

# VGI

Österreichische Zeitschrift für  
**VERMESSUNG &  
GEOINFORMATION**

84. Jahrgang 1996

Heft 2/96

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



Sonderausgabe anlässlich des  
XVIII. ISPRS-Kongresses  
1996 in Wien



# SIEMENS NIXDORF

„Daten von heute  
statt Karten von gestern.  
Mit SICAD auf  
der Datenautobahn.“

Jederzeit auf aktuelle Basisdaten zugreifen können: Für alle, die mit Geodaten arbeiten, ist dies extrem wichtig.

Mit SICAD sind Sie immer auf dem neuesten Stand: Als Geodaten-Produzent können Sie genau die Geo-Objekte definieren, die Sie brauchen

und dann selektiv abgeben. Nur SICAD sorgt für reibungslosen Datenverkehr zwischen Geodaten-Produzent und Geodaten-Nutzer.

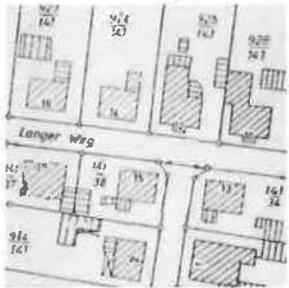
Fortführung ist für Sie kein Thema: Sie bekommen automatisch genau die

Daten, die sich geändert haben.

Außerdem können Sie mit SICAD auf Knopfdruck Karten erstellen.

In SICAD zu investieren lohnt sich in vielerlei Hinsicht. Gerade in Zeiten knapper Budgets. SICAD bietet Ihnen erprobtes Know-how, das Sie in Rahmen von Gesamt- oder Teillösungen zuverlässig und wirtschaftlich nutzen können. Durch seine hohe Integrationsfähigkeit kann sich SICAD problemlos an Ihre Systemlandschaft anpassen.

Wenn auch Sie immer auf dem neuesten Stand sein wollen, sollten Sie gleich nähere Informationen anfordern. Unter 0660/5500 zum **•**1starif.



# VGI

## Österreichische Zeitschrift für **VERMESSUNG & GEOINFORMATION**

84. Jahrgang 1996  
vormals ÖZ

Heft 2/1996

**Schriftleiter:** Dipl.-Ing. Reinhard Gissing  
**Redaktionsteam:** Dipl.-Ing. Wolfgang Gold  
Dipl.-Ing. Bernhard Jüptner  
A-1025 Wien, Schiffamtsgasse 1-3

Organ der Österreichischen Gesellschaft  
für Vermessung und Geoinformation und  
der Österreichischen Geodätischen Kom-  
mission

**Spezialausgabe anlässlich des XVIII. Kongresses der  
Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung  
vom 9. bis 19. Juli 1996 in Wien**

### INHALT

	Seite
<b>Grußworte</b>	
<i>Bundesminister Dr. Johannes Ditz</i>	113
<i>Präsident Dipl.-Ing. August Hochwartner</i>	114
<i>A. Stoklaska:</i> <b>Ostarrichi – Österreich: Millenniumsjahr 1996</b>	117
<i>M. Schlögl:</i> <b>Eduard Doležal – ein Vater der österreichischen Photogrammetrie</b>	119
<i>F. Blaschitz:</i> <b>1903–1996: 93 Jahre aus dem Leben unserer geodätischen Fachzeitschrift</b>	120
<b>Fachbeiträge zum Schwerpunktthema „Photogrammetrie und Fernerkundung in Österreich“</b>	
<i>K. Kraus:</i> <b>Die Vorbereitung des 18. Kongresses der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung</b>	125
<i>G. Brandstätter, E. Höflinger, R. Kilga:</i> <b>Austria – National Report</b>	131
<i>R. Kilga, C.M. Paresi:</i> <b>OEEPE – Regional Member Report 1992–1996</b>	138

<i>H. Frick, R. Kalliany:</i> <b>Ein Software-System zur interferometrischen Bearbeitung von ERS-1 Radarbildern</b>	144
<i>H. Rott, T. Nagler, W. Rack:</i> <b>Cryospheric Monitoring and Research by Means of ERS</b>	151
<i>L. Kenyi, H. Raggam, M. Schardt:</i> <b>SAR Interferometry: Experiences with ERS-1/2 SLC Data</b>	157
<i>W. Schneider, R. Bartl, H. Burger, J. Steinwendner, F. Suppan:</i> <b>Aerial photo interpretation and satellite image analysis in agricultural sciences</b>	164
<i>R. Mansberger, W. Kusché, W. Rieger:</i> <b>Von Kühen, Muren und Bäumen – Photogrammetrie einmal anders</b>	173
<i>M. Franzen:</i> <b>Die digitalen 90er Jahre – Photogrammetrie und Fernerkundung im BEV</b>	181
<i>F. Rottensteiner, R. Prinz:</i> <b>Aerotriangulation mit digitalen Bildern: Der Testblock Forssa der OEEPE</b>	189
<i>M. Gruber, P. Sammer:</i> <b>Der virtuelle Prunksaal der Österreichischen Nationalbibliothek</b>	196
<i>K. Hanke:</i> <b>Die digitale Photogrammetrie als Werkzeug der Architekturbildmessung</b>	207
<i>M. Seger:</i> <b>Fernerkundungsanwendung – Metafragen aus der Sicht der Geographie</b>	214
	220
	225
	228
	230
	231
	236
	237
	242
	245
<b>Titelbild:</b>	
Das Titelphoto zeigt das Wiener Konferenzzentrum (Austria Center Vienna), in dem der XVII. Kongreß der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkun- dung (ISPRS) vom 9. bis 19. Juli 1996 abgehalten wird. (Photo: Austria Center Vienna)	
Dissertationen und Diplomarbeiten	220
Recht und Gesetz	225
Mitteilungen und Tagungsberichte	228
Vorträge	230
Firmen & Produkte	231
Veranstaltungskalender	236
Buchbesprechungen	237
Zeitschriftenschau	242
Impressum	245



## Vorwort des Herrn Bundesminister für wirtschaftliche Angelegenheiten Dr. Johannes Ditz

Sehr geehrte Damen und Herren!

Es freut mich, daß der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation die ehrenvolle Aufgabe übertragen wurde, Gastgeberin des XVIII. ISPRS-Kongresses zu sein. Die eindrucksvollen Zahlen, die der Kongreß vorzuweisen hat – 1700 Teilnehmer aus über 75 Ländern, wozu noch die Tagesgäste kommen, und etwa 90 Ausstellerfirmen, darunter 10 österreichische – sprechen für sich selbst.

Als Wirtschaftsminister begrüße ich es insbesondere, daß bei diesem Kongreß die fachlichen Belange der verschiedenen Disziplinen wie Vermessung, Geoinformation und insbesondere Photogrammetrie und Fernerkundung, sowohl auf dem Gebiet der wissenschaftlichen Forschung als auch der praktischen Anwendung ihren Platz haben. Somit wird auf die selbstge-

stellte Aufgabe der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation, die berechtigten Interessen der Wissenschaft und des öffentlichen Dienstes wie auch der Wirtschaft und der freien Berufe zu vertreten, Bedacht genommen. Erst das Zusammenwirken dieser Bereiche in der Erfüllung ihrer jeweiligen Aufgaben – die Erstellung und Anpassung des gesetzlichen Rahmens, die Forschung und Innovation und deren konkrete Umsetzung durch die Wirtschaft – dienen dem Nutzen der einzelnen und der Gemeinschaft.

In diesem Sinne wünsche ich den Besuchern eine erfolgreiche Teilnahme an diesem internationalen Forum mit vielen Gelegenheiten zu Informationsaustausch und Kontaktpflege und der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation einen erfolgreichen Verlauf des Kongresses.



## **Grußworte des Präsidenten der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation**

Die internationale Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung (ISPRS) lädt zu ihrem XVIII. Kongreß nach Wien ein.

Die Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation, entstanden aus der Vereinigung des ehemaligen Österreichischen Vereines für Vermessungswesen und der ehemaligen Gesellschaft für Photogrammetrie, hat die ehrenvolle Aufgabe, Gastgeber dieses Kongresses sein zu dürfen. Es erfüllt die österreichischen Vermesser, Photogrammeter und Fernerkunder mit Stolz und Freude, daß ihr Land gerade im Millenniums-Jahr der Namensgebung Österreichs, dem Ostarrichi-Jahr, im Zentrum dieses hochrangigen geowissenschaftlichen Ereignisses steht.

Österreich ist traditionell ein Land der Begegnung. Ich bin überzeugt, daß der ISPRS-Kongreß 1996 vom Geist der Begegnung und des internationalen Meinungsaustausches getragen wird. Gleichzeitig steht dieser Kongreß auch im Zeichen einer großen österreichischen Persönlichkeit, im Zeichen von Hofrat Professor Dr.h.c.mult. Eduard Doležal, Gründer der Öster-



## **Welcome statement from the President of the Austrian Society for Surveying and Geoinformation**

It is a pleasure for the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) to welcome you to the XVIIIth Congress in Vienna.

It is an honourable task for the Austrian Society for Surveying and Geoinformation, which developed from the union of the former Austrian Association of Geodesy and from the former Austrian Society of Photogrammetry, to be the host of this congress. The Austrian surveyors, photogrammetrists and remote sensing scientists feel privileged that Austria is the centre for this renowned geoscientific event in this special year 1996, when Austria is celebrating her 1000 years anniversary of the first mentioning of the name „Ostarrichi“.

Austria has always been a country of communication. I am convinced that the ISPRS Congress 1996 will be characterized by the principles of communication and international exchange of opinion. This congress also focuses on the great Austrian Hofrat Professor Dr.h.c.mult. Eduard Doležal, the founder of the Austrian Society for Photogrammetry; excellent

reichischen Gesellschaft für Photogrammetrie und Gründer der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie, in dessen Lebenswerk sich hervorragendes Fachwissen mit der steten Bereitschaft zum Erfahrungsaustausch verbindet.

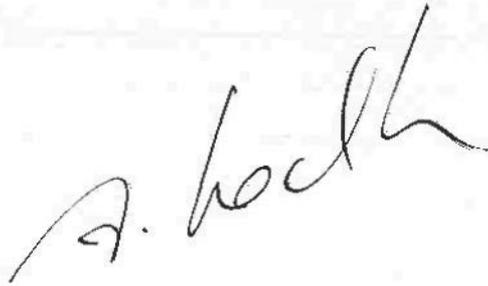
Das örtliche Vorbereitungskomitee unter der verantwortlichen Führung des Kongreßdirektors Univ.Prof. Dr.-Ing. Karl Kraus hat sich das Ziel gesetzt, den Kongreß im Sinne dieser Tradition vorzubereiten. Dieses Ziel ist dann erreicht, wenn unsere Gäste die Erfahrungen dieses Kongresses auch in ihren Herzen mit nach Hause nehmen.

In diesem Sinne wünsche ich allen Teilnehmern und den Veranstaltern einen erfolgreichen XVIII. ISPRS-Kongreß in Wien.

scientific knowledge and readiness to exchange experiences joined to create an impressive life-work.

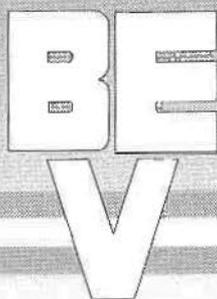
The local congress organizing committee under the leadership of Congress Director Univ.Prof. Dr.-Ing. Karl Kraus, has been taking care to prepare this congress according to these principles. This aim will be reached, if our guests take home with them the experiences of this congress.

So I sincerely wish all the participants and the organizing committee a successful XVIIIth ISPRS-Congress in Vienna.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'A. Koch', written in a cursive style.

# Gewußt wo!

1080 Wien, Krotenthallerg. 3  
Tel.: +43-1- 401 46/ 460  
Fax: +43-1- 406 99 92  
e-mail: rkilga@bev.gv.at



**Gruppe Landesaufnahme**

## Ostarrichi – Österreich Millenniumsjahr 1996

Österreich feiert 1996 ein Millennium. Tausendjahrfeiern in der Geschichte haben in Österreich, aber auch im übrigen Europa große Tradition, zeugen sie doch von einer langen und meist ehrwürdigen Geschichte und vergegenwärtigen Ereignisse der Vergangenheit, zumeist allerdings nur in ihren erinnerungswürdigen positiven Facetten. Mit Millenniumen waren in der Vergangenheit auch Heilserwartungen verknüpft, so meinte die christliche Welt des Jahres 1000, daß mit dem Jahrtausendwechsel das Reich Christi beginnen werde.

1000 Jahre sind also Anlaß, den Geist der Vergangenheit zu verlebendigen, Geschichte Revue passieren zu lassen und Identität, die sich aus jenem tausend Jahre zurückliegenden Ereignis ergibt, zu betonen und vertiefen. Da auch ein gemeinsamer Name ein wesentlicher identitätsstiftender Faktor sein kann, könnte man das festliche Gedenken an das Jahr 996 als eine Art Namenstag Österreichs bezeichnen.

Denn vor tausend Jahren - formal am 1. November 996 - wurde erstmalig in einer Urkunde der Name „Ostarrichi“, eine Frühform des heutigen Namens von Österreich, schriftlich festgehalten. Dieser Umstand bedeutet weder, daß es Österreich erst seit tausend Jahren gibt, noch daß dieser Name quasi schlagartig ab diesem Datum verwendet worden wäre. Vielmehr hält diese Urkunde lediglich erstmals in schriftlicher Form fest, was wahrscheinlich schon seit geraumer Zeit durchaus üblich war, nämlich den Landstrich südlich der Donau als Ostarrichi zu bezeichnen. Kaiser Otto III. schenkte also 996 dem Bistum Freising (Bayern) dreißig Königshufen Land (entspricht etwa 1000 Hektar) mit allem, was dazugehört, seien es Wälder, Jagden oder Bienenweiden, in Neuhofen an der Ybbs, in Ostarrichi. Soweit der auf einen Güterübertrag reduzierte Inhalt des Kaiserdiploms.

Ostarrichi bedeutet wörtlich „Ostland“, eine Bezeichnung, die für verschiedene ausgedehnte Landstriche verwendet wurde. Zu Ende des 10. Jahrhunderts allerdings blieb diese Bezeichnung an dem schmalen Landstrich zwischen Enns und Traisen südlich der Donau quasi hängen. Ostland oder plaga orientalis, terra orientalis, regio orientalis waren Namen, die schon in früheren Jahrhunderten für die Karolingische Grenzmark, die allerdings Pannonien und auch die heutigen Bundesländer Steiermark und Kärnten umfaßte, verwendet wurden. Als Pannonien zu Beginn des 10. Jahrhunderts an die Awaren verloren ging und Kärnten 976 ein selbstständiges Herzogtum wurde, blieb von der plaga orientalis nur der schmale Landstrich über. Insofern besitzt die Ur-

## Ostarrichi – Austria Year of millennium 1996

In 1996 Austria celebrates a millennium. In history millenary celebrations have a long tradition in Austria and also in the rest of Europe since they are evidence of a long and in most cases venerable history and bring to mind events of the past, mostly however only in their positive facets which are worth being remembered. In the past expectations of salvation were linked to millenaries as well. The Christian world of the year 1000, for instance, thought that with the turn of the millennium the Kingdom of Christ would begin.

Thus a period of thousand years is a good occasion to revive the spirit of the past, to pass history in review and to emphasize and deepen identity which results from this thousand-year-old event. Since a common name can be an essential factor to build up identity as well the festive remembrance of the year 996 could be described as a kind of name day of Austria.

Because thousand years ago - formally on November 1st, 996 - the name „Ostarrichi“, an early form of the present name of Austria, was written down in a document for the first time. This fact neither means that Austria has only existed for thousand years now nor that this name was in a way suddenly used from that day on. This document rather merely puts down in writing for the first time what probably was already quite common practice for considerable time, namely to refer to the region south of the Danube as Ostarrichi. In 996 Emperor Otto III. gave thirty „Königshufen“ of land (which is about one thousand hectares) in Neuhofen an der Ybbs in Ostarrichi to the diocese of Freising (Bavaria) with whatever might be belonging to it, woods, hunts or honey-producing plants. So much for the content of the emperor's diploma which merely referred to a transfer of land.

Ostarrichi literally means „Ostland“, a term which was used for different extensive tracts of land. At the end of the 10th century, however, that term in a way stuck to the narrow tract of land between Enns and Traisen, south of the Danube. Ostland or plaga orientalis, terra orientales, regio orientalis were names which were already used in earlier centuries for the Karolingische Grenzmark which however included Pannonia and today's Austrian federal provinces of Styria and Carinthia. When at the beginning of the 10th century Pannonia was lost to the Avars and Carinthia became an independent dukedom in 976 only this narrow tract of land remained of the plaga orientalis. This document is of fundamental significance in so far as it records this

kunde grundsätzliche Bedeutung, als sie diesen Umstand festhält. Wie zeittypisch der Name Ostarrichi war, beweist auch, daß er bereits 998 wieder in einem Kaiserdiplom festgehalten wurde.

Soweit zum tausendjährigen Namenstag. Aus Ostarrichi ist längst Österreich geworden und wir, die Österreicher des Jahres 1996, wollen das Millennium zum Anlaß nehmen, Selbstreflexion zu betreiben, wo wir und wofür wir stehen. Die Rahmenbedingungen für Österreich haben sich in tausend Jahren total verändert und es ergibt sich daher nicht nur die Frage nach unserer Vergangenheit, sondern – wesentlich fruchtbarer – nach unserer Gegenwart und vor allem unserer Zukunft.

„Österreich geht weiter“, in Zeit und Raum, und diesem Weitergehen entspricht auch die thematische Ausrichtung bzw. die Gestaltung des Millenniums. „AUF-brüche“, „Grenzenloses Österreich“ – diese Leitlinien und -motive signalisieren Offenheit, Dynamik, aber auch die Bereitschaft, den eigenen Standort zu überprüfen. Grenzenlos heißt nämlich nicht, daß alle Grenzen abgeschafft werden. Ohne Grenzen keine Kulturen. Die Grenzen nach außen, ebenso aber auch die Grenzen nach innen müssen überprüft werden, inwiefern sie den Anforderungen des ausgehenden 20. Jahrhunderts standhalten.

Österreich nimmt seine Grenzenlosigkeit zunächst wohl dort wahr, wo es sie auf Grund der Wirren am Anfang des 20. Jahrhunderts mehr oder weniger freiwillig abstreifen mußte, in Mitteleuropa, denn trotz seiner Einbindung in die Europäische Union, die den ökonomischen und politischen Zustand der Beinahe-Grenzenlosigkeit verspricht, ist Österreich bestrebt, einen ebenso grenzenlosen Zugang zu den östlichen Nachbarn zu finden und zu erhalten.

Grenzenloses Österreich ist in gewisser Hinsicht auch ein Traum. Ein Traum, der von einer Zeit kündigt, die davon lebt, daß nationale Grenzen und Vorurteile im menschlichen Zusammenleben keine Rolle mehr spielen. Ein Traum, daß Österreichs einmalige Erfahrungen mit Grenzen in diesem besonderen Teil Europas reaktiviert werden und zur Findung Europas beitragen.

Österreich muß tausend Jahre, nachdem sein Name zum erstenmal urkundmäßig erschienen ist, sein Verhältnis zu Europa neu definieren. In diesem Sinn ist auch das Zitat von André Gide zu verstehen: „Wer nicht bereit ist, das Ufer lange Zeit aus den Augen zu verlieren, wird niemals neue Länder entdecken.“<sup>1)</sup>

*Anneliese Stoklaska*

<sup>1)</sup> zitiert nach: E. Busek: Gedanken zur Europäischen Identität Österreichs, Symposium „Grenzenloses Österreich“, BMWF, April 1994.

fact. How typical of the time the name Ostarrichi was is also shown clearly by the fact that it was already used in an Emperor's diploma again in the year 998.

So much for Austria's thousand-year-old name day. Ostarrichi has long become Austria and we, the Austrians of the year 1996, would like to take the millennium as an opportunity for self-reflection in order to find out where and what we stand for. The conditions for Austria have totally changed in the past thousand years, thus giving rise to questions not only for our past but also – far more relevant – for our present and above all our future.

„Austria progresses“ in time and space and it is to this progress that also the thematic orientation or the organization of the millennium corresponds. „Uprises“, „Boundless Austria“ – these guidelines and leading motives signalize openness, dynamics but also the willingness to examine one's own position. The term boundless doesn't mean that all boundaries are done away with. Without boundaries there are no cultures. The boundaries towards the outside and in the same way also those towards the inside have to be examined in order to find out in how far they withstand the demands of the end of the 20th century.

In the first place Austria seizes her boundlessness no doubt in a region where she had to give it up more or less voluntarily due to the turmoil at the beginning of the 20th century, namely in central Europe, because Austria, in spite of her accession to the European Union which promises an economic and political state of near-boundlessness, endeavours to find and keep an equally boundless access to her Eastern neighbours.

In certain respect boundless Austria is also a dream. A dream which tells of a time when national borders and prejudices are no longer of importance in human social life. A dream that Austria's former experiences with boundaries in this particular part of Europe will be reactivated and will contribute to the finding of Europe.

Austria has to redefine her relationship to Europe thousand years after her name had been written down in a document for the first time. It is in this sense that the quotation of André Gide has to be understood: „Wer nicht bereit ist, das Ufer lange Zeit aus den Augen zu verlieren, wird niemals neue Länder entdecken.“ (This quotation can be paraphrased as follows, „Someone who is not willing to lose sight of the shore for a long time will never discover new countries.“<sup>1)</sup>)

*Anneliese Stoklaska*

<sup>1)</sup> quoted from: E. Busek: Gedanken zur Europäischen Identität Österreichs, Symposium „Grenzenloses Österreich“, BMWF, April 1994.

## Eduard Doležal – ein Vater der österreichischen Photogrammetrie

Daß anlässlich des ISPRS-Kongresses '96 nach ihm benannte Doležal-Preise just an Kandidaten aus Entwicklungs- und Reformländern verliehen werden, hätte ihn sicherlich gefreut! Eduard Doležal war nämlich nicht nur wissenschaftlich, sondern auch sozial engagiert! Sein Traum von einem Institut für aus dem Krieg heimgekehrte Technikstudenten ging nur wegen des Zusammenbruchs der Monarchie nicht mehr in Erfüllung. Für sein wissenschaftliches „Lieblingskind“, die Photogrammetrie, hat er jedoch sehr viel – und Zukunftsweisendes – erreicht!

### Wer war Eduard Doležal?

1862, im selben Jahr wie der Dichter Arthur Schnitzler geboren, stand Doležals Wiege wahrlich nicht auf wissenschaftlichem Boden. Der Vater war Weber, die Familie lebte bescheiden in Budwitz, bei Znaim. Die wirtschaftlichen Umstände erzwangen einen Umzug nach Wien. Hier konnte das begabte Kind die Realschule besuchen. In Widerlegung des häufigen Vorurteils, daß mathematisch Begabte musische Ignoranten sein müssen, spielte Doležal Flöte und Violine! Er war auch sprachbegabt und überhaupt sehr vielseitig interessiert. Das Auftauchen der wissenschaftlichen terra incognita vor seinem geistigen Horizont, die es zu erobern galt, war in seiner Biographie nur eine Frage der Zeit. Das Domröschen, das das Lebensschicksal dem lebenslangen Junggesellen zum Wachküssen vorgeesehen hatte, hieß „Photogrammetrie“.

In Österreich hatte sich die neue „Bildmessung“, angeregt durch Arbeiten des französischen Oberst A. Laussedat, früh entwickelt. Bereits 1876 erscheint in einer militärwissenschaftlichen Zeitschrift die erste theoretische Abhandlung über eine photogrammetrische Meßmethode (photographischer Meßtisch des Pariser Optikers Chevalier). 1889 wird das neue Verfahren schon praktisch eingesetzt – für ein Lawinenverbauungsprojekt am Arlberg und für forsttechnische Versuchsaufnahmen im Zillertal. Schon 1908 formuliert Doležal weitsichtig die Zukunft der Photogrammetrie für topographische Geländeaufnahmen im Hochgebirge, Plangrundlagen der Wildbach- und Lawinenverbauung, Eisenbahntrassierungen, zur Pflege und Erhaltung von Baudenkmälern, in Archäologie, Astronomie, etc.

Aus Sarajevo, wo Doležal zunächst an einer technischen Mittelschule unterrichtet, kehrt er vorerst als Konstrukteur an die k.k. Hochschule Wien zurück. Seine „Wanderjahre“ finden ihre

vorläufige Krönung dann in der Berufung auf einen Lehrstuhl an der Bergakademie in Leoben. Von dort kommt er 1905 wieder nach Wien, um dem Ruf an die k.k. Technische Hochschule als Vorstand der Lehrkanzel zu folgen, die einst der berühmte Geodät Stampfer innehatte. Nun bekleidet Doležal offiziell die Stellung, die es ihm ermöglicht, sein wissenschaftliches „Kind“ auf den verschiedenen gesellschaftlichen Parketten adäquat einzuführen: Doležal publiziert, fördert Tagungen, konstruiert: es entstehen eine für photogrammetrische Aufnahmen adaptierte Photokamera, ein Phototheodolit, sowie ein mit dem Photogrammeter Scheimpflug ersonnener Entfernungsmesser. Scheimpflug, Ex-Hörer Doležals und nunmehr Hauptmann des Militärgeographischen Instituts, hat übrigens 1896 die Idee, die Photographie als ideales Bild der Erdoberfläche direkt als Karte zu verwenden!

Obwohl es damals noch keine Flugzeugaufnahmen zum Auswerten gab, rechnete Doležal bereits mit dieser Zukunftsmöglichkeit! Doch noch war es nicht soweit und die Zusammenarbeit Doležal-Scheimpflug „beschränkte“ sich auf „erdgebundene“ Instrumenten-Konstruktionen. 1906 stellt das mathematisch-mechanische Institut R & A Rost in Wien nach Doležal z.B. ein Grubennivellierinstrument, einen Photo-Transformator und einen Phototachymeter (Schell-Doležal) her.

Doležals zahlreiche photogrammetrische Pioniertaten (z.B. Gründung der österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie mit dem periodischen Fachorgan, dem „Internationalen Archiv für Photogrammetrie“) brachten ihm vier Ehrendoktorate; er blieb aber immer Realist und warnte sogar vor Hybris: „... wenn die Fortschritte der Photogrammetrie bis jetzt den aufrechten Freund der Sache nicht ganz befriedigen konnten, so liegt der Grund darin, daß die Anwendung des neuen Verfahrens nicht immer sach- und sinngemäß erfolgte, daß ... die Photographie sehr oft zur Lösung von Aufgaben herangezogen, die mit alten Methoden einfacher und zweckmäßiger zu lösen waren ... Wie viele nützliche Ideen sind in Vergessenheit geraten, ... weil sie noch im embryonalen Zustand ... die übertriebenen Voraussagen natürlich nicht gleich erfüllen konnten ...“

Bescheidene Worte eines großen Wissenschaftlers!

Nach Jahrzehntelanger Tätigkeit als Doyen im Mekka der Photogrammetrie, Wien, zog sich Do-

ležal im Alter nach Baden zurück. 1955 machte ihm der Besuch eines ehemaligen Schülers die letzte „große Freude seines Lebens“: Bundeskanzler Raab besuchte seinen betagten Hochschullehrer und erzählte ihm von den politischen Erfolgen in Moskau. So sehr Doležal als Patriot die Aussicht auf ein befreites Österreich freute, war er dank der intensiven Beschäftigung mit einer grenzüberschreitenden Wissenschaft

doch vor allem Weltbürger. Für einen solchen mag die posthume Ehrung gedacht gewesen sein, die seinen Namen just auf einer Ostgrönlandkarte aus luftphotogrammetrischen Aufnahmen verewigt hat: eine Berggruppe auf den „Geographischen Gesellschaftsinseln“ heißt nach Prof. Doležal „Doležalfjellet“.

Michaela Schlögl

## 1903–1996

### 93 Jahre aus dem Leben unserer geodätischen Fachzeitschrift

Am 3. Mai 1903 wurde in Wien die konstituierende Hauptversammlung des „Vereines der österreichischen k.k. Vermessungsbeamten“ abgehalten. Dabei wurde auch beschlossen, ein Fachorgan mit dem Titel „Zeitschrift für Vermessungswesen“ herauszugeben. Die von Anfang an vorhandene enge Bindung zwischen dem Verein und der Zeitschrift war schon an der Tatsache ersichtlich, daß der Vereinsobmann – damals Obergeometer Max Reinisch – gleichzeitig auch der verantwortliche Redakteur des Mitteilungsblattes war.

Prof. Dr.h.c.mult. Eduard Doležal schrieb im Heft 1 des IX. Jahrganges der Zeitschrift auf Seite 1: „Dank der regen Initiative der Geometerschaft Böhmens und des Küstenlandes, Dank der freudigen Mitwirkung der Geometer anderer Kronländer, insbesondere Dank der tatkräftigen und richtigen Führung der erforderlichen Arbeiten durch die Geometerschaft Wiens wurde am 1. Februar 1903 der ‚Verein der österreichischen k.k. Vermessungsbeamten‘ in Wien gegründet, am 1. Mai 1903 wurden die Satzungen desselben durch das k.k. Ministerium des Inneren genehmigt und bereits am 16. Mai 1903 erschien die erste Nummer der vom Verein herausgegebenen Zeitschrift für Vermessungswesen.“

Das Programm und der Zweck des Fachorganes wurde auf Seite 1 der Nr. 1 des I. Jahrganges 1903, wie folgt festgelegt:

1. Vertretung der Interessen der k.k. Vermessungsbeamten des Grundsteuerkatasters der im Reichsrate vertretenen Königreiche und Länder;
2. Hebung und Förderung des Vermessungswesens durch Arbeiten auf fachwissenschaftlichem Gebiete;
3. Ausbildungsfragen;
4. Forderung nach Gleichstellung mit den Angehörigen anderer Berufsklassen;

5. Berichte über die Tätigkeit des Zentralvereines und der Landeskomitees, „damit sollten festere Beziehungen im eigenen Beamtenkörper geknüpft und ein gemeinsames Band um den in alle Gauen Österreichs zerstreuten Körper der Katastralvermessung geschlungen werden“;
6. alle Gesetze und Verordnungen des Vermessungswesens betreffend und in dieses von anderen Verwaltungskörpern eingreifend, sowie in den Vertretungsbehörden eingebrachte Interpellationen und Anträge sollten zur Kenntnis gebracht werden;
7. Personalnachrichten und Mitteilungen aus der Praxis;
8. neue Erfindungen und Verbesserungen an geodätischen Instrumenten und Geräten;
9. Besprechungen über neu erschienene fachwissenschaftliche Bücher;
10. „Die Zeitschrift wird auch die Verhältnisse der Vermessungsbeamten und Katastral-Einrichtungen im engeren Sinne, sowie der Geometer überhaupt in anderen zivilisierten Staaten in den Bereich ihrer Besprechung ziehen und ihren Anforderungen entsprechend Schritt halten. Weiters wird der Verein Sorge tragen, daß das Fachorgan bei den staatlichen und Provinzialbehörden und den Gemeindeverwaltungen bekannt wird.“

Um die gesetzten Ziele auch erreichen zu können, wurde die fleißige Mitarbeiterschaft im Kreise der Berufskollegen eingefordert.

Die Zeitschrift erschien zunächst zweimal monatlich und wurde bei Ad.della Torre's Buch- und Kunstdruckerei in Wien IX, Porzellan-gasse 28, gedruckt. Bereits beim 2. Heft des 1. Jahrganges mußte der Titel der Zeitschrift auf „Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen“ abgeändert werden um unausweichlichen Verwechslungen mit dem Organe des deutschen Geometervereines vorzubeugen.

Wie man den Inhaltsverzeichnissen der 1. Jahrgänge der Zeitschrift entnehmen kann, waren neben Hauptartikeln auch Vereinsnachrichten, kleine Mitteilungen, Normaliensammlung, Stellenausschreibungen, Personalien, ein Brief- und Fragelasten („In dieser ständigen Rubrik werden Anfragen von Mitgliedern und anderen interessierten nach Zulässigkeit des Raumes stets gerne Beantwortung finden.“) sowie der „Offene Sprechsaal“ enthalten, wo Leserbriefe, für deren Form und Inhalt die Verfasser persönlich verantwortlich waren, abgedruckt wurden. Später kamen als weitere Sachgebiete die Patent-Liste sowie Patent-Berichte und Buchbesprechungen dazu.

Im Heft Nr. 11 des I. Jg. vom 16. Oktober 1903 findet sich die erste Annonce: „Ein nur dreimal gebrauchter Meßtisch (Patent Starke) mit 2 Brettern, Perspektivlineal zum Distanzmessen ist billig zu verkaufen. Nähere Auskunft bei W. Noah, Ev.-Geometer, Kutý (Gallzien).“

in der Zentralausschußsitzung vom 17. Dezember 1904 wurde für die Zeitschrift ein dreiköpfiges Redaktionskomitee eingesetzt; Vorsitzender Ladislaus von Kláteckí und die weiteren Mitglieder Friedrich Goethe (!) und Gustav Polzer.

Ab dem 3. Jahrgang erschienen nur mehr 12 Doppelhefte pro Jahrgang; als Buchdruckerei wurde im Impressum erstmals die Firma J. Wladarz (vormals Haase), Baden bei Wien, Pfarrgasse 3 genannt. Wie sich in weiterer Folge ergeben wird, war dies der Beginn einer jahrzehntelangen Geschäftsverbindung! Ganzseitige Bilder wurden erstmals im Heft 13–14 des III. Jg vom 1. Juli 1905 zur Illustration des Artikels „Geodätische Längenmessung mit Invardrähten“ von Dr.techn. A. Semerad, dzt. Potsdam, auf den Seiten 191 und 195 gebracht.

Am 24. März 1907 wurde Hofrat Prof. Doležal erstmals Obmann des Vereines. Für die Zeitschrift wurden zwei Schriftleiter bestellt: für den wissenschaftlichen Teil; Hofrat Prof. Doležal für den übrigen Teil (Katasterwesen, Verwaltungsfragen und Vereinsangelegenheiten): Obergeometer Kláteckí

Im Heft 9–10 des V. Jg. schrieb Prof. Doležal: „Nach wie vor wird das Organ des Vereines der österreichischen Vermessungsbeamten die Mitglieder auf das eingehendste über amtliche Verordnungen und Maßnahmen, über Stellenausschreibungen, Personalien und alle wichtigen Vorgänge im Vereinsleben informieren. Das Bestreben der Redaktion wird jedoch auch dahin gerichtet sein, den wissenschaftlichen und tech-

nischen Teil der Zeitschrift wesentlich auszugestalten und neben den Arbeiten über das eigentliche Vermessungswesen, die niedrige und höhere Geodäsie umfassend, auch Aufsätze zu bringen, welche Gebieten der Markscheidkunde, der Geodäsie untertags, und der Photogrammetrie, der Vermessung mit dem Lichtbilde angehören.“

Standen bisher die Standesprobleme der k.k. Vermessungsbeamten des Grundsteuerkatasters im Vordergrund der Berichterstattung, deren dienst- und besoldungsrechtlichen Probleme sowie die Bewältigung der schwierigen Lebensumstände, die sich wegen der niedrigen Löhne im täglichen Leben einstellen, so wurden ab dem V. Jg. wissenschaftliche Arbeiten in steigendem Umfang in der Zeitschrift veröffentlicht.

Auf ein Detail soll hier besonders hingewiesen werden: auf Seite 2 des 1. Heftes des IX. Jg. 1911 regte Prof. Doležal die Veranstaltung eines „Österreichischen Geometertages“ an. Als Termin wurde das Jahr 1917 in Aussicht genommen!

Ab dem XIII. Jg. mehrten sich die Hinweise auf den 1. Weltkrieg, wobei Listen mit den Namen der gefallenen und verwundeten Kollegen veröffentlicht werden. Im XV. Jg. 1917 wurde der Einrichtung des österreichischen Grundsteuerkatasters gedacht; man machte sich Gedanken über die Zukunft: „Die Neuordnung des staatlichen Vermessungswesens nach dem Kriege“ von Karl Korzer k.u.k. Generalmajor und „Vorschläge für die Neuordnung des Vermessungswesens“ von Prof. Doležal. Trotz eines Beschlusses der Hauptausschußsitzung vom 28. Oktober 1917, die Vereinszeitschrift wegen zu hoher Kosten mit Ende des Jahres 1917 auf Kriegsdauer einzustellen, erschienen im Jahre 1918 4 Hefte des XVI. Jg. Im Heft 4 vom Dezember 1918 wurde die Zeitschrift als Organ der österreichischen Vermessungsbeamten bezeichnet, ebenso das Heft 1 des XVII. Jg., welches im April 1919 erschien.

Ab dem Heft 2 und 3 dieses Jahrganges gab es aus politischen Gründen einen neuen Namen: „Deutschösterreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Organ des Deutschösterreichischen Geometervereines“. Als Redakteure zeichneten Prof. Doležal und Baurat Ing. S. Wellisch. Auch dieser Bezeichnung war kein langes Leben beschieden; ab dem XVIII. Jg. 1920 hieß die Zeitschrift: „Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Organ des Österreichischen Geometervereines“ wobei als Redakteure weiterhin Hofrat Prof. Dr. Ing. e. h. E. Doležal und Ing. S. Wellisch fungierten. Im Redaktionspro-

gramm wurden die Leserbriefe und das Beantworten von Fachfragen aufgelassen, Vereins-, Gewerkschafts- und Personalmeldungen sowie Mitteilungen der Vereinsleitung aufgenommen. Für den Druck zeichnete Rudolf M. Rohrer (vormals Johann Wladarz) in Baden bei Wien verantwortlich.

Im Mittelpunkt der Berichterstattung stand die Neuordnung des Vermessungswesens in Österreich, die durch die Persönlichkeit von Prof. Doležal nachhaltig geprägt wurde. Es entstand zunächst das Bundesvermessungsamt, welches später durch die Eingliederung der Agenden der Normaleichungskommission zum „Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen“ mutierte. Der Zeitschrift können die einzelnen Stationen der Entwicklung entnommen werden. Ab dem XXIII. Jg. erschienen jeweils 6 Hefte pro Jahrgang. In der Redaktion waren auch heute noch bekannte Persönlichkeiten tätig: ab 1925 Ing. Karl Lego, Vermessungsrat im BEV, Vermessungsrat später Professor Ing.Dr. Hans Rohrer. Ab dem XXXII. Jg. 1934 erschienen eigene Beiblätter zur Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen mit fachlichen Mitteilungen, die fortlaufend paginiert wurden, den einzelnen Zeitschriften aber nur über das Inhaltsverzeichnis zugeordnet werden können.

Mit diesem Heft Nr.6 des XXXV. Jg. 1937, welches im Jänner 1938 erschienen ist, trat eine Zäsur ein. Infolge der politischen Umwälzungen in unserem Land, später dann in Europa und schließlich auf der ganzen Welt, erschien unsere Fachzeitschrift fast genau 10 Jahre lang nicht. In der Zeitschrift war dieser Umstand wie folgt abzulesen: Heft Nr.6 XXXV. Jg. Jänner 1938 Seite 132: „Wechsel im Präsidium des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen. Der Präsident dieses Amtes, Ing. Alfred Gromann, wird wegen Erreichung der Altersgrenze mit Wirksamkeit vom 1. Februar 1938 in den dauernden Ruhestand versetzt. Die Schriftleitung wird in der nächsten Folge dieser Zeitschrift eine eingehende Würdigung der Verdienste des scheidenden Präsidenten bringen und über die ihm zuteil gewordenen Auszeichnungen und Ehrungen berichten.“

Heft 1 und 2 des XXXVI. Jg. August 1948, Seiten 6 ff brachte: Präsident Dipl.-Ing. Alfred Gromann und die Entwicklung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen unter seiner Leitung von 1921 bis 1938. „Einen besseren Beweis für die akribische Genauigkeit unseres Berufsstandes ist wohl kaum denkbar.“

Die Hauptversammlung des wieder ins Leben getretenen Österreichischen Vereines für Ver-

messungswesen beschloß über Antrag des Präsidenten des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen Dipl.-Ing. Lego, daß in Hinkunft die Zeitschrift noch mehr als zuvor dem gesamten wissenschaftlichen Vermessungswesen Österreichs zu dienen habe. Herausgegeben wurde sie vom Österreichischen Verein für Vermessungswesen und war gleichzeitig offizielles Organ

- der Gruppe Vermessungswesen des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen,
- der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung und
- der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie.

Überdies hatte sie wie bisher den Fachkollegen zur Veröffentlichung ihrer wissenschaftlichen und praktischen Arbeiten zur Verfügung zu stehen.

Das Mitteilungsblatt wurde von der Zeitschrift getrennt, erschien als Beilage zu den einzelnen Nummern der Zeitschrift und diente als Mitteilungsblatt des Vereines und der Gesellschaft. Größere fachwissenschaftliche Arbeiten sollten in Zukunft in eigenen Sonderheften veröffentlicht werden.

