wegverlaufs in Abhängigkeit der Zeit. Sie ist die Basis für weitere Auswertungsschritte.



Anschließend stellte Prof. Heister mit RACER ein aktuelles Projekt des Instituts vor. Hierbei handelt es sich um ein Konzept für die automatische und kinematische Gleisvermessung, bei dem ein Tachymeter gemeinsam mit Neigungsmessern und Abstandssensoren auf einem Gleiswagen fest installiert ist. Das besondere an diesem System ist, dass das Tachymeter nicht horizontalisiert wird.

Am Ende zeigte Prof. Heister uns einen Film über die Beteiligung der Vermessungsingenieure beim Bau des Lötschberg-Basis-Tunnels. Die wesentlichen Themen des Films waren die Planung und Vorbereitung, die Bauwerksüberwachung, die Tunnelabsteckung und die Konvergenzmessung.

Nach einem letzten gemeinsamen Mittagessen in der Mensa der Uni BW traten wir die lange Heimreise Richtung Norden an. Dabei stellte es sich als ungünstig heraus, München an einem Freitagnachmittag umfahren zu wollen. Um kurz nach Mitternacht waren wir schließlich wieder in Hannover.

Alle Teilnehmer der Exkursion möchten sich nochmals sehr herzlich bei der Förderergesellschaft für die großzügige Unterstützung der Fahrt bedanken!

### **Exkursion Hansestadt Hamburg am 13. April 2005**

Die diesjährige kleine Exkursion ist thematisch den Bereichen Ingenieur-geodäsie und Flächenmanagement zuzuordnen und führte eine Gruppe Studierende des Studiengangs „Geodäsie und Geoinformatik“ in die Hansestadt Hamburg.



HafenCity

Vormittags besichtigte die 25 Personen starke Gruppe an Studierenden das Hamburger Stadtentwicklungsprojekt HafenCity unter Führung von Fr. Ferber von der hamburgischen Landesplanung. Anders als andere Großstädte muss sich Hamburg nicht mit der „schrumpfenden, perforierten Stadt“ auseinandersetzen, sondern verzeichnet u. a. bedingt durch den großen Freihafen und den Überseehandel weiterhin einen Aufschwung. Mit HafenCity führt Hamburg sein größtes stadtentwicklungspolitisches Projekt durch. 155 ha Gelände einschließlich der Wasserflächen wird zu einem die Innenstadt mit Harburg verbindenden neuen Stadtteil entwickelt. Es entstehen neben neuen Wohnungen für über 10.000 Einwohnern, Geschäfts- und Dienstleistungsflächen für 40.000 Arbeitnehmer. Die Nähe zur Hamburger Innenstadt ermöglicht eine Erweiterung des Zentrums um 40%, der durch die bevorzugte Lage am Wasser besondere Chancen prognostiziert werden. Die Entwicklung erfolgt von der Innenstadt in



Speicherstadt

Richtung Harburg. Eine erste Häuserzeile befindet sich kurz vor der Fertigstellung. Mit einer Projektlaufzeit von 25 Jahre entsteht an den ehemaligen Kaianlagen in zentraler Lage einer der schönsten Bauplätze für Investitionen in das 21. Jahrhundert.

Zwischen HafenCity und der Hamburger Innenstadt gelegen, stellt die Speicherstadt ein

wichtiges Bindeglied zwischen „Alt“ und „Neu“ dar. Im Anschluss an die Besichtigung der HafenCity war es uns möglich, einen kurzen Eindruck dieses alten Lagergeländes im Hamburger Freihafen zu erlangen. Mit dem Beitritt der Hansestadt zum Norddeutschen Bund im Jahr 1881 entstand die Zollpflicht im Stadtgebiet von Hamburg. Nur das Freihafengebiet sollte davon ausgenommen werden. Die in ganz Hamburg verteilten Lagerhäuser mussten an einer Stelle - der heutigen Speicherstadt - zusammengeführt werden. Nach einer groß angelegten Umsiedlung, in der mehr als 18.000 Menschen ihre Wohnungen verlassen mussten, wurde das alte Viertel abgerissen und die großen Speicher zur Lagerung der Waren nach hannoverscher Schule erbaut. Für ihre Zeit sehr innovativ mit elektrischer Beleuchtung und Hydraulik ausgestattet, dienten sie als zollfreies Warenlager, das bis zum zweiten Weltkrieg über die Kanäle („Fleete“) und später per Lastverkehr über Land beliefert wurde. Bis heute vollzieht sich ein Wandel von Lagerstätte zu einem touristisch erschlossenen und durch ihre Funktion als Bindeglied zwischen der Innenstadt und HafenCity zu einem interessanten Standort für das Dienstleistungsgewerbe.

Das Thema am Nachmittag stand unter der Überschrift „Neue Messe“. Herr Helbing vom Büro HPI sowie die Herrn Schulz und Dierks vom Büro SBI vermittelten der Gruppe einen Eindruck der Großbaumaßnahme und den damit zusammenhängenden geodätischen Messungen und Überwachungen und sorgten zugleich für das leibliche Wohl der Studentengruppe. Hamburg erwies sich in der Vergangenheit immer wieder als attraktiver Messestandort, der sich durch seine Nähe zur Innenstadt auszeichnete. Allerdings erschwerte insbesondere diese Lage den mit der Entwicklung von Messen verbundenen Erweiterungsbedarf.



Messegelände mit Funkturm

Eine Chance erfuhr die Hamburger Messe durch die Aufgabe einer benachbarten Bahnanlage, die der Messe nun als Erweiterungsfläche dient. Da das alte und das neue Messegelände durch eine Hauptverkehrsstraße voneinander getrennt werden, wurde der Bau eines Logistiktunnels beschlossen. Dies erfordert die konsequente geodätische Überwachung des direkt benachbarten Hamburger Fernsehturms, dessen Sendebetrieb durch seine Bedeutung für den nordeuropäischen Sendeverkehrs unter allen Umständen aufrecht erhalten werden muss. Dies schließt die Sicherstellung der Standfestigkeit auch bei Erdarbeiten in unmittelbarer Nähe ein. In Form von digitalen Libellen sowie eines Laserlotes wurde ein Überwachungssystem installiert, das vertikale Bewegungen des Turmes detektieren kann. Wie erwartet wurden Bewegungen nur im Toleranzbereich festgestellt.

Nach diesen interessanten Einblicken in zwei der größten Bauprojekte Hamburgs konnte am Spätnachmittag die Heimfahrt nach Hannover angetreten werden.

### **Exkursion Landentwicklung „Flurbereinigung Goltern“ am 14.07.2005**

Die der Vorlesung „Landentwicklung II“ angegliederte Exkursion führte in das Flurbereinigungsgebiet Goltern, das ca. 30 km südwestlich im Deistervorland liegt. Nach einem Besuch des Wasserwerkes in Eckerde besichtigten wir unter Anleitung von Herrn Kliewer von der GLL Nordheim und Herrn Schulz von der GLL Hannover verschiedene Stellen im Verfahrensgebiet.