Das Redaktionsteam, das aus Hofrat emer.o.-Prof.Dr.h.c.mult. Eduard Doležal, dem Präsidenten des BEV, Dipl.-Ing. Karl Lego und o.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Hans Rohrer bestand und in dem Rat des Vermessungsdienstes Dipl.-Ing. Ernst Rudolf für das Mitteilungsblatt verantwortlich war, konnte bald das regelmäßige Erscheinen der Zeitschrift ermöglichen und hat damit zum raschen Wiederaufbau des Vereines nach dem 2. Weltkrieg beigetragen. So konnte Prof. Dr.h.c.mult. Eduard Doležal im Jahre 1953 unter dem Titel „Ein halbes Jahrhundert Vereinstätigkeit“ schreiben: „... In anderen Staaten konnte die Gründung analoger Vereine schon früher erfolgen. Im alten Österreich aber mit seinen vielfältigen Nationen war es schwierig, einen einheitlichen Verein der Katasterbeamten ins Leben zu rufen. Erst die gemeinsame Not und die Notwendigkeit eines einheitlichen Handelns zur Hebung des Standes und Ansehens, zur Wahrung seiner Interessen und Verbesserungen seiner Lage, die Durchführung fachlicher Reformen haben die in so viele Nationen zersplitterten Evidenzhaltungsbeamten in einen Verein zusammengeschlossen. Die Zeitschrift sollte das alle umfassende Band bilden, das Sprachrohr für die Wünsche und Sorgen in Standesfragen und das Organ zur Förderung der Geodäsie und zur Vermittlung ihrer Fortschritte an die im praktischen Leben stehenden Geometer.“

Nach dem Tod von Prof. Doležal am 7. Juli 1955 übernahm Prof. Rohrer die Leitung des Redaktionsteams, das durch Doz. Dr. Karl Ledersteiger, Abteilungsvorstand im BEV, ergänzt wurde.

Weiters soll hier auf einige wichtige Meldungen hingewiesen werden, die im XLIV. Jg., 1956 veröffentlicht worden sind:

- ein Bericht über eine Gedenkstunde „150 Jahre staatliches Vermessungswesen in Österreich“, bei der der Gründung des „Triangulierungs-Departments“ gedacht wurde, das am 12. April 1906 auf Grund eines von Erzherzog Carl erlassenen Befehlsschreibens eingerichtet worden ist.
- die Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen wird bereits 50 Jahre bei der Badener Buchdruckerei R.M. Rohrer gedruckt.
- im Juni 1956 erscheint im Heft 3 dieses Jahrganges der Artikel „Fortführung des Schriftoperates des Grundsteuerkatasters durch Verwendung von Lochkartenmaschinen“ aus der Feder von Dipl.-Ing. Ferdinand Höllrigl. Damit fand der Beginn des Zeitalters der ADV auch in unserem Vereinsorgan seinen Niederschlag!
- Rat des Vermessungsdienstes Dipl.-Ing. Rudolf Arenberger übernahm die Redaktion des Mitteilungsblattes.

Im Jahre 1961 wurde Oberrat des Vermessungsdienstes Dipl.-Ing. Josef Mitter, Vorstand der Abteilung Erdmessung im BEV, in das Redaktionsteam aufgenommen. Nach dem Tod von Oberrat Dipl.-Ing. Rudolf Arenberger am 12. Februar 1971, übernahm der Autor dieses Berichtes, damals Oberkommissär im BEV, die Redaktion des Mitteilungsblattes. In weiterer Folge wurden Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Schmid und Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Helmut Moritz mit Funktionen in der Redaktion der Zeitschrift betraut. Zur Person von Prof. Moritz soll hier noch darauf hingewiesen werden, daß er als erster Geodät „sub auspiciis praesidentis“ zum Dr. techn. promoviert worden ist. Die akademische Feier fand am 30. Jänner 1959 an der Technischen Hochschule in Graz statt. Österreichischer Bundespräsident war damals Dr. Adolf Schärf.

Zwischen Oktober 1972 und April 1973 begannen für den Verein wichtige Entwicklungen. Durch Fusion des Österreichischen Vereines für Vermessungswesen und der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie entstand am 12. April 1973 der „Österreichische Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie“. Zu Schriftleitern wurden die Professoren Dipl.-Ing. Dr. techn. Mitter, Dipl.-Ing. Dr. techn. Schmid,

Dr. techn. Helmut Moritz und Dr. Pillewizer sowie Koär. Dipl.-Ing. Erhard Erker bestellt, der das Mitteilungsblatt gestaltete. Die Zeitschrift erhielt nun den Namen „Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie“. Mit der Fertigstellung des Heftes 3/4 des 64. Jg. 1976 wird die bisherige Druckerei - Firma Rohrer in Baden bei Wien - ihrer Druckverpflichtung entbunden und die Firma „Typostudio“ zum neuen Geschäftspartner bestimmt.

Ab dem Heft 1 des 65. Jg. 1977 änderte sich das Aussehen und auch das Format der Zeitschrift auf Grund der Ergebnisse eines Ideenwettbewerbes. Zum Schriftleiter wurde Oberrat Dipl.-Ing. Josef Zeger, zu seinem Stellvertreter O.Koär. Dipl.-Ing. Erhard Erker bestellt. Der Inhalt umfaßte weiterhin Hauptartikel, Persönliches, aus Rechtsprechung und Praxis, Gesetze und Verordnungen, Mitteilungen und Tagungsberichte, Buchbesprechungen, Diplomarbeiten, Veranstaltungskalender, Zeitschriftenschau. Die Personalnachrichten aus den staatlichen Vermessungsbehörden wurden eingestellt, da seit dem Jahre 1971 vom BEV das „Vermessungsmagazin“ später „Eich- und Vermessungsmagazin“ herausgegeben wurde, in dem seither diese Meldungen veröffentlicht werden.

Vom 1. bis 4. September 1982 fand in Wien in der Stadthalle der 1. Österreichische Geodätentag gemeinsam mit dem 66. Deutschen Geodätentag statt. Damit wurde eine Idee realisiert, die Prof. Doležal im Jahre 1911 erstmals in der Zeitschrift veröffentlicht hatte. Vorgesehen war damals ein Termin im Jahre 1917, 65 Jahre später konnte sie verwirklicht werden. Das Heft 2/3 des 70. Jg. 1982 erschien zu diesem Geodätentag.

Erwähnenswert erscheint die Tatsache, daß im Heft 4 des 71. Jg. 1983 fachübergreifend Artikel erstmals über „Geodäsie und Archäologie“ veröffentlicht wurden. Mit dem Druck der Zeitschrift wurde die Druckerei Fritz Raser GmbH. in Wien Ottakring betraut.

Der 2. ÖGT, der zwischen dem 22. und dem 25. Mai 1985 in Graz stattfand, erlebte seinen Niederschlag im Heft 1 63. Jg. 1985, das als Tagungsführer dafür erschien. Mit dem Tagungsführer für den 3. ÖGT in Linz, der im Heft 1 76. Jg. 1988 gedruckt wurde, erhielt die Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie wieder ein neues Aussehen. Ab dem 77. Jg., konnten dann Kurzfassungen von Diplomarbeiten aus dem Vermessungswesen in einer Länge von einer halben bis maximal einer Maschinschreibseite zur Veröffentlichung in der ÖZ eingereicht werden. Die Publikation erfolgte in ähnlicher Weise wie die bisher bereits

präsentierten Autorenreferate bei Dissertationen. Der Österreichische Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie ermöglichte hiermit den Lesern der ÖZ einen umfassenden Einblick in die Arbeiten der fachspezifischen Universitätsinstitute und kam damit einem schon lange bestehenden Wunsch der Hohen Schulen nach.

Ab dem Heft 4 des 78. Jg. 1990 wurde der Druck wieder von einer neuen Firma besorgt, der Firma Gisteldruck, zunächst in Wien 2. Bezirk, später dann in Weikersdorf am Steinfeld. Seit dem 80. Jg. 1992 sind als Schriftleiter OKoär. Dipl.-Ing. Reinhard Gissing und als sein Stellvertreter Oberrat Dipl.-Ing. Norbert Höggerl für die Gestaltung der Zeitschrift verantwortlich. Im Heft 4 des 80. Jg. 1992 wurden von der Redaktion Richtlinien für die Gestaltung von Beiträgen zur Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie veröffentlicht.

Im Oktober 1993 wurde der Verein in „Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation“ umbenannt. Die Vereinszeitschrift erhielt dadurch wieder einen neuen Namen und neuerlich ein neues Aussehen; die „Österreichische Zeitschrift für Vermessung & Geoinformation vormals ÖZ“ war geboren und zum Organ der Gesellschaft sowie der Österreichischen Kommission für die internationale Erdmessung (seit 1996 „Österreichische Geodätische Kommission“) bestimmt. Gedruckt wird die Zeitschrift seit dem 83. Jg. 1995 bei der Druckerei Berger in Horn.

Im Heft 3 des 82. Jg. 1994 führte der Präsident der Gesellschaft, Dipl.-Ing. August Hochwartner, aus: „Liebe Leserin, lieber Leser, in Ihren Händen halten Sie das zweite Heft unserer Österreichischen Zeitschrift für Vermessung & Geoinforma-

tion (VGi), der Nachfolgerin der traditionsreichen Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie (ÖZ). Das erste Heft der neuen VGi war dem GEOLIS III-Symposium gewidmet. Das neue Cover, der neue Titel und ein Symposium über Geo- bzw. Informationssysteme war für das Redaktionsteam Anlaß, in die neue Epoche unserer Fachzeitschrift einzusteigen. Das neue Erscheinungsbild ist Ausdruck der Öffnung des Berufsbildes des Vermessingenieurs und verbindet die traditionellen Aufgaben des Vermessungswesens und der Photogrammetrie mit der Welt der Geoinformation.“

Damit hat der Vereinspräsident jenen Weg vorgezeigt, auf dem die Zeitschrift in das nächste Jahrtausend geführt werden soll. Es wird die Aufgabe der im Jänner 1996 bestellten neuen Schriftleitung, bestehend aus den Diplomingenieuren Reinhard Gissing, Wolfgang Gold und Bernhard Jüptner sein, die Vereinszeitschrift auf diesen Weg zu bringen, wobei es nicht übermäßig schwer sein wird, diesen neuen Anforderungen zu entsprechen, denn schon im Punkt 10 des ersten Programmes für die Vereinszeitschrift wurde im Mai 1903 die Verpflichtung zum ständigen Anpassen an neue fachliche Herausforderungen postuliert: „Die Zeitschrift wird . . . der Zeit und ihren Anforderungen entsprechend Schritt halten.“

Im Jahre 2003 wird die Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation – als legitimer Nachfolger des „Vereines der österreichischen k.k. Vermessungsbeamten“ – hoffentlich – den hundertsten Jahrestag seiner Gründung feiern können. Selbstverständlich wird die Vereinszeitschrift auch dabei ein lautes Sprachrohr dieses weltoffenen Fachverbandes sein!

*Friedrich Blaschitz*



# Die Vorbereitung des 18. Kongresses der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung

Karl Kraus, Wien

## 1. Vorbemerkung

Aus der Sicht Österreichs ist die Internationale Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung (die dafür verwendete Abkürzung ISPRS bedeutet International Society for Photogrammetry and Remote Sensing) etwas Besonderes. Die Internationale Gesellschaft für Photogrammetrie (ISP), die Vorgängerin der ISPRS, wurde nämlich im Jahre 1910 in Österreich von Eduard Doležal gegründet [3], [4]. Er hat auch den ersten Kongreß der ISP in Wien im Jahre 1913 organisiert [4]. Nach 83 Jahren kehrt dieser Kongreß wieder nach Wien an seine Geburtsstätte zurück. Es ist ein schöner Zufall, daß diese Rückkehr mit dem Millennium Österreichs zusammenfällt. Im folgenden wird über die Vorbereitungen zu diesem großen Ereignis, das zwischen dem 9. und 19. Juli dieses Jahres in der Hofburg und im Austria Center Vienna stattfinden wird, berichtet werden. Vorher soll noch auf den 17. Kongreß der ISPRS in Washington im Jahre 1992 zurückgeschaut werden.

## 2. Die Entscheidung zugunsten Österreichs beim 17. Kongreß der ISPRS in Washington

Im Jahre 1992 haben sich Großbritannien, Spanien und Österreich für die Veranstaltung des 18. Kongresses im Jahre 1996 beworben. Österreich hat diese Konkurrenz gewonnen. Die Details der Abstimmung wurden in dieser Zeitschrift bereits publiziert [2]. Vor der Generalversammlung in Washington habe ich die folgenden zehn Gründe angeführt, die die Delegierten positiv beeinflusst haben<sup>1)</sup>:

- In 1996, on the occasion of its 1000-year-celebration, Austria can present itself to the world as a country of freedom, prosperity, and public peace, a country which welcomes guests from all over the world.

- Vienna is well-known for its cosmopolitan outlook and for being one of the world's leading convention venues.
- Vienna can even offer two convention venues: The Hofburg Congress Center with its traditional flair for exclusive conferences in the heart of Vienna, and the Austria Center with modern conference technology and flexible planning, only ten minutes from the center by underground.
- Vienna is notable as a center of culture as well as of high tech.
- Starting from Vienna, one-day-excursions to Graz, Salzburg, etc. can be made and also mid-weekend-excursions to Budapest, Prague, etc.
- Vienna is the birthplace of the ISP(RS) which was founded by Prof. Dr. E. Doležal, an Austrian, in 1910.
- In 1913, the first ISP(RS)-Congress was held in Vienna. After 83 years, it is high time that it returns to Vienna.
- The designated Congress Director, Prof. Dr. Karl Kraus, former rector of the Vienna University of Technology, has many key-contacts among the representatives of the state, the provinces, and the municipalities, which would be very useful in the preparation of such an important event as the ISPRS-Congress.
- Other representatives of the Austrian Association hold high positions in the Austrian Federal Department for Standards and Surveys. This office with 2 000 employées has vast experience in organizing congresses involving several thousand participants.
- A great many Austrian users and scientists are engaged successfully throughout the world in photogrammetry and remote sensing.

Bei der Abschlußveranstaltung des Washingtoner Kongresses wurde mir von meinem Vorgänger als Kongreßdirektor, von Lawrence Fritz, die Fahne der ISPRS übergeben. In meiner Antwort habe ich zum Ausdruck gebracht, daß es eine große Ehre für ein kleines Land wie Österreich ist, nach Gastgeberländern wie Deutschland, Brasilien, Japan und USA den ISPRS-Kongreß ausrichten zu dürfen (siehe auch die Veröffentlichungen [1] und [2]).

<sup>1)</sup> Inzwischen wurde die Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Photogrammetrie in Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation umbenannt (ÖZ 81, S. 190, 1993).

### 3. Ehrenschatz vom Bundespräsidenten

Der Bundespräsident Dr. Thomas Klestil hat sich spontan bereit erklärt, den Ehrenschatz für den 18. ISPRS-Kongreß in Wien zu übernehmen und folgende Grußworte gesandt:

*„Sehr herzlich grüße ich alle Teilnehmer am „18. Kongreß der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung“ und heiße sie in Wien willkommen.*

*Gerne habe ich den Ehrenschatz über diesen großen internationalen Kongreß übernommen – auch im Wissen, daß die seinerzeitige „Internationale Gesellschaft für Photogrammetrie“ im Jahre 1910 vom unvergessenen österreichischen Pionier Prof. Eduard Doležal in Wien gegründet worden ist.*

*Die Stiftung des „Doležal-Preises“, der erstmals bei diesem Kongreß verliehen werden wird, ist primär auf die wissenschaftliche Entwicklung in den Reform- und Entwicklungsländern ausgerichtet. Ich sehe darin das Zeichen für eine sehr erfreuliche internationale Zusammenarbeit vielfältiger Disziplinen, die unsere Welt kleiner und überschaubarer macht und die technologische Entwicklung immer rasanter vorantreibt. Umso mehr wird es aber auch darauf ankommen, die neuen Möglichkeiten mit großem Verantwortungsbewußtsein einzusetzen.*

*So beglückwünsche ich die „Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation“ zur ehrenvollen Aufgabe, diesen Kongreß im österreichischen „Milleniums-jahr“ in Wien ausrichten zu können. Ich wünsche der Veranstaltung ein gutes Gelingen und allen Teilnehmern erfüllte Tage in Wien.“*



### 4. Der Vorbereitungsausschuß

Die Eckdaten des ISPRS-Kongresses in Wien sind folgende:

- zwischen 1500 und 2000 Teilnehmer aus etwa 75 verschiedenen Staaten,
- etwa 3500 m<sup>2</sup> Fläche für Ausstellungen,
- Kongreßbudget von nahezu 20 Millionen öS.<sup>2)</sup>

Zur Vorbereitung eines Kongresses in diesem Ausmaß greift man auf einen sogenannten PCO (Professional Congress Organizer) zurück. Unter drei Bewerbern fiel die Wahl auf das Unterneh-

men MONDIAL CONGRESS. Innerhalb der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation (ÖVG), dem offiziellen Veranstalter des Kongresses, wurde ein Vorbereitungsausschuß gebildet. Die folgenden 19 Mitglieder dieses Ausschusses bereiten mit großem Engagement den Kongreß vor (BEV bedeutet Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, TUW bedeutet Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Wien):

Dr. R. Ecker,	TUW (Tutorials)
Dr. H. Forkert,	TUW (Poster Sessions)
Dipl.-Ing. S. Fuhrmann,	Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten (Ausstellungen)
Ch. Geyer-Gschladt,	BEV (Kongreßsekretariat)
Dipl.-Ing. R. Gissing,	BEV (Spezialaufgaben)
Dipl.-Ing. A. Hochwartner,	BEV (Präsident der ÖVG)
Dipl.-Ing. W. Höllhuber,	Ing. Kons. (Fachbesichtigungen)
Dipl.-Ing. E. Hynst,	Magistrat der Stadt Wien (Infrastruktur)
Doz. J. Jansa,	TUW (Redaktion der Aus-sendungen)
Dipl.-Ing. R. Kilga,	BEV (Preise und Anerken-nungen)
Prof. K. Kraus,	TUW (Kongreßdirektor)
Dr. R. Mansberger,	Institut für Vermessung und Fernerkundung der Univ. für Bodenkultur (Kongreßzeitung)
Dipl.-Ing. G. Mugenhuber,	BEV (Budget)
Dipl.-Ing. G. Paul,	BEV (Werbung)
Dr. M. Schlögl,	R+A Rost (Musikpro-gramm)
Dipl.-Ing. A. Sorger,	BEV (Post-Sonderstempel)
Ing. H. Thümingner,	TUW (EDV-Unterstützung, WWW-Server)
Prof. P. Waldhäusl,	TUW (Programmkoordina-tion und Archive)
Dipl.-Ing. B. Wöhrer,	TUW (Leitsystem)

### 5. Wissenschaftliches und technisches Programm

Das wissenschaftliche und technische Programm kann mit den Schlagworten

**Photogrammetrie, Fernerkundung, Geo-Informationssysteme, Vision Sciences**

umschrieben und zu dem Motto

**Spatial Information from Images**

zusammengefaßt werden. Das wissenschaftliche und technische Programm spricht folgende Themen an:

<sup>2)</sup> Außerhalb des Kongreßbudgets werden durch diesen Kongreß in Österreich noch zusätzlich etwa 30 Millionen öS umgesetzt werden.

- Sensoren, Plattformen und Bilder
- Photoscanner und deren Qualitätsanalyse
- Photogrammetrische Systeme und Fortschritte in der Automation
- Digitale Arbeitsstationen
- Sensor- und Bildorientierung
- Integration von GPS in der Photogrammetrie
- Matching und 3-D Objektauswertung
- Bildanalyse und maschinelles Sehen
- Digitale Geländemodelle und ihre Anwendung
- Nahphotogrammetrie (mit Anwendungen z.B. in der Archäologie, Architektur und Medizin)
- Kartierungs- und Planungstechniken
- Theorie, Systeme und Anwendungen von GIS
- Dreidimensionale Datenbanken und Informationssysteme
- Probleme der Datenzusammenführung
- Fernerkundungstechniken und Anwendung
- Landnutzungs- und Katastrophenbeurteilung
- Umweltüberwachung, globale Überwachung
- Ausbildungs- und Trainingsangelegenheiten
- Internationale Kooperation und Technologietransfer

Diese Themen werden im Austria Center Vienna in 80 sogenannten Technischen Sitzungen zu je 5 Vorträgen – meistens in Englisch – behandelt. Außerdem wird es 17 Sondersitzungen für fachübergreifende und fachverwandte Gebiete geben, die hauptsächlich von AARS (Asian Association of Remote Sensing), AARSE (African Association of Remote Sensing of the Environment), CIPA (International Committee of Architectural Photogrammetry), EARSeL (European Association of Remote Sensing Laboratories), IUSM (International Union for Surveying and Mapping), OEEPE (European Organization for Experimental Photogrammetric Research) und den Vereinten Nationen (UN) gestaltet werden. Für eine intensive fachliche Diskussion werden darüber hinaus 36 sogenannte Poster-Sitzungen veranstaltet werden. Eine solche Poster-Sitzung beginnt mit Kurzvorträgen der etwa acht Autoren im Hörsaal; anschließend stehen die Autoren 1 1/2 Stunden in ihren Posterständen für Diskussionen zur Verfügung. Im Vortragsprogramm ist bei jedem Poster-Autor vermerkt, in welchen Sprachen ein Informationsaustausch möglich sein wird.

Der gesamte Text aller Vorträge wird im Internationalen Archiv für Photogrammetrie und Fernerkundung publiziert werden und am Beginn des Kongresses für die Teilnehmer zur Verfügung stehen. Es wurden Kurzfassungen für insgesamt ca. 1100 Vorträge bis Ende Oktober 1995 eingereicht. Im Rahmen einer Begutachtung, die unter der Leitung der Präsidenten der sieben Technischen Kommissionen der ISPRS

stand, und durch weitere Maßnahmen (u.a. daß ein Kongreßteilnehmer nicht mehr als einen Vortrag halten darf) wurde eine Reduktion auf ca. 700 Vorträge vorgenommen.

Vor dem eigentlichen Kongreß, und zwar am 8. und 9. Juli, werden zehn Tutorials abgehalten werden, drei davon auch in deutscher Sprache (Treffpunkt ist die TU Wien, 1040 Wien, Gußhausstraße 27–29). Die Themen der Tutorials lauten:

- Integration and Orientation of Sensor Systems
- Computer Vision in Photogrammetry and Remote Sensing: Towards Automatic Mapping
- Technologies for Handling Very Large Volumes of Spatial Data
- 3D Image Metrology Systems and Applications
- Advanced DTM Technology (auch Deutsch)
- Digital Photogrammetry in Small Scale Imagery (auch Deutsch)
- Digital Orthophotos Applied for Topographic Mapping (auch Deutsch)
- Image Quality
- Projective Geometry for Geometric Image Analysis
- Conceptual Aspects of GIS Technology

Während des Kongresses gibt es Fachbesichtigungen bei folgenden privaten Firmen, öffentlichen Stellen und wissenschaftlichen Instituten:

- Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV)
- Technische Universität Wien
- Universität für Bodenkultur Wien
- Stadt Wien, Vermessungsabteilung
- Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Wien
- Österreichisches Umweltbundesamt
- Österreichische Bundesbahnen
- Vermessungsbüro Peter Schmid
- Donaukraftwerk Freudenua
- Joanneum Research und Technische Universität Graz

Details zum wissenschaftlichen und technischen Programm sowie seine Aktualisierung findet man sowohl im Internet, und zwar unter der im Abschnitt 9. angegebenen Adresse, als auch in dem unmittelbar vor dem Kongreß herauskommenden Programmheft.

Das fachliche Ergebnis der Kongreßarbeit wird am 19. Juli um 13.30 Uhr in einer Plenarsitzung zur Diskussion gestellt und anschließend beschlossen werden. Diese Resolutionen werden der Leitfaden für Forschung und Entwicklung im Bereich von Photogrammetrie und Fernerkundung in der kommenden Periode bis zum Jahr 2000 sein.

## 6. Ausstellungen

In der zweiten Woche, d.h. vom 15. – 19. Juli, werden drei Ausstellungen (eine Mitgliederausstellung, eine wissenschaftliche Ausstellung und eine Firmenausstellung) im Mittelpunkt des Interesses stehen. Der Bundesminister für wirtschaftliche Angelegenheiten, Herr Dr. Ditz, hat zugesagt, diese Ausstellung am 15. Juli um 11 Uhr im Austria Center Vienna zu eröffnen. Er gewährt auch eine finanzielle Förderung, die vor allem den österreichischen Ausstellern zugute kommt.

Bis Ende April haben 63 Firmen ihre Ausstellungsstände gebucht. Es ist erfreulich, daß auch 10 österreichische Firmen dabei sind. Die genauen Adressen aller Firmen sowie die von ihnen angebotenen Produkte und Dienstleistungen findet man im Internet unter der im Abschnitt 9. angegebenen Adresse. In dieser Zeitschrift ist es angebracht, die österreichischen Firmen zu nennen:

- AGIS GmbH. (Meixner Survey), Wien
- ANGST Dipl.-Ing. (IPECAD), Wien
- DATAMED, Wien
- FRIC Bookshop, Wien
- GRINTEC GesmbH., Graz
- GRUPPE GEOINFORMATION (GGI), Ziviltechniker GesmbH., Wien
- HÖLLHUBER Dipl.-Ing., Wels
- OFD/GEOSPACE, Salzburg
- PROGIS Austria, Villach
- WENGER-OEHN Dipl.-Ing., Salzburg

Die ausstellenden Firmen bekommen auch Gelegenheit, ihre Produkte, Dienstleistungen, Erfindungen, Entwicklungen und Anwendungen einem großen Auditorium in einem Hörsaal vorzustellen. Es gibt insgesamt 20 solche Exhibitors Showcase Sitzungen, wobei für jede Sitzung 45 Minuten reserviert wurden.

## 7. Rahmenprogramm und Programm für Begleitpersonen

Die Eröffnungszeremonie des 18. ISPRS-Kongresses wird am 9. Juli, abends, im Festsaal der Hofburg stattfinden. Den Festvortrag wird Prof. Dr. mult. Gottfried Konecny halten. Außerdem werden mehrere prominente Persönlichkeiten Grußadressen an das Auditorium richten. Den kulturellen Rahmen bildet das Johann-Strauß-Orchester; es werden Mitglieder des Wiener Staatsopernballetts tanzen. In der Pause der Eröffnungsveranstaltung lädt die Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation zu einem Empfang ein.

Unter der Schirmherrschaft der beim Kongreß ausstellenden Firmen werden sich am Abend des 15. Juli alle Kongreßteilnehmer zu einem rustikalen Fest auf Schloß Grafenegg treffen. Der Schloßherr, Franz Albrecht Metternich-Sándor, wird die Gäste begrüßen. Für die musikalische Umrahmung werden The New Crazy Blue Danube Steam Boat Stompers sorgen. Auch Kongreßteilnehmer haben bereits künstlerische Beiträge angemeldet.

Gegen Schluß des Kongresses (18. Juli) wird der Bürgermeister der Stadt Wien, Dr. M. Häupl, zu einem Empfang in den Festsaal des Rathauses einladen. Im Anschluß an diesen Empfang wird es ein Galabuffet mit Musik und Tanz geben. Weitere Einzelheiten und zusätzliche gesellschaftliche Veranstaltungen – zum Beispiel ein Orgelkonzert im Stephansdom – können dem unmittelbar vor dem Kongreß herauskommenen Kongreßprogramm entnommen werden.

## 8. Doležal-Preis

Anläßlich der in 4-Jahres-Intervallen stattfindenden ISPRS-Kongresse werden viele Preise und Anerkennungen verliehen (Brock-Goldmedaille, Otto-von-Gruber-Preis, Samuel-Gamble-Preis, Schwidofsky-Medaille, Schemerhorn-Preis, Best Papers by Young Authors). Bisher fehlte ein Preis, der an den Begründer der ISPRS erinnert. Es war daher naheliegend, anläßlich des Wiener Kongresses einen Preis zu kreieren, der den Namen Eduard Doležals trägt.

Seiner Sensibilität für soziale Fragen und seiner Weltoffenheit folgend, wurde der Preis auf Reform- und Entwicklungsländer ausgerichtet. Einige Sätze aus den Statuten, die im vollen Wortlaut in den Archiven [5] veröffentlicht werden:

„Kandidaten für den Eduard Doležal Preis müssen folgende Voraussetzungen erfüllen:

1. Sie sollten eine abgeschlossene Ausbildung aus dem Bereich von Photogrammetrie, Fernerkundung oder GIS haben.
2. Sie müssen einen Leistungsbericht vorweisen, aus dem die erfolgreiche Durchsetzung einer praktischen Anwendung von Photogrammetrie, Fernerkundung oder GIS, die auf lange Sicht effizient eingerichtet worden ist, hervorgeht.
3. Sie müssen Staatsbürger eines Entwicklungs- oder Reformlandes sein.“

Am Wiener Kongreß werden etwa 30 Doležal-Preise vergeben werden und zusätzlich werden etwa 35 Kongreßteilnehmer eine finanzielle Un-

terstützung erhalten, die mit dem Namen Eduard Doležal verbunden ist. Die finanziellen Voraussetzungen für diese breit angelegte Förderung verdanken wir den Verantwortlichen im Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst. Dort ist der Vorschlag auf fruchtbaren Boden gefallen, Eduard Doležal im Rahmen des Millenniums national und international herauszustellen. Eine Intention des Millenniums ist nämlich, Österreicher hervorzuheben, deren Leistungen weit über Österreichs Grenzen<sup>3)</sup> hinaus eine große Bedeutung erlangt haben. Eduard Doležal mit „seiner“ ISPRS, in der inzwischen 90 Mitgliedsstaaten zusammengeschlossen sind und zu der am Wiener Kongreß weitere Staaten dazukommen werden, gehört zweifelsohne in diese Kategorie. Es ist ein großer Zufall, daß es – wie oben erwähnt – gelungen ist, gerade zum Millennium den ISPRS-Kongreß wieder nach Österreich zu holen und damit Eduard Doležal auf die internationale Bühne, die er immer im Auge hatte, zu bringen.

Die Doležal-Preise und die seinen Namen tragenden finanziellen Förderungen werden im Rahmen einer außerordentlichen Generalversammlung am 11. Juli, abends, überreicht werden. Dafür wurde die Technische Universität Wien am Karlsplatz 13, die Wirkungsstätte Eduard Doležals und die Geburtsstätte der ISPRS, ausgewählt.

## 9. Werbung und Kommunikation

Ein Kongreß in der Größenordnung eines ISPRS-Kongresses braucht ein graphisches Symbol, ein Logo. J. Jansa hat es entworfen. Die Titelseite dieses Heftes zeigt die farbige Version, die folgende Abbildung, die beim Sonderpoststempel verwendete Schwarzweiß-Version. Der zweite Sonderpoststempel zeigt das von A. Sorger und P. Waldhäusl entworfene und gezeichnete Doležal-Portrait (Abbildung 1).

Das Logo bringt zum Ausdruck, daß Photogrammeter und Fernerkunder aus Bildern sowohl geometrische (entspricht den drei Kuben) als auch semantische (entspricht den drei Grundfar-

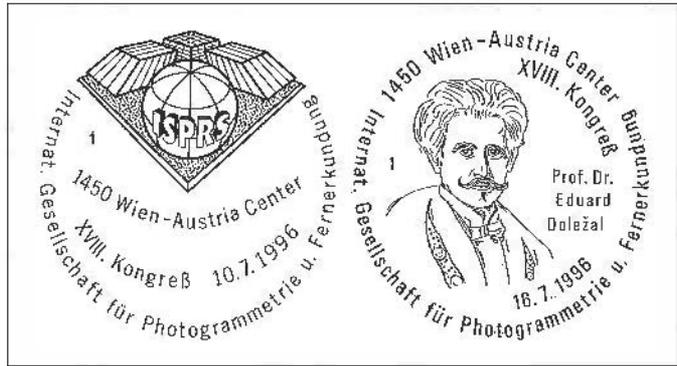


Abb. 1: Die beim ISPRS-Kongreß verfügbaren Sonderpoststempel (das Sonderpostamt in Austria Center Vienna ist am 11., 12., 16., 17. und 18. Juli geöffnet)

ben Blau, Grün und Rot) Informationen gewinnen und diese Informationen in raumbezogene Datenbanken (entspricht der durchgehenden Platte) einbringen. In der Mitte ist das weltumspannende ISPRS-Logo plazierte, das anlässlich des Wiener Kongresses die dritte Dimension hinzubekommen hat.

Die Werbung für den Kongreß wurde hauptsächlich auf folgende Aussendungen (Announcements) gestützt:

- First Announcement (Auflage 20.000, allgemeine Teile in Deutsch, Englisch und Französisch, fachspezifische Teile nur in Englisch)
- Second Announcement (Auflage 10.000, allgemeine Teile in Deutsch, Englisch und Französisch, fachspezifische Teile nur in Englisch)
- Announcement for Exhibitors (Auflage 2.500, in Deutsch und Englisch)
- Congress Appetizer (Auflage 38.000, in Englisch)
- Kongreß-Information (Auflage 12.000, entspricht dem Congress Appetizer in Deutsch)
- Kongreß-Programm, (Auflage 3.500, erscheint einige Wochen vor dem Kongreß)

Von der für alle Announcements gleich gestalteten Titelseite, die ein Satellitenbild, ein Luftbild und eine terrestrische Aufnahme sowie die beiden Veranstaltungsorte, die Hofburg und das Austria Center Vienna, zeigt, wurden 500 Plakate gedruckt.

Sehr entgegenkommend waren viele Fachzeitschriften, die mit Anzeigen und der Beilage von Announcements für den Wiener Kongreß geworben haben. Besondere Erwähnung verdient die Amerikanische Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung, die in ihrem mit einer Auflage von circa 10000 Stück erscheinenden Organ, der Zeitschrift Photogrammetric Engineer-

<sup>3)</sup> Der Beitrag „Ostarrichi – Österreich, Millenniumsjahr 1996“ von Frau Dr. Stoklaska in diesem Heft geht auf ein diesbezügliches „grenzenloses Österreich“ ein.

ring and Remote Sensing Im Januarheft 1996 mit einem ausführlichen Beitrag und mit einem Doležal-Portrait auf der Titelseite auf den Wiener Kongreß aufmerksam gemacht hat.

Als Kongreßdirektor habe ich mit diesem Werbematerial, insbesondere bei den sogenannten Zwischensymposien der sieben Technischen Kommissionen im Jahre 1994 in Como (Italien), Ottawa (Canada), München (Deutschland), Athens (USA), Melbourne (Australien), Peking (China) und Rio de Janeiro (Brasilien), für den Wiener Kongreß geworben. Aber auch unkonventionelle Werbemöglichkeiten wurden installiert. Das einschlägige Zauberwort heißt Internet, alle Announcements und die ganz aktuellen Informationen sind im World Wide Web (WWW) unter der Adresse:  
<http://www.ipf.tuwien.ac.at/isprs/isprs.html>  
verfügbar.

Das moderne Medium Internet hat des weiteren sehr wertvolle Dienste bei der Kommunikation vor allem mit den Autoren geleistet. Etwa 75 % der Autoren sind nämlich bereits mit e-mail erreichbar.

Der inzwischen erreichte hohe Standard der elektronischen Medien warf auch die Frage auf, ob die Archive, die den Inhalt aller Vorträge enthalten, noch in gedruckter Form oder bereits auf CD-Rom den Kongreßteilnehmern zu übergeben sind. Nach längerer Diskussion im Council der ISPRS hat man sich für die konventionelle Variante, den Druck der Archive, entschieden. Dabei war ausschlaggebend, daß die ISPRS nicht nur für die hochentwickelten Industrieländer sondern auch für die Entwicklungsländer eine wichtige Plattform darstellt.

Während des Kongresses wird die Kongreßzeitung Speaking Tube das wichtigste Kommunikationsorgan sein. Sie wird nahezu täglich erscheinen. In der Kongreßzeitung wird über die wichtigsten Ergebnisse und die getroffenen Entscheidungen – zum Beispiel Kongreßstadt für den 19. ISPRS-Kongreß, ISPRS-Funktionäre für die Periode 1996 - 2000 etc. – berichtet werden. In diesem Organ werden auch die im letzten Augenblick erforderlichen Programmänderungen zu finden sein.

## 10. Schlußbemerkungen

Die Vorbereitungen für den 18. ISPRS-Kongreß laufen planmäßig. Sehr viele Wissenschaftler und Praktiker haben ihre Manuskripte für den Druck in den Archiven gebracht. Infolge eines Reviewing-Prozesses ist ein hohes Niveau und eine hohe Attraktivität der Vorträge gesichert. Etwa 70 kommerzielle Aussteller werden die große Chance wahrnehmen, die ihnen der ISPRS-Kongreß in Wien bieten wird.

Zum Schluß möchte ich an die Leser dieser Zeitschrift appellieren, an dem großen Ereignis teilzunehmen, das ein 19-köpfiger Ausschuß der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation in den vergangenen vier Jahren vorbereitet hat. Es gibt Eintrittskarten für die gesamte Dauer (9. – 19. Juli) und für die zweite Woche (15. – 19. Juli) des Kongresses. Außerdem gibt es Tages- und Halbtageskarten. Nicht unerwähnt sollen die Ermäßigungen für Gruppen, für Studierende und für Senioren bleiben. Details können dem Kongreßprogramm entnommen werden, das mit der unten angegebenen Telefon- bzw. Fax-Nummer angefordert werden oder im erwähnten WWW eingesehen werden kann.

Die Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation ist Gastgeber des 18. ISPRS-Kongresses. Bemühen wir uns alle, daß sich unsere Gäste in Österreich wohlfühlen.

### Literatur:

- [1] Fritz, L. (Editor): Internationales Archiv für Photogrammetrie und Fernerkundung, Teil A, S. 248, Washington, 1992.
- [2] Höflinger, E.: Bericht über den 17. Kongreß der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung (ISPRS), ÖZ 80, S. 181 - 189, 1992
- [3] Schlögl, M.: Von einem Vater der vermessenen Bilder. „Die Presse“, Seite X, vom 23. 3. 1996.
- [4] Schuster, G., Kraus, K., Rinner, K.: 75 Jahre Internationale Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung. ÖZ 74, S. 49 - 66, 1986.
- [5] Waldhäusl, P. (Editor): Internationales Archiv für Photogrammetrie und Fernerkundung, Teil A, Wien, 1996 (im Druck).

### Anschrift des Autors:

Prof. Dr. K. Kraus, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU Wien, Gusshausstraße 27-29, A-1040 Wien. e-mail: [kkraus@fbgeo1.tuwien.ac.at](mailto:kkraus@fbgeo1.tuwien.ac.at)

# AUSTRIA

## NATIONAL REPORT

Presented by the national delegates  
G. Brandstätter (Universities), E. Höflinger (Private Sector)  
and R. Kilga (Federal Offices)

### PREFACE:

In Austria, several institutions are working within the ISPRS scope. According to their objectives they may be classified into federal offices, administrations of federal provinces, municipal authorities, research institutes, universities and private enterprises. In order to give a clear picture of their activities the following report is primarily structured with respect to the institutions and, if necessary, subdivided with regard to the classification of ISPRS commissions. Of course, federal offices are of major importance because of their responsibility for the whole state. Sometimes however, the work of smaller institutions is of more interest because they perform typical applications according to their special tasks. Both aims, overall map production dedicated to various problems based on photogrammetry and remote sensing, and special applications in the various fields of far- to close-range techniques, will be mentioned in the following report.

### A. FEDERAL OFFICES

#### Federal Office of Metrology and Surveying

#### 1 Aerial surveying flight operations (Com. I)

##### 1.1 Flights with infrared colour positive film

Each year, some 8,000 to 10,000 aerial images with Infrared colour material are taken to deal with two clearly-defined problems:

1. Compilation of the digital cadastral map and consolidation of the digital terrain model of Austria. The images have an average scale of 1:15,000 and were obtained with an end lap of 80 %. The individual flight blocks have an area of approx. 600 km<sup>2</sup>. The individual flight strips have an average length of 30 km. After the flight these are separated into two sets, the first being used for photogrammetric compilation and the second for the interpretation of land use and land cover on site.

2. The Austrian forest inventory status. The images have a mean scale of 1:7,000 and are obtained with 60 % end lap. They are used for the interpretation and mapping of the forest status.

##### 1.2 Flights with colour positive film

These images serve mainly for cadastral compilations at a scale of 1:10,000. The annual production is some 1,000 aerial photos.

##### 1.3 Flights with PAN film

Aerial photos with a mean scale of 1:30,000 are produced in pin point flight for the updating of the

1:50,000 topographic map based on 1:25,000 ortho- photos. The flight pattern corresponds to the sheet line system of the Austrian 1:10,000 aerial photo map with a strip spacing of 5 km and a base length of 2.5 km. Some 1,600 to 2,000 photos are taken annually for this purpose. These aerial photos also serve as the basis for the production of ortho- photos at a scale of 1:10,000 for the Austrian aerial photo map.

##### 1.4 Equipment

The office manages two aircrafts equipped for surveying flights (Beechcraft Super King Air 200 and Pilatus Turbo Porter PC6) with a total of three aerial camera systems (1 RC30 and 2 RC10 of Wild). They may be equipped with lenses of 15 cm, 21 cm and 30 cm focal lengths. The cameras type RC30 or RC10 are installed alternately in the King Air 200, while one type RC10 aerial camera is installed in the second aircraft.

Between 1995 and 1996 the King Air 200 was fitted with a GPS-supported navigation system coupled with the autopilot, as well as the Leica ASCOT flight management system. Both systems will be in operation in the 1996 flying season. Differential GPS methods will be used for the determination of the projection centres in aerotriangulation. This should ensure a considerable reduction in the necessary control points. In addition, GPS-supported approaching procedures to the photo area should reduce navigation times to a minimum.

A GPS receiver has been in use in the Pilatus Porter surveying aircraft since 1992, thus considerably increasing the daily flight capacity of

this aircraft due to the reduced approach times to flight lines.

## 2 Data recording and processing (Com. II/IV)

### 2.1 Aerotriangulation and block adjustment

Annually, some 30 flight blocks with an average of 200 models at scales ranging from 1:7,000 to 1:15,000 are aerotriangulated. The preliminary work (control point identification, selection of new points) is carried out on Wild PUGx point transfer devices. The PAT-MR program has been used for block adjustment since 1990. From 1996 the PAT-B/GPS program will be used in connection with GPS measurements of the projection centres.

### 2.2 Data capture for the digital terrain model

The national DTM with an average point density of 50 m has been continuously updated since 1988 and upgraded with structural information. *Scale:* 1:15,000. *Sampling method:* grid of 50 m and supplementation of relief structures (break lines, form lines, singular points).

For revision purposes and in support of the data correction, the contour lines are calculated by means of the SCOP program after compilation, and the images are superimposed on the stereo model. At present, the compilation status according to the current method amounts to approx. 30 % of the Austrian territory.

### 2.3 Data capture for the topographic model

The topographic model (TM) is a digital landscape model. It represents the earth's surface according to topographic aspects and consists of primary data in vector form which have not been changed by cartographic procedures such as generalization and symbolic feature codes. The structure of the landscape is defined in an object type catalogue according to object ranges, object groups and object types. A more detailed description of the objects is provided by means of integration with attributes.

Apart from manual digitizing of 1:10,000 orthophotos, digital compilation of aerial images (approx. 1:15,000 or 1:30,000) is also used for continuous updating and user-oriented supplementation, especially in the object range „traffic“.

### 2.4 Maintenance and application of the digital elevation model – data base (DEM-DB)

At present, a total of approx. 10<sup>8</sup> individual points from photogrammetric compilation are

maintained in a data base together with structural information. Besides the original data, fully interpolated grids (25 m) are also maintained and recalculated automatically on every update of the original data. Thus, grids with any randomly-selected grid size can be derived at any time for the data output.

The most important application of the digital elevation model is the production of orthophotos which are primarily used for the further updating of the topographic map 1:50,000 and the continuous updating of the topographic model. These orthophotos have been produced *digitally* since 1994. A total of some 1,500 orthophotos are produced annually with scales ranging from 1:5,000 to 1:25,000. Further applications of the DEM-DB include the derivation and output of contour line plans, perspective views and hill shading.

### 2.5 Technical hardware:

5 Wild PUGx point transfer devices; 1 Leica BC3 analytical workstation (aerotriangulation); 8 Leica BC3 analytical workstations with RISIS image superimposition systems (DEM sampling and topographic model); 1 HP 715/50 workstation (Digital Elevation Model Data Base); 1 PS/1 photo scanner (used jointly with University of Technology and University of Agriculture, Vienna); 1 Digital photogrammetric workstation (Image Station of Intergraph) for orthophoto production; 8 Graphic workstations (PC 486, PC Pentium)

## 3 Cadastral Photogrammetry (Com. IV)

The division of cadastral photogrammetry carries out the applications for cadastral purposes on a national level. Depending on the posed problem the method of aerial photogrammetric compilation supports the

- ⇒ determination and demarcation of types of soil exploitation
- ⇒ determination of feature lines and feature points
- ⇒ quality control and quality improvement of the digital cadastral map.

Its tasks also include photogrammetric restitutions from historical flight missions for the documentation of historical topographic facts and photogrammetric compilations of topographic cadastre feature lines for administrative boundaries.

The following basic information is applied to perform these tasks:

- ⇒ Scale 1:10,000 colour photographs for the photo-grammetric compilation of buildings and feature lines.
- ⇒ Scale 1:15,000 colour infrared photographs for the photogrammetric compilation of land-use boundaries and feature lines.
- ⇒ Scale 1:30,000 B/W photographs for the photo-grammetric compilation of those areas which are not yet included in the project of the digital cadastral map. In this case the cadastral map is updated for the valuation of farm land: i.e. up-dating of boundaries for the demarcation of agri-culturally cultivated areas from uncultivated areas.

For preparation of the photogrammetric compilation, enlargements and transparencies are delivered to the respective local surveying offices in order to establish an interpretation key for the various types of cultivation. The areas to be updated are interpreted and depicted in the aerial photograph enlargements. The aerial photographs are classified in a stereo model according to given object classes and digitally analyzed. The digital results are transferred to the local surveying offices after the appropriate processing and serve for the evaluation of the digital cadastral map.

The technical equipment of the division is:

- 10 Leica BC3 analytical workstations with RIS image superimposition systems; 4 Graphic work stations (PC 386, PC 486, PC Pentium); 1 PC 386 linked to the real estate data base

#### 4 Remote sensing (Com. IV)

Combined with a geographic information system, three remote sensing systems were put into operation at the end of 1995. *Fields of activities:* use of remote sensing data for topographic mapping as well as the interpretation of land use and land cover for cadastral purposes. Equipment: 3 SGI Indigo workstations with ERDAS and ARC/INFO.

#### Federal Environment Agency (FEA)

##### 1 Programs

During the period 1992-1996, the FEA realized the following projects with respect to the topics of ISPRS:

- ⇒ CORINE-Landcover (Com. VII)
- ⇒ March (river) water meadows (Com. VII)

Other projects referring to water quality, soil contamination by radioactivity, dangers caused

by waste deposits and other environmental inquiries were carried out by means of geographical information systems. They will not be explained in more detail.

## 2 Descriptions

### 2.1 CORINE (= Coordinated Information on the Environment)

This is a project dealing with „the compilation, co-ordination and adjustment of information about the situation of the environment and the natural resources in the European Community (EC)“ by means of a geographical information system. The program comprises all members of the EC and is the basis for a future European environmental information system. It will be realized in a European environmental agency, its goal being to support the respective activities of the Community. One of the tasks is the land-cover project, which will be performed by means of Landsat-TM (channels 4,5, 3)-images. The classification distinguishes 44 classes regarding areas > 500 m x 500 m. The results will be integrated in a database with a period of renewal every ten years.

### 2.2 March river

The very delicate areas of water meadows in the March-Thaya region are monitored periodically by means of infrared colour flights (Federal Office of Surveying). From these images the state of the biotops is classified in a very detailed manner and the results are inserted into a GIS of the FEA. The diagnosis from the images is completed by terrestrial investigations. The whole work is dedicated to the preservation of the March-Thaya water meadows.

#### Federal Center of Research and Standardization „Arsenal“

This institute works in the fields of hydrogeology, applied geophysics and geotechniques (waste deposits) by means of the GIS/ARC/INFO in order to provide administrative authorities with all informations required for decision-making processes. Apart from these projects the Arsenal participates in a new remote sensing project called „MOMS-MISSION“, which is aimed at mapping neotectonique zones of intrusion. The test area will be a special region of Lower Austria where remote sensing data will be compared with terrestrial explorations. As a

subproject, a remote sensing infrastructure is installed at the institute. These activities belong entirely to Com. VII.

### Federal Forest Research Office

The activities of this institution may be summarized under the topics of Com. I, Com. IV and Com. VII. Because of insufficient ground resolution, space-borne remote sensing data cannot be used for its purposes. Hence, the investigation is entirely based on infrared aerial images taken periodically of selected forest areas during the growth period in order to get information about damage by immission. The scale of images is about 1:7,500. The models are triangulated, coordinates and parameters of orientation are stored, and the interpretation referring to the biological state of single trees, their topographic surrounding (ex-position, inclination of terrain, elevation etc.) and other indicators are transmitted from the analytical stereoplotter (Zeiss Planicomp P1) to an information system. This approach offers various possibilities of visualization and mapping. The system is in operation since 1992 and provides continuously annual informations about Austrian forests.

### B. FEDERAL PROVINCES

Photogrammetry and remote sensing are used in a very typical way by the administrations of the Austrian federal provinces. As the responsibilities of those administrations cover all kinds of planning, the applications refer to the production of basic maps for several purposes and – because of the mountainous surface – to DTM production. The most important fields are:

- ⇒ Environmental planning by means of maps at scales ranging from 1:5,000 to 1:10,000 depending on the economic significance of the regions in question. They are prepared in the traditional way of graphical maps or by means of orthophotos.
- ⇒ Road planning using scales of 1:10,000 and larger. The applications cover detailed technical drafts (1:1,000 or 1:2,000), checking of variants, general studies and, last but not least, maps on noise pollution.
- ⇒ Forestry planning and inspection by means of infrared aerial photos.
- ⇒ Land use classification based on Landsat and Spot multispectral images.

In general, traditional photogrammetric evaluation is performed by private photogrammetric

enterprises. Special applications, for example satellite remote sensing or infrared image interpretation, are carried out in collaboration with universities or special research institutions. Depending on the relief, different percentages of coverage were attained during the last period: Carinthia for example shows a coverage by orthophoto maps of 85%, while 40% of the settlement region of the Tyrol is already covered by traditional line maps at a scale of 1:5,000.

### C. MUNICIPAL AUTHORITIES

The special goal of city administrations must be the support of all kinds of planning in structural and civil engineering, architecture, traffic, cable lines, pipe-lines, sewage systems, etc. Because of continuous changes of the settlements periodical flights are performed, their scale in general being larger than 1:5,000.

The Austrian capital *Vienna*, the venue of this congress, is the dominating example of urban application of photogrammetry and remote sensing. Besides being a city, Vienna is also a federal province and has to satisfy both tasks.

Its area of 415 km<sup>2</sup> is surveyed completely every three years at a scale of approx. 1:6,000. In the years between these flights, one third of this area is covered by aerial images which are used for the production of the digital city map on the one hand, and for real land-use mapping on the other. Apart from these regional applications, photogrammetry is used for surveying the second Vienna water pipeline, the Danube river, the roof landscape and other projects. The administration of Vienna manages its own photogrammetric department, connected to a large information system with all possibilities of visualization, established at the central computing office of Vienna.

The smaller provincial capitals also apply photogrammetry periodically for the above-mentioned purposes. Two interesting examples may be shown referring to Graz (capital of Styria) and Salzburg.

In 1992 Graz performed a complete colour image flight (730 images) at a scale of approx. 1:3,700 and in 1993 a flight along its main river, the Mur. By means of these images a complete aero-triangulation was carried out, and the results (coordinates and parameters of orientation) were stored in a respective data base. Using these data, the evaluation of stereoscopic models is performed by an analytical plotter with reference to actual planning activities. Recently,

the instrumentation for digital photogrammetry was installed, and corresponding procedures are in development.

In good time (1972), the administration of **Salzburg** started a project referring to a utility register. In order to complete this basic information for a digital city map, several flights (scale approx. 1:4,000) providing a complete coverage of the Salzburg area were carried out since 1992. The evaluation is performed by private photogrammetric offices under the supervision of the municipal authority. The project should be finished in 1996.

The capitals of all the other Austrian provinces are working more or less in the same way.

## D. RESEARCH INSTITUTIONS

In Austria there exist two important independent institutions of general research. They are:

- ⇒ Joanneum Research in Graz
- ⇒ Austrian Research Center Seibersdorf near Vienna

Besides other topics both are also working in the fields of digital image processing and remote sensing.

### 1 Joanneum Research

Joanneum Research consists of 21 institutes. One of them is the institute of Digital Image Processing with the two departments of „Industrial Image Processing“ and „Remote Sensing“. Both are working in the fields of ISPRS related to Com. V and Com. VII respectively.

#### 1.1 Industrial Image Processing

This department works on the development of novel vision systems for automating industrial production control. Emphasis is put on drafting algorithms and software systems which solve two-dimensional inspection tasks in real time. Apart from these 2D developments, 3D measuring techniques (light sectioning) are investigated. In this topic several special projects were performed, as for example: Planetary body high-resolution terrain models, 3D navigation and reconstruction based on multiple views, surface inspection by color recognition algorithms, tunnel measuring using CCD cameras, geometrical measuring with high-resolution area cameras and track measuring. The department serves as a „partner in innovation“ for

business enterprises focused on applied research in key technologies.

#### 1.2 Remote Sensing

The department processes all kinds of remote sensing (active and passive) data. The high-precision geometrical rectification of remote sensing images based on DTM's is its special forte. Developments also have been related to the stereoscopic extraction of 3D terrain information from SAR image pairs and stereo-MOMS-data using automated image matching techniques. Moreover, investigations referring to SAR interferometry have been carried out recently. Another research area is the development of new methods and technologies to identify natural resources, vegetation damage and natural risks. In this context the following special topics were treated: Analysis of land use, such as settlement zones, agricultural land and forest types; classification of forest damage and assessment of environmental risks, such as avalanche and desertification; GIS applications in classification of remote sensing data; participation in the „MOMS-Mission“ project.

In all these cases, the department represents a supporting partner of all political decision-makers in favour of a healthy environment.

### 2 Austrian Research Center Seibersdorf

Referring to Remote Sensing Activities, the institute carried out the following projects (Com. VII):

#### a) Land Use Map of Pannonian Area

- aim: mapping the spatial distribution of agricultural crops
- data: Landsat TM quarter-scenes (May, July, September 1991)
- area: eastern part of Lower Austria, northern part of Burgenland
- method: hierarchical classification approach using multitemporal index images
- result: digital land-use raster map (30 x 30m cell size), 8 crop classes, 15 classes in all
- application: modelling local impact of agricultural land-use on natural areas.
- duration: 1993 – 1994
- partners: international research project

#### b) Change Detection in urban areas

- aim: developing a fast method for detecting new built-up areas in urban environments

data: Landsat TM quarter-scenes (1986, 1991)  
area: metropolitan area of Vienna (Austria)  
method: linear mixture modelling  
result: change detection map of Vienna (1986/91)  
application: basis for updating the land use vector-coverage of Vienna.  
duration: 1994 - 1995  
partners: municipal council Vienna, Austria

#### c) Land use/land cover map of Austria

aim: establishment of a land-use/land-cover map of Austria  
data: Landsat TM mosaic of Austria (1991)  
area: entire area of Austria  
method: multispectral classification/spatial post-classification / integration of GIS layers  
result: digital raster map of Austria (100x100m cell size), 15 land-use/land-cover maps (related to CORINE land-cover nomenclature)  
applications: input to a number of environmental modelling approaches  
duration: 1994 - 1995  
partners: Institute of Photogrammetry and Remote Sensing, Technical University, Vienna, Austria; Federal Environment Agency, Vienna, Austria

#### d) Pan European Land Cover Monitoring

aim: Development of a consistent methodology to derive land cover information from remote sensing for environmental monitoring on a European scale  
data: multitemporal NOAA/AVHRR imagery  
area: Europe  
method: testing and validation of different classification algorithms  
applications: applying the best suitable classification method to derive a small scale land cover map of Europe  
duration: 1996 - 1999  
partners: Winard Staring Centre (the Netherlands); Institute of Remote Sensing Applications of the Joint Research Centre (Italy); Geodan (the Netherlands); Centre Nationale de Recherche Meteorologique (France); National Institute for Public Health and the Environment (the Netherlands); Swedisch Space Co-operation (Sweden); University of Venice (Italy); (this project is funded by the EU within the 4th framework programme)

#### e) Participation in the „MOMS-MISSION“-project

## E. UNIVERSITIES

In Austria four universities provide full or partial ISPRS-relevant education (Com. VI). At the two universities with full education (TU Graz and TU Vienna) between 20 and 30 students take up their respective studies each year. The whole study comprises five years and leads to the degree of a „Dipl.-Ing.“. This title corresponds with the MSc. of English speaking universities. Apart from education a lot of research work is done at the respective institutes. In the following, a brief representation should give an appropriate impression of this matter:

### 1 Technical University Graz (TUG)

1.1 Institute for Applied Geodesy and Photogrammetry, Department of Remote Sensing, Image Processing and Cartography

*Theoretical research (Com. III):* Algebraic projective Photogrammetry (= projective evaluation of complete non-metric mono- and stereo images); Digital stereo correlation by means of local descriptors.

*Applied investigations (Com. II / V / VII):* Implementation of a digital photogrammetric workstation; Morphometric observations at block glaciers in the „Hohe Tauern“ national park; Mapping in the „Franz Josef Land“ archipelago from photogrammetric spaceborne imagery; Reconstruction of sacral objects from non-metric stereo images.

2.1 Institute of Computer Graphics and Geometry

*Theoretical research (Com. II / III / V):* Image understanding; Parallel computing algorithms; Radargrammetry.

*Applied investigations (Com. III / IV / V):* implementation of a digital photogrammetric workstation; 3D-restitution/rendering; Multiple-image-data-sets; Data-networks.

*Special project (Com. I, Com. VII):* Supervision and central data administration of the „MOMS-MISSION“ project.

### 2 Technical University of Vienna (TUW)

Institute of Photogrammetry and Remote Sensing

*Theoretical research (Com. I, Com. III):* integration of lines, curves and surfaces into image or-

ientation; Automatic robust estimation, singularity control and analysis of variance components in 3D bundle adjustment; Integration of GPS results into absolute orientation.

*Applied investigations (Com. II, Com. IV):* Completion of the software package „ORIENT“ with respect to the above-mentioned theoretical results and improvement of its handling; Completion of the software package „SCOP“ (DTM) with respect to orthophoto production, 3D visualization and contour maps.

*Special projects (Com. I, Com. IV, Com. V, Com. III):* Implementation of an international network for industrial engineering and architectural photo-grammetry (CIPA etc.); International CIPA-experiment „Karlsplatz“ in order to verify the possibilities of terrestrial photogrammetry; 3D image processing in application to face and orthodontic surgery; Derivation of a land-use model of Austria from DTM and Landsat data for use in mobile tele-communication; High-precision 3D-reconstruction from digital multiple stereo images; Participation in the MOMS-MISSION project.

*Additional activities:* The well-known book on photo-grammetry has already been translated into nine languages; Implementation of a central homepage referring to geodesy, photogrammetry, cartography and geoinformation; Management of the XVIII ISPRS congress in Vienna.

### 3 University of Agriculture (Vienna)

Institute of Surveying, Remote Sensing and Geoinformation

*Theoretical research (Com. IV):* Topology of line elements avoiding fragmental polygons.

*Applied investigations (Com. IV, Com. VII):* Methods of evaluating airborne and spaceborne images for purposes of agriculture and forest monitoring; Knowledge-based analysis of remote sensing images; Investigations on GIS for forest planning.

*Special projects (Com. II, Com. IV, Com. VI):* Development of monoplotting systems; Methods

of interpretation of forest damage; Forest maps from airborne and spaceborne imagery; Knowledge-based analysis of remote sensing data using physical models; GIS application in forest planning; Algorithms for digital cadastres; Participation in the project „Theory and Applications of Image Processing and Pattern Recognition“ and in the MOMS-MISSION project.

### 4 University of Innsbruck

Institute of Geodesy

*Applied investigations (Com. I, Com. V):* Stability of digital images from photo CDs; Application of digital photogrammetry to architectural documentation; Documentation of the well-known glacier mummy „Ötzi“.

## F. PRIVATE SECTOR

In Austria photogrammetric production is performed to a large extent by private enterprises belonging to so-called „Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen“ (= consultant engineers of surveying). Regarding the high basic expense for photo-grammetric instrumentation, it is obvious that only few consultant engineers will be able to install an office of photogrammetric production. Hence, only one or two of such offices exist in each province. Remote sensing is not applied in this connection, but there exists a special private enterprise in the province of Salzburg, where remote sensing data are handled.

In general, the application of photogrammetry occurs in collaboration with official authorities (federal provinces and cities) and refers to the production of large scale maps ( $\geq 1:10,000$ ), ortho-photomaps, precise situation maps for several utilities (postcables, pipelines, noise pollution, etc.) and the use for architectural and archaeological purposes. It is not possible to explain all applications in detail, but everybody who is familiar with photogrammetry, image processing and mapping will be able to imagine the large variety of possibilities Austrian photogrammetry can offer in practice.

# OEEPE

## REGIONAL MEMBER REPORT 1992-1996

Presented to the ISPRS – Congress 1996 in Vienna by the  
Organisation Européenne d'Etudes Photogrammétriques Expérimentales  
European Organisation for Experimental Photogrammetric Research

President: R. KILGA (Austria - BEV)  
Secretary General: C. M. PARESI (The Netherlands – ITC)

### ABSTRACT

The Regional Report addresses OEEPE achievements during the reporting period, as well as perspectives for the coming period. It also gives an overview of the OEEPE Research Plan, and of the OEEPE research projects; a review of the published research reports is given. Organisational changes, to better respond to user requirements and technological trends, and to improve efficiency and effectiveness of the organisation, are also addressed. Relationships with international organisations like ISPRS, ICA, EUROGI, CERCO, AM/FM Europe, and CEN are shortly outlined. Finally, the report summarises contributions to the OEEPE Special Session, in the framework of the XVIII th ISPRS - Congress 1996.

### 1. PREAMBLE

The International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) is holding its 18 th Congress entitled „Spatial Information from Images“, here in Vienna from July 9 to 19, 1996. As one of the Regional Members of the ISPRS, the European Organisation for Experimental Photogrammetric Research (OEEPE), like ISPRS, is especially pleased that this event has returned to the place where the first such congress was held 83 years ago.

### 2. THE OEEPE IN SHORT

The OEEPE is a pan-European organisation which was established in 1953 in Paris, in accordance with the recommendation passed by the Council of the Organisation for European Economic Co-operation.

Thirteen European countries are presently member of the OEEPE, namely Austria, Belgium, Denmark, Germany, Finland, France, Italy, The Netherlands, Norway, Sweden, Switzerland, Turkey and The United Kingdom: Spain has recently applied for membership. The Government of any European country may become a member of the OEEPE.

The aim of the OEEPE is to improve and promote methods, performance and application of photogrammetry by carrying out in mutual co-operation, investigation and research, in particular of an experimental and application - oriented nature.

The Steering Committee is the governing body of the OEEPE and is responsible for the estab-

lishment and the continuous maintenance of the OEEPE overall research policy, of a coherent research programme and of the organisational structure; the approval of research programme/project proposals and the allocation of resources; the monitoring of the execution of research programmes/projects and their evaluation in terms of efficiency and effectiveness; the publication of reports in the official OEEPE Publications; and the appointment of OEEPE officials.

The Science Committee is responsible for the long term review of research requirements, for the preparation of an overall research concept and for the preparation of a coherent research programme; it is also responsible for the scientific evaluation of research programme/project proposals and for their scientific monitoring and coordination.

The Executive Bureau has a staff function to the President of the OEEPE, and is responsible for all day-to-day business relating to the functioning of the organisation. The Secretary General is specially responsible for all administrative and financial matters.

The Commissions are responsible for the identification of problems concerning the whole Geoinformatics Community and suitable for OEEPE research activities, following the guide lines given in the OEEPE Research Plan; the formulation of research programmes or project proposals that will be evaluated scientifically by the Science Committee and for efficiency and effectiveness by the Steering Committee; the preparation of Position or Review Papers and, if applicable, the execution of feasibility studies, to support programme and project proposals.

The Working Groups are responsible for the execution of specific research projects on an ad-hoc basis, following the terms of reference as defined by the Steering Committee. They report on progress and achievements to the Steering Committee who will monitor the efficiency and effectiveness of the Working Groups, and to the Science Committee who will evaluate their scientific work. Working Groups can be set up within a particular Commission or outside existing Commissions.

The results of the OEEPE research projects are published in the OEEPE Official Publications. Workshops are regularly organised by OEEPE Commissions and the OEEPE Newsletter is disseminated twice a year. The working language of the OEEPE is English.

### **3. OEEPE ACHIEVEMENTS AND PERSPECTIVES** (by R. Kilga, President of the OEEPE)

The field of photogrammetry and remote sensing [GL1] is a striking example of the enormous technological progress made in the course of the twentieth century. From its inception photogrammetry has always been linked to practical applications. The establishment in Paris of the OEEPE in 1953 represented a major step forward for the growth of this specialised field. Since this time valuable research activities were undertaken and techniques developed for various disciplines by the OEEPE, so that the range of applications of photogrammetry was extended far beyond geodesy.

As we stand on the threshold of the next millennium it is vital to the challenge of a modern information society and develop a vision of the future that involves recognizing the complex links between a wide spectrum of scientific knowledge and areas of application. The OEEPE could play a key role according to the European policy in the area of geographic information by significant initiatives and contributions.

The OEEPE has responded to the demands of the times by updating its statutes, adopting modern technologies and introducing a forward-looking management concept for its operations. Management and consulting strategies from the base for the organisation's further development on a sound economic basis. Our new Research Plan reflects the role of the OEEPE in the European Geoinformation Society. In the field of technology watching, the OEEPE acts as a link between academia, industry and users in exploring the practical and commercial viability of

ideas and proposals and providing potential users with applications profiles.

Without photogrammetry and remote sensing it would hardly be possible to create a topographic infrastructure of Europe as an essential cornerstone for the establishment of Geographic Information Systems (GIS). The OEEPE should enforce to be concerned with the practical aspects of the use of GIS data at a European level. Issues such as standardisation, quality management, data description and the like should be subject of experiments. Here the role of the OEEPE as a multi-disciplinary and multinational pool of experts, is to pave the way for the work of national institutions.

This congress, bringing together as it does the leading scientists and professionals of various disciplines, is an outstanding forum in which the OEEPE can not only offer its expertise but also forward its views and vision of the future and to adjust its aims.

In my capacity as current president of the OEEPE I would like to take this opportunity to thank the officials of the ISPRS for their excellent co-operation, and to congratulate them on all their achievements during the last period of office. I wish the organisers a highly successful 18th Congress and I hope that for all the participants in this congress their experiences here among their esteemed colleagues will accompany them on their professional paths. I am confident that the congress will make important contributions to the further development of the field of photogrammetry and remote sensing and to the benefit of the OEEPE, respectively.

### **4. OEEPE RESEARCH PLAN, PROJECTS AND PUBLICATIONS**

The OEEPE has a rolling Research Plan; the Research Plan presents the OEEPE research perspective and the OEEPE research programmes and projects.

#### **4.1 OEEPE research perspective**

User requirements and technology have changed drastically during the last few decades, from a pure data acquisition to an information system perspective, enabling cost effective access, exchange and integration of Geoinformation. The present OEEPE research perspective is that Photogrammetry should not be considered in a narrow sense but in the framework of Geoinfor-

matix, specially in view of the trend towards large systems and system integration; it should serve the whole European Geoinformatics Community, deal with problems of more than local significance, and be carried out by means of international co-operation; it normally relates to technical and scientific questions or deals with the performance status of methods, but also operational and organisational aspects can be included.

#### 4.2. OEEPE reserach programmes/projects

The following research programmes are considered in the 1995 update of the Research Plan; Data Acquisition; Photogrammetric Point Determination; Information Extraction; Information Management; Information Presentation; Quality, Transfer and Archiving; and Applications. Research topics included in the rolling plan are considered to be those most in need to solve short term production problems, and to prepare for the introduction of new techniques in the future. In addition to projects related to technological problem solving and cost saving technology, the OEEPE is also embarking on more strategic issues related to GIS for Europe. Following is a list of research projects which have either been completed or started during the reporting period.

- **Research projects which have been successfully completed during the reporting period:**

- *GPS supported block triangulation:* to analyse the strenghts and weaknesses of GPS supported aerial triangulation, and to extract factors that have influence on the results.
- *Aerial triangulation using digitized images:* to assess potentials and limitations of methods for aerial triangulation using digitized images.
- *Digital Landscape Model for Europe:* to derive and link data from digital and analogue spaceborne recordings, in order to compile a digital landscape model.
- *Updating of complex digital topographic databases:* to analyse the problems inherent in updating complex digital topographic databases, and to identify and recommend effective procedures to ensure that database currency and maximum functionality is maintained.
- *Quality model:* to develop an application independent quality model, and to define

quality concepts and parameters to be used.

- *Accuracy of digital terrain models for civil engineering purposes:* to define rules to indicate parameters of the source data of a DTM, to ensure economical and efficient data collection.
- *Geocoding of ERS-1 SAR data:* to compare methods of geocoding ERS-1 SAR data and to evaluate the use of such data for mapping.

- **Research projects which have been started during the reporting period:**

- *Large scale mapping specifications:* to compile and compare information on methods for large scale map compilation; and to analyse existing specifications for large scale technical and cadastral mapping.
- *Analyses of photoscanners:* to elaborate criteria for the analysis of photoscanners; to perform a standard test and to derive recommendations for standard test material.
- *Feature extraction from high resolution space imagery:* to develop a methodology, and to derive standard procedures for the assessment of algorithms for feature extraction from high resolution space imagery.
- *Automatic generalisation:* to develop evaluation criteria and measurement tools; to evaluate commercial software packages for automatic generalisation, and some GIS tools.
- *DEM quality:* to identify issues involved with DEM accuracy and choice of parameters; to analyse different DEM accuracy models; and to propose operational strategies to enable creation of DEM's to fulfil specified accuracy requirements.
- *3-D GIS:* to analyse 3D - GIS user and producer requirements; to investigate some 3D - GIS applications and data integration problems; and to compare cost-efficiency of different data acquisition techniques.
- *Development of specifications for a digital camera:* to develop requirements for the development of a digital camera, in cooperation with users and industry.
- *Airborne kinematic GPS positioning:* to investigate the performance of new systems (new dual frequency receiver hardware and new software which has been improved, specially for fast ambiguity solu-

tions), related to obtaining continuous and absolute GPS trajectories.

- *Application of digital photogrammetric workstations*: to analyse experiences with digital photogrammetric workstations in practice.
- *Automatic generation of DEM*: to compare the performance of methods and software packages for automatic DEM generation among themselves, and against conventional analytical DEM generation; and to demonstrate the potentials of this technology in practice.

### 4.3 OEEPE Publications

Since 1992, the following research reports have been published in the framework of the OEEPE Official Publications:

- **no. 27**; Proceedings of the ISPRS and the OEEPE joint workshop on updating digital data by photogrammetric methods; by P.R.T. Newby and C.N. Thompson, 1992.
- **no. 28**; Proceedings of the OEEPE workshop on data quality in Land Information Systems; by L.A. Koen and O. Kölbl, 1992.
- **no. 29**; Empirical results of GPS – supported block triangulation; by K. Torlegard, 1994.
- **no. 30**; Updating of complex digital databases; by M. Brand, 1995.

In addition, the following research reports will be published in the framework of the OEEPE Official Publications, before the XVIII<sup>th</sup> ISPRS Congress:

- Aerial triangulation using digitized images; by T. Sarjakoski and J. Jaakkola, 1996.
- Geocoding of ERS-1 SAR data; by I. Dorman, 1996.
- Proceedings of the OEEPE workshop on the application of digital photogrammetric workstations; by O. Kölbl, 1996.

Also, the following OEEPE Official Publications are scheduled for early 1997:

- Digital Landscape Model for Europe; by B.S. Schulz.
- Accuracy of digital terrain models for civil engineering purposes; by A. Flotron.
- Large scale mapping specifications; by S. Dequal and L.A. Koen.

Finally, it is worth to mention here that the OEEPE has started disseminating a bi-annual Newsletter in 1995, and is planning to continue to do so in the future.

## 5. ORGANISATIONAL CHANGES

The changes in the OEEPE research perspective, as reported in the preceding paragraph, have led to changes in the formulation of the OEEPE mission, and in the working procedures of the organisation, including its relationships with other international organisations, during the reporting period (1992 – 1996).

### 5.1 Changed mission

The Statutes of the OEEPE have been amended in 1994, to better reflect the new OEEPE research perspective; the mission of the organisation reads now as follows: „The aim of the OEEPE is to improve and promote methods, performance and application of Photogrammetry by carrying out in mutual co-operation, investigations and research, in particular of experimental and application oriented nature. Experimental research is understood to include, whenever necessary, theoretical and methodological preparation, as well as scientific analysis of results. The photogrammetric research can extend, as necessary, into related fields in which an interaction takes place, such as sensor technology, data processing, information systems, automation, cartography and geodetic methods. It is to include in particular the integration of data from different origins and the combination to higher level systems of wide scope.“

### 5.2 Changed working procedures

An organisational structure and the related working procedures, should aim at increasing the efficiency (doing the things right) and effectiveness (doing the right things) of an organisation. The OEEPE organisational structure and working procedures as defined in the eighties, had become too cumbersome to permit the OEEPE to function adequately in the research context of the nineties.

It has not been the intention to fundamentally change the OEEPE structure, but rather to regard it as a frame in which the organisation can manage efficiently and effectively a portfolio of research programmes and projects addressing as well cost saving technology as GIS strategic issues. Emphasis has been put on (quality) monitoring of the research efforts, by means of improved project planning and control, and improved co-operation with other international organisations.

### 5.3 Improved external relations

During the reporting period, the OEEPE has strengthened its co-operation with the ISPRS, as a Regional Member; this has been achieved through co-operation between ISPRS and OEEPE Working Groups on related subjects, but also by means of active participation of OEEPE members in different ISPRS Symposia in 1994; it is further concretised by the OEEPE organising a Special Session in the framework of the present ISPRS Congress.

Similarly, the OEEPE Working Group on Automatic Generalisation has been very active in the framework of the ICA (International Cartographic Association); this has been concretised by the organisation of a workshop on generalisation during the last ICA Conference (1995).

Since 1992, the OEEPE is closely cooperating with CERCO (Comité Européen des Responsables de la Cartographie Officielle) under an official agreement; the aim of the co-operation is for the OEEPE to better appreciate the research requirements of the European Geoinformatics community.

During the reporting period, OEEPE representatives have been heavily involved in the standardisation activities of the CEN/TC 287 (Comité Européen de Normalisation), with particular relevance to the standard for data quality.

Co-operation with AM/FM Europe has also been started in the perspective of a joint research project on the feasibility of the use of the ISO - 9000 series guide lines in a GIS environment.

Finally, the OEEPE is active (with the Observer status) in the framework of EUROGI (European Umbrella Organisation for Geographical Information), with particular relevance to harmonisation and standardisation issues.

### 6. OEEPE SPECIAL SESSION IN THE FRAMEWORK OF THE XVIII<sup>th</sup> ISPRS CONGRESS

The OEEPE has been allocated a Special Session (SS02) in the framework of the XVIII<sup>th</sup> ISPRS Congress; the Session will start by a short introduction on OEEPE current activities and perspectives; this will be followed by the presentation of three papers, and their subsequent discussion. The three papers are summarized hereafter.

### 6.1 Experimental tests on fast ambiguity solutions for airborne kinematic GPS positioning (by F. Ackermann)

High precision kinematic GPS positioning, based on differential methods, has always had the problem of correct ambiguity solutions for the phase observations, especially under the conditions of airborne applications for photogrammetry and remote sensing. Methods have successfully been worked out and applied which do not rely on exact ambiguity solutions after loss of lock of signals. Instead, the resulting systematic GPS position errors were subsequently corrected with the help of external constraints by combined block adjustment, for instance. Aerial triangulation and block adjustment on that basis has been shown to work very well, even if only L1 signals are used. It is a particular feature of the method that the GPS ground receiver stations can be positioned very far from the flight area, up to 500 km or more.

Recently, the appearance of dual frequently receivers and the development of methods for fast ambiguity solutions, known as „on the fly“ (OTF) solutions, have created a new situation. It is possible now to re-establish ambiguity solutions after disruptions of signals, as they happen during flight turns in particular. There are several software programmes in use which can handle the problem. The result is that continuous GPS flight trajectories are obtained for complete flight missions. If they are linked to a base line initialisation before take-off then the GPS flight trajectories are practically absolute, with regard to the WGS 84 reference system or to any other reference system related to it.

Those methods simplify the airborne kinematic GPS application considerably, especially also the application to photogrammetric block adjustment. The use of cross strips could be abandoned, as (almost) no systematic errors would be effective any more. Also flight trajectories could be used directly which are not supported by image blocks, like laser scanning trajectories, for instance. Thus, obtaining completely continuous GPS flight trajectories is an important development which is highly welcome from many points of view.

There is the problem, however, that the present methods for fast ambiguity solutions are not very reliable. Safe application seems to be limited to short distances between receivers, i.e. the stationary GPS receiver(s) must be close to the project area, respectively close to the flying aircraft. Available experience suggests safe

maximum distances of about 30 km only. This represents a serious restriction, at least in some conditions of application. It is to be investigated, therefore, how far the stationary and the moving receivers can be separated and still give reliable ambiguity solutions. The second point of research is to develop methods or conditions which make the OTF ambiguity solutions safer and more robust.

The paper reports about a number of experimental tests on fast ambiguity solutions which are undertaken by the GPS working group of the OEEPE. In summer 1995 three test flights over test areas have been flown, each with several stationary dual frequency receivers which were positioned at different distances from the project area. The range extends up to several hundred km. Receivers of different manufacturers have been used, in order to cover different cases. Several more test flights were scheduled for fall 1995. The tests included smooth flying, avoiding loss of lock as much as possible, as well as rough flights with sharp and steep turns, producing loss of lock by intention.

The GPS data processing (and checking via aerial triangulated camera positions) is going to use several software programmes for the ambiguity solutions. The results will be analyzed with regard to the accuracy and the sensitivity of fast ambiguity solutions, possibly related to different external circumstances.

The theoretical development of fast ambiguity solutions of higher performance is not the task of the experimental investigations. The available data will allow, however, to investigate whether the use of several ground stations can robustify the method and extend its range of application.

The experiments concern a problem, the investigation and solution of which is a highly urgent topic for the practice of airborne GPS application. It is not expected that all test data can be processed in time for the paper. But some tests will have been worked out completely and valid results will certainly be demonstrated and analysed in the paper.

## 6.2 Updating complex databases; the next step (by M.Brand)

Digital topographic databases are fundamental to management of an ever increasing range of business functions within a GIS environment. It follows that currency of such databases is critical to effective use of the new technology.

The more complex the topographic information involved the greater are the implications to the updating procedures, particularly if in addition to current data, archiving of a historical perspective is a requirement. To date these matters have remained largely unaddressed by software houses generally.

The issue increases in importance daily and it is logical that the OEEPE should play a leading role in promoting this follow-up activity. Such activity must focus on the use of newer technology, typically digital photogrammetry and mono-plotting, and identify means to effectively apply such methodologies to complex topologically structured, multifeatured coded databases.

The recently completed OEEPE Commission I project „Updating of Complex Digital Topographic Databases“ was a major attempt to tease out the principles involved and the difficulties to be overcome in seeking solutions. The paper outlines these and develops on its findings.

## 6.3 First experiences from the OEEPE Scanner Test (by O.Köbli)

In modern aerial photogrammetry, image acquisition is still largely done with photographic cameras. Consequently, the conversion of photographic images into a digital form by scanning represents a key operation for digital photogrammetry. Currently, a considerable number of scanners specially developed for the requirements of photogrammetric processes are available.

In order to develop criteria for a systematic analysis of scanners and to gain experience on different systems, the OEEPE has set-up a working group, which besides other activities launched a test.

The test material which included 7 different test-patterns and aerial photographs, was sent to different vendors. Up till now, test results have been received from the following firms, using the referred systems: Agfa Horizon Plus of Agfa, Mortsel, Belgium; PS1 of Intergraph, Huntsville, USA; RM1 of Wehri & Assoc. Valhalla, USA; and DSW 200 of Helava, San Diego, USA. The results of the scanner test confirm the high standard reached by photogrammetric scanners. Nevertheless, open questions remain and differences can also be distinguished between the different systems.

The scanning of the original negatives is still not very satisfying due to the limited dynamic

range of the scanner and high image noise in the darker areas. Problems also arise when scanning colour, especially false colour photographs due to the lower sensitivity in the blue area. The scanning process also affects the resolution of the original images and a thorough control of the MTF of the scanner is highly recommended.

Furthermore, it is apparent that the scanning process is still a very time consuming operation, mainly because each photograph has to be treated individually and hardly none of the scanners is equipped for film roll. A problem linked to the management of the scanning process is the organisation of the data. The repartition of the disc in units of 2 Giga Bytes, or the storing on tape considerably complicates the management of the data, and it appears necessary to conceive a special data base for this task.

## 7. CONCLUSION

High costs in data acquisition, an increased user demands for sophisticated applications, and thus for transparent access to information, regardless of the hosts on which it resides, combined with advances in databases systems and communications technology, have brought the

Geoinformatics Community to change from a pure data acquisition to a (distributed) information system perspective; this to enable cost effective access, exchange, integration, and use of geoinformation residing in distributed databases, to support decision making at different levels.

The OEEPE recognizes those changes, and next to keeping relevance to technical aspects of photogrammetry (experimental problem solving / cost saving technology), is developing a research programme that integrates photogrammetry into systems of wider scope (strategic and technological issues related to the European Geoinformation Infrastructure) for the next reporting period (1996-2000). Those objectives can only be achieved through strengthening international co-operation between the geoinformation user, producer and research communities.

*For any further information, please contact:*

C. Paresi, Secretary General of the OEEPE  
c/o International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC)  
P.O.Box 6, 7500 AA Enschede, The Netherlands  
Tel.: +31 53 4874339  
Fax: +31 53 4874335  
e-mail: paresi@itc.nl



## Ein Software-System zur interferometrischen Bearbeitung von ERS-1 Radarbildern

*Heinrich Frick, Rainer Kalliany, Graz*

### Zusammenfassung

Radar-Interferometrie ist ein relativ junges Fachgebiet. Sie ermöglicht die Ableitung genauer geometrischer Informationen aus zwei Bildern. Eine interessante Anwendung ist die Erzeugung von digitalen Geländemodellen; eine andere die Messung von Lageverschiebungen, z.B. wegen Bodenverwerfungen nach einem Erdbeben. Dieser Bericht beschreibt die Entwicklung eines Prototypen-Softwaresystems zur interferometrischen Bearbeitung von Radarbildern. Als Anwendungs-Beispiel wurden mit Daten von ERS-1 Eisbewegungen in Westgrönland untersucht. Diese Arbeit bildet den Grundstein für ein modulares Softwaresystem, das künftig auch zur interferometrischen Erfassung von Höheninformation verwendet werden soll.