Das Deistervorland befindet sich in der Calenberger Börde und wird im Westen durch den Deister, im Norden durch die A2 und im Süden durch die Bahnstrecke Hannover-Hameln begrenzt. Ursprünglich als vereinfachtes Verfahren eingeleitet wird es an die veränderte Situation angepasst und per Ergänzungsbeschluss als Unternehmensflurbereinigung weitergeführt, um zusätzlich zur Verbesserung der Agrarstruktur auch Flächen für Straßenbaumaßnahmen an der Kreuzung B65 mit der nach Barsinghausen führenden Landesstraße bereitzustellen.

Das Gebiet wird durch etliche Gewässer II. Ordnung durchzogen (z. B. Bullerbach und Reitbach), die in die Leine münden. Im Gebiet befinden sich diverse Trinkwasserbrunnen, die entsprechende Wasserschutzzone in einer Größe von 12.000 ha nach sich ziehen. 80% der Wasserschutzflächen befinden sich auf dem Stadtgebiet Barsinghausens. Neben der Beseitigung agrarstruktureller Nachteile ist die Gewässersituation im Gebiet erheblich verbessert worden. Innerhalb der Wasserschutzzonen konnten Flächen „freigetauscht“ werden. Diese dienen nun als Ökokontoflächen und werden bedarfsweise ökologisch aufgewertet. Die durch Hochwässer gefährdeten Ortschaften Großgoltern und Nordgoltern konnten mittels einer naturnah ausgebauten Wasserrückhaltung des Bullerbaches entlastet werden. Der durch austretendes Bergwerkswasser stark eisenhaltige und warme Reitwiesengraben wurde im Laufe des Verfahrens verlängert, um einen Abbau des Eisengehaltes und ein Abkühlen des Wassers zu bewirken.

Die landwirtschaftlichen Wege wurden im Rahmen des Verfahrens ausgebaut, so dass den Landwirten ein funktionsfähiges Wegenetz zur Verfügung steht. Veranschaulicht wurde uns dies durch Verlassen des Flurbereinigungsgebietes. Außerhalb des Gebietes sind die alten Wege mit schmaler Breite und in schlechtem Unterhaltungszustand zu finden, an denen uns der Unterschied zu den gut ausgebauten Wegen schnell verdeutlicht wurde. Insgesamt wurden 16 km Wege auf vorhandener und 15 km auf neuer Trasse ausgebaut.

## Projektseminare

### **Projektseminar: Wertermittlung sonstiger Flächen (IPI und GIH)**

Für die Erstellung von Wertgutachten *sonstiger Flächen* wie Abbauland, Sportplätze, Wasserflächen oder Deponien gibt es wenig vergleichbare Kauffälle. Wegen der nur begrenzt zur Verfügung stehenden Fläche in der Nähe vorhandener Infrastruktureinrichtungen und der nationalen Vorgabe, die Freiflächenressourcen und Agrarland zu schonen, werden auch derartige

Gebiete für Bebauungen bedeutsam. Der Wert dieser Flächen ist durch die begrenzte Anzahl von Vergleichspreisen relativ unbekannt.

Ziel des Projektseminars war es, eine Strategie für die optimale Datenerfassung wertbeeinflussender Merkmale am Beispiel der Auswertung der *sonstigen Flächen* zu erarbeiten. Wertniveaus unterschiedlicher *sonstiger Flächen* wurden bestimmt und trugen durch die Aufnahme in den Grundstücksmarktbericht zur Markttransparenz bei.

Nach erster Häufigkeitsuntersuchung eigneten sich nur wenige Arten der sonstigen Flächen zur weiteren Auswertung. Die Wahl fiel einerseits auf die Dauerkleingärten, da diese den größten Stichprobenumfang aufwiesen, und andererseits auf die Sand- und Kiesgruben, um auch eine wirtschaftlich interessante Grundstücksart zu untersuchen.

Für die Dauerkleingärten waren die meisten aus Überlegungen zusammengestellten Einflussgrößen signifikant, nach der Regressionsanalyse ergaben sich fünf wertbestimmende Merkmale: die Flächengröße, die Lage, der Bodenrichtwert, der Kaufzeitpunkt und die Tatsache, ob ein Gartenhaus auf dem verkauften Grundstück vorhanden ist. Anhand der bestimmten Regressionsfunktion wurden anschließend Richtwerte für Dauerkleingärten für die Stadt und die Region Hannover berechnet.

Bei den Sand- und Kiesgruben wurden anfänglich sehr viele mögliche Einflussgrößen bestimmt und erfasst, doch zeigte sich im Laufe der Auswertung, dass die meisten Merkmale keinen Einfluss auf den Preis haben, auch nicht die für offensichtlich als wertbeeinflussend erachteten Größen „Mächtigkeit“ und „Abraum“. Der Preis war nahezu komplett vom Anteil der Körnung  $> 2\text{mm}$  in %, d. h. dem Kiesanteil, abhängig.

Eine gewisse Lageabhängigkeit ergab sich durch zwei ermittelte Lageklassen, die Preise im Nordwesten sind deutlich geringer als die in der übrigen Region. Der Einfluss des Kaufzeitpunktes konnte nicht signifikant festgestellt werden,



Projektgruppe (von links): W. Ziegenbein, A. Brzank, E. Münstedt, A. Weitkamp, F. Brauer, M. Lindstaedt, K. Jacobsen



wurde aber nach Prüfung durch Sachverstand übernommen, da er in einer früheren Auswertung von Sand- und Kiesgruben aufgezeigt wurde.

Mit der ermittelten Regressionsfunktion wurden Richtwerte für die Region Hannover berechnet und in einer Karte dargestellt.

## **Projektseminar Erdmessung 2004/05**

### **Berechnung von Gravitationsgradienten zur Kalibrierung und Validierung von GOCE-Gradiometerdaten**

Im Jahr 2006 wird die Satellitenmission GOCE (Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer) zur Bestimmung des Erdschwerefeldes gestartet werden. Dabei wird der langwellige Anteil des Erdschwerefeldes durch Beobachtung der Satellitenbahn mit GPS (Satellite-to-Satellite-Tracking) bestimmt. Der kurzwellige Anteil wird erstmalig mit einem Gradiometer beobachtet, das mit Beschleunigungssensoren die zweiten Ableitungen des Gravitationspotentials (= Beschleunigungsdifferenzen über kurze Basislinien), die sogenannten Gradienten, misst. Das Institut für Erdmessung beschäftigt sich in den laufenden Voruntersuchungen zu der Mission mit der Kalibrierung und Validierung der Gradiometerdaten. Um den Genauigkeitsanforderungen von einigen mE ( $1 \text{ mE} \ddot{\text{o}}\text{tv} \ddot{\text{o}}\text{s} = 10^{-12} \text{ s}^{-2}$ ) zu entsprechen, müssen aufdeckbare systematische Fehler reduziert werden. Das Gradiometer wird dazu in der Flugvorbereitung (pre-flight) und vor der eigentlichen Messphase im Orbit (in-flight) intern kalibriert; um aber eine absolute Beziehung zum Erdschwerefeld herzustellen, ist eine externe Kalibrierung anhand vorhandener Schwerefelddaten notwendig. Außerdem müssen die Gradienten ebenso wie die aus den GOCE-Daten berechneten Schwerefeldmodelle mit externen Daten validiert werden.