### Abstract

Radar interferometry is a comparatively young discipline. It is capable of obtaining accurate geometric information from two similar images. One particular interesting application is the generation of digital elevation models, another is measuring displacements - e.g. of soil after an earthquake. This paper reports about the development of a prototype software system for interferometric processing of radar images. As an applications example, the movement of ice in western Greenland has been investigated by ERS-1 data. This work is the core of a modular software system which in the future should also be capable of obtaining elevation data.

## 1. Einleitung

Erste Untersuchung über die Verwendung interferometrischer Methoden zur Höhenmodellgewinnung aus Radardaten stammen bereits aus den 70er-Jahren von Graham [5]. Zebker und Goldstein [9] berichteten 1986 über die Berechnung eines Höhenmodells der San Francisco Bay mit 11 m Punktabstand und einer Standardabweichung von 2–10 m aus Flugzeug-Radardaten. Eine erste Anwendung zur Messung von Bewegung wurde 1987 von Goldstein und Zebker [2] gezeigt: Mit einem Flugzeuggestützten System mit zwei gegeneinander versetzten Antennen wurden Wasseroberflächenströmung in der San Francisco Bay erfaßt. Massonnet et.al. [7] dokumentierten 1993 erstmals nach einem Erdbeben Verschiebungen an der Erdoberfläche. Goldstein et.al. [4] untersuchten 1993 die Bewegung des antarktischen Eisstromes unter Verwendung von ERS-1 „repeat-pass interferometry“-Beobachtungen. Zwei weitere Berichte aus jüngerer Zeit über die Beobachtung des grönländischen Eisschildes stammen aus dem Jahr 1995 von Joughin et.al. [6] bzw. Rignot et.al. [8].

## 2. Geometrie der Radar-Interferometrie

Wir beschreiben ausschließlich die „repeat-pass interferometry“, bei der aus – nominell – identen Umlaufbahnen zeitlich getrennt zwei Aufnahmen gemacht werden. Wie in Abb.1 stark

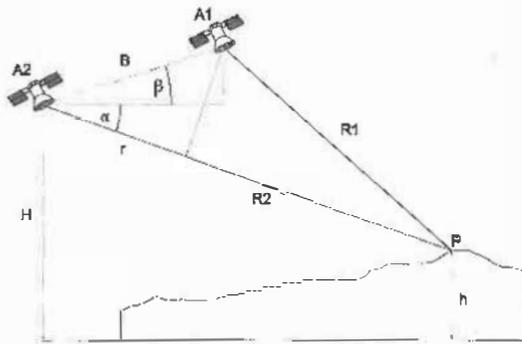


Abb.1: Schematische Darstellung der Geometrie der Radar-Interferometrie

übertrieben dargestellt, liegen jedoch in der Praxis die Aufnahmeorte einige dutzend Meter auseinander. Die daraus resultierenden unterschiedlichen Distanzen zu identen Bodenpunkten bewirken entsprechende Phasenverschiebungen, welche von der Radar-Interferometrie ausgewertet werden. Da der Satellit ERS-1 mit einem C-

Band-Signal von 5,7cm Wellenlänge arbeitet, sind hier theoretisch mit interferometrischen Methoden extrem hohe Genauigkeiten erzielbar.

Die verwendeten Radarbilder müssen mit kohärenten Mikrowellen erzeugt worden sein, d.h. Frequenz und Phasenlage der emittierten Strahlung sind wohldefiniert und bekannt. Weiters werden die Daten im „single-look complex“ (SLC) Format benötigt. Bei diesen SLC-Bildern ist für jedes Pixel sowohl die Amplitude als auch die Phasenlage der reflektierten Strahlung beim Empfänger dokumentiert; meist in Form einer komplexen Zahl mit Real- und Imaginärteil.

Die für die Radar-Interferometrie relevanten geometrischen Verhältnisse zeigt Abb.1. Die Antennenpositionen A1 und A2 sind um den Basisabstand B räumlich versetzt. Diese Verschiebung, die in der Realität nicht mit letzter Genauigkeit bekannt ist, ist essentiell für die Gewinnung von Höhenmodellen, da sie eine Korrelation zwischen Geländehöhe und beobachteter Phasenverschiebung bewirkt.

Der Satellit befindet sich in der Position A2 auf der Höhe H über der gemeinsamen Bezugsebene, während sich der Objektpunkt P in der Höhe h befindet. Die Schrägdistanzen („slant range“) zwischen den Antennenorten und dem Objektpunkt sind mit R1 und R2 bezeichnet. Die Differenz  $r = R1 - R2$ , hat eine unterschiedlich lange Laufzeit der Mikrowellen für denselben Objektpunkt zur Folge und führt schlußendlich zu einer unterschiedlichen Phasenlage des empfangenen Signals in den beiden Radarbildern. Die Phasenlagen des Punktes P in beiden Bildern wird durch Differenzbildung in eine Phasendifferenz umgerechnet.

Die Auswertung der Phasendifferenz ist das Kernstück der Radar-Interferometrie. Bei „repeat-pass interferometry“ trägt die Differenz  $r$  doppelt zur Phasendifferenz  $\Phi$  bei, was zu folgender Beziehung führt:

$$\Phi = \frac{4 \cdot r \cdot \pi}{\lambda} \quad (1)$$

Dabei ist  $\Phi$  die beobachtete Phasendifferenz für den Punkt P und  $\lambda$  die Wellenlänge des vom Sensorsystem emittierten und nach der Reflexion am Boden wieder empfangenen Mikrowellensignals. Leider ist der Wert dieser Phasendifferenz mehrdeutig, da die Phase nur modulo  $2\pi$  gemessen werden kann. Dieser Umstand muß in einem speziellen Bearbeitungsschritt, dem „phase unwrapping“, berücksichtigt werden.

Abb. 2 zeigt zwei Möglichkeiten, wie es zu unterschiedlichen Laufzeiten der Radarsignale –

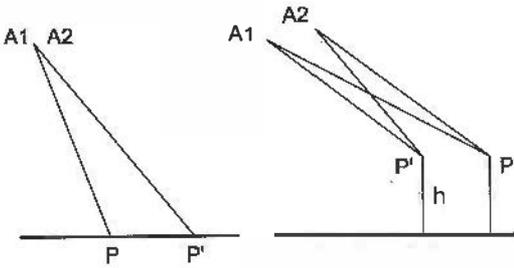


Abb.2: Phasendifferenzen aufgrund von ausschließlich horizontaler Bewegung des Bodenpunktes (links), bzw. in Kombination mit einem Versatz der Satellitenpositionen (rechts)

und somit zur Phasenverschiebung – kommen kann. Für die Messung von horizontalen Bewegungen wären völlig idente Aufnahmeorte ( $A_1=A_2$ ,  $B=0$ ) wünschenswert, da schon die unterschiedliche Position des Objektpunktes zu den beiden Aufnahmezeitpunkten (P und P') zu entsprechenden Laufzeitunterschieden führt. In der Realität kommt es aber zu einem Versatz zwischen den beiden Aufnahmeorten, der jedenfalls ein Vielfaches der Wellenlänge  $\lambda$  ausmacht. Dieser Effekt ist für die Beobachtung von relativen Höhenunterschieden zwischen unbewegten Bodenpunkten essentiell, weil er eine Korrelation zwischen Geländeöhe  $h$  und der Phasendifferenz  $\Phi$  bewirkt. Für die Bewegungsmessung hingegen ergibt das einen systematischen Einfluß, der unter Verwendung eines bereits bekannten Geländemodells zu beseitigen ist.

Die geometrischen Verhältnisse des kombinierten Falles führen zu folgender allgemeiner Formel für die Phasendifferenz zufolge des Höhenunterschiedes:

$$\Phi(i) = \frac{4 \cdot \pi \cdot B}{\lambda} \cdot \cos \left[ \arcsin \left( \frac{H - h(i)}{R_{\min} + i \cdot dR} \right) + \beta \right] \quad (2)$$

Dabei ist  $i$  der Pixelindex im „slant range“ Bild,  $h(i)$  die Geländeöhe an dieser Stelle,  $R_{\min}$  die minimale Schrägdistanz im Bild (also die Entfernung zum ersten Pixel im Scan) und  $dR$  die Pixelgröße in „slant range“ Richtung. Um die Phasendifferenz zufolge der tatsächlichen Objektbewegung zu erhalten muß dieser durch die Aufnahmesituation bedingte Wert von der gemessenen Phasendifferenz subtrahiert werden.

### 3. Die Verarbeitungskette

Im Rahmen eines Forschungsaufenthaltes an der University of Colorado und der Diplomarbeit von H.Frick, [1] an der TU Graz wurde ein Softwarepaket zur Messung von horizontalen Bewe-

gungen mittels „repeat pass“ Radardaten entwickelt. Das Flußdiagramm in Abb. 3 zeigt die dabei erforderlichen Bearbeitungsschritte.

Zum Testen der implementierten Algorithmen wurde die beschriebene Prozeßkette auf ein ERS-1-Bildpaar des grönländischen Eisschildes Grönland angewendet. Die Aufnahmen datieren vom 25. und 28. November 1991 (Orbitnummern 1885 bzw. 1928). Die geographischen Koordinaten des Bildmittelpunktes sind  $69,785^\circ$  nördliche Breite und  $312,008^\circ$  östliche Länge. Im folgenden werden die Zwischenschritte und das Endresultat der interferometrischen Bearbeitung für den 2. Quadranten des ERS-1-Paares gezeigt. Ein Quadrant bedeckt eine Fläche von ca.  $50\text{km} \times 50\text{km}$ .

Das Testgebiet, mit den Beträgen der komplexen Zahlen als Grauwertbild codiert, zeigt sehr wenige Einzelheiten. Man sieht leicht ein, daß herkömmliche, nur Grauwerte berücksichtigende Matching-Algorithmen für solche Gebiete versagen müssen.

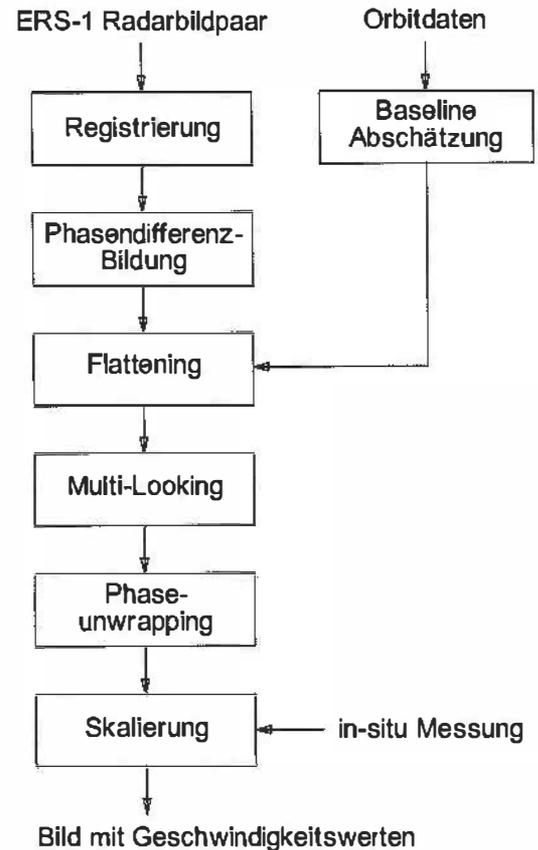


Abb.3: Flußdiagramm des Verfahrensablaufes zur Bewegungsmessung mittels Interferometrie

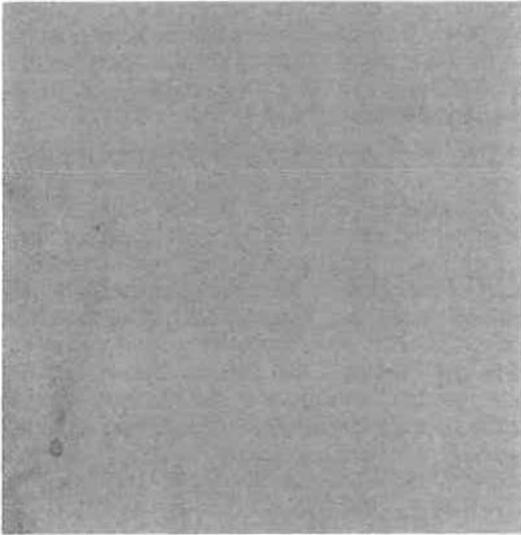


Abb.4: Eines der beiden Radarbilder des Testgebietes. Der Betrag der komplexen Zahl ist als Grauwert codiert

### 3.1 Basis-Abschätzung

Um von der gemessenen Phasendifferenz auf Höheninformation oder Bewegung rückrechnen zu können, muß der Wert der Basislinie und die Flughöhe bekannt sein. Das betreffende Modul verwendet die zu ERS-1 Bildern erhältliche Orbitinformation, deren Genauigkeit im Meter-Bereich liegt. Mit Hilfe der so bekannten Plattformpositionen und dazugehörigen Zeitpunkten wird der kürzeste Abstand zwischen beiden Orbits berechnet. Dies setzt die – weitestgehend zutreffende – Annahme voraus, daß die Mikrowellensignale normal zum Geschwindigkeitsvektor emittiert werden. Das Modul ermittelt zusätzlich eine später benötigte parametrische Repräsentation der Flugbahn.

### 3.2 Registrierung

Im allgemeinen Fall haben wir bei „repeat-pass interferometry“ verschiedene Aufnahmeorte, d.h. die Basis ist von Null verschieden. Dies impliziert eine unterschiedliche Geometrie der beiden Bilder. Obwohl in der Praxis die Basis nur sehr kleine Werte im Vergleich zur Flughöhe erreicht (etwa im Verhältnis 1:5000), darf diese Diskrepanz nicht vernachlässigt werden. Um zu erreichen, daß identische Pixel sich in beiden Bildern auf identische Objektpunkte beziehen, müssen die beiden Bilder aufeinander registriert werden.

Die Registrierung kann in zwei Arbeitsschritten unterteilt werden: Die Berechnung des Versatzes der beiden Bilder, sowie die geometrische Um-

bildung eines Bildes, um es mit dem anderen zur Deckung zu bringen.

Zur Durchführung der ersten Aufgabe werden die komplexen Korrelationskoeffizienten einer  $8 \times 8$  Matrix komplexer Werte des ersten Bildes mit einer gleichgroßen Matrix im zweiten Bild berechnet. Die Matrix wird im zweiten Bild innerhalb einer  $16 \times 16$  großen Umgebung verschoben. In der auf diese Weise erhaltenen  $9 \times 9$  Matrix komplexer Korrelationswerte wird das Betragsmaximum gesucht und in dessen unmittelbarer Umgebung mittels Interpolation zweiter Ordnung der optimale Korrelationspunkt mit Subpixelgenauigkeit ermittelt. Die derart für jede Pixelposition errechneten Verschiebungswerte werden anschließend zur geometrischen Transformation des zweiten Bildes verwendet, die im wesentlichen aus einem „Resampling“ in Scanrichtung besteht.

Ein Nebenprodukt der Registrierung ist die sog. „correlation map“, die eine Visualisierung des Korrelationskoeffizienten über das komplette Bildpaar darstellt. Diese Darstellung kann zur Abschätzung der zu erwartenden Unsicherheiten des Meßresultate herangezogen werden. In Bereichen mit niedriger Korrelation muß mit größerer Unsicherheit gerechnet werden.

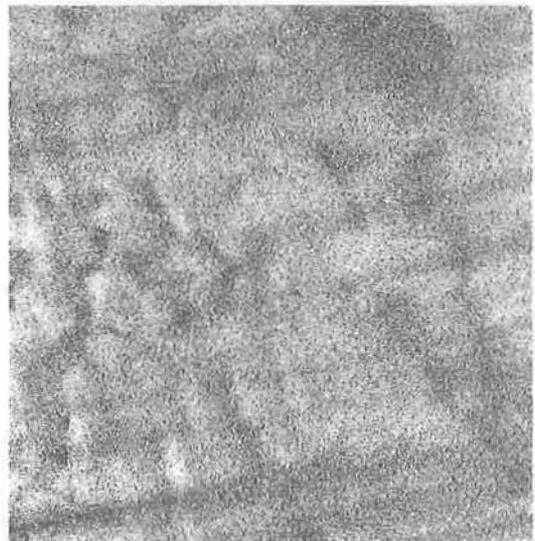


Abb.5: „Correlation map“ nach der Registrierung. Der Betrag des Korrelationskoeffizienten ist als Grauwert codiert. Größere Helligkeit bedeutet bessere Korrelation

Nach der Registrierung sollten die beiden Radarbilder geometrisch pixelgenau übereinstimmen. Die „correlation map“ zeigt in unserem Beispiel überraschenderweise deutlich mehr Strukturen als das vorhergehende Grauwertbild.

### 3.3 Phasendifferenz-Bildung

Das bei der Phasendifferenzbildung entstehende sogenannte „Interferogramm“ wird im wesentlichen durch pixelweise Bildung der Phasendifferenz beider Bilder erreicht. In der Praxis wird für jedes Pixel die komplexe Zahl des ersten Bildes mit der konjugiert komplexen Zahl des zweiten Bildes multipliziert. Das Argument dieses Produktes ist identisch mit der Phasendifferenz der beiden ursprünglichen Zahlen. Bei Darstellung des Interferogrammes in schwarzweiß entspricht ein voller Phasendurchlauf ( $0 - 2\pi$ ) einem Graukeil von schwarz bis weiß.

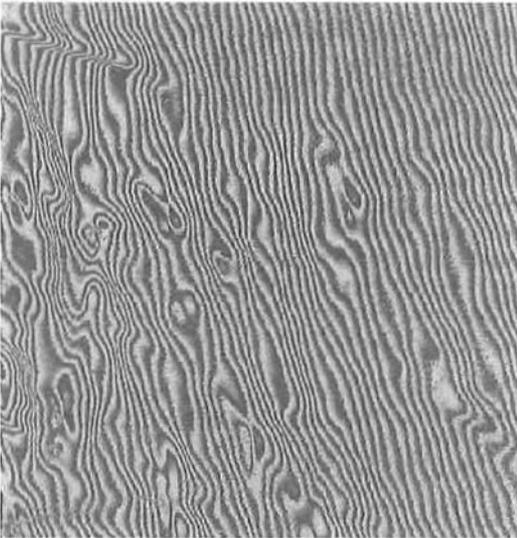


Abb.6: Interferogramm. Ein Phasendurchgang entspricht einer räumlichen Änderung von 2,85 cm in Richtung zum Sensor

Die Visualisierung der Phasendifferenzbildung zeigt einwandfrei erkennbare „Fringes“. Aus der vertikalen Vorzugsrichtung der Fringes ist eindeutig der starke Einfluß der „slant range“ Geometrie zu erkennen, der durch den räumlichen Versatz der beiden Umlaufbahnen bedingt ist.

### 3.4 Flattening

Die Ungleichheit der beiden Aufnahmepositionen bringt es mit sich, daß selbst eine theoretisch flache Erdoberfläche Phasendifferenzen in Scanrichtung (also normal zur Flugbahn) zur Folge hätte. Auch bei der Höhenmodellgewinnung mittel Interferometrie ist dieser sogenannte „flat terrain“-Einfluß aus dem Interferogramm zu entfernen. Im Falle der Bewegungsmessung ist zusätzlich noch, unter Zuhilfenahme eines Hö-

henmodells, der Einfluß der Topographie zu eliminieren. Das betreffende Modul berechnet für jedes Pixel die aus den Orbitdaten und der Geländehöhe auch ohne Objektbewegung zu erwartende Phasendifferenz.

Dazu muß für jedes Pixel die Lage des entsprechenden Objektpunktes berechnet auf der Erdoberfläche berechnet werden. Mit den bekannten Parametern „pulse rate frequency“ und „slant range pixel spacing“ können vorerst aus den Pixelindizes die SAR-Koordinatenwerte „along track“ und „across track“ berechnet werden. Mit Hilfe der parametrischen Repräsentation der Flugbahn (die bei der Basis-Abschätzung erstellt wurde) kann die Plattformposition zum betreffenden Aufnahmezeitpunkt ermittelt werden. Mit einem iterativen Verfahren wird sodann unter Verwendung eines Höhenmodells die Position des Objektpunktes bestimmt. Die dabei erhaltene Höheninformation wird dazu verwendet, die Phasendifferenz gemäß Formel 2 zu berechnen und vom gemessenen Wert zu subtrahieren. Somit sind – soweit es die Genauigkeit der vorliegenden Informationen erlaubt – alle durch die Aufnahmegeometrie bedingten systematischen Einflüsse beseitigt.

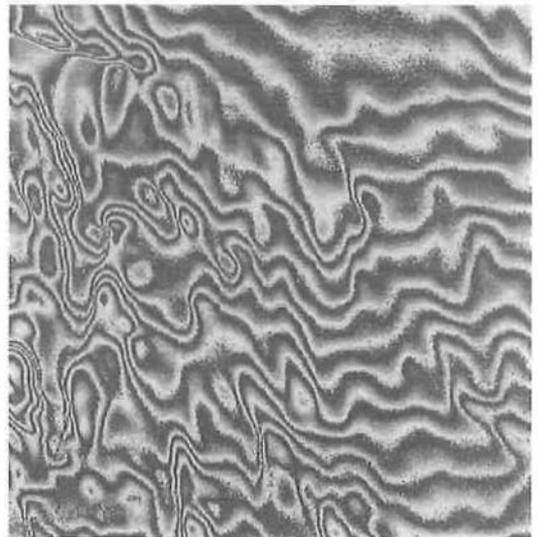


Abb.7: Geglättetes Interferogramm

Unser Beispiel zeigt, daß die Entfernung der „flat terrain phase“ und des Einflusses der Topographie die Anzahl der Fringes deutlich reduziert hat. Im vorliegenden Fall wurden, über die Bildbreite betrachtet, 48,13 Fringes entfernt. Die resultierenden Fringes können nunmehr der tatsächlichen Bewegung der Erdoberfläche zwischen den beiden Aufnahmen zugeschrieben werden.

### 3.5 Multi-Looking

Das bis zu diesem Punkt gewonnene geglättete Interferogramm ist üblicherweise sehr verwascht. Der SAR-typische „speckle“-Effekt wirkt sich auch in der Interferometrie aus. Besonders in Hinblick auf die nachfolgenden Bearbeitungsschritte erweist sich eine Tiefpaßfilterung als vorteilhaft. Im vorliegenden Modul werden dazu die komplexen Werte mehrerer Input-Pixel zu einem einzigen Wert verdichtet. Dabei verringert sich natürlich die Auflösung des Bildes. Wegen unterschiedlicher Pixelgrößen in den beiden Richtungen wurden in unserem Fall zwei Pixel in „across track“ Richtung und acht Pixel in „along track“ Richtung, zu einem einzigen Output-Pixelwert kombiniert. Die resultierende Pixelgröße im „ground range“ Sytem ergibt sich daraus mit ca.  $32m \times 32m$ . Die Einzugsbereiche für benachbarte Output-Pixel überlappen sich nicht, d.h. jedes Input-Pixel trägt nur zu einem Output-Pixel bei.

### 3.6 Phase-Unwrapping

An dieser Stelle des **Verarbeitungsprozesses** liegt ein Bild mit Phasenwerten zwischen 0 und  $2\pi$  vor. Offensichtlich sind diese Werte mehrdeutig, d.h. die Anzahl kompletter  $2\pi$ -Phasendurchgänge ist nicht bekannt. Ein erster Schritt versucht daher einen korrekten relativen Zusammenhang aller Phasenwerte innerhalb des Bildes herzustellen. Dazu wird in einem Integrationsverfahren für jedes Pixel jene Anzahl kompletter Phasendurchgänge bestimmt, die die Phasendifferenz zu den Nachbarn minimiert. Dabei wird die Phasendifferenz modulo  $2\pi$  betrachtet. Beispielsweise ist für die Phasenwerte 6,0 und 0,3 beim zweiten Wert  $2\pi$  zu addieren, um die Phasendifferenz zu minimieren.

Leider können Rauschen und durch extreme Topographie bedingte Layover-Effekte dazu führen, daß das Resultat von der Integrationsrichtung abhängt und somit globale Phasenfehler erzeugt werden. Ein Möglichkeit derartige Problemzonen zu erkennen ergibt sich durch Aufsummieren der Phasendifferenzen von vier quadratisch angeordneter benachbarter Pixel, woraus sich sogenannte „Residuen“ abgeleitet werden. Positive oder negative Residuen haben eine Summe von  $+2\pi$  bzw.  $-2\pi$ . Eine verschwindende Summe gilt als Indikator für einen unkritischen Bereich.

Goldstein et.al. [3] berichten, daß Integrationspfade die eine ungleiche Anzahl positiver und negativer Residuen umschließen zu globalen Fehlern führen. Der dort vorgeschlagene Algo-

rithmus vermeidet solche Integrationspfade und wurde hier implementiert:

Zunächst werden die Residuen für alle Pixelquadrate ermittelt. Ein zweiter Schritt neutralisiert jeweils zwei gegensätzlich „geladene“ Residuen durch einen sog. „branch cut“, das ist ein Pixelpfad zwischen den beiden Residuen. Der vorliegende Algorithmus betrachtet ein nicht-neutralisiertes Residuum und sucht mit sukzessive wachsendem Radius ein gegensätzlich geladenes Residuum. Sobald dieses gefunden ist verbindet der Algorithmus die beiden Partner durch einen „branch cut“. Dies wird wiederholt bis alle Residuen neutralisiert sind. Der abschließende Integrationsprozeß meidet die Integration über „branch cuts“ hinweg und somit auch die nach obiger Prämisse als gefährlich geltenden Pfade.

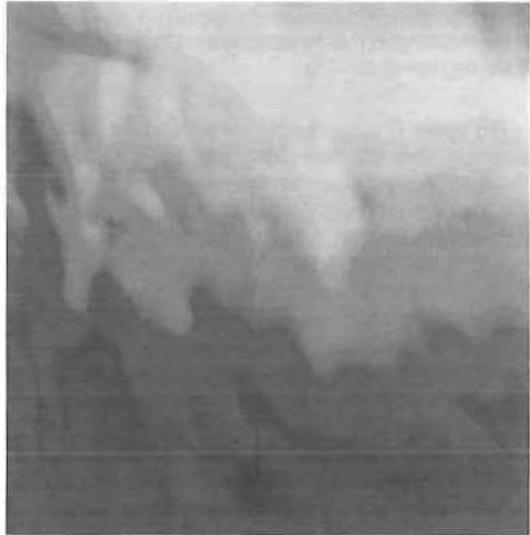


Abb.8: „Unwrapped“ Interferogramm. Das „phase unwrapping“ hat die relative Zuordnung aller Phasenwerte im Bild bewirkt. Die Phasenwerte laufen im gegebenen Fall zwischen Minimum und Maximum über einen grauwertkodierten Wertebereich von  $91,125 \text{ rad}$

### 3.7 Skalierung

Das „phase unwrapping“ stellt den korrekten relativen Zusammenhang der Phasendifferenzen her. Übrig bleibt noch die ungewisse Anzahl der tatsächlichen kompletten Phasendurchgänge für die Gesamtheit aller Pixel. Dieses Skalierungsproblem wird indirekt, durch die Einführung eines Bodenmeßresultates an einer beliebigen Stelle des Bildes, gelöst. Weiters muß auch noch die Phasendifferenz zwischen zwei Pixeln in einen Geschwindigkeitswert umgerechnet werden.

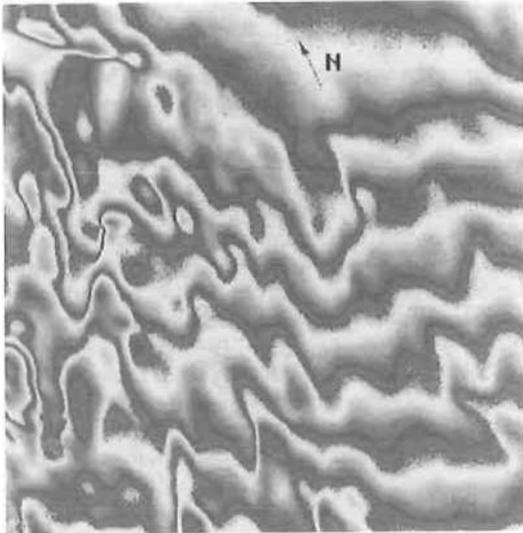


Abb.9: Skaliertes Geschwindigkeitsbild. Ein kompletter Phasendurchgang entspricht einer Geschwindigkeitsänderung von 5 cm/Tag

Ein voller Phasendurchlauf entspricht einer Bewegung von  $\lambda/2$ , also 2,85 cm, in Richtung zum Sensor. Wird dieser Wert durch den Sinus des Einfallswinkes von  $25^\circ$  geteilt, und der Beobachtungszeitraum von 3 Tagen berücksichtigt, erhält man eine horizontale Geschwindigkeit von 2,25 cm/Tag für einen vollen Phasendurchgang. Mit diesem Wert und einem tatsächlichen Geschwindigkeitswert aus einer Bodenmessung wurde der Datensatz skaliert. Die in dieser Darstellung sichtbaren „Fringes“ sind „Zonen gleicher Geschwindigkeit“; aus ihrer Ausformung lassen sich Rückschlüsse über das Fließverhalten im Eisschild ziehen. Im vorliegenden Testgebiet messen wir eine minimale Geschwindigkeit von 17 cm/Tag in der rechten oberen Ecke des Bildes, und maximal 58 cm/Tag links unten. Dazwischen liegen 8 Phasendurchgänge, von denen jeder einer Geschwindigkeitszunahme von 5 cm/Tag entspricht.

#### 4. Resümee und Ausblick

Wir haben gezeigt, daß mit satellitenbasierter Radar-Interferometrie großflächige Karten der Geschwindigkeitsverteilung langsamer Bodenströmungen hergestellt werden können.

Zur Lösung der gegebenen Aufgabenstellung wurden im wesentlichen alle für die Radarinterferometrie erforderlichen Arbeitsschritte implementiert. Eine eingehende Überprüfung der Genauigkeit der erzielten Resultate wurde im Rah-

men der vorliegenden Arbeit nicht vorgenommen. Es bestehen aber konkrete Vorstellungen, welche Arbeitsschritte noch verbessert bzw. erweitert werden sollten:

- Das Modul zur Baseline-Abschätzung sollte ein Genauigkeitsmaß für den Wert der Baseline berechnen, damit durch Fehlerfortpflanzung die Unsicherheit des Endresultates angegeben werden kann.
- Der Prozeß der Registrierung sollte vom derzeitigen semi-automatischen Betrieb in einen vollautomatischen umgewandelt werden und erforderlichenfalls auch ein Resampling in beide Achsenrichtungen ermöglichen.
- Das Verhalten des Phase-Unwrapping Moduls sollte auch in gebirgigen Terrain, wo Layover-Effekte auftreten, erprobt werden.
- Bei Weiterentwicklung der Methodik sollen künftig auch Bilder von Vegetation und Kulturlandschaften bearbeitet werden, da dort eine schlechtere Korrelation als im relativ homogenen Eis zu erwarten ist. Dieser Aspekt ist besonders wichtig wenn mit Interferometrie hochgenaue Höhenmodelle im europäischen Raum erstellt werden sollen.

Von der ERS-1/2-Tandem-Mission 1995/1996, bei der die beiden Satelliten dieselben Gebiete im Abstand von nur 1 Tag aufgenommen haben, liegt mittlerweile eine große Anzahl von Datensätzen vor, die insbesondere für die Erstellung von Höhenmodellen mittels Interferometrie gedacht sind. In Hinblick auf diese interessante Aufgabenstellung werden wir das bestehende modulare Softwaresystem weiter ausbauen und hoffen, künftig neue Aufgabengebiete der Radar-Interferometrie zu erschließen.

#### Dank

Die Autoren bedanken sich bei Konrad Steffen von der University of Colorado für die Unterstützung bei der Verfassung der Diplomarbeit von Heinrich Frick, bei John C. Curlander und Richard E. Carande von Vexcel Corp. in Boulder für das technologische Know-How und bei Ken C. Jezek von der Ohio State University und Eric Rignot vom Jet Propulsion Laboratory in California für die Bereitstellung des Datenmaterials.

#### Literatur

- [1] H. Frick: Interferometric satellite synthetic aperture radar and its application to the observation of Greenland ice sheet motion. Diploma thesis, Graz University of Technology, 1996.
- [2] R.M. Goldstein, H.A. Zebker: Interferometric radar measurement of ocean surface currents. Nature, vol. 328, pp. 707-709, Aug. 1987.
- [3] R.M. Goldstein, H.A. Zebker and C.L. Werner: Satellite radar interferometry: Two-dimensional phase unwrapping. Radio Science, vol. 23, pp. 713-720, July-Aug. 1988.
- [4] R.M. Goldstein, H. Engelhardt, B. Kamb and R.M. Frolich: Satellite Radar Interferometry for Monitoring Ice Sheet Mo-

tion: Application to an Antarctic Ice Stream. *Science*, vol. 262, pp. 1525-1530, Dec. 1993.

- [6] *L.C. Graham*: Synthetic interferometric radar for topographic mapping. *Proceedings of the IEEE*, vol. 62, pp. 763-768, June 1974.
- [7] *J.R. Joughin, D.P. Winebrenner and M.A. Fahnestock*: Observations of ice-sheet motion in Greenland using satellite radar interferometry. *Geophysical Research Letters*, vol. 22, pp. 571-574, Mar. 1995.
- [8] *D. Massonnet, M. Rossi, C. Carmona, F. Adragna, G. Peltzer, K. Feigl and T. Rabaute*: The displacement field of the Landers earthquake mapped by radar interferometry. *Nature*, vol. 364, pp. 138-142, July 1993.

[8] *E. Rignot, K.C. Jezek and H.G. Sohn*: Ice Flow Dynamics of the Greenland Ice Sheet from SAR Interferometry. *Geophysical Research Letters*, vol. 22, pp. 575-578, Mar. 1995.

[9] *H.A. Zebker and R.M. Goldstein*: Topographic mapping from interferometric Synthetic Aperture Radar Observations. *Journal of Geophysical Research*, vol. 91, pp. 4993-4999, Apr. 10, 1986.

#### *Anschrift der Autoren:*

Dipl.-Ing. Heinrich Frick, Dipl.-Ing. Rainer Kalliany, Institut für Computerunterstützte Geometrie und Graphik, TU Graz, Münzgrabenstraße 11, A-8010 Graz.



## **Cryospheric Monitoring and Research by Means of ERS**

*Helmut Rott, Thomas Nagler and Wolfgang Rack, Innsbruck*

### **Zusammenfassung**

Im Rahmen von Experimenten betreffend die Nutzung des Aktiven Mikrowellen Instrumentes (AMI) der Europäischen Erdbeobachtungssatelliten ERS-1 und ERS-2 wurden Methoden und Anwendungen auf dem Gebiet der Kryosphärenforschung untersucht. Feldmessungen der Radarrückstreuung in den Alpen und in der Antarktis lieferten Grundlagen für die Analyse der Satellitendaten. Mittels AMI Scatterometer Daten wurden großflächig Eigenschaften von Schnee und Eis über der Antarktis untersucht. Es wurde ein Verfahren zur Kartierung schmelzenden Schnees mittels AMI Synthetisch Apertur Radar (SAR) entwickelt, das bereits für die Modellierung von Schnee- und Gletscherschmelze erprobt wurde. ERS-1 SAR Daten der Antarktischen Halbinsel und des Südlichen Patagonischen Eisfeldes zeigten einen markanten Rückzug des Eises, was als Hinweis auf regionale Klimaänderungen zu sehen ist.

### **Abstract**

In the frame of scientific experiments on the use of the Active Microwave Instrument (AMI) of the European Earth Observation Satellites ERS-1 and ERS-2 methods and applications for snow and ice monitoring have been investigated. Ground based scatterometer measurements and field campaigns in the Alps and in Antarctica provided the basis for the analysis of the spaceborne microwave data. Large scale characteristics of Antarctic snow and ice were analyzed by means of AMI scatterometer data. An algorithm was developed for snow mapping by means of AMI Synthetic Aperture Radar (SAR) and successfully tested for modelling of snow and glacier melt. Dramatic changes of ice extent, including the collapse of an ice shelf, have been detected by means of ERS-1 SAR on the Antarctic Peninsula and on the Southern Patagonian Icefield, providing evidence for regional climatic change.

### **1. Introduction**

ERS-1, the first European Remote Sensing Satellite, was launched by the European Space Agency (ESA) on 17 July 1991, followed by its successor ERS-2, launched on 20 April 1995. Though the sensors had been designed for research and applications in coastal zones, in polar regions, and for global ocean processes, in the course of the ERS-1 mission a wide range of applications developed also over land surfaces [1].

In the frame of three scientific ESA-approved experiments with ERS-1 and ERS-2 (Principal In-

vestigator H. Rott) scientists of the University of Innsbruck have been involved in the development of methods on the use of ERS data for snow and ice monitoring and research and studied dynamics and ice/climate interactions on Alpine glaciers, on the Patagonian Icefield and in various parts of Antarctica. Research on scattering signatures provided the basis for the analysis of satellite data. The main activities were related to the Active Microwave Instrument (AMI) of ERS.

AMI operates in the C-band at 5.3 GHz (5.6 cm wavelength) parallel (VV) polarizations; it comprises a synthetic aperture radar (SAR) with high

spatial resolution (20 m x 25 m with 3 azimuth looks) and 100 km swath width, and a scatterometer with about 50 km spatial resolution and 500 km swath width. These two instruments can operate only alternately. The SAR is a high resolution all weather imaging sensor, whereas the scatterometer, though designed to measure wind velocity and direction at the ocean surface, has found to be useful also for a range of large-scale land applications, including snow and ice monitoring.

## 2. Backscattering Signatures of Snow and Ice

For the analysis of spaceborne microwave data it is necessary to know about the interaction mechanisms of the microwaves with the targets of interest. Backscattering and emission of snow and ice at 5 GHz and 10 GHz were measured with a scatterometer/radiometer at various sites in the Alps and during two field expeditions in different parts of Antarctica [2]. In addition, data from calibrated spaceborne or airborne sensors were utilized for signature research in combination with field measurements of the physical properties of the observed targets [2, 3]. Liquid water content, grain size, stratification, and surface roughness are the key parameters for microwave scattering.

Fig. 1 shows examples of characteristic backscattering signatures. The angular dependence of the backscattering cross section  $\sigma^\circ$  at 5.3 GHz for co-polarized and cross-polarized antennas was measured with the field scatterometer over a meadow near Innsbruck under snow-free conditions and for wet snow cover. The penetration of the microwaves in wet snow is few centimeters only. Due to the high dielectric losses and the comparatively smooth surface,  $\sigma^\circ$  of the wet snowpack is several dB lower than  $\sigma^\circ$  of the snow-free meadow. The contrast of wet snow versus targets with rough surfaces is even higher, as evident in Fig. 1 for rock and moraine surfaces. The  $\sigma^\circ$  - curve for these targets is based on an analysis of ERS-1 SAR data over the Alpine test area Ötztal using digital elevation data to calculate the local incidence angle of the radar beam. The SAR-based algorithms for wet snow cover monitoring are utilizing this contrast in  $\sigma^\circ$ . The  $\sigma^\circ$ -differences are highest for cross-polarized  $\sigma^\circ$ , indicating the high capability for mapping wet snow. Presently, cross-polarized channels are available only on airborne SAR systems and had been operating in space during short-term shuttle radar experiments.

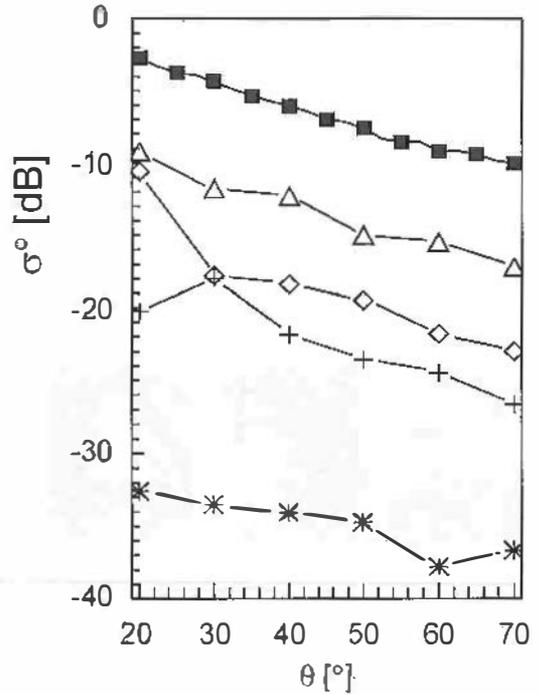


Fig. 1: Radar cross section  $\sigma^\circ$  at 5.3 GHz in decibels, as function of the incidence angle  $\theta$  of the radar beam. Co-polarized  $\sigma^\circ$ :  $\Delta$  snow-free meadow,  $\diamond$  wet snow, measured with a ground-based scatterometer;  $\blacksquare$  bare soil and rock, based on ERS-1 SAR measurements. Cross-polarized  $\sigma^\circ$ : + snow-free meadow, \* wet snow.

Whereas wet snow can be clearly identified in C- and X-band SAR imagery, the dielectric losses in dry snow are small. This means that the main part of radar signal is able to reach the ground below a dry winter snowpack, and the observed radar signal is dominated by scattering at the snow/ground interface. For this reason  $\sigma^\circ$  is similar for a surface if it is free of snow or covered by dry snow. For the examples in Fig. 1,  $\sigma^\circ$  for dry winter snow differs by 2 dB at maximum from the corresponding snow-free curve.

## 3. ERS-1 Scatterometry Over Antarctica

In order to learn about the spatial distribution of the different snow and ice regimes, backscattering characteristics have been investigated over Antarctica by means of ERS-1 AMI in scatterometer mode. Ground based scatterometer measurements and related studies of snow and ice properties, carried out during two field expeditions in different parts of Antarctica, assisted in the understanding of the ERS-1 data. Three parameters were identified which characterize

the different regimes of polar firn: the mean intensity, the incidence angle gradient, and the azimuthal anisotropy [4, 5]. These parameters depend on the snow metamorphic state which is related to accumulation rate, temperature, and wind.