Im Rahmen des Projektseminars wurden sowohl aus terrestrischen Schwereanomaliedaten als auch aus Quasigeoiddaten in Kombination mit aktuellen globalen Potentialmodellen Referenzgradienten zur Kalibrierung oder Validierung berechnet. Dazu wurde das Verfahren der spektralen Kombination mit Integralformeln angewendet. Die terrestrischen Datensätze müssen ein genügend großes Gebiet abdecken, damit aus ihnen Referenzdaten für die von GOCE gemessenen Gradienten in Satellitenhöhe ermittelt werden können. Solche Geoiddatensätze können beim Internationalen Geoidservice (IGeS) der IAG abgerufen werden. Die Genauigkeit der berechneten Gradienten wurde durch Fehlerfortpflanzung mittels Gradvarianzen abgeschätzt. Ebenso wurden die Ergebnisse basierend auf Schwereanomalien und auf Quasigeoidhöhen miteinander verglichen. Die angestrebte Genauigkeit zur Kalibrierung von einigen mE kann erreicht werden.

Die erzielten Ergebnisse wurden auch im Rahmen der Exkursionen beim ESA-Forschungs- und Entwicklungszentrum ESTEC (European Space Research & Technology Centre) in Noordwijk, Niederlande, und beim SRON *Netherlands Institute for Space Research in* Utrecht, Niederlande, vorgestellt. Eine weitere Exkursion, die von der Förderergesellschaft finanziell unterstützt wurde, führte zum ESA-Kontrollzentrum ESOC (European Space Operations Centre) nach Darmstadt (siehe Bild).



Teilnehmergruppe der Projektseminar-Exkursion zum ESA-Kontrollzentrum ESOC (European Space Operations Centre) in Darmstadt.

### Projektseminar des ikg 2004/2005:



CityInfo – Das mobile Stadtinformationssystem

Im Rahmen des Projektseminars ist ein Stadtinformationssystem für mobile Endgeräte entwickelt worden. Ein derartiges System wird als Location Based Service (LBS) – ein Dienst, der ortsbezogene Informationen zur Verfügung stellt, – bezeichnet. Neben der Anwendung und Gestaltung eines LBS ging es im Verlauf des Projektseminars außerdem um den Umgang mit aktuellen, mobilen Endgeräten sowie GIS-Systemen, das Arbeiten mit Multimedia-Werkzeugen und gegenwärtigen Erfassungstechniken.

Das mobile Stadtinformationssystem CityInfo hat zum Ziel, einer ortsfremden Person die Sehenswürdigkeiten (Points-Of-Interest – POI) einer Stadt, in diesem Falle Hannovers, näher zu bringen. Der Anwender, beispielsweise ein

Tourist, kann mittels CityInfo die Stadt Hannover erkunden, indem er sich aktuelle Daten (Kartenmaterialien, Bilder, Eintrittsgelder, -zeiten oder ähnliches) auf seinem PDA (Personal Digital Assistant) anschaut. Je nach Interesse kann der Nutzer dabei aus verschiedenen vorgegebenen Routen wählen und so die Stadt entdecken. Die Routen orientieren sich an dem "roten Faden", der seit Jahren viele Sehenswürdigkeiten in Hannover abdeckt. Die Anwendung von CityInfo ist mit der Programmiersprache Visual Basic.Net compact 2003 (VB.net) umgesetzt worden.

Grundlage des Stadtinformationsdienstes sind Karten in unterschiedlichen Maßstäben, so dass man sich zum einen einen Überblick über die Stadt verschaffen kann, zum anderen aber auch detailliertere Informationen zu einem gewünschten Gebiet bekommen kann. Zusätzlich wird die Möglichkeit gegeben, sich mittels GPS auf diesen Karten zu positionieren und mit Hilfe von Panoramen zu orientieren. Über die unterschiedlichen Points-Of-Interest kann sich der Nutzer, sowohl vorab als auch während seiner Erkundungstour, informieren. Hierfür besteht die Möglichkeit, sich diese in textlicher Form, aber auch in Form von Bildern, Audioinformationen und Videos anzeigen zu lassen.



POI-Beispiel mit Buttons für weitere Informationen

Die Textinformationen wurden unter anderem im Internet, in Broschüren und Büchern recherchiert. Die Daten wurden für jeden POI in einer Html-Seite mit Hilfe eines Web-Editors aufbereitet. Dabei wurden für 38 Sehenswürdigkeiten die wichtigsten Informationen zu Geschichte, Öffnungszeiten und Eintrittspreisen zusammengetragen.

Bilder bzw. Fotos wurden von den Studenten selbst aufgenommen. Eine Nachbearbeitung und Reduzierung der Bildgröße wurde mit Adobe Photoshop durchgeführt. Für jede Sehenswürdigkeit gibt es eine Fotogalerie mit bis zu

sechs Bildern, die schon vor der eigentlichen Besichtigung einen Eindruck vermitteln können.

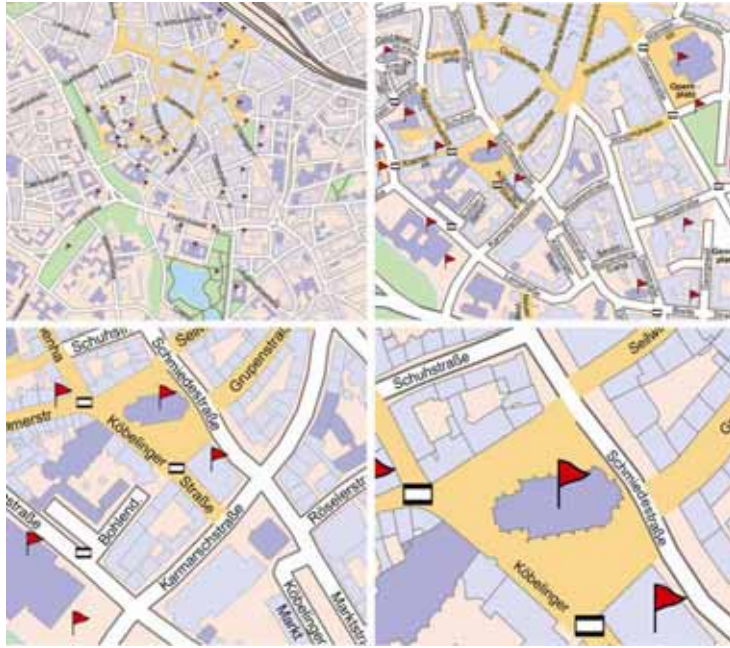
CityInfo bietet dem Benutzer auch die Möglichkeit, sich schon im Vorfeld mit ausgewählten Videoaufnahmen einen Eindruck über die Sehenswürdigkeit zu verschaffen. Dies ist eine gute Alternative, falls der entsprechende POI vor Ort dann nicht zugänglich ist. Diese Videos wurden vor Ort aufgenommen, nachträglich erfolgte eine Bearbeitung des Materials mit der Video Schnittsoftware MAGIX Video DeLuxe 2004. Um dem Anwender auch Sound von bestimmten POIs, wie dem „Singenden Gullideckel“ vor dem Hauptbahnhof, präsentieren zu können, wurden Audiodateien selbst aufgenommen und bearbeitet bzw. aus eigenen Musiksammlungen zusammengestellt. Um dem Anwender die Orientierung zu erleichtern, wurden von 15 markanten Kreuzungen Panoramen angefertigt. Dazu wurden überlappende Bilder in mehreren Reihen fotografiert und anschließend mit einer speziellen Panorama-Software zusammengesetzt.