Over the interior parts of Antarctica, where the snow is permanently dry,  $\sigma^\circ$  was found to be very stable in time, enabling sensor intercalibrations and monitoring of sensor stability. Dry snow in the accumulation zones of glaciers and ice sheets shows comparatively high backscattering because the dielectric losses are low and the signal is integrated over many layers. Highest  $\sigma^\circ$  is observed for refrozen firn along the coast in winter due to scattering at ice layers and ice lenses originating from summer melt events. In the katabatic wind zones  $\sigma^\circ$  shows strong variations with the azimuth angle. This anisotropy, which in extreme cases results in ocean-like backscattering behaviour, is related to the intensity and direction of the dominating wind.

Along the coast and on the Antarctic Peninsula the temporal variations of backscattering signatures provide information on areal extent and duration of surface and sub-surface melt. As an example, Fig. 2 shows the time sequence of  $\sigma^\circ$  for an area of about 100 km x 100 km size on Larsen Ice Shelf, about 200 km south of the area shown in the SAR image (Fig. 4). When melting starts around November 20,  $\sigma^\circ$  drops from 0 dB for the frozen firn to values around -20 dB in mid-December, indicating wet snow with liquid water content of several per cent. During short freezing events between mid-December and mid-March  $\sigma^\circ$  increases temporarily by a few dB, the main part of the firn below the frozen crust remains wet. After mid-March  $\sigma^\circ$

approaches asymptotically the winter value for completely frozen firn. This information on summer melt is of considerable interest for studies of climate and mass balance in Greenland and on the Antarctic Peninsula.

#### 4. The SAR Snow Mapping Algorithm

The areal extent of the snowpack is a key parameter for modelling and forecasting snow-melt runoff and for climate research. Though in general dry snow can not be detected by SAR, time sequences of SAR images provide information on temporal dynamics of melting snow which is of high interest for water management and hydrology.

An algorithm for mapping melting snow in mountain areas has been developed based on multitemporal data of ERS-1 SAR [6]. The temporal changes in  $\sigma^\circ$  between the wet snow cover and reference images are utilized for the classification. As reference, SAR images for snow-free or dry snow conditions are used. Fig. 3 shows a flow chart of the snow classification algorithm. After calibration, the SAR images in slant range or ground range projection are co-registered and speckle filtered. The snow area is detected by means of a threshold of the  $\sigma^\circ$ -ratio of the two images. The next step is terrain-corrected geocoding, for which a high accuracy digital elevation model is needed. In mountain areas steep slopes facing towards the radar antenna are strongly distorted; these are the foreshortening and layover zones, which can not be used for classification. In order to reduce the loss of information due to these effects, the SAR-derived snow cover maps from ascending and descending orbits are combined to derive a single map [6].

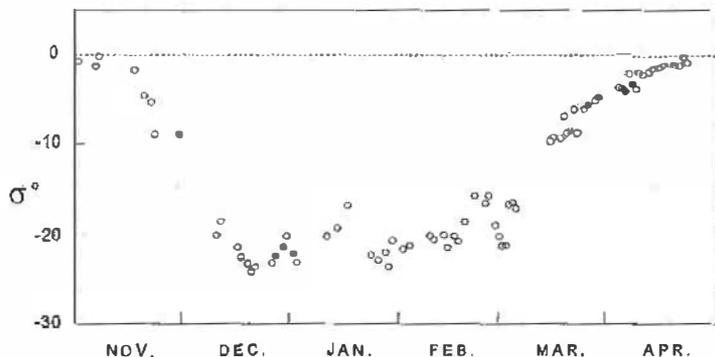


Fig. 2: Radar cross section  $\sigma^\circ$  at  $35^\circ$  incidence angle, from ERS-1 scatterometer data, for the period 1 November 1992 to 25 April 1993 for a site at  $76.5^\circ\text{S}$ ,  $62.9^\circ\text{W}$  on Larsen Ice Shelf, Antarctic Peninsula.

Simulated images are generated to assist in geocoding and to derive layover masks, shadow masks, and incidence angle maps. For generating the combined snow cover map from ascending and descending orbits, at first all pixels with local incidence angle  $\theta \leq 15^\circ$  and  $\theta \geq 80^\circ$  are excluded. Then the residual maps are combined under the rule that the pixel with the larger local incidence angle is selected if it is covered in both images. The accuracy of the algorithm was verified with

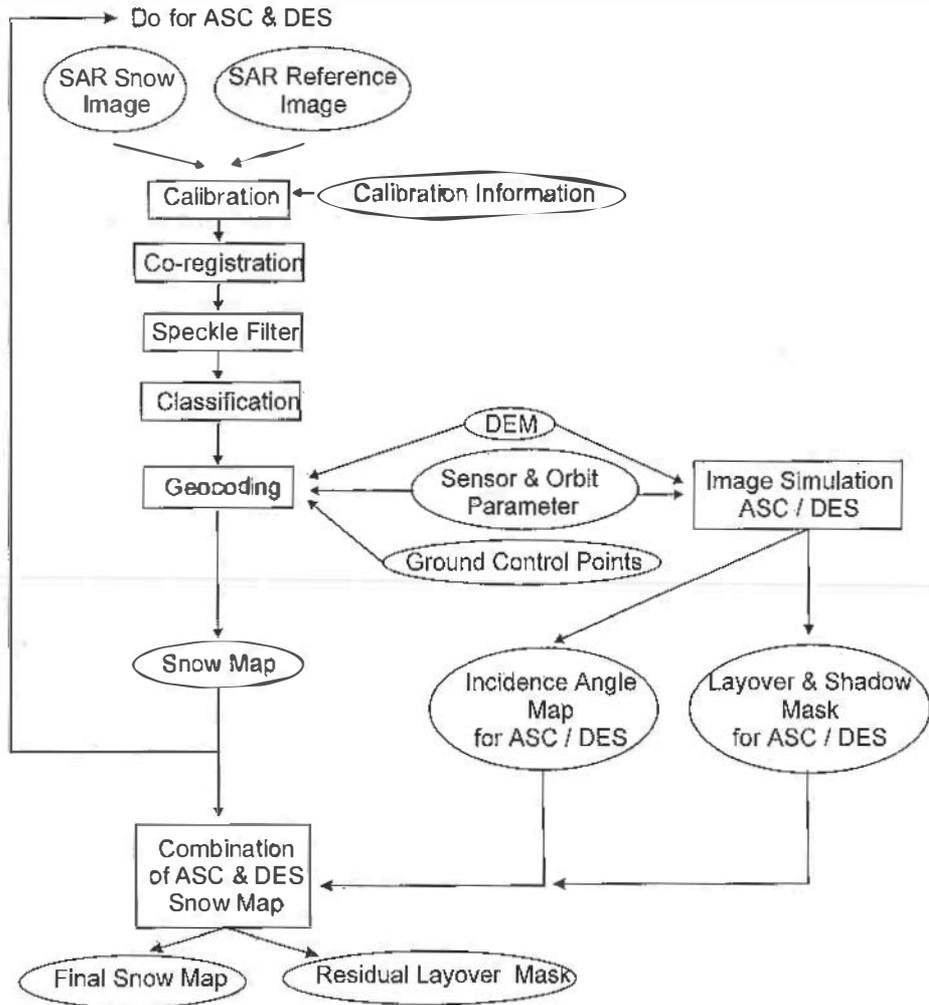


Fig. 3: Flow chart of the snow classification algorithm by means of spaceborne SAR. ASC - ascending, DES - descending orbit.

field data and with TM images of the test site Ötztal in the Central Alps of Tyrol. The comparisons indicated agreement for snow classifications of 80 % to 90 % on a pixel by pixel basis. The differences can be partly explained by time differences of several days between optical and SAR image acquisitions. The SAR-derived snow cover maps have already successfully been tested for modelling daily runoff due to snow and glacier melt [7, 8].

### 5. Climatic Response of Polar Ice and Glaciers Detected by ERS SAR

Dramatic changes of ice extent have been detected by means of ERS-1 SAR on the Antarctic

Peninsula and on the Southern Patagonian Icefield, providing evidence for changes in regional climatic conditions. The investigations on ice dynamics and ice/climate interactions in these regions are carried out in a joint research program of the Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck and the Instituto Antártico Argentino, involving field campaigns and analysis of satellite data.

The Southern Patagonian Icefield, covering an area of about 13000 km<sup>2</sup> and stretching north-south for 350 km from 48.3°S to 51.5°S, is the largest ice-mass in the southern hemisphere north of Antarctica. Due to the extreme weather conditions with dense cloud cover and strong westerly winds throughout the year, knowledge

of the Patagonian glaciers is still very limited. Because of these conditions SAR is the optimum sensor for glacier research. Glaciological field work has been carried out at selected sites on Moreno Glacier (covering about 250 km<sup>2</sup> in area), Viedma Glacier (about 1000 km<sup>2</sup>), and Upsala Glacier (about 900 km<sup>2</sup>). Due to the size of the glaciers, remote sensing data are crucial for complementing the field measurements. ERS-1 SAR data were used to map glacier boundaries and ice flow features, to monitor changes of calving glacier fronts, and to study the temporal dynamics of accumulation and ablation zones. A major calving event in 1994 on Upsala Glacier, during which the glacier terminus retreated by 1.5 km, was documented by means of ERS-1 SAR [9].

Ice shelves make up about 40 % of the coastline of Antarctica. Because most of the ice that has accumulated over the grounded parts of Antarctica is discharged through the ice shelves, they play an important role in the mass budget and dynamics of the ice sheet. The ice shelves are floating masses of ice, with typical thickness of hundreds of meters, which are sustained by ice supply from grounded areas and in situ snowfall, in some regions also by basal freezing. Mass is lost due to calving of icebergs and due to basal melting. Surface melt is of importance only for the ice shelves at the Antarctic Peninsula. Ice shelves are particularly sensitive to climatic changes because they are exposed to both atmosphere and ocean.

A dramatic event of ice shelf disintegration was observed by means of ERS-1 SAR on northern Larsen Ice Shelf, which extends along the east coast of the Antarctic Peninsula [10]. In January 1995, within a few days, 4200 km<sup>2</sup> of the ice shelf broke away. The two northernmost sections of the ice shelf disappeared almost completely, the ice retreated to the grounding line. As an example, the section of the ice shelf between Sobral Peninsula and Larsen Nunatak is shown in Fig. 4. During the last five decades the ice front retreated slowly, coinciding with a trend of regional atmospheric warming. In summer 1992 the retreat accelerated. During a field campaign two month before the final disintegration an increased number

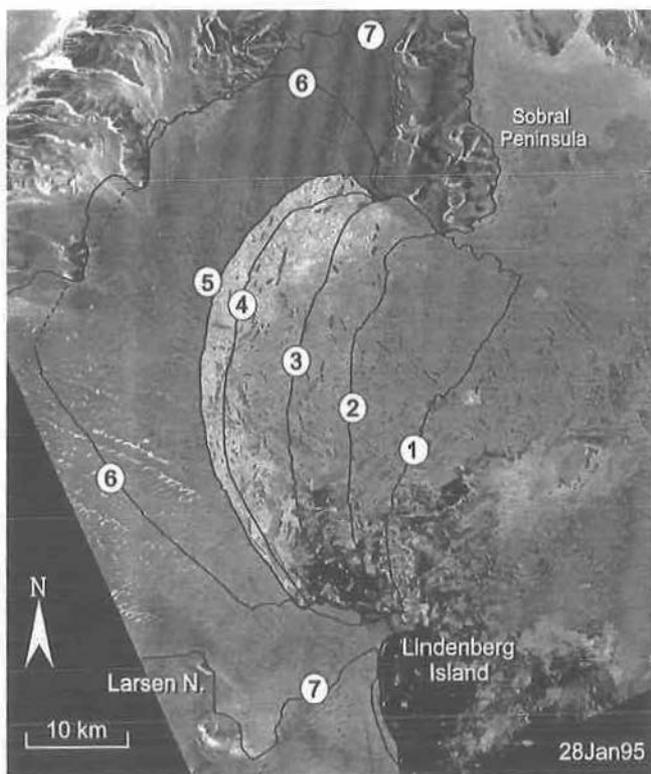


Fig. 4: ERS-1 SAR image of the Larsen Ice Shelf between Sobral Peninsula and Seal Nunataks, acquired on 28 January 1995. Ice front positions from ERS-1 SAR (2 to 6) and optical data (1 and 7). 1: 1 March 1986, 2: 8 December 1992, 3: 16 February 1993, 4: 25 January 1995, 5: 28 January 1995, 6: 30 January 1995, 7: 22 March 1995.

of crevasses and rifts indicated major changes in ice dynamics, but the rapidity of the collapse was not expected. The ice disintegrated finally in the form of comparatively small icebergs, some of these are visible in Fig. 4.

Mass balance considerations show that several hundred years would be needed to build up again the disintegrated sections of Larsen Ice Shelf. Under the present climatic conditions this seems not to be possible at all. The observations by means of ERS-1 shed new light on climate sensitivity and dynamics of ice shelves, indicating that ice shelves may collapse rapidly after retreat beyond a critical limit due to perturbations of the mass balance.

## 6. Further Methodological and Applications Research

Emphasis of methodological developments within ongoing research projects in Innsbruck are focusing on radar interferometry, based on

data from the ERS-1/ERS-2 Tandem Mission which were acquired over glaciers in the Alps, in Patagonia, and in Antarctica. The investigations are aiming at mapping of ice motion and topography. This information is required to understand the dynamic response of glaciers and ice sheets. During the Tandem Mission, between August 1995 and May 1996, the orbits have been adjusted so that ERS-2 SAR covers the same swath on the earth surface as ERS-1 with a time delay of 24 hours. Short repeat intervals are particularly important for cryospheric applications of interferometry, because the radar return of snow and ice is in general quite variable in time. The investigations by means of ERS are supplemented by an interferometric data set of the Spaceborne Imaging Radar C/X-Band Synthetic Aperture Radar (SIR-C/X-SAR) which was acquired over Moreno Glacier in Patagonia from the Space Shuttle Endeavour in October 1994 [11]. The interferograms of the X-, C-, and L-band data of SIR-C/X-SAR, acquired within 24 hours time difference, showed good coherence over the melting glacier only at L-band. The interferometrically derived velocities agree well with field measurements of ice velocity carried out at selected points. Whereas most parts of the glacier are inaccessible due to crevasses, the interferometric data provide information on ice motion over the whole glacier terminus revealing a complex pattern of ice dynamics not known before.

On the applied side, research is focusing on the use of SAR for snowmelt runoff modelling and forecasting. A sub-project of the research initiative „Multi-Image Synergistic Satellite Information for the Observation of Nature“ (MISSION) of the Austrian Science Ministry is aimed at the development of a model for calculating daily runoff using remote sensing data from SAR and optical sensors, as well as in situ measurements from automatic stations. Because regular repeat observations and spatially distributed data are important for operational hydrology, this is a

very promising field for operational applications of spaceborne SAR.

#### Acknowledgements

The research on methods and applications of SAR has been funded by the Austrian Academy of Sciences, National Space Research Program. The research activities related to Antarctica were supported by the Austrian Science Fund (FWF) Project P10709-GEO, logistic support was provided by the Instituto Antártico Argentino, Dirección Nacional del Antártico. The ERS data were made available by ESA for the ERS-1 Experiments AO.A1 and AO.A2 and for the ERS-2 Experiment AO2.A101.

#### References

- [1] Guyenne T.-D., Editor (1995) *New Views of the Earth, Scientific Achievements of ERS-1*. ESA SP-1176/1.
- [2] Rott H., K. Sturm, H. Miller (1993) Active and passive microwave signatures of Antarctic firn by means of field measurements and satellite data. *Annals of Glaciology* 17, 337-343.
- [3] Rott H. and Davis R.E. (1993) Multifrequency and polarimetric SAR observations on alpine glaciers. *Annals of Glaciology* 17, 98-104.
- [4] Rott H. and W. Rack (1995) Characterization of Antarctic firn by means of ERS-1 scatterometer measurements. *Proc. of IGARSS'95*, Firenze, July 1995, IEEE Cat. Nr. 95CH35770, 1747-1749.
- [5] Rack W. (1995) *Strukturverhalten und Morphologie der antarktischen Schneedecke aus Scatterometer-Messungen von ERS-1*. Diploma Thesis, Science Faculty, Univ. Innsbruck, 92 p.
- [6] Rott H. and T. Nagler (1994) Capabilities of ERS-1 SAR for snow and glacier monitoring in alpine areas. *Proc. of Second ERS-1 Symposium* ESA SP-361, 965-970.
- [7] Rott H. and T. Nagler (1995) Monitoring temporal dynamics of snowmelt with ERS-1 SAR. *Proc. IGARSS'95*, IEEE Cat. Nr. 95CH35770, 1747-1749.
- [8] Rott H., T. Nagler, D.-M. Florinčič (1996) Anwendungen der Fernerkundung für die Schneehydrologie. *Österr. Z. für Vermessung und Geoinformation*, 84. Jhg., 61-54.
- [9] Skvarca P., H. Rott, T. Nagler, (1995) Drastic retreat of Upsala Glacier, southern Patagonia, revealed by ERS-1/SAR images and field survey. *Revista SELPER* Vol. 11 (No. 1-2), 51-65.
- [10] Rott H., P. Skvarca, T. Nagler (1996) Rapid collapse of northern Larsen Ice Shelf, Antarctica. *Science*, Vol. 271, 788-792.
- [11] E.R. Stofan et al. (1995) Overview of results of Spaceborne Imaging Radar-C, X-Band Synthetic Aperture Radar (SIR-C/X-SAR). *IEEE Trans. Geosc. Rem. Sens.* 33, 817-828.

#### Anschrift der Autoren:

Dr. Helmut Rott, Thomas Nagler und Wolfgang Rack, Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck, Austria



## SAR Interferometry: Experiences with ERS-1/2 SLC Data

Lado Kenyi, Hannes Raggam and Mathias Schardt, Graz

### Zusammenfassung

Es wird ein allgemeiner Überblick über die Verarbeitung von interferometrischen SAR (INSAR) Daten, welche von den ERS Sensoren aufgenommen werden, gegeben. Die einzelnen Schritte der implementierten Verarbeitungskette werden mittels bildhaften Zwischenprodukten illustriert. Für 3 Testgebiete wurden mittels der INSAR Technologie digitale Höhenmodelle erstellt und diese interferometrisch hergeleiteten DHMs im Vergleich zu bestehenden Referenzmodellen analysiert. Es wird gezeigt, daß mittels INSAR erstellte DHMs eine hohe Qualität haben können, falls die Kohärenzen der verwendeten Datensätze auch ausreichend hoch sind. Weiters wird demonstriert, daß neben reduzierter Kohärenz auch atmosphärische Turbulenzen einen beachtlichen Fehlereinfluß auf die INSAR Höhenmessungen haben können.

### Abstract

A general overview on the processing of interferometric SAR (INSAR) data acquired by the ERS sensors is given. The individual steps of the implemented processing chain are illustrated by intermediate image products. For 3 test areas digital elevation models were produced using the INSAR tools and a comparative analysis of these interferometrically derived DEMs is given with respect to existing reference DEMs. It is shown that INSAR derived elevation models may show a high quality when the coherency in the data sets being used is sufficiently high. It is also demonstrated that beside reduced coherency, atmospheric turbulence can induce significant errors in the INSAR height measurements.

### 1. Introduction

A regular SAR system maps the earth's surface into a two-dimensional SAR image. The individual resolution cells are represented in a two-dimensional matrix of pixels with the brightness being proportional to the power of the SAR echo. The line of the pixel matrix corresponds with the along track position of the SAR during the imaging procedure, and the column identifies the slant range of the resolution element with respect to the SAR sensor. The interferometric synthetic aperture radar technique or INSAR introduces a further step which is the provision of additional information about the third dimension of the resolution cell's position by a signal correlation method applied on a pixel-by-pixel basis to two SAR images representing the same scene. The two SAR images can be acquired either simultaneously in a single pass by two antennas, or at different positions at different times in multiple passes by a single antenna. The power measured is focused and correlated to a complex pixel value, with the in-phase component representing the real part and the quadrature component the imaginary part. Hence, such data are supplied as single look complex (SLC) images. Using the INSAR processing technique it is possible to produce detailed and ac-

curate three dimensional relief maps of the earth's surface directly from the SLC data [6, 10]. The technique can also be used to detect very small movements of land surface features in the cm-range which is known as differential interferometry [1, 5, 9].

Until now, ERS INSAR data have been acquired either by ERS-1 in time intervals of 3 or 35 days – or multiples therefrom – between the image pairs, or recently by a combination of an ERS-1 and an ERS-2 SLC scene being acquired during the ERS Tandem mission. This mission was specifically designed for the acquisition of appropriate SLC image pairs within a period of typically one day, which is the repeat orbit interval between ERS-1 and ERS-2.

The Institute for Digital Image Processing of Joanneum Research has been actively involved in the field of geometric treatment of SAR image products. The results of this long term experience have been manifested in the Remote Sensing Software Graz (RSG). As an upgrade of the RSG and to cope up with the new developments in the field of SAR remote sensing, modules or tools for the processing of INSAR data have been developed and added to the RSG. In this paper, we present results of experiments in generating INSAR products, especially DEMs from

ERS-1/2 SLC data. The presentation includes the interferometric processing chain up to phase unwrapping, the generation of DEMs, the discussion of the results obtained and concluding remarks.

## 2. Test Area and SLC Data

In general, experiments made over 3 different test sites are presented in this paper. These are:

### Test area „Bonn“:

For the area west of the city of Bonn in Germany SLC data acquired by ERS-1 in a 15 days time interval were analysed with regard to an investigation for the detection and interpretation of atmospheric effects on interferometric data [4].

Orbits: 03459 and 03674  
Dates: 14-03-1992 and 29-03-1992  
Baseline: 156 meters

### Test area „Dortmund“:

For an area south-west of the city of Dortmund in Germany, the following ERS-1 SLC image pair was processed:

Orbits: 12864 and 12907  
Dates: 31-12-1993 and 03-01-1994  
Baseline: 71 meters

### Test area „Graz“:

This test site covers the city of Graz as well as the south-western areas and is intended for use in a study concerning temporal decorrelation. An ERS Tandem SLC image pair was used for this area with acquisition dates as follows:

Orbits: 21338 (ERS-1) and 01665 (ERS-2)  
Dates: 14-08-1995 and 15-08-1995  
Baseline: 56 meters

## 3. Interferometric Data Processing

In the following, the interferometric processing chain is described up to the phase unwrapping. As an illustration, intermediate products derived from the Dortmund test data are presented.

### 3.1 Co-registration

The INSAR processing starts with the co-registration of the images to a subpixel accuracy of 1/30. This is achieved by first correlating patches of 25×25 pixels to a pixel accuracy and by a subsequent surface fitting in a 3×3

window around the maximum point in order to obtain the subpixel accuracy. This process is repeated for a number of points covering the whole image, where only those points showing high correlation values are considered. After the offsets determination, one of the images is aligned to the other by polynomial interpolation.

### 3.2 Interferogram Generation

Next, the co-registered images are cross correlated to generate the interferogram, which is a complex image too. Ideally, the two SLC images should be spectrally shift filtered in the range and spectrally aligned in the azimuth direction to maximise the coherency. The two SLC images should also be over-sampled at least by a factor of two prior to the cross correlation to minimise aliasing. However, the spectral shift filtering is only of significance with SLC image pairs of relatively large baselines. On the other hand, the spectral misalignment along the azimuth is very small in ERS-1/2 SLC images due to the stability of their platforms, but with SIR-C or X-SAR data it is very significant and should be performed. The over-sampling on the other hand, is computationally expensive compared to the result obtained. Anyhow, the multi-looking process absorbs most of the aliasing effects.

### 3.3 Flat Earth Phase Removal

At this stage the generated interferograms still contain a phase that is due to the SAR imaging geometry. The removal of this flat terrain phase is necessary so that the remaining phase values are related to the topography of the imaged terrain above the reference geometry. To achieve this, the geometric approach of determining the positions of the sensor at the slave and master orbits is used. These positions are determined by a geolocation procedure that considers the earth surface as an ellipsoid and uses the orbit state and velocity vectors available from the CEOS leader file. The respective algorithms are described by Raggam [7, 8]. The flat earth phase is computed for a number of grid points distributed over the whole quarter scene. The pixel to pixel flat earth phase is then calculated by quadratic or any higher order polynomial and then subtracted from the interferogram by a complex multiplication. But in case the sensor platform is not stable enough, such as in the SIR-C/X-SAR case, the fringe majority method can be used instead. In this method it is assumed that the maximum of the Fourier spectrum of the interferogram estimates the flat terrain phase in azimuth

and range. This phase value is then subtracted from the interferogram as a constant phase slope in the range and azimuth directions.

After the subtraction, the interferogram is then multi-looked by typically 10 pixels in azimuth and 2 pixels in range (20 look), which translates to a ground pixel resolution of about 40 by 40 meters. The multi-looked products which are usually generated from an interferogram are an amplitude image, a coherency or correlation image and a fringe image. These products are shown for a demonstration area, which is a part of the „Dortmund“ test area, in figures 1, 2 and

3, respectively. Moreover, figure 4 presents a flat terrain filtered phase image of this demonstration area.

### 3.4 Interferogram Smoothing

The flat earth filtered interferogram image is smoothed by adaptive low pass filtering before being unwrapped. The simple moving average filter is adequate enough when the data pairs are of relatively small baseline and from flat terrain area. Otherwise, directional adaptive filters are required such as the Gaussian filter de-



Figure 1: Amplitude image of interferogram

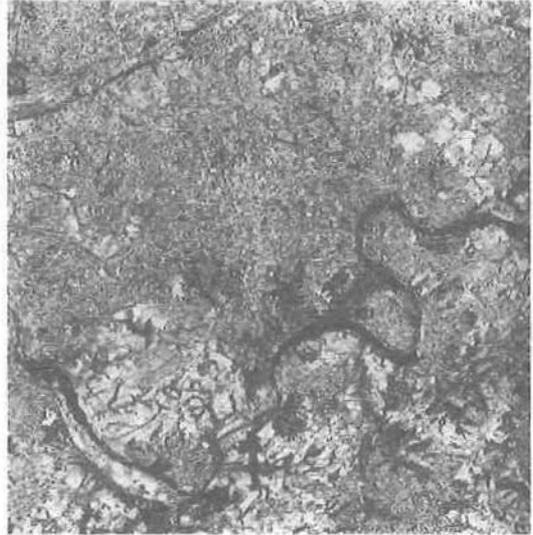


Figure 2: Coherency image

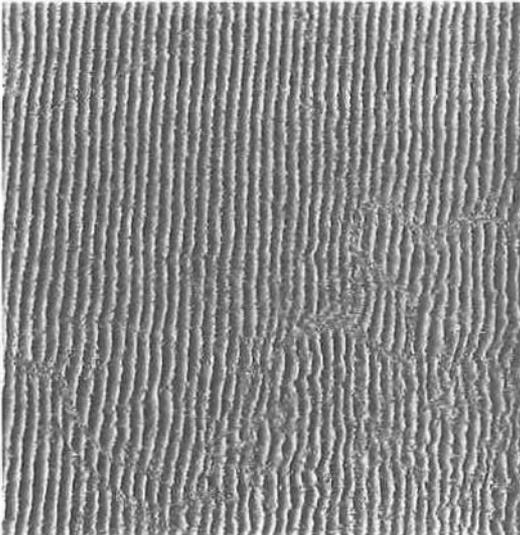


Figure 3: Fringe image

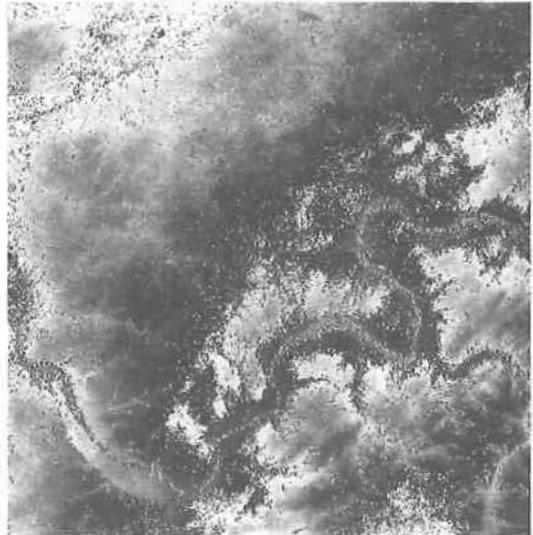


Figure 4: Flat terrain filtered fringe image



Figure 5: Smoothed fringe image

scribed by Gaudtner et al. [2]. It is to be noted that experience has shown that the filter acts best when applied to the complex data or the normalised phase values. A smoothed and flat terrain filtered phase image of the demonstration area is shown in figure 5.

### 3.5 Phase Unwrapping

For the phase unwrapping the algorithm described by Goldstein et al. [3] was used. It first detects the difficult areas in the interferograms as residues and then connects them by placing cuts between residues of opposite signs with a condition that the total lengths of the cuts are minimised. In addition, amplitude and coherency image information were used to mask out regions showing layover and unreliable phase values. The masked pixels then aid in the cuts placing as earth lines used to discharge unpaired residues or those with long separation distance. After masking and cuts placement, the phase differences between the fringes are then integrated along paths that do not cross the cut lines or masked regions yielding the absolute phase image. This phase difference integration is frequently called phase unwrapping in the literature. The phase values of the interdicted pixels can be linearly interpolated from their unwrapped neighbours. The interpolation is just a filling procedure and does not guarantee the truthfulness of the interpolated pixel values.

In general, the unwrapped phase image already reflects the shape of the terrain, but still in the geometry of the SAR image. For the selected



Figure 6: Unwrapped phase image

demonstration area, the respective product is shown in figure 6.

## 4. DEM Generation Procedure

The geometric imaging disposition for interferometric data is shown in figure 7. Various approaches may be used to convert the unwrapped phase values pixel-by-pixel to corresponding ground points. The procedure which has been implemented in our software is briefly described in the following.

First, the slant range difference  $\delta_i$  is calculated for each pixel from the individual phase values  $\Phi_i$ :

$$\delta_i = -\frac{\lambda}{4\pi} \cdot (\Phi_i + \Phi_0)$$

Usually,  $\Phi_0$  is a constant phase offset. In our approach, however, linear terms in range and azimuth are additionally considered in order to compensate for converging or diverging orbits and similar effects because of erroneous a-priori information. The terms of this phase offset „function“ are determined in advance by using a sufficient number of ground control points with respective reference values for  $\delta_i$  and  $\Phi_i$ .

Besides, the slant range distance  $R_1$ , which corresponds to the length of vector  $r_1$ , is determined from the SAR range pixel coordinate. Then, the slant range distance  $R_2$  and the baselength  $B$  can be calculated in a next step as follows:

$$R_2 = |\vec{r}_2| = R_1 + \delta$$

$$B = |\vec{s}_2 - \vec{s}_1|$$

These entities are used to determine the angle  $\alpha$  between baseline vector  $\vec{B}$  and pointing vector  $\vec{r}_1$  in sensor position  $\vec{s}_1$  by the equation:

$$\cos \alpha = \frac{R_2^2 + B^2 - R_1^2}{2 \cdot B \cdot R_1}$$

Using  $s_1$ ,  $B$ ,  $\alpha$ ,  $R_1$  as well as 3D vector relations, the pointing vector  $\vec{r}$  and the ground point  $\vec{p}$  are finally calculated.

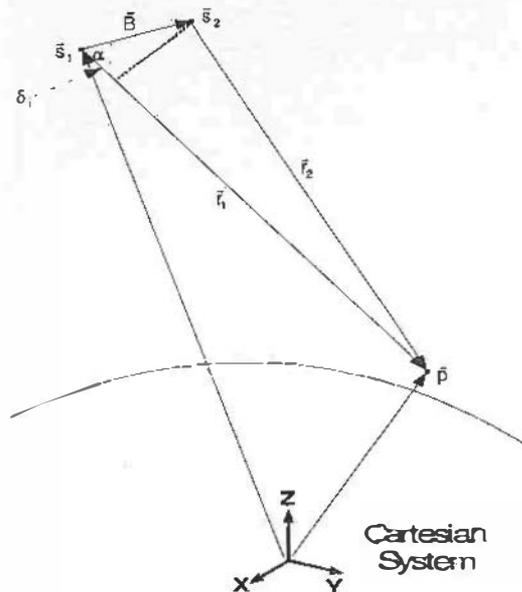


Figure 7: Geometric INSAR imaging disposition

## 5. DEM Generation Examples

In the following, an overview on results achieved for the individual test areas with regard to the production of digital elevation models is given.

### 5.1. Test area „Bonn“

The Bonn test area was subject to an investigation on the effect of atmospheric artifacts on the interferometric processing. A DEM was interferometrically produced for a part of the area covered by the ERS SLC quarter scenes. Therefore, 14 ground control points adequately distributed over the scene were measured in order to determine the phase offset induced during phase unwrapping. For comparison, a reference DEM was generated from digitised contour lines of 1 : 50000 topographic maps. From a comparison of these DEMs, deviations from the local topography with a bubble-like shape and in an extension of several hundred meters could be ob-

served. Based on meteorological reference data, these deviations have been identified as atmospheric effects in an investigation by Kenyi et al. [4].

The INSAR generated DEM and the reference DEM for the Bonn area are shown in figures 8 and 9, respectively, in a gray value coded presentation and superimposed with contour lines. In order to assess the errors in the INSAR DEM, the height differences between the INSAR generated and the reference DEM were computed. The resulting difference DEM is shown in figure 10 in an adequate presentation. The deviations induced by the atmospheric effects are visible in the left top area of this difference DEM as dark shaded regions, corresponding to elevation errors of up to 50 meters. The overall accuracy of the INSAR derived DEM may be expressed by the standard deviation of the elevation differences, which was found to be about 11 meters.

### 5.2 Test area „Dortmund“

For this test area good quality interferograms could be generated from the ERS SLC data. Practically, all over the quarter scene the achieved coherency was very high except of the water bodies and some forested areas (see also figure 2). Based on ground control points measured in 1 : 50000 topographic maps, a DEM was generated from the unwrapped phase data. This DEM is shown in figure 11, while in figure 12 a reference DEM is presented, both being illustrated again in gray value coding and contour line superposition. Only from a comparison of the contour lines, the differences between these DEMs become obvious, whereas the pure gray value coded shapes of the terrain correspond almost perfectly. First verification activities have shown a good height correspondence for most parts of the INSAR generated DEM, with some exceptions in the hilly terrain areas. In general, it can be stated that because of the small baseline the orbits reconstruction during the DEM generation might become unstable and could lead to such local errors. Also other parameters, such as weather information, need to be investigated in order to conclude on some of these variations that have been observed in the INSAR DEM. However, to come to concrete conclusions on the verification of the INSAR DEM, further analyses are still needed. These typically could include intercomparison of INSAR DEMs of the same scene, but generated from SLC data sets of different baselines.

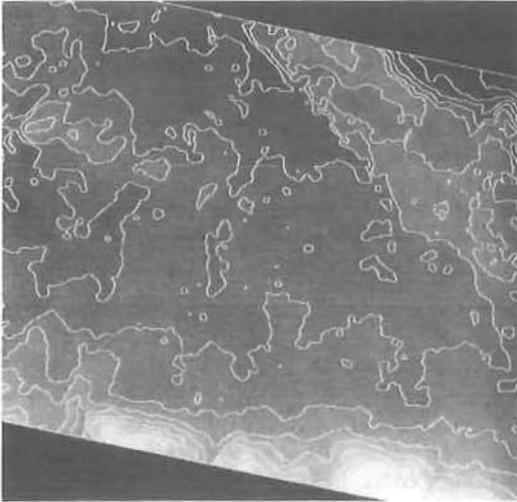


Figure 8: INSAR derived DEM for the „Bonn“ test area

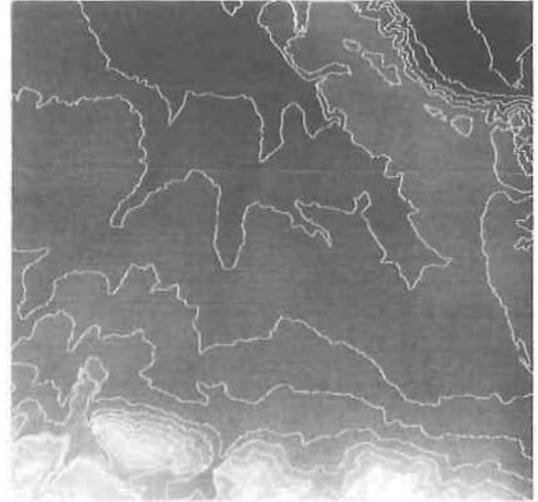


Figure 9: Reference DEM for the „Bonn“ test area

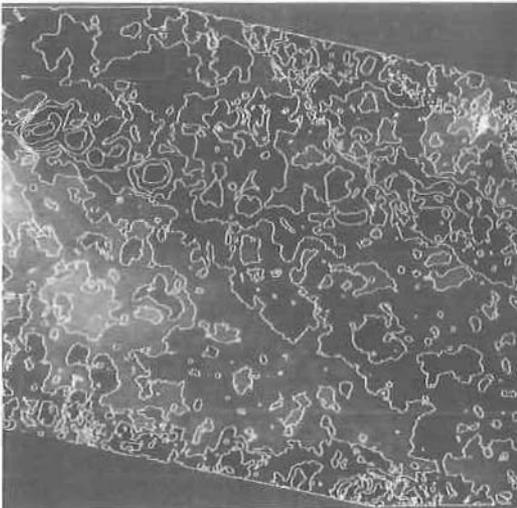


Figure 10: Difference DEM for the „Bonn“ test area

### 5.3 Test area „Graz“

Relatively good quality interferograms were generated from the ERS-1/2 tandem data set of this test area, but **coherency** in some parts of the quarter scene was very low. This in particular applies to the forested areas, which by experience are rather critical for the interferometric data processing. Generally, a DEM was successfully generated from the **unwrapped** phase data which is shown in figure 13, while in figure 14 a reference DEM derived from topographic maps of the test area is presented. It can be noted that the INSAR derived DEM, as shown in figure 13, contains holes in some parts. In fact, these

holes correspond to the areas of low coherency, where the interpolation algorithm fails to estimate reasonable values due to the wide size of these areas of unreliable phase information. Although the DEM has not been validated, it can be seen to accurately reflect the shape of the topography of the area. This can simply be deduced from the visual comparison with the map derived reference DEM in figure 14. From the initial cross checking of some points in the INSAR DEM with the reference DEM, it was observed that large deviations (about 50 m) could be found especially in the hilly regions. As mentioned before, the small baselines could be of influence in the stability of the orbits reconstruction. A comprehensive analysis, which deals with questions such as different processing chains, for example interferogram generation with and without spectral filtering, different baselines etc., is required. This could then, in our opinion, lead to good qualitative and quantitative analysis.

## 6. Conclusions

Interferometric processing tools have been developed and added to the RSG software being designed for the geometric processing of remote sensing image data. In general, it can be concluded that even at relatively small baselines INSAR derived DEMs give height information with acceptable errors. However, enough care must be exercised due to the fact that atmospheric turbulences can introduce errors of large magnitude in the INSAR height measure-

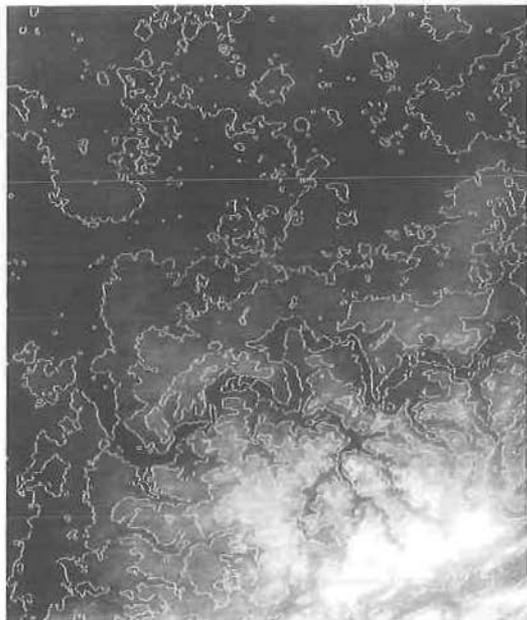


Figure 11: INSAR derived DEM for the „Dortmund“ test area

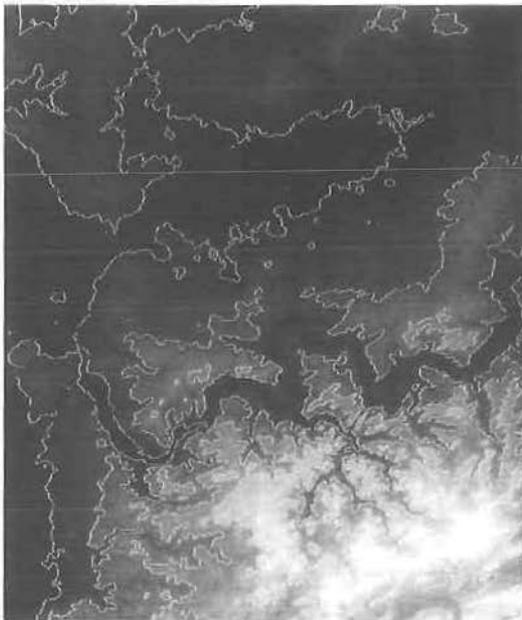


Figure 12: Reference DEM for the „Dortmund“ test area



Figure 13: INSAR derived DEM for the „Graz“ test area



Figure 14: Reference DEM for the „Graz“ test area

ments. But to come to qualitative and quantitative conclusions on the INSAR derived DEMs, further work still needs to be performed for the validation of INSAR derived DEMs. These could typically consist of SLC data sets of different baselines and from various terrain topography, different INSAR processing chains and adequate selection of control points for the DEM generation process.