Panorama-Beispiel Kröpcke

Die Kartengrundlagen beruhen auf den Daten der ALK und ATKIS. Daraus sind Karten in den Maßstäben 1:2.500, 1:5.000, 1:10.000 und eine Übersichtskarte im Maßstab 1:25.000 abgeleitet worden. Um ein ansprechendes Kartenbild zu erhalten, musste entsprechend den Maßstäben generalisiert werden. Dabei wurde die Gebäudegeneralisierung mit dem Programm CHANGE durchgeführt, die weiteren Generalisierungen erfolgten manuell. Für die gesamte Kartenbearbeitung wurde das Programm Adobe Illustrator verwendet.

Um CityInfo auf einem PDA nutzen zu können, müssen noch einige Voraussetzungen erfüllt werden. Der PDA (Betriebssystem Windows Mobile 2003 und vorinstallierte Laufzeitumgebung für VB.Net) benötigt als Zubehör einen GPS-Empfänger mit Bluetooth-Übertragung zur Ortung und eine zusätzliche Speicherkarte (ca. 100 MB) sowie bestimmte Software-Pakete, um die angebotenen Daten nutzen zu können (Pocket TV, Windows Internet Explorer und Windows Media Player).



Kartenendprodukte (Maßstäbe 1:25000, 1:10000, 1:5000, 1:2500)

Weitere Informationen zum Projekt sowie ein Demo-Film können bei Interesse auf der Institutshomepage eingesehen und heruntergeladen werden.

[www.ikg.uni-hannover.de/lehre/projektseminare/2004/projektseminar\\_2004.html](http://www.ikg.uni-hannover.de/lehre/projektseminare/2004/projektseminar_2004.html)

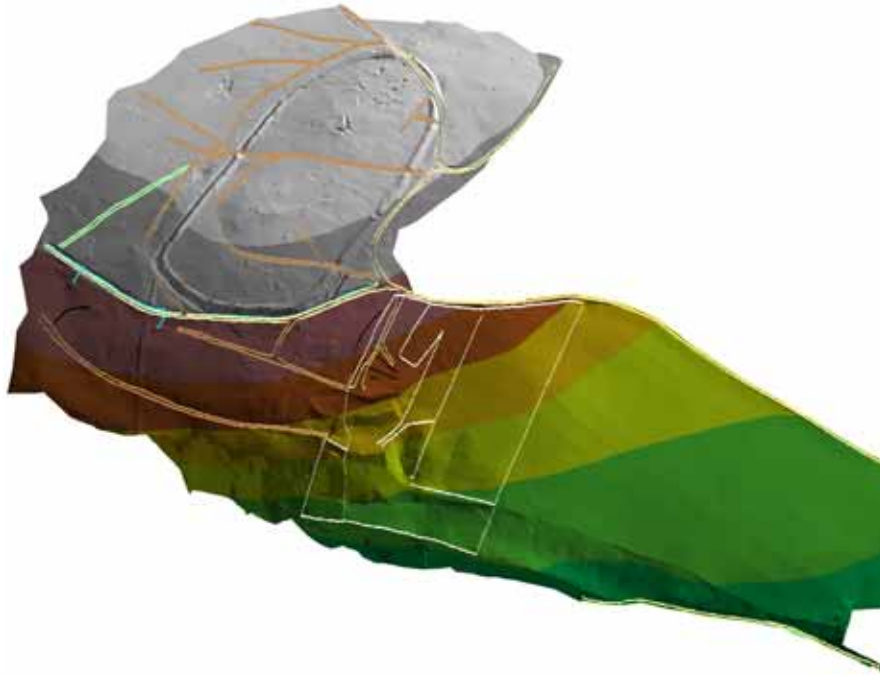
## Schlussvermessungsübungen

### Schlussvermessungsübung Topographie 2005

Die Schlussübung Topographie fand vom 11. bis 22. Juli zum vorerst letzten Mal im Landkreis Göttingen statt. Durch die wieder gestiegene Zahl der Studienanfänger und durch das wachsende Interesse der Studierenden an der Fachrichtung Informatik mit Nebenfach Geoinformatik und Kartographie, ist die Teilnehmerzahl auf 54 gestiegen. Als Übungsobjekt wurde in Zusammenarbeit mit Dr. Hans Heine vom Landesamt für Denkmalpflege und Dr. Klaus Grote von der Kreisarchäologie Göttingen das im letzten Jahr entdeckte Römerlager in Hedemünden ausgewählt. Das Lager ist für die Landesarchäologen von größter Bedeutung, da es sich um das einzige in Niedersachsen handelt. Der Kern der Anlage ist schon länger als Hünenburg bekannt und wurde bereits 1965 vom Institut für Kartographie vermessen. Die aktuellen Funde zeigen, dass es sich bei dem Gelände um ein etwa 2000 Jahre altes Militärlager handelt. Neben dem eher kleinen Bereich innerhalb der noch gut sichtbaren Wallanlage waren jetzt auch weiträumige Lagerflächen außerhalb zu vermessen. Mit 22,5 Hektar auf

500 m x 700 m Ausdehnung wurde die bisher größte Burgenkarte in der Geschichte des ikg erstellt.

Als Unterkunft für die Teilnehmer stellte uns die Stadt Hannoversch Münden die Dorfgemeinschaftshäuser der benachbarten Ortsteile Oberode und Laubach kostengünstig zur Verfügung. Das Geodätische Institut unterstützte uns auch in



3D-Modell des Römerlagers

diesem Jahr mit zwei zusätzlichen elektronischen Tachymetern, so dass wir insgesamt fünf Tachymeter und eine GPS-Ausrüstung einsetzen konnten. Hinzu kam das neu angeschaffte Digitalnivellier und zu Demonstrationszwecken der Laserscanner.

Auf dem Besuchertag am zweiten Dienstag informierten wir alle Interessierten der anliegenden Gemeinden und der beteiligten Ämter sowie die Presse über die Übung. Dr. Grote unterstützte uns mit der Darstellung der Geschichte der Anlage. Die kartographische Auswertung konnte während der Übung aufgrund der Größe des Gebietes nicht abgeschlossen werden. Das Ergebnis der Arbeit steht seit Dezember den Denkmalpflegern als digitales Modell und in Form von analogen Burgenkarten im Maßstab 1:1000 und 1:1500 zur Verfügung.

### **Schlussübung Ingenieurvermessung – Bad Salzdetfurth 2005**

Im Zuge der Erneuerung der Diplomprüfungsordnung (DPO 03) wurde das Geodätische Institut mit der Durchführung der Schlussübung „Ingenieurvermessung“ betraut. Am Ende des 4. Semesters vorgesehen, fand die Übung vom 11.07. bis zum 22.07.2005 erstmalig statt. In das neu erstellte Konzept wurden sowohl Aufgaben zur Absteckung und Aufnahme als auch zur Überprüfung auf Veränderungen vorgesehen und so alle Bereiche der Ingenieurgeodäsie abgedeckt. Die übergeordnete Aufgabe für die Studierenden bestand darin, einen Trassenverlauf zu berechnen und in die Örtlichkeit zu übertragen. Dabei sollten typische vermessungstechnische Arbeiten im Tunnel- und Straßenbau erlernt und geübt werden.

Es wurden Aufgaben in einem übergeordneten Rahmen vorgesehen, wie etwa das amtliche Festpunktfeld, um darin eventuelle Koordinatenänderungen festzustellen. Dieses ist auch eine aktuelle Fragestellung der Landesvermessung, so dass eine gute Basis entstand, um die langjährige Zusammenarbeit mit dem Landesbetrieb Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen (LGN) fortzusetzen und der Schlussübung den angestrebten praktischen Nutzen zu verleihen. Durch das große Engagement der Behörde für Geoinformation, Landentwicklung und Liegenschaften Hameln – Katasteramt Hildesheim (GLL-Hameln – KA Hildesheim) konnte ein geeignetes Gebiet um Bad Salzdetfurth gefunden werden. Die Unterbringung der 20 teilnehmenden Studierenden und die Einrichtung des Rechenbüros erfolgte in den Räumen des Schulzentrums Bad Salzdetfurth.

Aufgrund des Kali- und Salzabbaus in der Vergangenheit wurden in einigen Punkten Verschiebungen von mehreren cm erwartet. Die im ersten Teil der Übung vorgesehene Überprüfung des Festpunktfeldes wurde mit satellitengestützten Messungen im statischen und schnellstatischen Verfahren durchgeführt. Dabei wurden Koordinaten für 42 TPs und 13 APs bestimmt. Zusätzlich wurden die Daten der umliegenden SAPOS in die Berechnungen einbezogen. Für die bestimmten Koordinaten wurden Standardabweichungen bis zu 3 mm im TP-Feld und bis zu 6 mm im AP-Bereich erreicht. Anschließend wurde anhand der Residuen der Ähnlichkeitstransformation zwischen den amtlichen und den neu bestimmten Koordinaten auf mögliche Verschiebungen geschlossen. Die maximalen Residuen betragen 6 cm.

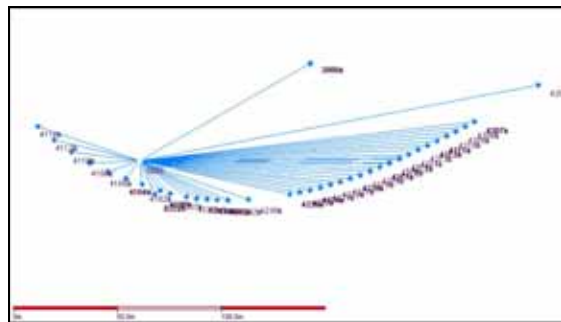
Das übergeordnete Festpunktfeld wurde im Überflutungsbecken der Innerste zwischen den Orten Listrigen und Heersum verdichtet, um so die Grundlage für die anstehende Absteckung einer Trasse zu schaffen. An den Enden des ca. 3 km langen Abschnitts wurden - wie im Tunnelbau üblich - Portalnetze erkundet und eingerichtet. Die Lage dieser Netzpunkte wurde durch tachymetrische Präzisionsmessungen bestimmt. Von den benachbarten NivP wurden durch Feinnivellement genaue Höhen in das Gebiet übertragen. Die Ausgleichung

ergab durchschnittliche Standardabweichungen von 4,5 mm in allen Koordinatenrichtungen.

Ausgehend von den beiden Portalnetzen wurden gegenläufig zwei Polygonzüge eingerichtet und ausgemessen. Die Punkte der Polygonzüge waren gleichzeitig die Standpunkte, von denen aus die Absteckung der Haupt- und Detailpunkte erfolgte. Die Koordinatendifferenz auf dem gemeinsamen Polygonpunkt in der Trassenmitte wurde als Durchschlagfehler betrachtet. Dieser betrug 5 cm in der Querrichtung und 4 cm in der Höhe, ein recht gutes Ergebnis für die Zwecke dieser Übung.



Absteckung und Aufnahme



Abgesteckter Trassenabschnitt

Entlang des Trassenabschnittes wurden von den Studierenden weitere im Straßen- und Tunnelbau anfallende Messverfahren erprobt. Dazu zählen die Kreiselmessungen mit dem Gyromat 2000 und die Volumenbestimmungen mit dem Rotationsnivellier Rugby 200. Besonders hervorzuheben ist die Durchführung der Trassierung mit der Smart Station der Firma Leica. Dieses moderne Instrument, das GPS-Empfänger und Tachymeter vereint, wurde dankenswerter Weise von der Herstellerfirma während der gesamten zweiten Woche der Schlussübung zur Verfügung gestellt. Für die Kontrolle der abgesteckten Punkte wurden diese mit GPS-RTK aufgenommen. Die maximale Abweichung zu den berechneten Koordinaten betrug 6 cm.

Alle anfallenden Auswertungen, die Berechnung der Trasse und die Programmierung der hierfür notwendigen Software wurden ausschließlich im Rechenbüro während der Schlussübung realisiert. So konnten am Besuchertag, der am Nachmittag des vorletzten Tages stattfand, den Teilnehmern im Rahmen von Präsentationen die Vorhaben, die eingesetzten Messverfahren und die Ergebnisse der Schlussübung vorgestellt werden. Die Veranstaltung endete mit einer kurzen Vorführung der eingesetzten Geräte durch die Studierenden.



Allen die zum Gelingen dieser Schlussübung beigetragen haben, sei an dieser Stelle herzlich gedankt: dem Landesbetrieb Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen (LGN), der GLL-Hameln – KA Hildesheim den Verantwortlichen im Schulzentrum Bad Salzdetfurth und allen anderen örtlichen Verwaltungen.

### **Schlussübung Landesvermessung 2005**

Die Schlussübung Landesvermessung wurde als neu gestaltete Veranstaltung für das 6. Semester in diesem Jahr erstmalig von dem Institut für Erdmessung betreut. Als Nachfolge der ehemaligen Schlussübung Netzverdichtung wurden die Inhalte entsprechend den heutigen Aufgaben und Tätigkeiten der Landesvermessung angepasst.