#### Acknowledgement

The reference DEM of the Dortmund test area has been provided by the Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DLR) for comparative analyses. Assistance in the control point measurement and support in the production of the figures was provided by our colleagues A. Almer and S. Teufel. We thankfully acknowledge these contributions.

#### References

- [1] Gabriel A., Goldstein R., and Zebker H. (1989): Mapping Small Elevation Changes Over Large Areas: Differential Ra-

dar Interferometry. *J. Geophysical Research*, Vol. 94, No. B7, pp. 9183-9191, July 10, 1989.

- [2] *Geudtner D., Schwäblsh M., and Winter R. (1994)*: SAR-Interferometry with ERS-1 Data. Proceedings of PIERS'94 Symposium, Noordwijk, The Netherlands, 11-15 July 1994.
- [3] *Goldstein R., Zebker H., and Werner C. (1988)*: Satellite Radar Interferometry: Two-Dimensional Phase Unwrapping. *RadioScience*, Vol. 23, No. 4, pp. 713-720, July-August, 1988.
- [4] *Kenyl L. W., Raggam H., and Kubista E. (1996)*: Feasibility of Atmospheric Effect on Interferometric Data and Its Interpretation. DIBAG Report 64, ESA Contract No. 9949/92/NL/PB, JOANNEUM RESEARCH, Institute for Digital Image Processing, April 1996.
- [5] *Massonnet D., Rossi M., Carmona C., Peltzer G., Feigl K., and Rabaute T. (1993)*: The Displacement of Field of the Landers Earthquake Mapped by Radar Interferometry. *Nature*, Vol 364, No. 6433, pp. 138-142, 1993.
- [6] *Prati C., Rocca F., and Monti-Guarnieri A. (1992)*: SAR Interferometry Experiments with ERS-1. In Proceedings of 1st ERS-1 Symposium, Cannes, France, pp. 211-218, November 1992.
- [7] *Raggam H. (1990a)*: Interpolative Map-to-image Coordinate Transformation for Spaceborne Imagery. In Proceedings of

10<sup>th</sup> Annual IGARSS Symposium: Remote Sensing - Science for the Nineties, Vol. II, pp. 1423-1426, Washington D.C., U.S.A., May 20-24 1990.

- [8] *Raggam H. (1990b)*: Analytical Simulation for Quality Control of Geocoded SAR Images. Technical Note made under contract for the German PAF for ERS-1, JOANNEUM RESEARCH, Institute for Digital Image Processing, July 1990.
- [9] *Zebker H., Rosen P., Goldstein R., Gabriel A., and Werner C. (1994a)*: On the Derivation of Coseismic Displacement Fields Using Differential Radar Interferometry: The Landers Earthquake. *J. Geophysical Research*, Vol. 99, No. B10, pp. 19617-19634, 10 October 1994.
- [10] *Zebker H., Werner C., Rosen P., and Hensley S. (1994b)*: Accuracy of Topographic Maps Derived from ERS-1 Interferometric Radar. *IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 32, No. 4, pp. 823-836, 10 October 1994.

#### Address of the Authors:

Dr. Lado Kenyi, Dr. Hannes Raggam, and Dr. Mathias Schardt, Institute for Digital Image Processing, Joanneum Research, Wastiangasse 6, A-8010, Graz.



## Aerial photo interpretation and satellite image analysis in agricultural sciences

*Werner Schneider, Renate Bartl, Hannes Burger, Joachim Steinwendner, Franz Suppan, Vienna*

### 1. Introduction

The Universität für Bodenkultur (BOKU, University for Agricultural Sciences, Vienna) offers education and training and conducts research in the fields of agriculture, forestry, civil engineering and water management, landscape architecture and planning as well as food science and biotechnology. In most of these disciplines, data on large areas (ranging from the size of a parcel of land up to regional, national, continental or even global dimensions) are required both for scientific research and for practical operational applications. The type of information needed may concern the geometrical size, shape and location of objects, regions and phenomena on the surface of the earth (e.g. of agricultural fields or vegetation areas or areas of deforestation), it may be related to soil and vegetation properties (e.g. soil type, crop type and condition, forest

damage), or it may refer to general land use patterns and landscape structures. The major advantages of using image data remotely sensed from aircraft and satellites as compared to traditional methods such as field work, statistical surveys etc. can be seen in the following points:

- quality of information: Certain information on the terrain, on the vegetation cover and on the type and distribution of objects on the terrain can be obtained much better and with higher quality from above. A bird's-eye view of forest stands yields information on the condition of tree crowns which cannot be obtained from below. The synoptic view of a landscape as represented by a satellite image allows insights into the geological, ecological and socio-economic conditions unattainable by other methods. The homogeneity of the information over large areas as offered by re-

mately sensed image data is of special advantage in many applications.

- **reliability of information:** Aerial photos and satellite images represent incontestable documents of the state of the terrain at the time of image acquisition. Image interpretation and analysis may be performed and, if necessary, repeated and checked at any later time.
- **economy of data acquisition:** Depending on the area to be covered, remote sensing often is the most economical technique for data acquisition. For monitoring purposes with periodically repeated surveys, remote sensing may provide the only economically feasible method.

The Institute for Surveying, Remote Sensing and Land Information (IVFL) at BOKU offers expertise in this field of remote sensing. Expert knowledge and methods from a variety of inter-related disciplines are involved, including photogrammetry, aerial photo interpretation, satellite remote sensing, image processing and pattern recognition, computer vision, cartography and geoinformatics.

This article discusses some general principles of photo interpretation and satellite image analysis in the agricultural sciences as represented at BOKU and gives examples of applications in the different fields.

## 2. Remote sensing in agricultural sciences

Given the wide scope of varying demands from the application fields on the one hand and the broad range of image data from different (airborne and spaceborne) sensors and of different evaluation methods on the other hand, choosing the proper data type and the adequate analysis procedure is essential for every project involving remote sensing.

The demands from the application fields can be specified as geometric requirements and as thematic requirements:

The geometric requirements concern the needs for spatial resolution and geocoding of the image data. In Austria and in many parts of Europe, a high spatial resolution is required because of the fine spatial structures of land use, the narrow agricultural parcels and the heterogeneous forests.

Thematic information requirements strongly depend on the application. Thematic information may be derived from

- the shape of individual objects, as e.g. in forestry, where the shape of individual tree crowns is indicative of tree species, but also of forest condition: In this case, high spatial resolution is required to obtain the thematic information needed. Stereo capability may be useful or necessary in cases where 3-dimensional shape information is required.
- texture: This concept denotes the quasi-periodic fine structure of regions. It is a signature type important in high spatial resolution images and is often caused by shadow effects, e.g. in the case of vegetation stands with a vertically structured surface.
- multispectral reflectance: This is most useful for mineral, soil and vegetation identification and for vegetation damage assessment. Multispectral information is the strong point of low spatial resolution electrooptical, especially satellite imagery, where it may, to a certain extent, substitute other types of information based on high spatial resolution, such as shape and texture.
- RADAR backscattering: The strength of RADAR backscattering conveys information on electrical (water content) and structural (3-dimensional arrangement of vegetation components) properties of the terrain.
- pattern and context: This type of information is most important in visual interpretation. It is, however, difficult to formalize and to be exploited in automated analysis systems.

In selecting proper image material, one has the choice between

- aerial photos: Their strong points are highest spatial resolution, ready realization of geocoding employing the well-established methods of photogrammetry, as well as stereo capabilities.
- digital images from frame cameras and video systems: They are gradually replacing photographic systems for thematic applications. The advantages of the new electrooptic methods (as compared to metric aerial photography) lie in the extended spectral range of sensitivity, in the radiometric fidelity, in the suitability for subsequent digital analysis and in the (potentially) low costs of data acquisition and analysis. The major disadvantage of digital frame cameras is the still limited frame size in terms of the number of pixels. This results in a larger number of frames necessary to cover a given project area with a predefined spatial resolution, thereby increasing the expenditure of photogrammetric orientation and georeferencing. Modern techniques of image matching and information fusion

can help to alleviate and overcome this problem.

- satellite image data: In the past, the fine spatial structures of land use, the narrow agricultural parcels and the heterogeneous forests in Austria precluded or at least limited the use of satellite images with pixel sizes of tens of metres. Land use mapping and forest stand mapping with reference to the cadastre and the forest management map called for the use of aerial photos in most cases. The situation is changing now: Subpixel methods allow the analysis of land use structures not much larger than the average pixel size, and a new generation of satellite sensors with pixel sizes down to 1 metre open up new application areas reserved to aerial photos up to now.
- RADAR data: Their all-weather capability and high expectations in thematic information content contrast with the tremendous problems of extracting this information. Practical applications in the agricultural sciences therefore are still limited.

In selecting a proper analysis method, the main alternative is visual interpretation versus automated digital analysis. Visual interpretation makes use of the great capacity and efficiency of the human visual system in analyzing spatial patterns (monoscopically or even in stereo). Experts from the specific application fields may extract information by employing intricate reasoning and profound expert knowledge. Visual interpretation is, however, highly subjective and time consuming. Automated digital analysis may overcome these difficulties, albeit at the expense of subtle aspects of information contained in the images. At IVFL, within the framework of the joint research programme „Theory and Applications of Image Processing and Pattern Recognition“ of the Austrian Science Foundation, a 5-year project on „Physical models in remote sensing image understanding“ is in progress. The aim is to develop an automated knowledge-based image analysis method which tries to imitate the work of a human image interpreter.

Another important aspect of the analysis of remotely sensed images is the structuring of information. In the past, the results of image interpretation used to be laid down as a thematic map which formed the basis for further expert work. The experts using the map were capable to cope with small inconsistencies in these maps. Today, the results of image interpretation most often are stored in geographic information systems, where they are further analyzed together with information from other sources, sometimes also for purposes they were not intended for ori-

ginally. Hence follows that the results of image analysis must be strictly structured (i.e. defined and represented according to rigid rules) in order to facilitate subsequent use in the geographic information systems [12].

### 3. Forestry

Forestry is traditionally one of the most important areas of application of aerial photography and remote sensing. Driven by the demand for reliable information on the large areas they have to manage, foresters were among the pioneers of aerial photo interpretation and remote sensing. Image data used in forestry encompass all types from aerial photos to satellite images. In the following, two forestry projects conducted at IVFL are presented.

#### 3.1. Mapping of protection forest formation phases

The condition of protection forests can be characterized advantageously using the concept of forest formation phases [6]. These phases describe the stage of development of forest stands during their life cycle and are indicative of their protection potential. A frequently used classification distinguishes between blank, regeneration phase, juvenile phase, initial phase, optimum phase, terminal phase, and disintegration phase, with further subdivisions of some of these phases.

High spatial resolution and stereo information are essential for identifying formation phases on

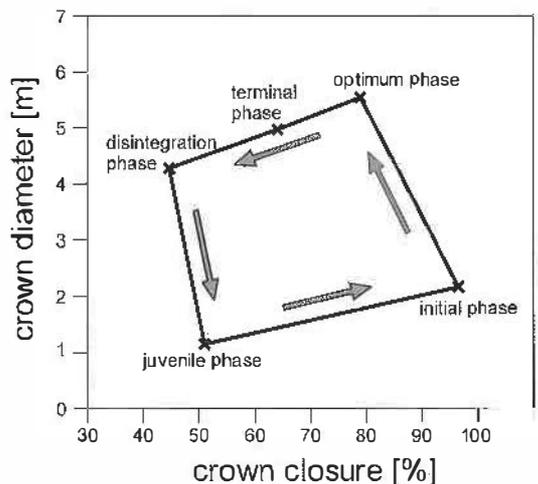


Fig. 1: Mean values of crown diameter and crown closure for the different formation phases

remotely sensed images. Colour infrared photos are superior to any other imagery for this purpose. In a project at IVFL, three different approaches to the mapping of protection forest formation phases were studied:

- In visual integral interpretation, the interpreter identifies the phase of every forest stand on the basis of its integral stereoscopic appearance, without explicitly interpreting or measuring individual features. This method can bring out fine forest stand subtleties if conducted by an expert interpreter; it is, however, subjective.
- Visual interpretation supported by metric measurements is more objective. The following individual features are being interpreted or measured: tree species and mixture distribution, tree height and stand height (minimum, mean, maximum), crown diameter, crown closure, stand structure (horizontal and vertical), crown thinning state. The phase of a stand is deduced from these features following fixed rules. Fig. 1 illustrates the mean values of crown diameter and crown closure as measured from colour infrared photos for the different formation phases.
- An even higher degree of objectivity can be attained by photogrammetric stereo measurement of canopy profiles. This method is described in more detail in [9].

### 3.2. MISSION-FORST

The project „Study of forestry applications of high-resolution satellite image data“ (MISSION-FORST) is part of the joint Austrian science project MISSION (Multi Image Synergistic Satellite Information for the Observation of Nature) [7] (under the contract of the Austrian Ministry for Science, Research and Art). Its general objective is to promote remote sensing technology in various application fields in Austria. The concrete inducement is the German sensor MOMS-02 which has been brought to the PRIRODA Module of the Russian space station MIR in May 1996 to collect images of the earth's surface for the next 18 months. MOMS-02 with 4 multispectral bands, on-track stereo bands and one high-resolution band of 6m x 6m ground pixel size is seen as a precursor of a new generation of high resolution satellite sensors.

One special target of the program is to involve potential future users in the process of developing and adapting image analysis methods for the specific applications, thereby improving the practical usefulness of the developed methods

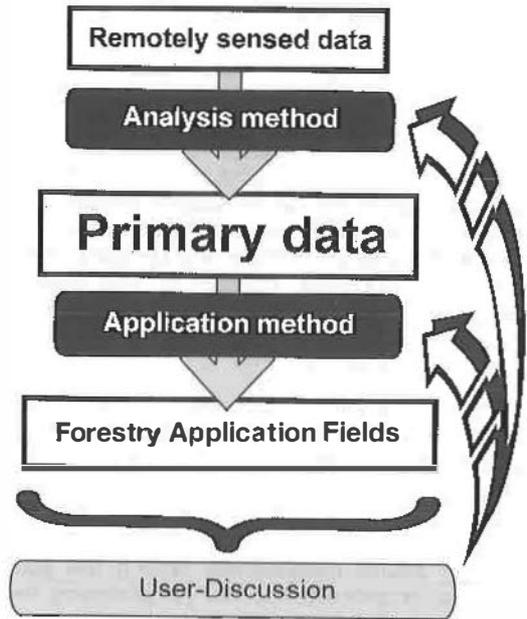


Fig. 2: Structure of project MISSION-FORST

and ensuring their future operational employment.

The information requirements for the different forestry application fields like forest management planning, protective forest management, forest inventory, wildlife management etc. can be traced back to a small number of so-called „primary data“. These primary data, e.g. tree species, species proportion by area, tree height, crown diameter, crown closure and crown thinning state, are then used in the different forestry application fields for specific requirements. The basic idea of this project is to improve and to standardize the methods for deriving the primary data from satellite images on one hand and to develop procedures to use these data in the different forestry applications. This leads to the project structure as shown in figure 2. The analysis methods for extracting the primary data from the remotely sensed images are worked on at IVFL. Satellite data from different sensors (MOMS-02, LANDSAT TM, KFA-1000) are being analysed. Application procedures are developed and refined in cooperation with a small group of potential future users (Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Umweltdata Ges.m.b.H.). In an advanced stage of the project the preliminary results will be discussed and evaluated with a larger group of potential users. Feedback from these evaluations will be used to improve iteratively both the image analysis methods and the application procedures.

#### 4. Landscape ecology

Remote sensing techniques usually are employed to satisfy pre-defined data requirements in the various application fields. In contrast to this, the analysis of satellite imagery for landscape structure assessment as described here is an example of the use of satellite imagery and computer-aided methods to obtain new theoretical insights and to promote and stimulate basic research in landscape ecology [5]. This work is being performed within the scientific programme „Sustainable Development of the Austrian Cultural Landscapes“ [4].

The concrete aim of the research module referred to here is the development of reliable indicators for assessing and monitoring the sustainable use of cultural (man-dominated) landscape. These indicators can be space-oriented (based on the spatial structure of landscape and the spatial relationships among the ecosystems) or process-oriented (emphasising the interactions and flows of energy, materials and species within and among the component ecosystems).

Concentrating on the space-oriented approach, and using the model conception that the landscape is composed of „landscape elements“ (ecosystems) which are internally homogeneous, but differ from each other [5], we try

to discern the landscape elements in satellite images and to extract structural features and ecologically relevant attributes (e.g. based on the vegetation index) from the images. An automatic analysis procedure based on image segmentation is being developed. Figure 3 shows as a preliminary result a section of a thematic map obtained from LANDSAT TM by region growing segmentation. The regions have been assigned according to information from the vegetation index.

#### 5. Water management

Data on the maximum runoff in catchment areas are required in sewerage system design. Runoff can be estimated using a hydrological model. Land use data are needed as input information for the hydrological model. The combined effect of land use and soil type may be described by a „runoff curve index“ [8].

In [1], colour infrared aerial images have been used for stereoscopic land use classification. A statistical raster sampling method has been employed. Visual interpretation of aerial images is, however, time consuming and expensive. We therefore tried to derive the hydrologically relevant land use information from satellite images by digital image analysis, exploiting the dependence of the runoff curve index on the vegetation cover as characterized by the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index [10]). The NDVI is computed as a combination of the red and the near-infrared band of the satellite image (e.g., band 3 and band 4 of LANDSAT TM).

Figure 4 shows a map of catchment areas in Upper Austria registered onto the near-infrared band of LANDSAT TM imagery. For the same region, figure 5 displays the mean NDVI within catchment areas coded as gray value, i.e. the brighter the areas, the higher is the mean NDVI, the more vegetation is present.

Figure 6 illustrates the relationship between NDVI and the runoff curve index [8] for all catchment areas and 4 different soil types.

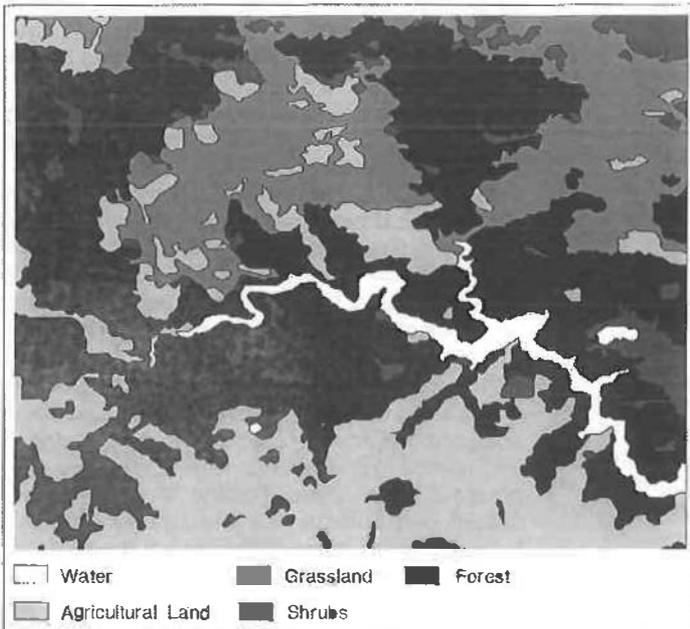
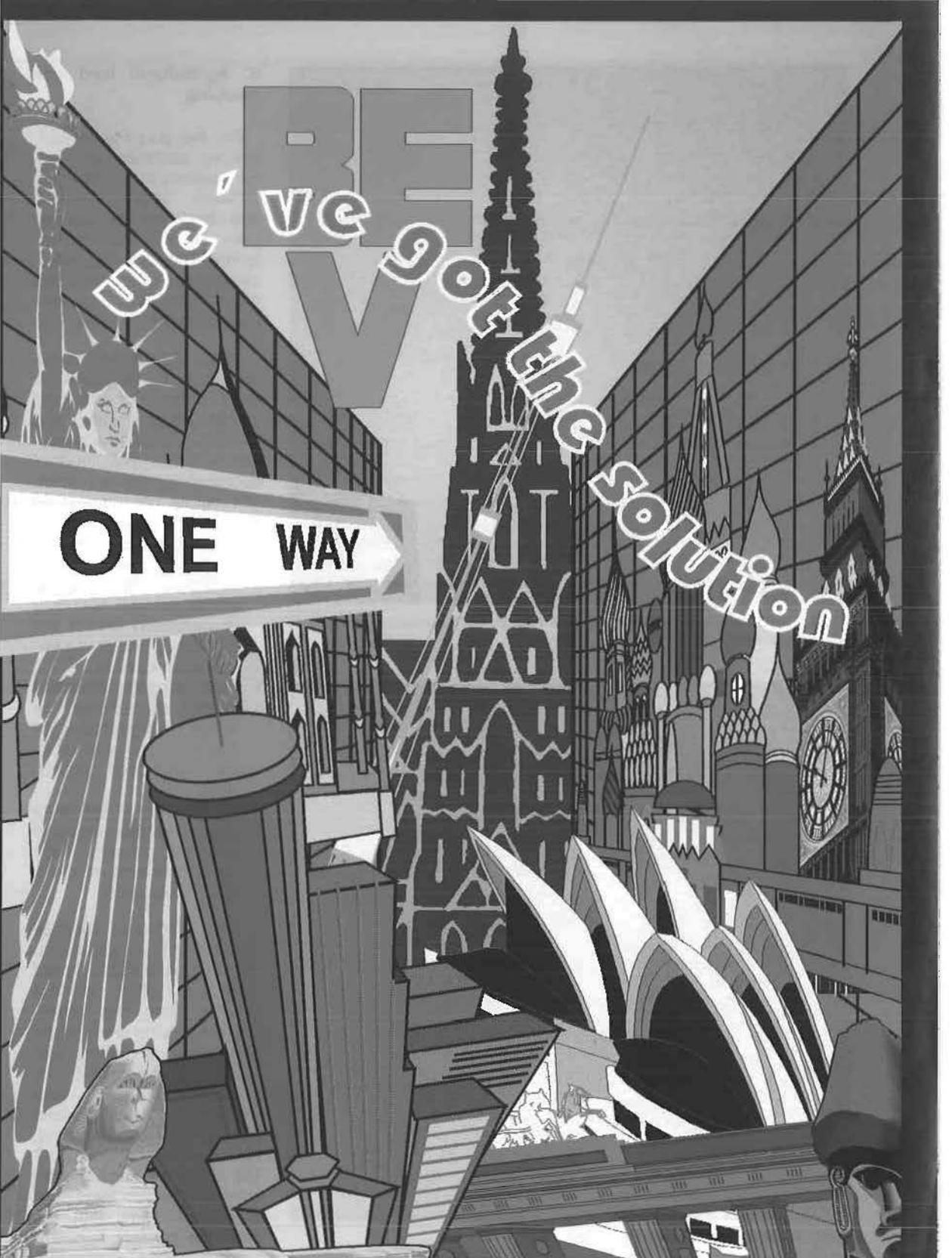


Fig. 3: Thematic map obtained from LANDSAT TM by region growing segmentation



**ONE WAY** →

**WE'VE GOT THE SOLUTION**

**FEDERAL OFFICE OF METROLOGY AND SURVEYING, MAPPING DIVISION**

KROTENTHALLERGASSE 3, A-1080 VIENNA TEL.: +43/1/40 146 FAX.: +43/1/ 406 99 92

e-mail: [rkilga@bev.gv.at](mailto:rkilga@bev.gv.at)

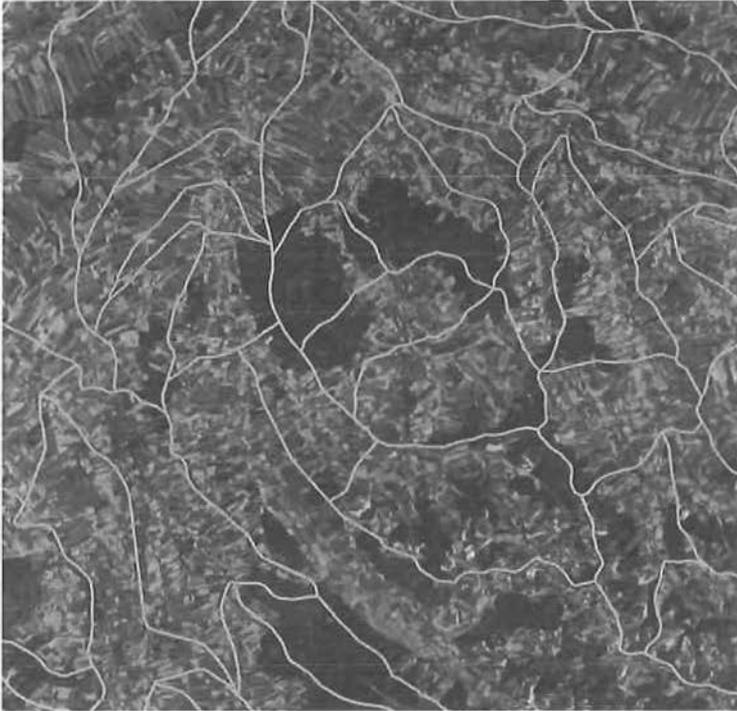


Fig. 4: LANDSAT TM image (band 4, near infrared) with borders of catchment areas superimposed

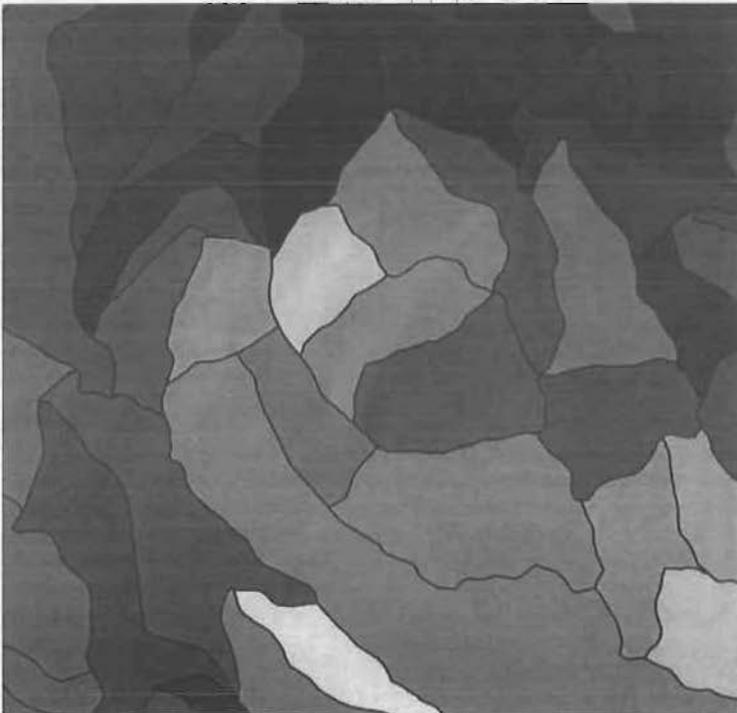


Fig. 5: Mean NDVI within the catchment areas

## 6. Agricultural land use mapping

For the purpose of agricultural statistics and administration, the relationship between land ownership and land use as derived from satellite data is required. The following analysis modules which are being developed at IVFL can serve to accomplish this task.

Image data and cadastral data must be registered to each other. For standard satellite image data (e.g. LANDSAT TM with a resolution of 30m x 30m) subpixel accuracy is required which can hardly be attained by conventional methods of image registration due to the following problems:

- A large number of control points of high accuracy is necessary which are difficult to find in the image automatically.
- High subpixel accuracy cannot be attained for image data geometrically preprocessed with nearest neighbour resampling.
- If the terrain is not flat, a digital elevation model is required causing additional problems of availability and costs.

Thus, spatial subpixel analysis [11] is applied to the image to obtain subpixel resolution. This method benefits from the knowledge that fields are typically homogeneous regions with straight line borders. In the preprocessed image lines representing the (visible) field borders are extracted. Fig. 7 shows a LANDSAT TM image resampled after subpixel analysis (new pixel size 10m x 10m) with the cadastral borders superim-

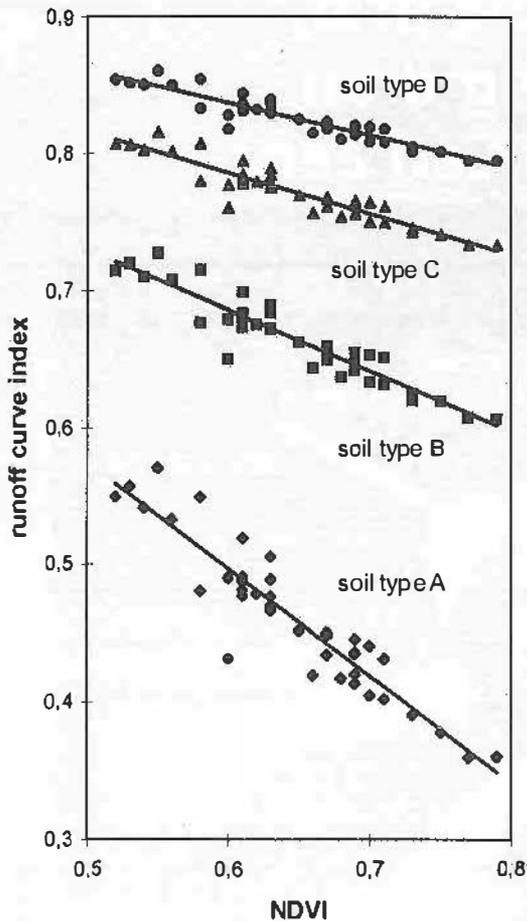


Fig. 6: Relationship between NDVI and runoff curve index for 4 different soil types

posed in black and the extracted image lines in white.

In the next step, the field borders and the cadastral borders have to be matched. In this process, one has to take into account some differences between these data sets:

- Several crop types on one farmer's land result in the appearance of additional image lines which do not have corresponding cadastral lines.
- The same crop type on neighbouring fields might cause that some field borders are not detectable on the image.

Consequently, the applied matching algorithm must be ro-

bust against additional and missing lines in both data sets. Additionally, it must be able to match the long and perfect cadastral lines to the imperfect image lines. The latter can have small relative shifts due to noise, can be broken into short segments or partially missing, e.g. near corners. The identification of perceptual lines [3] can help to alleviate the problem furthermore.

One matching method performed [3] uses the relaxation labeling method, the other [2] a special kind of representing and ordering lines. Good results are provided by both approaches at the cost of low efficiency as the matching includes a comparison of each image line with each cadastral line. Using coarse knowledge about the relative orientation of image and cadastral can be utilized for optimization by limiting the spatial search space.

Based on the achieved matching result the parameters for the registration can be determined.

## 7. Conclusions

Remote sensing has proven to be an important tool for applications in agriculture, forestry and water management. Due to the requirements for higher spatial resolution, aerial photos were the most widely used type of imagery for this purpose in the past. The situation is changing now. Satellite images are being used to an increasing extent as a consequence of advances in sensor technology (improved spatial resolu-

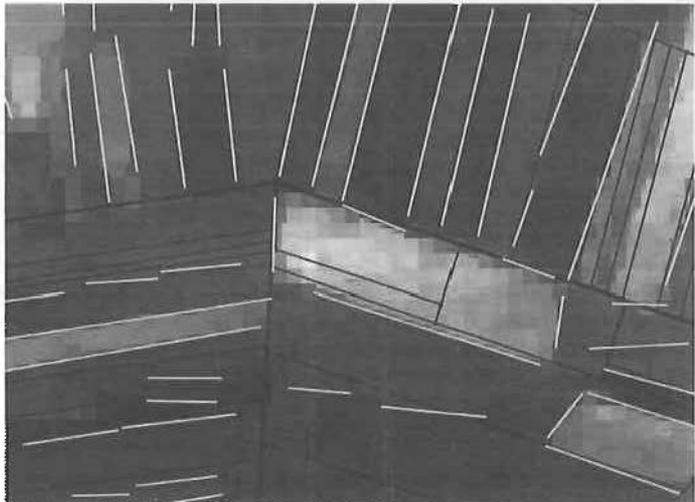


Fig. 7: LANDSAT TM image after subpixel resampling with pixel size 10m x 10m, cadastral borders in black, extracted image lines (visible field borders) in white

# Viel Leistung drin. Viel Leistung dran. PHODIS® von Carl Zeiss.

Digitaler  
Stereoplotter

Digitale  
Aerotriangulation

Monoplotting

Digitale  
Höhenmodelle

Archivierung

Orthophoto-  
produkte

Mit dem digitalen photogrammetrischen System PHODIS® bietet Carl Zeiss die Komplettlösung für die digitale Photogrammetrie.

Sie digitalisieren - ohne Luftbildfilme zerschneiden zu müssen - mit dem Zeiss Präzisions-Scanner SCAI. PHODIS® AT dient zur automatischen Messung der Aerotriangulation. Die 3-D-Auswertung erfolgt mit dem digitalen Stereoplotter PHODIS® ST. TopoSURF unterstützt bei der Gewinnung digitaler Höhenmodelle. Mit PHODIS® OP stellen Sie Orthophotoprodukte her, die Sie auf dem Rasterplotter produzieren.

PHODIS® ist auf der einheitlichen Rechnerplattform Silicon Graphics implementiert. Dies garantiert optimalen Datenfluß, einheitliche Arbeitsbedingungen und flexiblen Aufruf aller Module von PHODIS®.

Mit einem System aus einer Hand sehen Sie einer sicheren Zukunft entgegen.

Wir würden gern mit Ihnen über PHODIS® sprechen. Interessiert? Dann wenden Sie sich bitte an:



Carl Zeiss GmbH  
Modecenterstr. 16  
A-1030 Wien  
Tel. (1) 0222/795 18-0  
Fax (1) 0222/795 18-400

...damit es beim Messen  
vorwärts geht.

on) as well as new developments in the fields of image processing and computer vision.

#### Literatur

- [1] Bartl, R., Eichinger, E., Schneider, W.: Landnutzungserhebungen aus Luftbildern als Grundlage für wasserbautechnische Planungen. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation 1/96, 54–56, 1996.
- [2] Bartl, R., Schneider, W., Steinwendner, J.: Image-map-fusion based on line segment matching. In: International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 31, Part B4, to appear, 1996.
- [3] Bartl, R., Petrou, M., Christmas, W.J., Palmer, P.: On the automatic registration of cadastral maps and LANDSAT TM images. European Symposium on Satellite Remote Sensing, Taormina, September 1996.
- [4] Forschungsschwerpunkt Kulturlandschaftsforschung, Forschungskonzept 1995. Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst, 1995
- [5] Forman, R., Godron, M.: Landscape Ecology, John Wiley & Sons, 1996.
- [6] Kusché, W., Schneider, W., Mansberger, R.: Schutzwaldphasenkartierung aus Luftbildern. Zentralblatt für das gesamte Forstwesen, 111. Jahrgang, Hef. 1, 23–55, 1994.
- [7] Leberl, F., Kallianý, R.: Innovationen in Sensortechnik und Datennetzwerken. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation 1/96, 6–13, 1996.
- [8] Mariák, U.: Hydrologie und Wasserwirtschaft. 3. Auflage, Springer Verlag, 1993.
- [9] Mansberger, R., Kusché, W., Rieger, W.: Von Kühen, Muren und Bäumen – Photogrammetrie einmal anders. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation, this issue, 1996
- [10] Mather, P.M.: Computer Processing of Remotely-Sensed Images. John Wiley & Sons, 1987.
- [11] Schneider, W.: Land use mapping with subpixel accuracy from LANDSAT TM image data. Proc. 25th Int. Symp. on Remote Sensing and Global Environmental Change, Volume II, 155–161, 1993.
- [12] Schneider, W.: Datengewinnung für forstliche Geoinformationssysteme aus Luftbildern. In: Systemy Informacji Przemysłowej o Lasach, 5–29, Warszawa, 1994.

#### Anschrift der Autoren:

Univ.-Doz. Dr. Werner Schneider, Dipl.-Ing. Renate Bartl, Dipl.-Ing. Hannes Burger, Mag. Joachim Steinwendner, Franz Suppan, Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation, Universität für Bodenkultur Wien, Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien, E-mail: schneiw@mail.boku.ac.at



## Von Kühen, Muren und Bäumen – Photogrammetrie einmal anders

Reinfried Mansberger, Wolfgang Kusché,  
Wolfgang Rieger, Wien

#### Zusammenfassung

Ein Forschungsschwerpunkt des Instituts für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation an der Universität für Bodenkultur liegt in der Erlassung, Bearbeitung und Visualisierung thematischer Daten. Ausgewählte Beispiele, wie die „Pseudo-Echtfarb“-Visualisierung von Farb-Infrarot-Aufnahmen, die photogrammetrische Bestimmung von Individualdistanzen zwischen Rindern, die Bestimmung von Modellmuren-Oberflächen und die Erlassung und Analyse eines hochauflösenden Waldoberflächen-Modelles werden beschrieben.

#### Abstract

One focus of research activities of the Institute for Surveying, Remote Sensing and Land Information at the University for Agricultural Sciences, (University for Agricultural Sciences, Vienna) lies in the acquisition, processing and visualization of thematic data. Selected examples, such as the pseudo-true-color visualization from colour infrared photographs, the photogrammetric measurement of individual distances between cattle, the acquisition of surfaces from debris flow models, and the capture and analysis of a high resolution digital forest-surface model will be described.

#### 1. Einleitung

Die Aufgabenstellung eines Photogrammeters an einer naturwissenschaftlich – technischen Universität liegt – bedingt durch die Nähe zu ökologisch orientierten Instituten – vorrangig in der Entwicklung und Verbesserung von operationell einsetzbaren, effizienten Methoden zur Erfassung, Verarbeitung und Visualisierung raum-

zeitbezogener Umweltdaten. Die Effizienz des Verfahrens richtet sich sowohl auf die Wirtschaftlichkeit (Personal- und Geräteinsatz) als auch auf die Datenerfassung mit ausreichender geometrischer und insbesondere hoher thematischer Qualität.

Am Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation (neuer Name seit April

1996) der Universität für Bodenkultur wurden in den letzten Jahren u.a. Arbeiten durchgeführt, welche nicht in den konventionellen Bereich der Photogrammetrie und Fernerkundung – der topographischen Kartierung – einzuordnen sind. Einige dieser Erfassung von ökologisch orientierten Daten bzw. der Visualisierung ebensolcher dienenden „Sonderanwendungen“ wurden in Heft 1/96 der VGI [2], [3] und [6] vorgestellt, vier weitere werden nachfolgend angeführt.

## 2. Pseudoechtfarbsimulation von Farb-Infrarot Luftbildern

### 2.1 Vorbemerkungen

Farb-Infrarot-(FIR-)Filmmaterial wird in Österreich in den letzten Jahren verstärkt für photogrammetrische Bildflüge (mittlere Bildmaßstäbe um 1:15.000) eingesetzt. Die spektrale und radiometrische Charakteristik der Filmemulsion verbessert vor allem die Unterscheidbarkeit von Vegetationsarten und ermöglicht die Beurteilung der Vitalität.

Großmaßstäbliche Orthophotos gewinnen immer mehr an Bedeutung als Grundlage für Karten bzw. als Layer in Geographischen Informationssystemen (GIS): Die rasche Herstellungsmöglichkeit mit den effizienten Methoden der digitalen Photogrammetrie, die vielen erkennbaren Details und der hohe Grad an Aktualität seien hier beispielhaft als Vorteile angeführt.

Schwierigkeiten ergeben sich, wenn aus FIR-Luftbildern gewonnene Orthophotos von Nichtfachleuten genutzt werden sollen. Diese Nichtfachleute sind oft irritiert durch die – gegenüber dem natürlichen menschlichen Sehen – falschen Farben: Vegetation wird realistischerweise in grüner Farbe und nicht in einem leuchtenden Rot erwartet. Der Ausweg aus diesem Dilemma zwischen guter Interpretierbarkeit und farbrealistischer Darstellung liegt entweder in

- der Durchführung eines zweiten Bildfluges mit Echtfarb-(EF) Bildmaterial und zweimaliger Berechnung von Orthophotos (kostenintensiv) oder in
- der Simulation eines Echtfarbbildes aus einem Farb-Infrarot-Bild bzw. -Orthophoto [4].

### 2.2 Berechnung von Pseudo-Echtfarb-Bildern

Für eine strenge Farbumrechnung von Farb-Infrarot-Bildern auf Echtfarbdarstellungen müssen alle bei der Bilderstellung des FIR-Luftbildes vorhandenen farbbeeinflussenden Faktoren

(Objektreflexion, Atmosphärenzustand, Meßbildkamera, vorgeschaltete Filter, Film, Entwicklungsprozeß u.v.a.m.) bekannt sein (Reeves et al. 1975). Dies ist wegen des enormen Meß- und Bestimmungsaufwandes nicht möglich – es kann daher nur ein bestangepaßtes EF-Bild („Pseudoechtfarb“-[PEF-Bild] aus dem FIR-Bild berechnet werden.

Die drei nach der Digitalisierung vorliegenden Farbauszüge des FIR-Luftbildes beschreiben einen dreidimensionalen Farbraum  $C_{FIR}$  ( $R_{FIR}, G_{FIR}, B_{FIR}$ ) und jene des EF-Bildes einen Farbraum  $C_{EF}$  ( $R_{EF}, G_{EF}, B_{EF}$ ). Die Beziehung zwischen identen Objektelementen (Farbvektoren  $c_{EF}$  und  $c_{FIR}$  in den beiden Farbräumen) kann durch die Transformation

$$c_{EF} = a_0 + A \cdot c_{FIR} \quad (1)$$

beschrieben werden. Zur Bestimmung der Transformationselemente ( $a_0, A$ ) werden idente Objektelemente („spektrale und radiometrische Paßpunkte“) in beiden Farbräumen benötigt. Diese Referenzinformation kann durch idente Bildelemente (pixeis) in einem FIR- und einem EF-Orthophoto gewonnen werden. Das EF-Bild zur Herstellung des Orthophotos kann ein Archibild oder ein während des Bildfluges photographiertes Amateurbild sein. Mit Hilfe der aus Gleichung (1) bestimmten Transformationselemente (üblicherweise durch den hohen Grad der Redundanz mit Methoden der Ausgleichsrechnung) kann jedes weitere Bildelement (Farbvektor) eines digitalisierten FIR-Luftbildes (Orthophoto) in ein PEF-Bild umgerechnet werden:

$$c_{PEF} = a_0 + A \cdot c_{FIR} \quad (2)$$

Dieses Verfahren transformiert sämtliche Bildelemente mit denselben Parametern. Die Farbgebung wird jedoch zum größten Teil durch das objektspezifische Reflexionsverhalten beeinflusst, welches abhängig von der Objektart unterschiedliche Parameter erfordert. Daher liefert die objektspezifische (klassenweise) Bestimmung von Transformationselementen bessere Ergebnisse:

$$c_{EF,kl} = a_{0,kl} + A_{kl} \cdot c_{FIR,kl} \quad \text{bzw.} \quad (3)$$

$$c_{PEF,kl} = a_{0,kl} + A_{kl} \cdot c_{FIR,kl} \quad (4)$$

Die zur Berechnung der PEF-Bilder notwendige Objektinformation des einzelnen Bildelementes wird mit Hilfe einer computerunterstützten Klassifikation (Maximum-Likelihood, o.ä.) aus den FIR-Luftbildern abgeleitet.

Gleichungen (1) und (2) bevorzugen Objekte mit einer größeren Häufigkeit im Referenz-Orthobild. Ist dies nicht erwünscht, kann die Berechnung der Transformationsparameter auf die Verwendung der Schwerpunkte der jeweiligen Ob-

jektklassen in beiden Farbräumen beschränkt werden. Diese Methode liefert im großen und ganzen gute Resultate. Einzig die Farbe einzelner Klassen kann in der PEF-Darstellung stärker verfälscht werden, was jedoch durch Berechnung spezifischer Transformationsparameter und nachfolgender Bestimmung von PEF-Werten für alle Bildelemente dieser Klasse verbessert werden kann.

Theoretisch müssen bei der Berechnung von Transformationsparametern zwischen FIR- und PEF-Farbraum alle drei Farbauszüge (Kanäle, Bänder) berücksichtigt werden. Aufgrund der hohen Korrelation des grünen bzw. des blauen Bandes des FIR-Bildes mit dem roten bzw. dem grünen Band des EF-Bildes kann der grüne bzw. der blaue Farbwert des FIR-Bildelementes als roter bzw. grüner Farbwert des PEF-Bildelementes direkt übernommen werden. Die Berechnungen reduzieren sich damit auf den blauen Farbwert im PEF-Bild.

### 2.3 Ergebnisse

Die Qualität der Pseudoechtfarbbilder hängt vorrangig von folgenden Einflüssen ab:

- Qualität der Aufnahmen
- Inhalt der Aufnahmen
- Anzahl der unterschiedenen Klassen
- Auswahl der Trainingsgebiete für die Klassifikation
- Art der Transformation

Abbildungen 2.1 bis 2.4 zeigen visuell das Ergebnis einer Farbtransformation. Nach Berechnung der Transformationsparameter aufgrund von Referenzdaten wird mit Hilfe des FIR-Bildes (Abb.2.1) eine Klassifikation (Abb.2.2) und letztendlich die Transformation in den PEF-Raum (Abb.2.3) durchgeführt. Zum Vergleich ist auch eine Echtfarbaufnahme (allerdings zu einem anderen Aufnahmezeitpunkt) dargestellt (Abb.2.4).

## 3. Ermittlung von Individualdistanzen von Rindern

### 3.1 Aufgabenstellung

Im Bemühen um tiergerechte Haltungsformen gibt es derzeit einen starken Trend zur Laufstallhaltung bei Milchvieh. Die dabei übliche Enthornung der Rinder läßt sich folgendermaßen begründen:

- Herabsetzung der Verletzungsgefahr und
- generelle Verminderung der Individualdistanz zwischen den Kühen (Kopfabstand zwischen

den Tieren), d.h. daß jedes Tier durch die Enthornung weniger Platz beansprucht und damit die Fläche des Stalles wirtschaftlicher genutzt werden kann.

Im Rahmen einer Dissertation am Institut für Physiologie der Universität für Veterinärmedizin (Betreuer: Univ.Doz.Dr.H.Bubna-Littitz) sollte nunmehr die Auswirkung der Enthornung von Rindern auf die Individualdistanz quantitativ festgestellt werden. Das für diese Untersuchung notwendige Datenmaterial (Individualdistanzen von zwei vergleichbaren Milchviehherden – einer unbehorneten Herde in Vorau/Steiermark und einer behorneten in Freising/Bayern) – war mit photogrammetrischen Methoden in einer Zeitreihe zu bestimmen.

Zum Erhalt repräsentativer Ergebnisse wurde die Versuchsanordnung von Seiten der Universität für Veterinärmedizin folgendermaßen angegeben:

- Im Sommer für jede der beiden Milchviehherden zwei Tage lang Bestimmung der Individualdistanzen der auf der Weide befindlichen Kühe in einem Zeitintervall von 10 Minuten.
- Im Winter Erfassung der individualdistanzen mit gleichem Zeitintervall und gleichem Zeitraum von denselben Kühen im Stall.

### 3.2 Photogrammetrische Aufnahme

Die photogrammetrische Erfassung der Rinder im Stall (Abb.3.1) erfolgte von einem eigens dafür errichteten Gerüst. Der je 5000 m<sup>2</sup> große Weidebereich konnte in beiden Fällen (Freising und Vorau) von der Dachfläche eines benachbarten Maschinengebäudes photogrammetrisch erfaßt werden (Abb.3.2).

Für die Aufnahmen wurden zwei Kleinbildkameras (Nikon F-801s; kalibrierte Weitwinkelobjektive Nikkor F-AF) verwendet. Die Auslösung erfolgte mit Hilfe eines Zeitreglers und einer IR-Fernauslösung synchron für beide Aufnahmen. Die Aufnahmen auf der Weide erfolgten auf handelsüblichem Farbdiapositivfilm. Für die photographische Erfassung im Stall mußte hochempfindliches SW-Filmmaterial verwendet werden, da der Einsatz zusätzlicher Lichtquellen (wie Scheinwerfer oder Blitzgerät) die Gefahr von Verhaltensänderungen der Rinder birgt.

Für die Bestimmung der Äußeren Orientierung wurden Paßpunkte signalisiert und geodätisch-terrestrisch eingemessen. Zu Kontrollzwecken wurden auch die Aufnahmeorte koordinativ bestimmt.



Abb. 2.1: Farbinfrarot - Orthobild (Ausgangsbild)



Abb. 2.2: Klassifikations-Ergebnis (Orthodarstellung)



Abb. 2.3: Pseudo-Echtfarb-Orthobild (Ergebnisbild)



Abb. 2.4: Echtfarb-Orthobild (Vergleichsbild)

(Hergestellt aus Grundlagen des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landschaftsaufnahme) in Wien, Genehmigungszahl L 70 093/96)



Abb. 3.1: Photogrammetrische Meßaufnahme im Stall (Ausschnitt)



Abb. 3.2: Photogrammetrische Meßaufnahme auf der Weide (Ausschnitt)

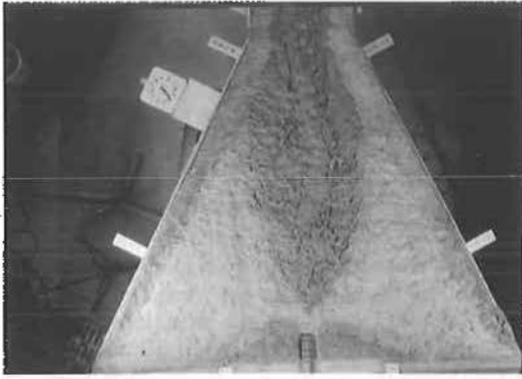


Abb. 4.1: Aufnahme der Modellmure

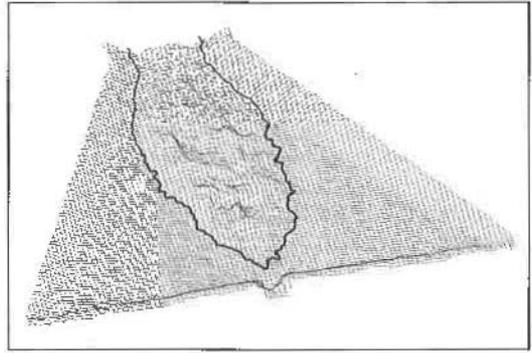


Abb. 4.2: Isometrische Darstellung der Murenoberfläche im Modellboden

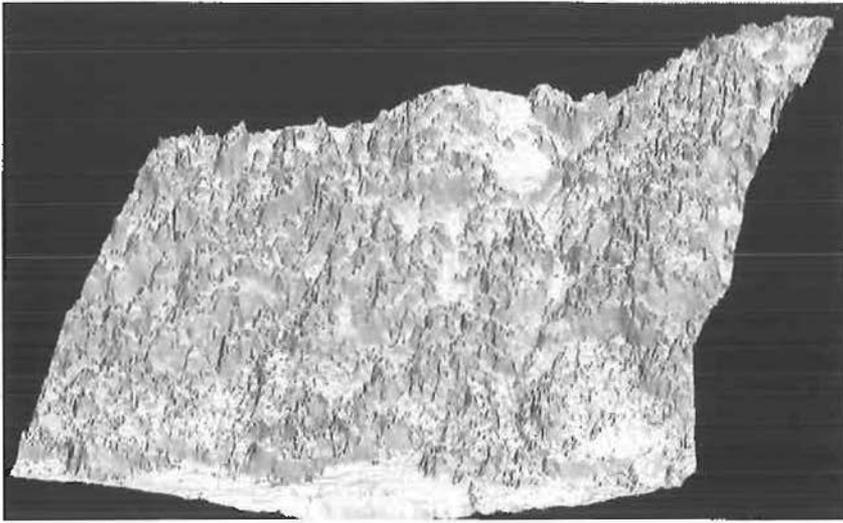
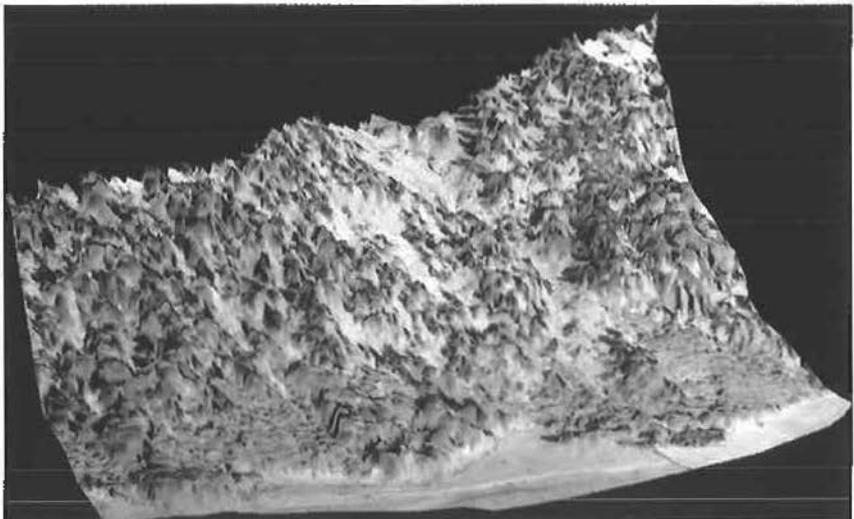


Abb. 5.1:  
Schattenmodell  
(Shaded Relief)  
projiziert über  
Waldoberflächen-  
modell (isometrische  
Darstellung)

Abb. 5.2:  
Farb-Infrarot-  
Orthophoto über  
das Waldober-  
flächenmodell  
projiziert (perspek-  
tive Darstellung)



### 3.3 Photogrammetrische Auswertung

Die mit Hilfe einer Datenrückwand dokumentierten Bilder (Datum und Zeitpunkt der Aufnahme) wurden modellweise am Analytischen Auswertegerät ZEISS Planicomp P3 ausgewertet. Die Elemente der Äußeren Orientierung mußten aufgrund der gleichbleibenden Aufnahmegeometrie für jede Meßserie nur einmal berechnet werden, wurden jedoch für jedes Modell anhand weniger Paßpunkte kontrolliert.

Für jede Kuh wurde die Koordinate jenes Punktes am Schädel gemessen, welcher genau in der Mitte der beiden Hornansätze liegt. Durch den Abstand dieser Punkte wird die Individualdistanz zwischen zwei Rindern definiert. Darüberhinaus wurde zur Festlegung der Ausrichtung der Kuh auch der Schwanzansatz photogrammetrisch eingemessen. Die Identifikation der jeweiligen Kuh erfolgte aufgrund der vorher auf den Körper mit eigenen Tierfarben aufgetragenen Nummer und mit Hilfe von Referenzfotos, welche die Kuh von beiden Seiten dokumentieren.

### 3.4 Ergebnisse

Als Ergebnis der photogrammetrischen Auswertung lagen für jeden Aufnahmezeitpunkt für jede am Stereomodell sichtbare Kuh Koordinaten des Kopfes und des Schwanzes vor. Aus diesen wurden für jeden Zeitpunkt die Individualdistanzen zwischen allen Kühen abgeleitet.

Während die photogrammetrische Auswertung der Weideaufnahmen nur im Fall von gegenseitigen Abdeckungen von Kühen eine vollständige Datenerfassung verhinderte, konnte im Fall der Stallaufnahmen aufgrund der sichtstörenden Stalleinrichtungen (Säulen, Umgrenzungen) eine wesentlich geringere Anzahl von Kühen koordinativ erfaßt werden.

Die Messung der Kopf- und Schwanzpunkte von ca. 20 Kühen betrug für ein Stereomodell bei den Weideaufnahmen ca. 30 Minuten. Die Erfassung von Individualdistanzen im Stall dauerte ca. um den Faktor 2 länger. Dies ist auf die Verwendung von SW-Negativ-Filmmaterial zurückzuführen, welches die Identifizierung einzelner Kühe erheblich erschwerte.

Die vom Institut für Physiologie mit (0,5m geforderte Genauigkeit für die Individualdistanzen konnte ohne Schwierigkeiten eingehalten werden.

Neben der vom Dissertanten nunmehr durchzuführenden Analyse der Individualdistanzen kann das Datenmaterial auch für weitere wissen-

schaftliche Auswertungen (z.B. Weg/Zeit-Verhalten von Kühen) herangezogen werden.

## 4. Oberflächenerfassung von Modellmuren

### 4.1 Aufgabenstellung

Zur Untersuchung des Verhaltens einer kornoffenen Sperre bei Murstößen wurde am Institut für Wildbach- und Lawinenschutz der Universität für Bodenkultur ein Modell, bestehend aus Gerinne, Geschiebeablagerungsbecken und Sperrerbauwerk, im Maßstab 1: 50 gebaut. Ca. 30 Murgänge, welche sich in ihrer Kornzusammensetzung und im Mischungsverhältnis von Wasser zu Feststoffen unterschieden, wurden in Modellversuchen simuliert [7]. Neben anderen begleitenden Aufzeichnungen und Messungen (z.B. zwei Videokameras zur Dokumentation der Dynamik, Druckmeßsonden zur Erfassung von Druckanstiegen) waren die Oberfläche und das Volumen der Modellmuren in den einzelnen Phasen des Murenabganges (bis zu drei Aufnahmen pro Murenabgang) quantitativ mit Hilfe der Photogrammetrie zu erfassen (Abb.4.1).

### 4.2 Photogrammetrische Aufnahme

Über dem ca. 1.4m<sup>2</sup> großen Ablagerungsbecken wurden zwei Kleinbildkameras der Marke Nikon F-801s (kalibrierte Weitwinkelobjektive Nikkor F-AF) in einem mittleren Aufnahmeabstand von 2m und einer Basislänge von 0.5m montiert. Beide Kameras waren mit Infrarot-Sensoren ausgestattet, um die Aufnahmen vom Boden aus simultan auszulösen. Das Geschiebebecken wurde zusätzlich mit Scheinwerfern beleuchtet, um zur Vermeidung von Bewegungsunschärfen möglichst kurze Belichtungszeiten zu erhalten. Störende Reflexionen – vor allem bei Muren mit hohem Wasseranteil – konnten durch die Verwendung von Polarisationsfiltern weitgehend vermieden werden.

Die Äußere Orientierung der beiden Kameras wurde mit Hilfe einer mit signalisierten Paßpunkten versehenen Platte, welche auf das Geschiebeablagerungsbecken aufgelegt wurde, einmal bestimmt. Die Invarianz der Kamerapositionen wurde auf jedem Stereomodell anhand der um das Becken angeordneten Paßpunkte kontrolliert.

### 4.3 Teilautomatische photogrammetrische Auswertung

Nach dem Scannen der Diapositive (Kleinbild 24 x 36mm<sup>2</sup>) am ZEISS-INTERGRAPH Photo-

scanner PS1 mit einer Bildelementgröße von  $15\mu\text{m} \times 15\mu\text{m}$  wurden diese am digitalen photogrammetrischen Auswertegerät (Soft Copy Station) INTERGRAPH ImageStation 6787 orientiert und zur weiteren Verarbeitung in eine Kernstrahlgeometrie umgerechnet (Elimination der y-Parallaxen).

Die Oberflächen der einzelnen Murenphasen wurde in zwei Schritten gemessen:

- Bruchkanten wurden vom Operateur manuell erfaßt. Je nach Ausprägung wurde nach Gratlinie, Drainage-Linie, sonstige Bruchkante bzw. Formlinie unterschieden.
- Die Bestimmung von Einzelpunkten erfolgte vollautomatisch nach dem Verfahren der Bildkorrelation mit dem Programm MATCH-T der Fa. INPHO, Stuttgart.

#### 4.4 Ergebnisse

Die automatische Bestimmung der mit einer Rasterweite von 1cm angeordneten, ca. 15.000 Rasterpunkte benötigte etwa 10 Minuten. Mit dem zusätzlichen manuellen Meßaufwand von ungefähr 20 Minuten konnte ein Stereomodell in ca. 30 Minuten vollständig erfaßt werden (Abb. 4.2).

Die Absolutgenauigkeiten der Auswertung betragen in der Lage  $\pm 2\text{mm}$  und in der Höhe  $\pm 5\text{mm}$ . Diese Genauigkeit erscheint im ersten Moment für einen Bildmaßstab von ca. 1: 60 sehr gering und für die gewünschte Fragestellung unzureichend, jedoch ist zu beachten, daß

- die Aufnahmen mit Amateurkameras getätigt worden sind,
- nur die Relativpositionen zwischen den einzelnen Phasen des Murganges von Interesse und diese ca. um den Faktor 2 besser sind und
- die Wiederholgenauigkeit der Modellmuren ein Vielfaches schlechter als die mit der Photogrammetrie erzielte Genauigkeit ist.

### 5. Hochgenaues Wald-Oberflächenmodell

#### 5.1 Aufgabenstellung

Die Planung für eine nachhaltige Bewirtschaftung von Schutzwäldern setzt eine flächendeckende Erfassung des Ist-Zustandes und der Entwicklung des Waldes voraus. Daraus ergibt sich

- die waldbauliche Beurteilung (Standorttauglichkeit und Bestandesstabilität) und
- die schutzfunktionale Beurteilung (Disposition für Lawinenabgänge, Steinschlag, Hangrutschungen u.ä.m.)

des betroffenen Waldgebietes. In der Folge können die jeweiligen Behandlungsmaßnahmen geplant und ihre Dringlichkeit festgelegt werden.

Als Ausgangsdaten für die Beurteilung und Planung werden Informationen über

- den Standort (Klima, natürliche Waldgesellschaft, Boden, Wasserhaushalt, Humus, Bodenvegetation, Exposition, Neigung usw.) und
- den Bestand (natürliche Altersstufe, Baumartenzusammensetzung, Überschirmungsgrad, horizontales und vertikales Bestandesgefüge, Kronendurchmesser, Vitalität usw.)

herangezogen. Da es sich bei allen Eingangsparemtern um Flächenmerkmale handelt, stellt der Bestand die kleinste planungsrelevante Einheit dar, die ihrerseits zu größeren Gebieten (z.B. Wildbacheinzugsgebieten) aggregiert werden kann.

Ein hochauflösendes Modell der Waldoberfläche kann vor allem bei der Beurteilung der Schutzfunktion wertvolle Erkenntnisse liefern [1]. So hängt z. B. die Bildung von Lawinen im Waldbereich neben der Geländeneigung und der Schneebeschaffenheit wesentlich von der Verfrachtung des Schnees durch den Wind und damit wiederum von der Oberflächenrauigkeit und dem Überschirmungsgrad des Waldes im Winter ab.

#### 5.2 Erstellung des hochauflösenden Oberflächenmodells

Als Ausgangsdaten für die Erstellung eines hochauflösenden Oberflächenmodells stand ein FIR-Luftbildmodell mit einem mittleren Maßstab von 1: 9000 zur Verfügung. Die Bilder wurden mit einer Pixelgröße von  $15\mu\text{m} \times 15\mu\text{m}$  digitalisiert und anschließend an der digitalen Auswertestation (INTERGRAPH 6787) des Instituts orientiert. Die Berechnung der Einzelpunkte des Oberflächenmodells erfolgte vollautomatisch mit dem Programm MATCH-T (siehe Kap.4.3). Da dieses Programm für die Bildkorrelation nur einen Kanal zuläßt, wurde aufgrund der bestmöglichen Differenzierbarkeit (bei Vegetationsoberoberflächen) der rote Bildkanal (entspricht der Infrarotreflexion) zur Berechnung des Oberflächenmodells herangezogen.

Um zu gewährleisten, daß auch größere, einzeln stehende Bäume durch das Modell erfaßt werden, wurde die Rasterweite des vollautomatisch generierten Waldoberflächenmodells mit 1.5 m festgelegt.

#### 5.3 Analyse der Waldoberfläche

Eine Analyse des Waldoberflächenmodells erfolgt entweder durch eine

- quantitative Auswertung mit den Methoden und Werkzeugen der digitalen Bildverarbeitung bzw. von Raster-GIS oder durch

- die Visualisierung des Oberflächenmodells und eine qualitative Auswertung (Interpretation).

Bei der quantitativen Auswertung wurde die horizontale und vertikale Bestandesstruktur durch lokale Höhendifferenzen (erste Ableitung des Bildes), Krümmungen (zweite Ableitung des Bildes), Neigungen sowie durch die Exposition beschrieben. Der Grundgedanke dabei ist, daß sich Bestände im Hinblick auf ihre Schutzwirksamkeit (Schutzfunktion des Waldes) durch diese aus dem Oberflächenmodell abgeleiteten Größen sowie deren statistische Kenngrößen (Mittelwert und Streuung innerhalb eines Bestandes) charakterisieren lassen.

Für Interpretationsaufgaben kann die Visualisierung der oben angeführten Kenngrößen neue Informationen liefern. So kann z.B. die Trennung von Beständen und Steilstufen im Gelände durch die Exposition sichtbar gemacht werden, da die Exposition im Bestand ständig wechselt und bei einer Steilstufe (wie z.B. einer Felswand) über größere Bereiche konstant ist.

#### 5.4 Ergebnisse

Zur Darstellung des Modells wurde der Erhebungsraster als „Shaded - Relief“ mit einer Sonnenhöhe von 65° und einem Azimut von 115° dargestellt (Abb.5.1). Bei dieser Darstellung lassen sich die verschiedenen Bestandestypen und ihre „Lückigkeit“ sehr deutlich erkennen. Eine Aussage, wie die Bestandesoberfläche in der vegetationslosen Zeit und die Bodenbedeckung in den Lücken aussieht (für Lawinen und Stein Schlag von Bedeutung), kann durch die Überlagerung des Oberflächenmodells mit dem digitalen Orthofoto erhalten werden (Abb.5.2). Bei dieser Art der Darstellung können Regionen zusätzlich nach ihrer Baumartenzusammensetzung (sommergrüne und wintergrüne Arten) sowie Bestandeslücken nach ihrer Bodenbedeckung (mit oder ohne Vegetation) ausgediegt werden.

Der Vorteil des visualisierten Oberflächenmodells gegenüber dem Stereo-Luftbildmodell liegt vor allem in der einfachen Darstellungsmöglichkeit, welche keine zusätzlichen Betrachtungseinrichtungen (z.B. Spiegelstereoskope) benötigt, und daher direkt in Projektunterlagen zur Pla-

nung und Dokumentation Eingang finden kann. Einer herkömmlichen kartografischen Darstellung in Vektor- oder Rasterform ist das Modell wegen seiner realistischen Darstellung des Waldes vor allem für weniger geübte „Planleser“ überlegen. Als Nachteil dieser Visualisierungen muß die „pseudoräumliche“ (und damit nicht echte räumliche) Betrachtung und die Verwendung von Nicht-Originalen der Luftbilder angeführt werden.

#### 5.5 Ausblick

Der Einsatz von hochauflösenden Oberflächenmodellen in der forstlichen Forschung und Planung steht erst am Beginn. Neben der Beurteilung der Schutzfunktion ist der Einsatz für waldökologische Aufgabenstellungen wie z.B. mikroklimatische und verjüngungsökologische Untersuchungen oder für Risikoabschätzungen bei Gefährdung durch Wind denkbar.

#### Literatur:

- [1] Ammer U., Mößner R. (1982): Der Beitrag des Luftbildes zur Einschätzung des Gefährdungs- und Schutzgrades bzw. notwendiger Sanierungsmaßnahmen im Wald der Gemeinde Neustift. Allgemeine Forstzeitung, Mai 1982, pp 114-117. Wien 1982.
- [2] Bartl R., Eichinger E.-M., Schneider W. (1996): Landnutzungserhebung aus Luftbildern als Grundlage für wasserbauliche Planungen. Österreichische Zeitschrift für Vermessung & Geoinformation, 84. Jahrgang, Heft 1/96, pp 54-56. Wien.
- [3] Kusché W. und Siegl M. (1996): Forstliche Planungsgrundlagen aus Luftbildzeitreihen. Österreichische Zeitschrift für Vermessung & Geoinformation, 84. Jahrgang, Heft 1/96, pp 30-36. Wien.
- [4] Mansberger R. und Rieger W. (1996): Pseudo-True-Color-Visualization of Color-Infrared-Images. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Vienna, 1996, in Druck.
- [5] Reeves R.G., Anson A., Landen D. (1975): Manual of Remote Sensing. American Society of Photogrammetry, Falls Church, Virginia.
- [6] Schneider W., Steinwendner J., Bartl R. (1996): Parzellenscharfe Landnutzungskartierung aus Satellitenbildern. Österreichische Zeitschrift für Vermessung & Geoinformation, 84. Jahrgang, Heft 1/96, pp 30-36. Wien.
- [7] Widmann G. (1994): Verhalten einer kronenoffenen Sperr bei einem Murgang. Diplomarbeit am Institut für Wildbach- und Lawinenschutz. Universität für Bodenkultur Wien.

#### Anschrift der Autoren:

Dr. Reinfried Mansberger, Dipl.-Ing. Wolfgang Kusché, Dr. Wolfgang Rieger, Institut für Vermessung, Fernerkundung und Landinformation, Universität für Bodenkultur, Peter Jordan-Straße 82, A-1190 Wien.



# Die digitalen 90er Jahre Photogrammetrie und Fernerkundung im BEV

Michael Franzen, Wien

## Zusammenfassung

Die Photogrammetrie im BEV in der ersten Hälfte der 90-er Jahre war durch tiefgreifende Veränderungen geprägt. Am Beginn stand der komplette Umstieg von der analogen zur analytischen Photogrammetrie in allen Bereichen der Datenerfassung aus Luftbildern. Darauf folgte der Einstieg in die digitale Photogrammetrie hier vor allem mit dem digitalen Orthophoto. Der Einsatz von GPS für Flugmanagement und Aerotriangulation hat soeben begonnen und der Einzug der Fernerkundung für die topographische Landesaufnahme steht unmittelbar bevor.

## Abstract

Photogrammetry in the BEV has changed deeply in the first half of the nineties. The first step was carried out at the beginning of the nineties by establishing analytical systems for all photogrammetric applications. In 1993 the first digital photogrammetric system was introduced mainly to produce digital orthophotos. Last but not least GPS equipment for flight management and aerial triangulation has been established and remote sensing systems are ready for topographic mapping applications.

## 1. Ausgangssituation am Ende der 80-er Jahre

Entsprechend der langen Tradition seiner Photogrammetrie verfügte das BEV am Ende der 80-er Jahre über 12 analoge Auswertegeräte der Typen Wild A7, A8, B8 und AMH. Teilweise waren diese Geräte mit RAP-Systemen zur rechnergestützten Kartierung ausgestattet, einige verfügten über Koordinatenregistriergeräte zur Aufzeichnung von Auswertungsdaten, aber es wurde auch noch in herkömmlicher Weise analog kartiert. Die modernsten Geräte waren ein Wild BC2, welcher 1985 angeschafft und überwiegend zur Aerotriangulation eingesetzt wurde und ein Avioflan OR1 zur Herstellung von Orthophotos.

Die Einsatzbereiche der Photogrammetrie waren einerseits der Kataster, wo photogrammetrische Auswertungen in analoger Form als Grundlage für die Umbildung der Katastralmappe verwendet wurden. Im topographischen Bereich andererseits begann zu diesem Zeitpunkt die Verfeinerung und Verdichtung des Digitalen Geländehöhen Modells (DGM), die vierte Landesaufnahme war bereits abgeschlossen und Photogrammetrie wurde zur Auswertungen für die Fortführung des Grundkartenwerkes (ÖK 50) in speziellen Fällen herangezogen.

Der einzig flächendeckend für ganz Österreich vorhandene Datenbestand war das DGM, welches zunächst für die Herstellung von Orthophotos konzipiert war, und demnach einer Ergän-

zung vor allem durch fehlende Strukturinformationen unterzogen werden mußte. Die Digitale Katastralmappe (DKM) wurde gerade erst in wenigen Gemeinden angelegt. Die Fortführung der ÖK 50 basierte in hohem Maße auf Orthophotos, welche als Einzelbilder im Maßstab 1:25.000 hergestellt wurden.

Ausgehend von diesen Voraussetzungen wurde im Jahr 1989 ein gemeinsames Projekt der Gruppen Kataster und Landesaufnahme formuliert. Auf der Basis von Bildflügen mit Infrarot-Farbpositivfilm in einem mittleren Bildmaßstab von 1:15.000 sollte die Anlegung der DKM gemeinsam mit der Verdichtung des DGM ermöglichen werden. Eine Grundvoraussetzung für dieses Projekt war eine einheitliche und moderne Geräteausstattung der photogrammetrischen Datenerfassung. Im Zuge von zwei Ausschreibungen wurden 18 analytische Auswertegeräte vom Typ Leica BC3 angeschafft. Zur Unterstützung der Auswertung hinsichtlich Vollständigkeit und Richtigkeit wurden diese Geräte mit monokularen Einspiegelungssystemen ausgestattet. Für die Auslieferung der Daten und deren Aufbereitung für eine Datenbank wurden Edierstationen vorgesehen.

## 2. Bildflüge für das Projekt DKM - DGM

Für das neue Projekt, in enger Zusammenarbeit der Gruppen Kataster und Landesaufnahme, mußten beinahe widersprüchliche Forderungen zur Festlegung der Bildflugparameter unter einen

Hut gebracht werden. Für die Aufgabenstellung des Katasters war die Forderung nach einem möglichst großen und einheitlichen Bildmaßstab zur Auswertung von Paßelementen für die Digitalisierung und Umbildung der Katastralmappe sowie nach Befliegung mit Infrarot-Farbpositivfilm zur Interpretation von Benützungarten / Nutzungen vor allem im landwirtschaftlich genutzten Gebiet gegeben. Für die Flugplanung bedeutet dies abgesehen vom Bildmaßstab den Einsatz eines Objektivs mit langer Brennweite. Für die Verdichtung des Höhenmodells hingegen sollte im Hinblick auf bestmögliche Höhengenaugkeit eine möglichst kurze Brennweite verwendet werden.

Unter Beachtung eines für die Nutzungsinterpretation relativ kurzen jährlichen Befliegungszeitraums mußte ein Bildmaßstab von ca. 1:15.000 gewählt werden. Um den gegensätzlichen Anforderungen vor allem im Bergland gerecht zu werden, mußte als Kompromiß für eine Brennweite von 21 cm entschieden werden. Um gleichzeitig die Vorbereitung der Aerotriangulation und die Luftbildinterpretation zu ermöglichen erfolgten die Bildflüge mit 80% Längsüberdeckung, wodurch zwei Sätze von Luftbildern für die Bearbeitung zur Verfügung standen. Die Größe der einzelnen Flugblöcke wurde mit ca. 20 x 30 km<sup>2</sup> festgelegt. Paßpunkte für die Aerotriangulation wurden durch Signalisierung von Punkten des Festpunktfelds bereitgestellt. Abbildung 1 zeigt den Stand der Befliegung nach der Bildflugsaison 1995.

Für dieses Projekt konnten bisher 80 Blöcke befliegen werden, wobei insgesamt ca. 30.000 Bilder belichtet wurden. Nach Durchführung des Bildflugs werden die Aufnahmen in einem Zeitraum von maximal 2 Wochen entwickelt, geortet, dokumentiert, kopiert, vergrößert und an die jeweils zuständigen Vermessungsämter ausgeliefert.

Neben den technischen Unterlagen und einem Satz Originaldias enthält jede Lieferung auch noch Vergrößerungen von jedem 4. Bild, auf welchem später Interpretationsergebnisse als Vorschreibnung für die photogrammetrische Auswertung dokumentiert werden.

Parallel zu diesem Vorgang beginnt in der Zentrale die Vorbereitung der Aerotriangulation mit der Identifizierung der Signale, sowie der Auswahl und Markierung von Modell- und Streifenverknüpfungspunkten. Ein Block von durchschnittlich 200 Modellen enthält ca. 120 signalisierte Paßpunkte. Im Zuge der Aerotriangulation wurden bisher ca. 14.000 weitere Verknüpfungspunkte für die spätere absolute Orientierung bestimmt. Bis zum Mai 1996 konnten im Zuge dieses Projekts 72 Blöcke bearbeitet werden.

Nach Abschluß der Aerotriangulation können die Bilder je nach Bedarf für Katasterauswertung oder Erfassung des DGM herangezogen werden.

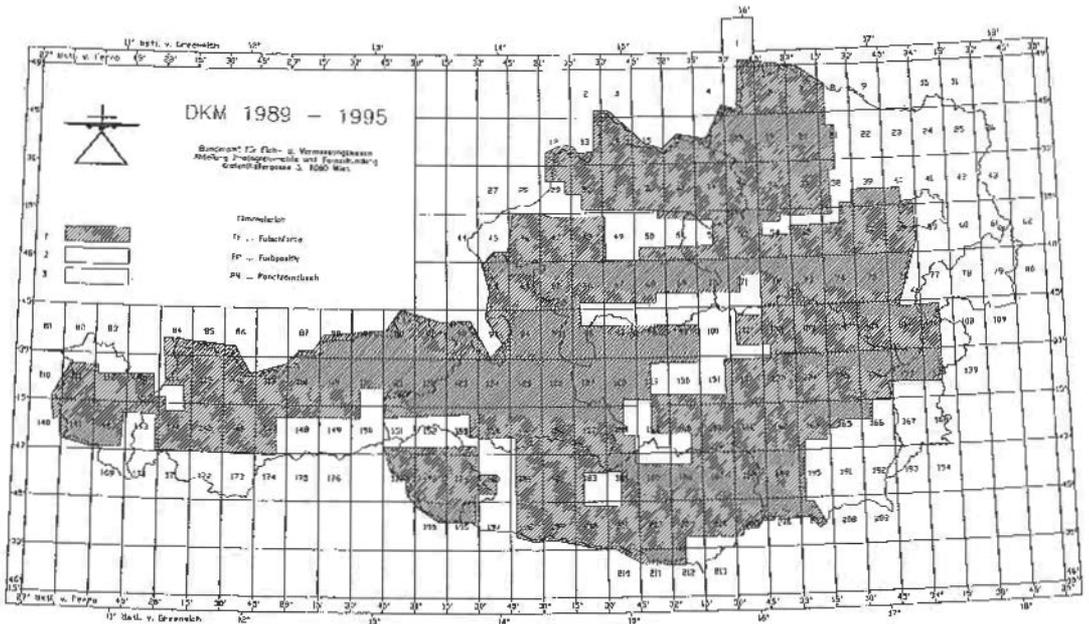


Abb. 1: Stand der Befliegung DKM - DGM

### 3. Photogrammetrie für die Anlegung der DKM

Die Anlegung der DKM teilweise verbunden mit der Umbildung der Katastralmappe ist Aufgabe der Vermessungsämter. Ihnen obliegt die Auswahl von Paßelementen, das sind Objekte, Linien und Punkte, bei denen die größtmögliche Wahrscheinlichkeit die Darstellung in der vorhandenen Katastralmappe und der Naturstand übereinstimmen. Zusätzlich erstellen Bedienstete der Vermessungsämter unmittelbar nach Erhalt der Unterlagen einen Interpretationsschlüssel, vorwiegend zur Unterscheidung von Landnutzungen im landwirtschaftlich genutzten Gebiet. Die eigentliche Luftbildinterpretation erfolgt „am grünen Tisch“. Die Paßelemente werden gemeinsam mit den Ergebnissen der Luftbildinterpretation farbcodiert in Luftbildvergrößerungen eingetragen.

Diese aufbereiteten Bilder werden als Vorschreibung für die Katasterauswertung rückgesendet. Nach Abschluß der Datenerfassung erfolgt die Aufbereitung im Mappenblattschnitt auf einer Editierstation. Die Ergebnisse werden im DXF-Format an die jeweils zuständigen Vermessungsämter übermittelt und dort für die Anlegung der DKM weiterverarbeitet.

### 4. Photogrammetrie für das DGM

Bereits im Jahr 1988 war die Ersterfassung der Daten für das DGM abgeschlossen. Zu diesem

Zeitpunkt war ein Großteil jedoch nur in Form von parallelen Profilen zur Herstellung von Orthophotos vorhanden. Ein geringer Anteil war bereits durch Geländestrukturen ergänzt, wodurch das DGM auch für spezifischere Aufgabenstellungen herangezogen werden konnte. Bis zum Beginn des Projekts DKM - DGM war die ausschließliche Datenquelle Bildflüge für die Herstellung bzw. Fortführung der topographischen Karte 1:50.000, das sind S/W Bilder mit einem mittleren Bildmaßstab von 1:30.000. Die Datenerfassung erfolgte ausschließlich an analogen Auswertegeräten mit angeschlossenen Koordinatenregistriergeräten. Es war somit keine unmittelbare Kontrolle der Datenerfassung möglich.

Erst mit der einheitlichen Ausstattung mit analytischen Auswertegeräten war die Voraussetzung für die Revision der erfaßten und überarbeiteten Daten direkt am Auswertegerät gegeben. Seit 1990 werden die Daten sofort nach Abschluß der Auswertung kontrolliert, indem mit Hilfe des Programmpakets SCOP (Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU-Wien und INPHO GmbH., Stuttgart) Höhengichtlinien interpoliert und über das Einspiegelungssystem der Auswertung überlagert werden. Durch die Kombination Stereomodelle, erfaßte Daten und interpolierte Höhengichtlinien wird dem Operateur die Möglichkeit gegeben, seine Daten durchgehend zu verifizieren und damit vollkommen bereinigte Daten für die Weiterverarbeitung bereitzu-

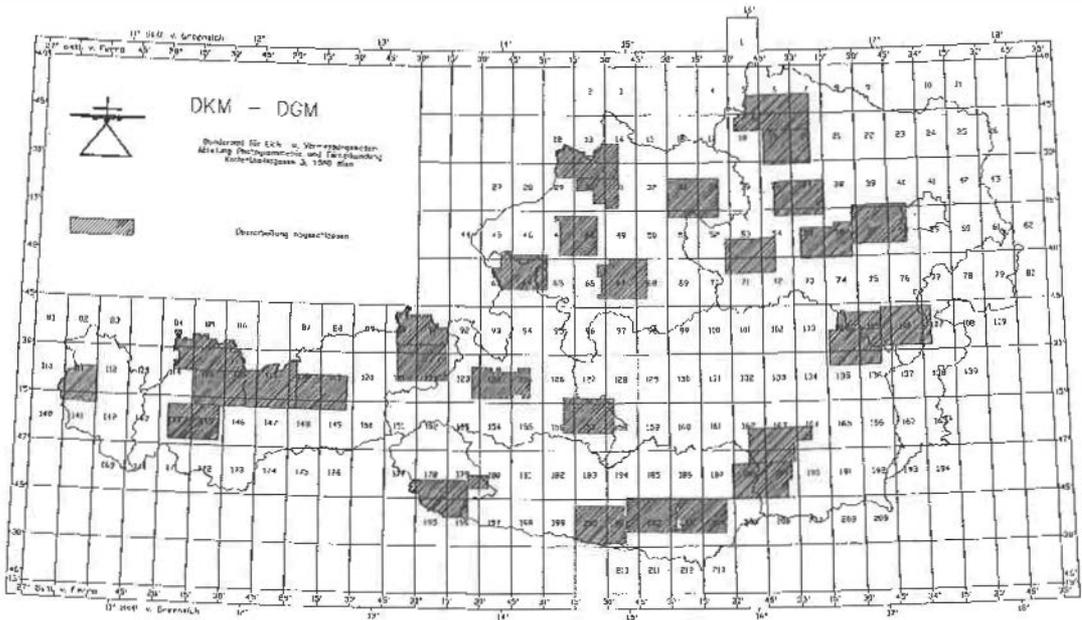


Abb. 2: Stand der Überarbeitung des DGM

stellen. Die Speicherung der Daten erfolgt einerseits auf einem zentralen Host im Bundesrechenamt, andererseits aber auch über SCOP.TDM auf einer lokalen Arbeitsstation. Auf diese Weise ist es möglich, zentral die Höhendaten mit anderen Daten des BEV zu verschneiden, beispielsweise mit Daten der DKM für den Berghöfekataster. Für die lokale Weiterverarbeitung, z.B. Berechnung von Höhenschichtlinien oder digitaler Orthophotos, stehen die Daten unmittelbar vor Ort zur Verfügung. In Abbildung 2 ist der Erfassungsstand der Überarbeitung des DGM mit Stand Mai 1996 zu ersehen.