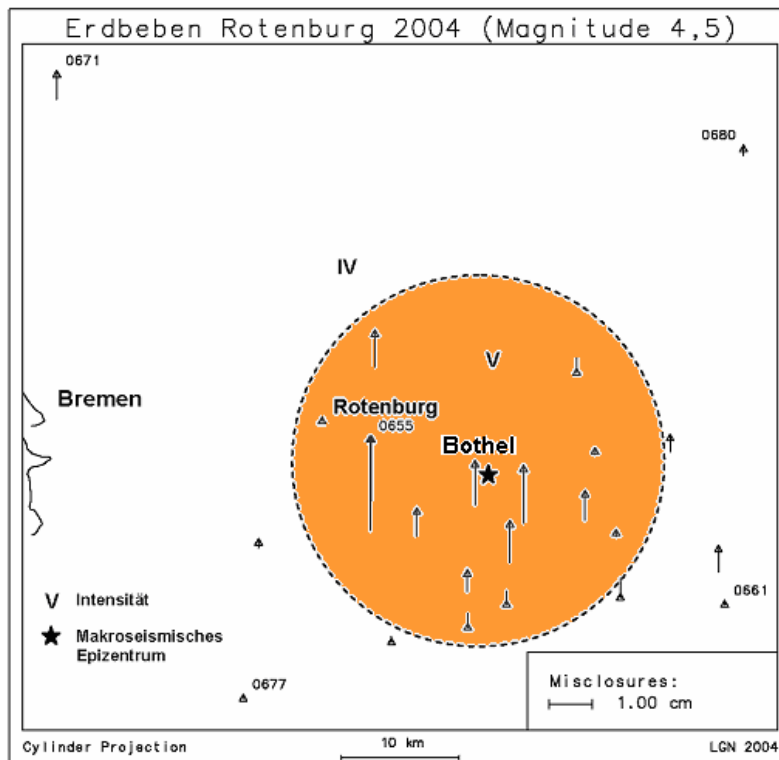
Der praktische Teil der Schlussübung wurde vom 11. bis zum 16.07.2005 in einem Gebiet mit einer Ausdehnung von bis zu 30 km um die Kreisstadt Rotenburg (Wümme) durchgeführt. Die Auswertung der Messungen erfolgte in der anschließenden Woche vom 18. bis 22.07.2005 am Institut für Erdmessung. Sowohl bei den Vorbereitungen als auch während der Schlussübung gab es eine enge Zusammenarbeit mit der Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen (LGN). Die Unterbringung der 17 beteiligten Studierenden als auch die Einrichtung von Büro und Gerätelager erfolgte auf dem Campingplatz „Hanseat“ in der Gemeinde Bothel.

Hintergrund für die Auswahl des Messgebietes war ein Erdbeben der Stärke 4.5, das sich dort am 20. Oktober 2004 ereignete und dessen Epizentrum in unmittelbarer Nähe der Gemeinde Bothel lag. Es war das stärkste Beben im norddeutschen Raum seit Beginn der instrumentellen Aufzeichnung vor über 100 Jahren. Wahrgenommen wurden die Erschütterungen in einem Umkreis von etwa 70 km. Eine detaillierte Untersuchung der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) über die aufgezeichneten seismischen Wellen und die von Anwohnern verspürten Wirkungen des Bebens hat ergeben, dass sich in etwa 10 km Tiefe zwei Gesteinspakete in vertikaler Richtung entlang einer etwa 0,5 km<sup>2</sup> großen Bruchfläche gegeneinander verschoben haben. Die Ursachen für derartige Bewegungen sind noch nicht vollständig geklärt, wobei ein Zusammenhang mit der noch andauernden Fennoskandischen Landhebung und Absenkung Norddeutschlands denkbar ist.

In dem betroffenen Gebiet hatte die LGN bereits in den Jahren zuvor umfangreiche GPS-Messungen zur Bestimmung von hochgenauen Normalhöhen im Höhenfestpunktfeld durchgeführt, so dass im Rahmen der

Schlussübung 2005 vorhandene GPS-Punkte erneut beobachtet und ein entsprechender Vergleich der Vertikalkomponente durchgeführt werden konnte.

Maßgeblich für die Auswahl der GPS-Punkte war die Fläche stärkster gleich gefühlter Erdbebenstärke, in der sich neben der SAPOS®-Referenzstation 0655 Rotenburg weitere 14 unterirdisch mit Platten vermarkte GPS-Punkte aus den vorhergehenden Messepochen befinden. Eingang in die Auswertung fanden die Messungen von fünf weiteren Punkten sowie der umliegenden SAPOS®-Referenzstationen. Während der Schlussübung wurden individuell roboterkalibrierte GPS-Antennen sessionsweise zeitgleich an acht 12-Kanal GPS-Empfängern betrieben. Die Messdauer betrug analog zu den LGN-Messungen in den Jahren zuvor pro Aufstellung ca. 4 Stunden, wobei alle Punkte dreimal und häufiger besetzt und die Antennenhöhen nivelliert wurden. Die in der Netzausgleichung bestimmte mittlere Standardabweichung für die elipsoidischen Höhen beträgt 4,6 mm. Bei der parallel durchgeführten nivellistischen Verbindung von GPS-Punkten über eine 25 km-Schleife wurde ein Abschlussfehler von 2,2 mm erreicht.



#### Epizentrum und Intensität (BGR) und GPS-Netz (LGN/IfE)

Die Höhen der wurden im Sinne eines Identitätsmodells verglichen. Als Ergebnis läßt sich festhalten, dass wenige Kilometer um das seismologisch festgelegte Epizentrum des Erbebens systematische Senkungen geringer

Größe zwischen 1 mm und 14 mm bestimmt werden konnten, die jedoch unter der Signifikanzschwelle bleiben. Zeitreihenbetrachtungen aus dem SAPOS<sup>®</sup>-Koordinatenmonitoring zeigen, dass die für die Referenzstation Rotenburg offensichtliche Höhenänderung nicht dem Erdbebenereignis zuzuordnen ist, sondern zeitlich früheren, noch unbekanntem Ursachen zugeordnet werden muss. Weitere Untersuchungen im Gebiet sind für das Jahr 2006 im Rahmen der kommenden Schlussübung Landesvermessung geplant.

Im Rahmen der geodätischen Überwachungsvermessungen im Untersuchungsgebiet Rotenburg wurde neben GPS und Nivellement auch die Relativgravimetrie eingesetzt. Geplant ist die Einrichtung einer Präzisionsschwerenetztes, welches innerhalb von 3 Jahren fertig gestellt sein soll und danach in etwa 10-jährigem Turnus nachgemessen wird. Die Gravimetrievermessung wurde mit zwei LaCoste-Romberg (LCR) Relativgravimetern (Modell D und G) durchgeführt. Als Grundlage konnte auf das Schwerefestpunktfeld 2. und 3. Ordnung des Landes Niedersachsen zurückgegriffen werden. Die amtlichen Schwerewerte der benutzten Punkte stammen aus den Jahren 1982 bis 1991. Die Eichparameter der LCR-Gravimeter wurden im Hannover Eichsystem bestimmt, so dass ein unabhängiger Maßstabsvergleich zwischen Eichsystem und dem lokalen Schwerefestpunktfeld „Rotenburg“ möglich wurde. Es konnte kein Maßstabsunterschied festgestellt werden. Die mittlere Übereinstimmung zwischen den in 2005 erzielten Ergebnissen der neuvermessenen 8 Punkte und den amtlichen Referenzwerten beträgt  $\pm 15 \mu\text{Gal}$  ( $0.15 \mu\text{m/s}^2$ ). Im Einzelnen variieren die Diskrepanzen zwischen  $+13$  und  $-28 \mu\text{Gal}$ . Die Unterschiede sind als nicht-signifikant zu bewerten.

<b>Geodätisches Kolloquien</b>
--------------------------------

**Sommersemester 2005**

- Dienstag  
26.04.2005      **Photoreale und nichtphotoreale Echtzeitlandschaften**  
*Prof. Dr. rer. nat. habil. Jürgen Döllner, Computergrafische Systeme, Hasso-Plattner-Institut Potsdam*
- Dienstag  
10.05.2005      **Wege zur Echtzeitphotogrammetrie**  
*Prof. Dr.-Ing. habil. Wolfgang Förstner, Institut für Photogrammetrie, Universität Bonn*
- Dienstag  
07.06.2005      **Schwerefeld und Isostasie in den zentralen Anden - neue Daten zur Lösung alter Probleme**  
*Prof. Dr. Hans-Jürgen Götze, Institut für Geowissenschaften, Abteilung Geophysik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*
- Dienstag  
28.06.2005      **Vom Quasar zum Referenzpunkt - auch eine ingenieurgeodätische Herausforderung**  
*Prof. Dr.-Ing. Maria Hennes, Geodätisches Institut, Universität Karlsruhe*

**Wintersemester 2005 / 06**

- Dienstag  
25.10.2005      **Gedenkkolloquium zum 100. Todestag des Generalleutnants Dr. h.c. Oscar Schreiber**  
11:00 Uhr – Kranzniederlegung auf dem Stöckener Friedhof  
15:00 Uhr - Gedenkkolloquium  
18:00 Uhr - Empfang auf dem Messdach
- Dienstag  
15.11.2005      **Bachelor und Master – die reformierte Hochschulausbildung in Geodäsie und Geoinformatik an der Universität Hannover**  
*Prof. Dr.-Ing. Jürgen Müller, Institut für Erdmessung, Universität Hannover*

- Dienstag **GDI in Niedersachsen**  
29.11.2005  
*Rolf Ueberholz, Niedersächsisches Ministerium für Inneres  
und Sport, Referat 34, Hannover*
- Dienstag **Verkehrsbeobachtung mit optischen und Radardaten  
von Flugzeugen und Satelliten**  
17.01.2006  
*Dr.-Ing. Peter Reinartz, Institut für Methodik der  
Fernerkundung,  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR),  
Oberpfaffenhofen*
- Dienstag **Bodenwertermittlung - Ein Kernproblem des  
Stadtumbaus in Ost und West**  
24.01.2006  
*Prof. Dr.-Ing. Franz Reuter, Geodätisches Institut, TU  
Dresden*
- Dienstag **Immobilien-Wertermittlung - national und  
international**  
31.01.2006  
*Dieter Kertscher, Ltd. Verm.Direktor GLL Braunschweig,  
Leiter des DVW-Arbeitskreises "Immobilienmanagement"*

**Angehörige der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik (Stand 31.12.2005)**
**Geodätisches Institut**

		Tel.:	E-mail:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Hansjörg Kutterer	Geschäftsführender Leiter	0511 762- 2461	@gih.uni- hannover.de kutterer@
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. mult. Hans Pelzer	Emeritus	19927	pelzer@
Karin Hapke	Sekretärin	2462	hapke@
Dipl.-Ing. Stephanie Boehm	Wiss. Mitarbeiterin	2465	boehm@
Dipl.-Ing. Dirk Eling	Wiss. Assistent	3584	eling@
Dipl.-Ing. Jörg Grabowski	Wiss. Mitarbeiter	4408	joerg@
Dipl.-Ing. Rainer Heer	Techn. Angestellter	4469	raini@
Dipl.-Ing. Christian Hesse	Wiss. Mitarbeiter	2464	hesse@
Uwe Holtz	Gerätewart	3587	holtz@
Dipl.-Ing. Hans Neuner	Wiss. Mitarbeiter	4409	neuner@
Dipl.-Ing. Ingo Neumann	Wiss. Mitarbeiter	4394	neumann@
Xuguang Ou, M.Sc.	Gastwissenschaftler	5192	ou@
Dipl.-Ing. Horst Suhre	Wiss. Mitarbeiter	3476	suhre@
Heidemarie Weis	Angestellte (Praktikantenamt)	2463	weis@
Dipl.-Ing. Alexandra Weitkamp	Wiss. Mitarbeiterin	2406	weitkamp@

Web: <http://www.gih.uni-hannover.de>

**Institut für Erdmessung**

		Tel.	E-mail
		(0511) 762-	@ife.uni-hannover.de
Prof. Dr.-Ing. J. Müller	Geschäftsführender Leiter	3362	mueller@
Prof. Dr.-Ing. G. Seeber	Professor	2475	seeber@
Prof. Dr.-Ing. W. Torge	Professor (em.)	2794	torge@
Dipl.-Ing. O. Bielenberg	Wiss. Mitarbeiter	5149	bielenberg@
Dr.-Ing. H. Denker	Akademischer Direktor	2796	denker@
Dipl.-Ing. F. Dilßner	Wiss. Mitarbeiter	5711	dilssner@
Dipl.-Ing. O. Gitlein	Wiss. Mitarbeiterin	5854	gitlein@
Dr.-Ing. C. Hirt	Wiss. Mitarbeiter	3892	hirt@
Dipl.-Ing. F. Jarecki	Wiss. Mitarbeiter	8926	jarecki@
Dipl.-Ing. O. Krüger	Techn. Angestellter	3475	krueger@
Frau B. Miek	Sekretärin	2795	office@
Dipl.-Ing. M. Neumann-Redlin	Wiss. Mitarbeiter	5783	neumann@
Dipl.-Ing. W. Paech	Techn. Angestellter	5785	paech@
Dr.-Ing. L. Timmen	Wiss. Mitarbeiter	3398	timmen@
Dipl.-Ing. I. Wolf	Wiss. Mitarbeiterin	3452	wolf@
Bibliothek		5781	
Sozialraum		5782	
Wiss. Hilfskräfte (Phys. Geod. Raum 412A)		5782	
Wiss. Hilfskräfte (Sat. geod. Raum 423)		5786	
Gravimeterlabor		3387	
GPS-Labor		5101	
Telefax		4006	

Web: <http://www.ife.uni-hannover.de>

**Institut für Kartographie und Geoinformatik**

(0511) 762-

Sester, Monika	Univ.-Prof. Dr.-Ing.	3588
Paelke, Volker	Prof. Dr. rer. nat.	2472
Schramm, Evelin	Sekretärin	3589
Anders, Karl-Heinrich	Dr.-Ing.	3723
Brenner, Claus	Dr.-Ing.	5076
Dold, Christoph	Dipl.-Ing.	19437
Elias, Birgit	Dipl.-Ing.	3465
Gösseln, Guido von	Dipl.-Ing.	5215
Hampe, Mark	Dipl.-Ing.	5285
Hatger, Carsten	Dipl.-Ing.	3726
Hauert, Jan-Henrik	Dipl.-Ing.	19438
Heidorn, Dieter	Dipl.-Ing.	2474
Heinzle, Frauke	Dipl.-Ing.	5255
Katterfeld, Christiane	Dipl.-Geogr.	19369
Kopczynski, Matthias	Dipl.-Ing.	5422
Kruse, Ingo	Dipl.-Ing.	3727
Neidhart, Hauke	Dipl.-Ing.	19439
Ripperda, Nora	Dipl.-Math.	19436
Thiemann, Frank	Dipl.-Ing.	3724
Bibliothek		3725
ikg – Fax		2780

E-mail:       Vorname.Nachname@ikg.uni-hannover.de

Web:         <http://www.ikg.uni-hannover.de>



## Institut für Photogrammetrie und GeoInformation

		(0511) 762-
Prof. Dr.-Ing. C. Heipke	Geschäftsführender Leiter	2481
Prof. Dr.-Ing. mult. G. Konecny	Emeritus	2487
Frau G. Böttcher	Geschäftszimmer	2482
Dipl.-Ing. U. Bolte	Techn. Angestellter	5486
Dipl.-Ing. A. Brzank	Wiss. Mitarbeiter	19955
Dipl.-Ing. M. Butenuth	Wiss. Mitarbeiter	4922
Dipl.-Ing. A. Elmhorst	Techn. Angestellte	2797/2488
Dipl.-Ing. M. Gerke	Wiss. Mitarbeiter	19951
Dipl.-Ing. J. Göpfert	Wiss. Mitarbeiter	3389
Dipl.-Ing. J. Heuwold	Wiss. Mitarbeiterin	19953
Dipl.-Ing. T. Hödl	Wiss. Mitarbeiter	4401
Dr.-Ing. K. Jacobsen	Akad. Direktor	2485
Dipl.-Ing. A. Koch	Wiss. Mitarbeiterin	5289
Dr.-Ing. P. Lohmann	Wiss. Mitarbeiter	2486
Dipl.-Ing. V. Lohse	Wiss. Mitarbeiter	19387
Dr.-Ing. K. Pakzad	Wiss. Assistent	3893
M.Sc. M. Ravanbakhsh	Doktorand	19956
Dipl.-Ing. B. Reese	Wiss. Mitarbeiter	5547
Dipl.-Ing. R. Schmidt	Wiss. Mitarbeiter	2484
M.Sc. M. Tavakkoli	Doktorand	9049
Dr.-Ing. M. Wiggerhagen	Akad. Oberrat	3304
Dr.-Ing. F. Willrich	Wiss. Assistentin	4922
Dipl.-Ing. U. Wißmann	Techn. Angestellte	2724
Telefax		2483

E-mail: „*Nachname*“@ipi.uni-hannover.de  
 z.B. [Heipke@ipi.uni-hannover.de](mailto:Heipke@ipi.uni-hannover.de)

Web: <http://www.ipi.uni-hannover.de>

<b>Honorarprofessoren und Lehrbeauftragte</b>
---

**Honorarprofessoren**

Hon.-Prof. Dr.-Ing. Dierk Hobbie (Ernennung: 1999)  
 (ehem. Carl Zeiss)  
 – Der Ingenieur als Führungskraft –

Hon.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Schroeder (Ernennung: 1998)  
 DLR, Oberpfaffenhofen  
 – Radiometrische Messungen in der Fernerkundung –

Hon.-Prof. Dr.-Ing. Ralph Schroth (Ernennung: 1998)  
 Hansa Luftbild GmbH, Münster  
 – Grundlagen der Betriebswirtschaft und Unternehmensführung für  
 Vermessungsingenieure –

Ltd. Verm.Dir. Hon.-Prof. Dr.-Ing. Werner Ziegenbein (Ernennung: 1991)  
 Behörde für Geoinformation, Landentwicklung und Liegenschaften, Hannover  
 – Grundstücksbewertung –  
 – Projektseminar Bodenordnung –

es lesen nicht mehr:

Ltd. Verm.Dir. a.D. Hon.-Prof. Dipl.-Ing. Gustav Bohnsack (Ernennung: 1984)  
 (ehem. Stadtvermessungsamt Hannover)

Univ.-Prof. Hon.-Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Augath (Ernennung: 1993)  
 (ehem. Geodätisches Institut TU Dresden)

Ltd. Verm.Dir. a.D. Hon.-Prof. Dr.-Ing. Dieter Grothenn (Ernennung: 1988)  
 (ehem. Nds. Landesverwaltungsamt – Landesvermessung –)

Ministerialrat a.D. Hon.-Prof. Dipl.-Ing. Hermann Möllering (Ernennung: 2000)  
 (ehem. Nds. Innenministerium)

Ltd. Verm.Dir. a.D. Hon.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Georg Reuter (Ernennung: 1996)  
 (ehem. Amt für Agrarstruktur Hannover)

Hon.-Prof. Dr.-Ing. K.-W. Schrick, Regierungsdirektor a.D. (Ernennung: 1967)  
 (ehem. Deutsches Hydrographisches Institut)

Ltd. Verm.Dir. a.D. Hon.-Prof. Dr.-Ing. Wilhelm Tegeler (Ernennung: 1994)  
(ehem. Landesvermessung und Bezirksregierung Lüneburg)

Hon.-Prof. Dipl.-Ing. Heinz Weyl (Ernennung: 1971)  
(ehem. Verband Großraum Hannover)

Hon.-Prof. Dr.-Ing. Erwin Zwickert (Ernennung: 1981)  
(ehem. Prokurist bei der Firma WICHMANN KG, Berlin)

### **Lehrbeauftragte:**

Vermessungsdirektor Dr.-Ing. habil. Joachim Boljen (seit 1993)  
Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein  
– Ausgewählte Probleme der Grundlagenvermessung –

PD Dr.-Ing. habil. Gerd Buziek (seit 1999)  
Geschäftsführer des CeGI – Center for Geoinformation GmbH, Dortmund  
– GI-Visualisierung und -Kommunikation –

Präsident und Prof. Dr.-Ing. Dietmar Grünreich (seit 1999)  
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt  
– Geo-Dateninfrastrukturen –

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Huet (seit 1991)  
Fachhochschule Stuttgart  
– Ergänzungen zur Instrumentenkunde –

Ltd. Vermessungsdirektor Dipl.-Ing. Carsten Kliewer (seit 2002)  
Behörde für Geoinformation, Landentwicklung und Liegenschaften, Northeim  
– Landentwicklung und Dorferneuerung II –  
– Ausgewählte Kapitel aus der Praxis –

Vermessungsdirektorin Dipl.-Ing. Susanne Klinke (seit 2004)  
Landeshauptstadt Hannover – Bereich Stadtplanung  
– Flächenmanagement und Bodenordnung –

Dipl.-Ing. Diedrich Rotert (seit 2002)  
Institut für Statik und Dynamik, Universität Hannover  
– Deformationsberechnungen bei Ingenieurbauwerken –

Dr.-Ing. Hans-Werner Schenke (seit 2000),  
Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven,  
– GIS, Hydrographie –

Ministerialrat a.D. Dr.-Ing. Hartmut Sellge (seit 2002)

- Öffentliches Vermessungswesen –
- Liegenschaftsrecht –

Dipl.-Ing. Gerfried Westenberg (seit 2003)

Gerfried Westenberg GeoMarketing

- „Geodatenmarkt und Marketing“ (im Rahmen der Lehrveranstaltung GIS III) –

Regierungsbaumeister Dr.-Ing. Reinhard Wolf (seit 2005)

Landeshauptstadt Hannover – Bereich Stadtplanung

- Städtebauliche Projektentwicklung –