### 5. Photogrammetrie für das Topographische Modell

Um den allgemeinen Bedarf nach digitalen topographischen Daten zu befriedigen, fiel 1992 die Entscheidung, unter dem Namen „Topographisches Modell - TM“ ein digitales Landschaftsmodell einzurichten, welches die Erdoberfläche ungeneralisiert in Form von Vektordaten digital repräsentiert. Für den Aufbau wurden zunächst folgende Objektbereiche definiert:

- Verkehr
- Siedlung
- Raumgliederung
- Gewässer
- Bodenbedeckung
- Gelände
- Geographische Namen

Die einzelnen Objektbereiche sind zur genaueren Differenzierung in Objektgruppen gegliedert

und diese wiederum in Objektarten unterteilt. So enthält beispielsweise der Objektbereich 1000 - Verkehr die Objektgruppe 1300 - Bahnen und diese die Objektarten 1301 - Schienenbahnen und 1302 - Seilbahnen.

Die Datenerfassung erfolgt ebenenweise vollständig, wobei je nach Verfügbarkeit der aktuellsten Unterlagen zwischen Digitalisierung von Orthophotos und photogrammetrischer Auswertung entschieden wird. Photogrammetrische Auswertung wird grundsätzlich für die Datenerfassung von Hauptverkehrswegen im dicht bebauten Gebiet oder größeren Bahnhofsanlagen eingesetzt. Im Zuge der Überarbeitung des DGM wurden auch für das TM Bildflüge des Projekts DKM - DGM herangezogen. In Ausnahmefällen wurde auch auf Bildflüge der Kartenfortführung (1:30.000) zurückgegriffen.

Die Erfassung des Objektbereichs Verkehr konnte bereits 1995 abgeschlossen werden. Alle in der Österreichischen Karte 1:50.000 (ÖK 50) doppellinig dargestellten Straßen, sowie Schienenverkehrswege wurden in das TM aufgenommen. Als nächste Ebene wurde der Bereich Gewässer erfaßt. Zur Zeit steht die Geokodierung des topographischen Namensguts unmittelbar vor dem Abschluß. Der Objektbereich Gelände wird grundsätzlich durch das DGM repräsentiert.

Außerdem wurde auf der Basis der Gliederung des Topographischen Modells die erste topographische Karte (Gebietskarte Rax / Schneeberg) vollständig in Vektorformat erstellt.

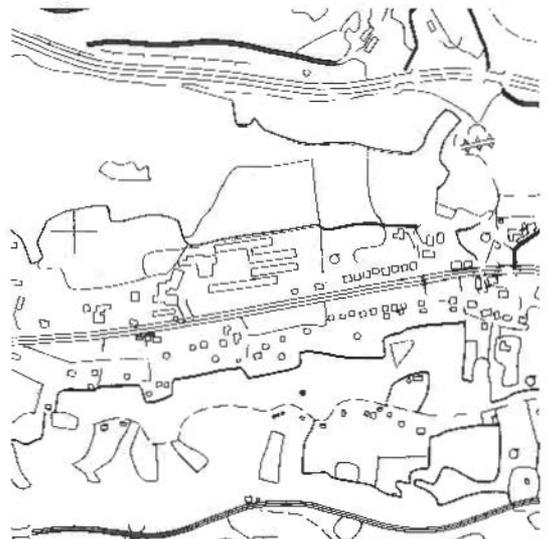
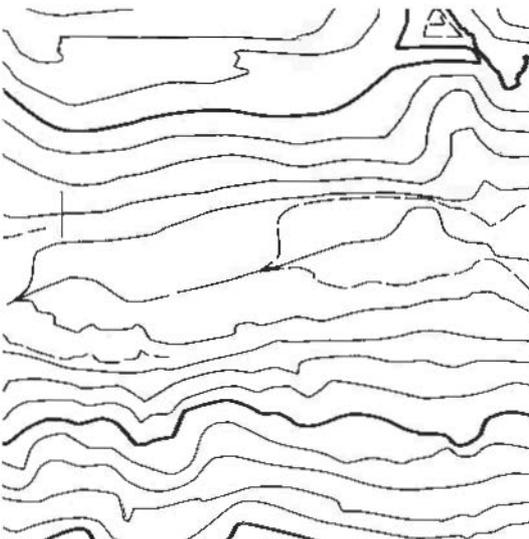


Abb. 3: Ausschnitt der Topographischen Karte Rax / Schneeberg

# Ohne Schnippeln. Ohne Stapeln. 600 Bilder automatisch digitalisieren. Mit SCAI von Carl Zeiss.



Wie aufwendig digitalisieren und archivieren Sie hunderte von Bildern? Sind Sie anschließend jedesmal von der Rolle?

Mit dem Zeiss Präzisions-Scanner SCAI bleibt die Filmrolle: Kein Zerschneiden. Einfach einlegen. Automatisch digitalisieren. In kurzer Zeit haben Sie in Ihrem Silicon Graphics-Rechner das "digitale Original". Ins Archiv kommt nur die Filmrolle.

SCAI ist produktiv: Die drei Farbkanäle werden in optimaler Qualität in einem einzigen

Durchlauf erfaßt. Automatischer Stapelbetrieb ist mit Selektion von Bildern möglich. Das alles bei hoher Scangeschwindigkeit.

Von selbst versteht sich, daß SCAI in das digitale photogrammetrische System PHODIS® integriert ist.

Wir würden gern mit Ihnen über SCAI und PHODIS® sprechen. Interessiert? Dann wenden Sie sich bitte an:

Carl Zeiss



Carl Zeiss GmbH  
Mödecenterstr. 16  
A-1030 Wien  
Tel. (1) 0222/795 18-0  
Fax (1) 0222/795 18-400

...damit es beim Messen  
vorwärts geht.

## 6. Das Digitale Orthophoto

Seit dem Jahr 1976 hat das Orthophoto seinen festen Platz in verschiedenen Produktionswegen des BEV. Sei es nun als Zwischenprodukt, wie bei der Ortsgeneralisierung oder der Fortführung der ÖK 50, oder als fester Bestandteil von Endprodukten, wie etwa der Österreichischen Luftbildkarte (ÖLK 10), der Österreichischen Basiskarte (ÖBK 5) und den Karten der Staatsgrenzrunden. Seit Herbst 1993 steht im BEV auch die Herstellung digitaler Orthophotos zur Verfügung.

Bereits im ursprünglichen Konzept des Einsatzes von Orthophotos im BEV stand die Neuaufnahme und Fortführung der ÖK 50 mit im Vordergrund. Das bisherige Problem des unterschiedlichen Blattschnitts – geographischer Blattschnitt bei der ÖK 50, Triangulierungsblattschnitt bei Orthophotos (siehe Abbildung 4) – kann beim Einsatz digitaler Orthophotos elegant gelöst werden.

Im Allgemeinen bearbeitet ein Topograph bei der Feldarbeit für die Kartenfortführung ein Aufnahmeblatt, dies ist 1/8 der Fläche einer ÖK 50. Zur Deckung dieses Gebiets sind bis zu 9 Orthophotos im Blattschnitt der Luftbildkarte erforderlich. In den Randgebieten mußten diese Orthophotos doppelt kopiert oder zwischen den Topographen getauscht werden, in den Ecken der Aufnahmeblätter trat dieses Problem vierfach auf.

Mit Hilfe digitaler Orthophotos ergab sich dafür folgender Lösungsweg: Zunächst werden alle für ein ÖK - Blatt erforderlichen Orthophotos berechnet. Alle in ein Aufnahmeblatt hineinragenden Orthophotos werden zu einem Bildmosaik zusammengefaßt, wobei gleichzeitig ein Kontrastausgleich vorgenommen werden kann. Im nächsten Schritt wird dieses Mosaik mit der Maske eines rundherum vergrößerten Aufnahmeblatts ausgeschnitten. Zuletzt erfolgt die Einblendung eines Koordinatengitters (Bundesmeldenetz) und die

5124-100	5124-101	5224-100	5224-101	5324-100	5324-101	5424-100
<b>ÖK-Blatt 159</b>						
5124-102	5124-103	5224-102	5224-103	5324-102	5324-103	5424-102
		<b>1-N</b>			<b>2-N</b>	
5123-100	5123-101	5223-100	5223-101	5323-100	5323-101	5423-100
		<b>1-S</b>			<b>2-S</b>	
5123-102	5123-103	5223-102	5223-103	5323-102	5323-103	5423-102
5122-100	5122-101	5222-100	5222-101	5322-100	5322-101	5422-100
		<b>3-N</b>			<b>4-N</b>	
5122-102	5122-103	5222-102	5222-103	5322-102	5322-103	5422-102
		<b>3-S</b>			<b>4-S</b>	
5121-100	5121-101	5221-100	5221-101	5321-100	5321-101	5421-100

Abb. 4: ÖK-Aufnahmeblatt und Triangulierungsblattschnitt

Beschriftung (Blattbezeichnung, Archivnummer des Bildflugs, etc.). Ein verkleinertes Bild einer solchen Montage zeigt Abbildung 5.

Somit steht für jedes Aufnahmeblatt ein Orthophoto zur Verfügung, das auch die Anstoßbereiche zu den Nachbarblättern enthält und über Koordinatenlinien eingepaßt werden kann. Neben der einfacheren Handhabung für den Topographen ist auch eine nicht unbedeutende Einsparung an Photomaterial mit dem Einsatz des neuen Verfahrens verbunden.

Die geschilderte Vorgangsweise kann natürlich auch bei der Herstellung „normaler“ Blattschnitt – Orthophotos eingesetzt werden. Ein merkbarer Nutzen ergibt sich dort, wo die Probleme des Orthophotos liegen, bei den projektionsbedingten Bildstörungen. Auch bei digitalen Orthophotos können sichttote Räume nicht abgebildet werden, aber es können sehr wohl Orthophototeile aus anderen Bildern hergestellt werden, die diese Räume abbilden können. Aus diesen Einzelteilen kann wiederum ein Bildmosaik hergestellt werden, das ein vollständiges Blattschnitt – Orthophoto ergibt. Aufwand und Qualität des Endprodukts stehen in keinem Verhältnis zur möglichen aber mühsamen analogen Montage.



Abb. 5: Orthophotomosaik für das Aufnahmeblatt ÖK 159 2-S (Original 1:25.000)

## 7. GPS-Einsatz in der Photogrammetrie

Im Winter 1995/96 wurde das Bildflugzeug Super King Air 200 des BEV mit einem GPS-Empfänger Garmin 160 für die Navigation und dem Bildflugmanagementsystem ASCOT (Aerial Survey Control Tool) ausgerüstet. Gleichzeitig wurde die Luftbildkamera RC20 auf RC30 aufgerüstet. Damit ist die Aufzeichnung der Belichtungszeitpunkte auf 0.1 msec genau möglich. Um ASCOT auch für die zweite und ältere Kamera – eine RC10 – nutzen zu können wurde ein Objektiv derart adaptiert, daß auch hier der Belichtungszeitpunkt aufgezeichnet werden kann. Sowohl die RC30 als auch die RC10 können an vorgegebenen Positionen automatisch mit Navigationsgenauigkeit ausgelöst werden. Bei der RC30 kann auf jedes Luftbild am oberen und unteren Filmrand ein frei definierbarer Datenrahmen aufbelichtet werden. Dieser kann z.B. den Projektstiel, die Koordinaten der Navigationslösung, das Aufnahmedatum und diverse photographische Daten enthalten. Mit den Koordinaten der Aufnahmeorte der Luftbilder stehen drei Parameter der äußeren Orientierung zur Verfügung, die als zusätzliche Beobachtungen in

den Bündelblockausgleich eingeführt werden können.

Im April 1996 wurde das Testgebiet Tullnerfeld befliegen und das komplette System erstmals in der Praxis eingesetzt. Dabei wurden sowohl die Aufzeichnung im Reihenflug als auch die automatische Auslösung an vorgegebenen Koordinaten im Punktflug getestet. Für den Testflug standen insgesamt fünf Bodenstationen verschiedener Hersteller in verschiedenen Entfernungen zum Einsatzgebiet zur Verfügung. Davon waren zwei im Großraum Wien, eine in Graz und zwei in Heerbrugg (Schweiz) aufgestellt. Die GPS-Rohdatenaufzeichnung erfolgte im Sekundentakt. Zur Auswertung des Tests ist es vorgesehen, den Block mit allen fünf Bodenstationen unabhängig zu berechnen. Der Vergleich der Ergebnisse soll die Auswirkung der Entfernung der Bodenstation vom Einsatzgebiet auf die Genauigkeit zeigen. Ausgehend von einer vollständigen Signalisierung nach herkömmlichen Voraussetzungen soll schließlich in einem Iterationsverfahren die minimal erforderliche Paßpunktanzahl bestimmt werden.

Als Hauptanwendungsgebiet für die GPS-unterstützte Aerotriangulation sind 1996 die Flug-



Abb. 6: SPOT-PAN Blick auf den Zirbitzkegel

blöcke für das Projekt DKM/DHM und für die Fortführung der Österreichischen Karte 1:50.000 vorgesehen.

### 8. Einsatz der Fernerkundung für Aufgaben des BEV

Im Gegensatz zur Photogrammetrie hat die Fernerkundung im BEV bisher noch keine Tradition. Abgesehen von einigen exemplarischen Versuchen mit russischen KFA-1000 / KWR-3000 Bildern oder SPOT-Daten (siehe Abbildung 6) gab es bisher keine routinemäßigen Anwendungen der Fernerkundung. Doch dies soll sich bereits in naher Zukunft ändern.

Zur Vorbereitung auf kommende Generationen hochauflösender Satelliten wurde im Rahmen der Arbeitsgruppe Fernerkundung, welcher neben Hochschulinstituten und praktischen Nutzern der Fernerkundung auch das BEV angehört, die Projektinitiative MISSION ins Leben gerufen. MISSION steht als Abkürzung für „Multi-Image Synergistic Satellite Information for the Observation of Nature“. Diese Initiative ist in acht Forschungsprojekte gegliedert, welche jeweils For-

schungseinrichtungen und Anwenderpartner zur Entwicklung von Methoden und Verfahren für die Produktion zusammenbringen. In diese Projekte ist das BEV gemeinsam mit Instituten der TU-Wien, der TU-Graz und des Forschungszentrums Seibersdorf eingebunden. Ziel ist es u.a. mit Daten der kommenden MOMS-Priroda Mission Verfahren zur Erfassung und Aktualisierung einzelner Ebenen des Topographischen Modells (z.B. Bodenbedeckung) zu definieren. Ebenso sollen auch Methoden entwickelt werden, welche im Rahmen der Kartenfortführung die Feststellung von Veränderungen in der Natur aufgrund von Aufnahmen verschiedener Zeitpunkte ermöglichen sollen. Dieser geplante Einstieg in

diese Technologie im kleineren Maßstab ist schließlich auch als Vorarbeit zum Einsatz derartiger Verfahren für großmaßstäbliche Anwendungen zu sehen.

### 9. Ausblick

In der Photogrammetrie ist das BEV ebenso wie in vielen anderen Bereichen bereits auf dem Weg ins digitale Zeitalter. Neue Aspekte für höhere Wirtschaftlichkeit in der Zukunft ergeben sich neben dem Einsatz von GPS vor allem durch die automationsunterstützte Aerotriangulation.

Auch die Fernerkundung wird im BEV in nächster Zukunft eine bedeutende Rolle einnehmen, wobei verstärktes Augenmerk auf die immer höher werdende Auflösung der Sensoren zu richten sein wird.

#### *Anschrift des Autors:*

Dipl.-Ing. Michael Franzen, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Krottenhallerg. 3, A-1080 Wien.  
e-mail: mfranzen@bev.gv.at



# Aerotriangulation mit digitalen Bildern: Der Testblock Forssa der OEEPE

Franz Rottensteiner, Reinhard Prinz, Wien

## Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit dem Beitrag des Instituts für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Wien zu einem von der OEEPE initiierten internationalen Test, der dazu diente, die praktische Einsetzbarkeit digitaler Auswertemethoden für die Aerotriangulation zu untersuchen. Mit Hilfe von am Institut entwickelter Software wurde ein von der OEEPE vorgegebenes Testprojekt bearbeitet, wobei sich herausstellte, daß die Ergebnisse der digitalen Aerotriangulation in Hinblick auf ihre Genauigkeit mit jenen der analytischen Photogrammetrie konkurrieren können.

## Abstract

The presented paper deals with the contribution of the Institute of Photogrammetry and Remote Sensing at Vienna University of Technology to an international test which was initiated by the OEEPE in order to investigate the applicability of digital methods for aerial triangulation. A test project provided by the OEEPE was worked out using software developed at the institute. The results of digital aerial triangulation turned out to be comparable to the results of analytical photogrammetry with respect to their accuracy.

## 1. Einführung

Die digitale Photogrammetrie hat in den letzten Jahren einen starken Aufschwung genommen. Digitale Arbeitsstationen ermöglichen einen hohen Automatisierungsgrad bei der photogrammetrischen Auswertung, der sich aus der Anwendung von Verfahren der digitalen Bildverarbeitung, im Besonderen von Verfahren der digitalen Bildzuordnung ergibt. Die Anwendung digitaler Methoden für die Aerotriangulation ist seit einiger Zeit Gegenstand von Forschung und Entwicklung, und einige Systeme haben auf diesem Gebiet bereits Marktreife erlangt [1]. Um einen Überblick über den aktuellen Stand der Entwicklung von digitalen Methoden in der Aerotriangulation zu erhalten sowie um deren Einsatzmöglichkeit und Genauigkeitspotential zu untersuchen, wurde von der OEEPE (Organisation Européenne d'Etudes Photogrammetriques Experimentales) ein internationales Testprojekt initiiert, bei dem ein photogrammetrischer Block von den Teilnehmern mit digitalen Methoden zu bearbeiten war. Am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Wien (I.P.F.) wurde dieser OEEPE-Testblock im Rahmen einer Diplomarbeit bearbeitet, die vor kurzem abgeschlossen werden konnte [2].

## 2. Anwendung digitaler Methoden in der Aerotriangulation

Digitale Methoden werden in der Aerotriangulation vor allem für die Messung von Bildkoordinaten eingesetzt.

Die Anwendungsmöglichkeiten verschiedener Bildzuordnungsverfahren für die automationsunterstützte Bildkoordinatenmessung bei der Aerotriangulation zeigt Abbildung 1. Bei der Messung von Rahmenmarken, von signalisierten Punkten und von natürlichen Paßpunkten müssen Punkte, die im Bild- bzw. Objektraum vordefiniert sind, in den digitalen Bildern identifiziert und möglichst genau lokalisiert werden. Falls Näherungswerte mit ausreichender Genauigkeit vorhanden sind, genügt es, solche Punkte nur in einem Bild zu identifizieren; sie können dann in die anderen Bilder übertragen werden. Als Punktübertragung bezeichnet man die gegenseitige Zuordnung von homologen Punkten in zwei oder mehreren Bildern. Die Übertragung von natürlichen Verknüpfungspunkten ist jener Bereich der Aerotriangulation, der das höchste Automatisierungspotential aufweist [1].

Zur Automatisierung der Punktlokalisierungs- bzw. Punktübertragungsaufgabe können verschiedene Arten von Bildzuordnungsverfahren angewendet werden. Flächenbasierte Zuordnungsalgorithmen beruhen auf dem direkten Vergleich der Grauwerte eines Referenzbildes mit jenen von einem oder mehreren Suchbildern. Das Referenzbild kann dabei künstlich generiert oder aus einem der Bilder ausgeschnitten werden. Der erste Fall tritt in der Aerotriangulation bei der Identifizierung von Rahmenmarken und signalisierten Punkten auf; der zweite Fall entspricht der Übertragung eines Punktes in die anderen Bilder. Zu dieser Verfahrensgruppe zählen

die Maximierung des Kreuzkorrelationskoeffizienten der Grauwerte und das wegen seines großen Genauigkeitspotentials häufig verwendete Least Squares Matching Verfahren (LSM) [3].

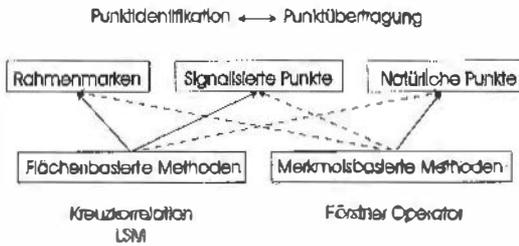


Abb. 1: Anwendung digitaler Bildzuordnungsmethoden für die Messung von Bildkoordinaten aus [2].

Bei den merkmalsbasierten Methoden werden zunächst mit Hilfe eines geeigneten Operators Merkmale, z. B. Punkte, aus den digitalen Bildern extrahiert. Nach der Merkmalsextraktion erfolgt die gegenseitige Zuordnung solcher Merkmale aus zwei oder mehreren Bildern [4]. Auf diese Weise kann die Messung von Verknüpfungspunkten für die Aerotriangulation vollständig automatisiert werden, weil keine über die Flugparameter hinausgehenden Näherungswerte benötigt werden [1]. Die Genauigkeit von merkmalsbasierten Zuordnungsverfahren hängt von der Genauigkeit der Merkmalsextraktion ab und ist mit  $\pm 0,25$  bis  $\pm 0,5$  Pixel relativ gering. Dies wird allerdings durch den hohen Automatisierungsgrad wettgemacht, der die Bestimmung einer sehr großen Anzahl von Verknüpfungspunkten (bis zu 270 pro Bild) ermöglicht, sodass man die Orientierungsparameter der Bilder wiederum sehr genau erhalten kann [1].

### 3. Der Testblock FORSSA

Für die Durchführung der OEEPE-Studie wurde ein Gebiet um die Stadt Forssa in Südfinnland ausgewählt. Ein Testblock bestehend aus vier Streifen mit je sieben Bildern im Bildmaßstab 1:4000 war mit digitalen Methoden zu bearbeiten. Die Längsüberdeckung der Bilder betrug 60%; die Querüberdeckung zwischen den Streifen variierte zwischen 24% und 49% und lag im Mittel bei 34%. Die Aufnahmen wurden aus einer Flughöhe von 600 m über Grund mit einer Wild RC 20 gemacht, deren Kammerkonstante 15 cm betrug. Die 28 Farbbilder mit einem Format von  $23 \times 23 \text{ cm}^2$  wurden am Landesvermessungsamt Baden-Württemberg in Stuttgart mit einem Zeiss/Intergraph Photo-

Scan 1 mit einem Digitalisierungsintervall von  $15 \mu\text{m}$  gescannt. Aus diesem Datensatz wurde durch Mittelung der Grauwerte benachbarter Pixel ein weiterer mit einem Digitalisierungsintervall von  $30 \mu\text{m}$  abgeleitet [5].

In dem vom Testblock überdeckten Gebiet (ca.  $1,5 \times 2,5 \text{ km}^2$ ) existiert ein dichtes Netz von geodätisch vermessenen Punkten, die alle in der Natur durch weiße Kreuze signalisiert waren. Ein kleiner Teil dieser Punkte diente als Paßpunkte; ihre geodätisch bestimmten Koordinaten waren bekannt. Aufgabe der Teilnehmer war es nun, mit digitalen Methoden alle signalisierten Punkte in den Bildern zu lokalisieren sowie, falls erforderlich, weitere (natürliche) Verknüpfungspunkte zu bestimmen, um dann insgesamt acht verschiedene Varianten einer Bündelblockausgleichung zu berechnen, die sich hinsichtlich der Auflösung der Bilder, der Paßpunktconfiguration und der Einführung zusätzlicher Parameter zur Kompensation systematischer Fehler unterschieden. Aus dem Vergleich der photogrammetrisch bestimmten Koordinaten der Signale mit den geodätisch bestimmten sollten Aussagen über die äußere Genauigkeit der verwendeten Auswertverfahren abgeleitet werden [5].

### 4. Die Bearbeitung des Testblocks FORSSA am I.P.F.

#### 4.1 Vorverarbeitung

Beim Testblock FORSSA fielen 9,6 GB an Bilddaten an. Allerdings wird für die Aerotriangulation nur ein relativ kleiner Teil der Bilder benötigt, nämlich jene kleinen Bildausschnitte, in denen die Paßpunkte abgebildet sind sowie Gebiete, in denen Verknüpfungspunkte bestimmt werden müssen, also die „Gruber-Gebiete“. Um die Bilddaten leichter handhaben zu können, wurden daher diese sogenannten „Interessensgebiete“ aus den gescannten Bildern ausgeschnitten. Für die Aerotriangulation werden nur diese Interessensgebiete verwendet. Sie können entweder auf Grund von Näherungswerten oder interaktiv durch Digitalisieren am Bildschirm in den Bildern festgelegt werden. Im Falle des Testblockes FORSSA waren die genäherten Positionen der Signale sowie Gebiete, in denen natürliche Verknüpfungspunkte zu bestimmen waren, von der OEEPE vorgegeben. Rund um diese vorgegebenen Positionen wurden quadratische Bildfenster mit 150 Pixel Seitenlänge ausgeschnitten, wodurch sich der Speicherplatzbedarf auf ca 47 MB reduzierte [2].

Prinzipiell ist für die Aerotriangulation eine möglichst hohe Auflösung von Vorteil. Für die Folgeprodukte der Aerotriangulation, z.B. für Orthophotos, genügt es hingegen oft, die Bilder mit einer niedrigeren Auflösung zu digitalisieren. Da man bereits für einen relativ kleinen Block wie den vorliegenden bei einer Auflösung von  $15\ \mu\text{m}$  ca. 7 GB Plattenpeicherplatz benötigt, liegt der Gedanke nahe, die Bilder zunächst nur in der für die Folgeprodukte nötigen Auflösung zu scannen bzw. nur einen Überblicksscan zu erzeugen. In diesen Bildern können die Interessensgebiete festgelegt werden, die man in der Folge mit hoher Auflösung scannt. Eine Voraussetzung für eine solche Vorgangsweise ist allerdings, daß der Sensor des Scanners, mit dem man die Bilder digitalisiert, einen vorgegebenen Bildausschnitt mit hoher Genauigkeit anfahren kann. Unter Umständen kann die Lage der Interessensgebiete auch aus den Flugparametern abgeleitet werden.

#### 4.2 Lokalisierung der Signale

Die Lokalisierung der Signale erfolgte mit Hilfe von zwei flächenbasierte Bildzuordnungsalgorithmen, die am I.P.F. im Zuge von zwei Diplomarbeiten implementiert werden konnten [6], [2]. Beide Algorithmen verwenden ein aus einem Vektormodell des Signales abgeleitetes künstlich erzeugtes Referenzbild. Beim ersten Algorithmus wird das Referenzbild über einen auf Grund von Näherungswerten bestimmten Suchbereich mäanderförmig verschoben, wobei an jeder Position der Kreuzkorrelationskoeffizient der Grauwerte berechnet wird. Hat man die Position des Maximums der Kreuzkorrelationskoeffizienten gefunden, kann man die Kreuzkorrelationsfunktion in einer kleinen Umgebung um dieses Maximum durch eine Polynomfläche zweiten Grades approximieren. Aus der Position des Maximums dieser Polynomfläche ergibt sich dann die Position des Signals, die man so mit einer Genauigkeit von etwa  $\pm 0.25$  Pixel erhält [6]. Ein Problem dieses Algorithmus liegt darin, daß er nicht invariant gegenüber Rotationen des Signals ist. Dieses Problem kann umgangen werden, indem man die oben beschriebene Suche mit mehreren Referenzbildern durchführt, in denen das Signal in verschiedenen Rotationszuständen enthalten ist.

Der eben beschriebene Kreuzkorrelationsalgorithmus liefert die Koordinaten der Signale ausgehend von sehr groben Näherungswerten. Zur Genauigkeitssteigerung kann man diese Koordinaten noch mit Hilfe eines Least Squares Matching Algorithmus nach [3] verbessern [2]. Dieser

Algorithmus benötigt bereits auf wenige Pixel genaue Näherungswerte, liefert die gesuchten Signale aber mit einer (inneren) Genauigkeit von bis zu  $\pm 0.05$  Pixel, weil er in der Lage ist, kleine Rotationen und Maßstabsänderungen der Signale zu berücksichtigen [3], [2]. Das Referenzbild, das bereits zur Korrelation verwendet wurde, wird an der Näherungsposition über das Suchbild gelegt. Aus den Differenzen der Grauwerte korrespondierender Pixel werden durch eine Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen die Parameter einer Affintransformation zwischen Such- und Referenzbild so bestimmt, daß die Quadratsumme der verbleibenden Differenzen der Grauwerte minimal wird. Wegen der Nichtlinearität der auftretenden Verbesserungsgleichungen müssen die gesuchten Parameter iterativ berechnet werden [3].

Bei der Messung der Koordinaten für die Rahmenmarken traten keine groben Probleme auf, weil diese in den Bildern radiometrisch sehr gut definiert waren. Auf die Bestimmung der Rotation konnte bei der Kreuzkorrelation verzichtet werden, weil die Bilder ausgekantet in den Scanner eingelegt wurden und die Signale somit immer gleich verdreht waren. Abbildung 2 zeigt zwei der Rahmenmarken aus dem hochauflösenden Datensatz. Es wurden acht Rahmenmarken pro Bild gemessen [2].

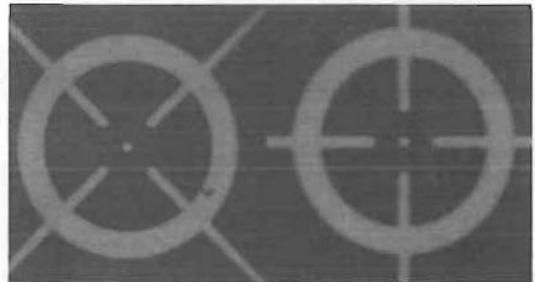
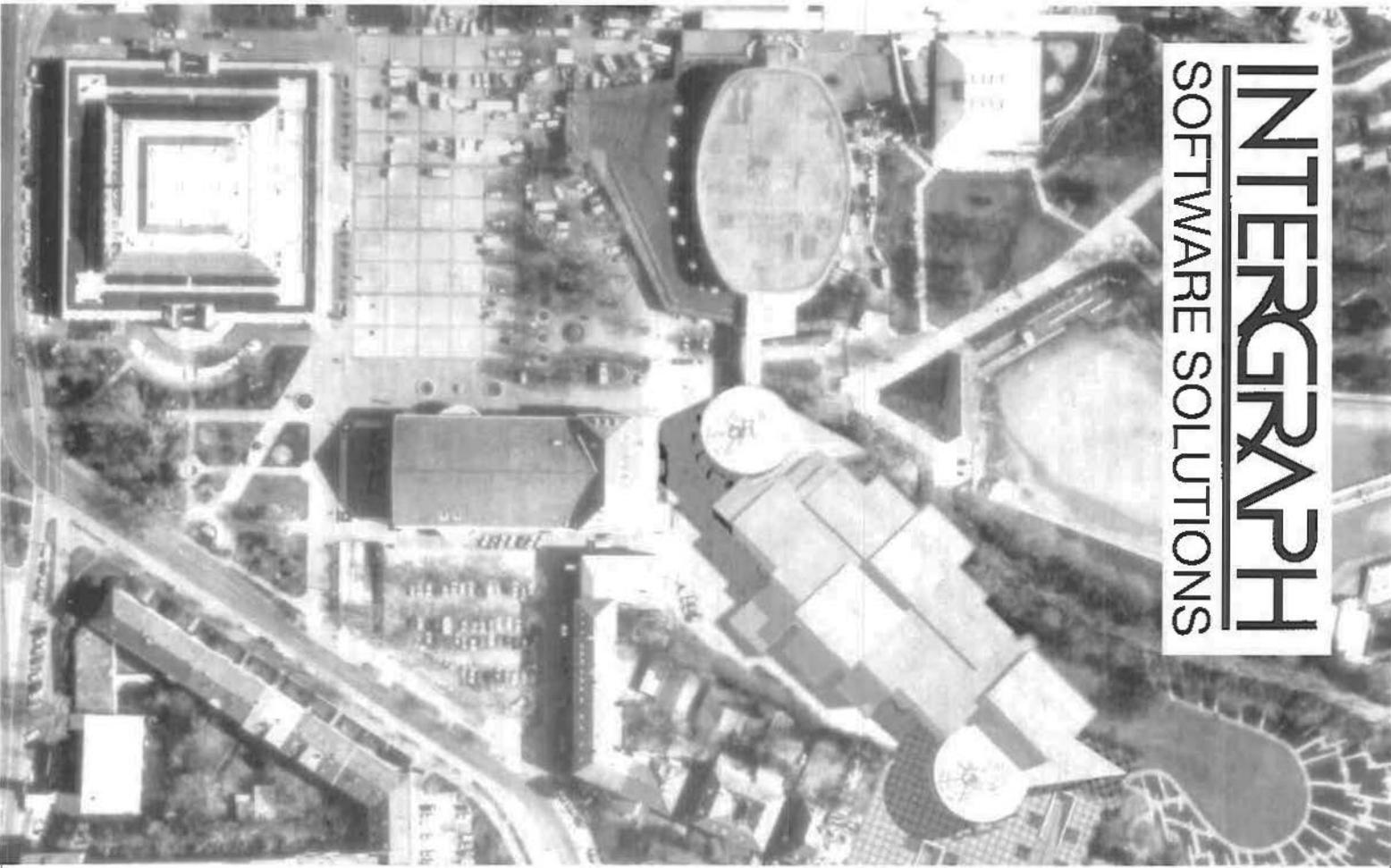


Abb. 2: Rahmenmarken mit  $15\ \mu\text{m}$  gescannt.

Die Bestimmung der Koordinaten der signalisierten Punkte gestaltete sich auf Grund der Verdrehung der Signale als schwieriger. Die kreuzförmigen Signale waren für die Anwendung digitaler Methoden nicht optimal; kreisförmige Signale hätten diesem Zweck eher entsprochen. Außerdem zeigten die Signale, wie in Abbildung 3 ersichtlich, große Unterschiede in Form und Kontrast. Ein Teil der Punktmarkierungen wurden schon vor der Befliegung durch Fremdeinwirkung in der Natur zerstört (Punkt 6002). Solche Punkte konnten schon während der Messung durch Vergleich des Korrelationskoeffizienten mit einem Schwellwert von einer weiteren



**INTERGRAPH**  
SOFTWARE SOLUTIONS

**Intergraph GmbH (Österreich), A-1030 Wien, Modecenterstraße 14, Block A**  
**Tel.: 0222/797 35-0      Fax: 0222/797 35-35      <http://www.intergraph.com>**

Bearbeitung ausgeschlossen werden. Im Schnitt wurden in beiden Datensätzen 11 Signale pro Bild lokalisiert, wobei der Suchbereich für den Kreuzkorrelationsalgorithmus eine Ausdehnung von 150 x 150 Pixeln hatte [2].

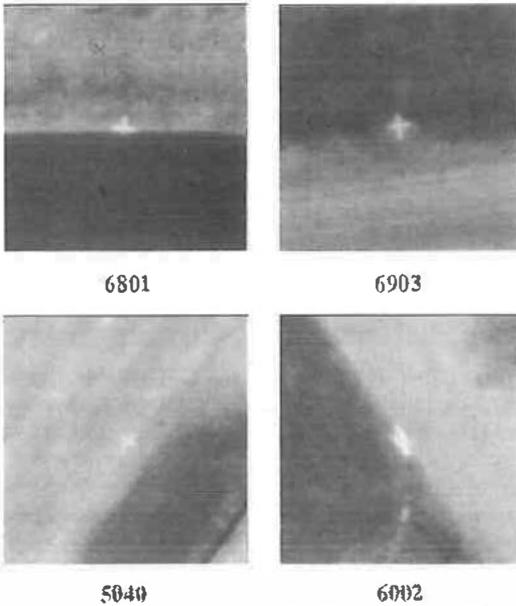


Abb 3: Signalisierte Punkte aus dem mit 15  $\mu\text{m}$  geschnittenen Datensatz. Größe der Ausschnitte: 150 x 150 Pixel.

#### 4.3 Natürliche Verknüpfungspunkte

Der OEEPE-Test war vor allem auf die Untersuchung der Genauigkeit der Bestimmung der signalisierten Punkte ausgelegt. Es waren etwa 100 signalisierte Punkte im Gebiet des Blockes vorhanden, die größtenteils als Verknüpfungspunkte dienten. Allerdings war die Verteilung dieser signalisierten Punkte im Block nicht optimal, sodaß die Bestimmung zusätzlicher Verknüpfungspunkte notwendig wurde. Aus Zeitgründen konnte am I.P.F. nur eine halbautomatische Methode zur Lösung dieser Aufgabe implementiert werden, bei der zunächst mit Hilfe des Förstner-Operators [4] signifikante Punkte in den Interessensgebieten extrahiert und mit Subpixelgenauigkeit bestimmt wurden. Die Zuordnung homologer Punkte verschiedener Bilder erfolgte interaktiv durch den Operateur, nachdem homologe Bildausschnitte, in denen die extrahierten Punkte markiert waren, am Bildschirm dargestellt worden waren. Die Punktauswahl und die Feinmessung erfolgte also automatisch; die Zuordnung erfolgte interaktiv. Im Durchschnitt wurden etwa 10 natürliche Verknüpfungspunkte pro Bild bestimmt [2].

#### 4.4 Bündelblockausgleichung

Die Berechnungen der verschiedenen Varianten des Testblockes erfolgte mit Hilfe des Programmpaketes ORIENT [7]. Es wurden insgesamt 16 verschiedene Versionen einer Bündelblockausgleichung berechnet, nämlich jede der acht von der OEEPE verlangten Versionen sowohl für die Ergebnisse der Kreuzkorrelation als auch für jene des LSM-Verfahrens. Das mathematische Modell der Ausgleichung entspricht jenem der Bündelblockausgleichung. Bei acht Varianten wurden zusätzliche Parameter zur Kompensation systematischer Fehler als Unbekannte in die Ausgleichung eingeführt. Es zeigte sich, daß nur zwei Parameter, die einen Maßstabsunterschied in den beiden Koordinatenrichtungen und eine Scherung beschrieben sowie die Koeffizienten dritten und fünften Grades eines Polynomes für die radiale Komponente der Verzerrung signifikant bestimmbar waren [2].

Das stochastische Modell der Ausgleichung stützte sich auf die Genauigkeitsmaße für die Beobachtungen. Für den mit 15  $\mu\text{m}$  digitalisierten Datensatz wurde der mittlere Bildkoordinatenfehler eines Signals mit  $\pm 5 \mu\text{m}$  angenommen, jener der natürlichen Verknüpfungspunkte mit  $\pm 10 \mu\text{m}$ . Für den mit 30  $\mu\text{m}$  digitalisierten Datensatz betragen die entsprechenden mittleren Fehler  $\pm 8 \mu\text{m}$  bzw.  $\pm 16 \mu\text{m}$ . Der mittlere Fehler der Paßpunktkoordinaten wurde von der OEEPE mit  $\pm 20 \text{mm}$  angegeben. Das Verhältnis der mittleren Fehler von Signalen zu jenem der natürlichen Punkte von 1:2 wurde im Zuge der Bündelblockausgleichung durch eine Varianzkomponentenschätzung bestätigt. ORIENT verfügt über die Möglichkeit, grobe Fehler in den Daten durch robuste Schätzung und/oder Data Snooping zu eliminieren [7]. Auf diese Weise wurden bei der Bündelblockausgleichung in jeder Version etwa 2.5 % der Beobachtungen eliminiert [2]. Die Charakteristika der Ausgleichungen können aus Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1 enthält auch die inneren Genauigkeiten der Bildkoordinaten der Signale ( $m_s$ ) und der Koordinaten der Neupunkte. Man erkennt, daß bei der Kreuzkorrelationsmethode der mittlere Fehler der Bildkoordinaten nur wenig vom Digitalisierungsintervall abhängt, und auch die zusätzlichen Parameter haben relativ geringen Einfluß auf das Ergebnis. Die Einführung zusätzlicher Parameter hat nur bei voller Paßpunktfiguration einen Sinn. Großen Einfluß auf die innere Genauigkeit hat, ähnlich wie in der analytischen Photogrammetrie, die Paßpunktconfiguration. Ein etwas anderes Bild ergibt sich bei den Ergebnissen der Bündelblocktriangulierung mit

Version			Kreuzkorrelation				LSM					
PG [ $\mu\text{m}$ ]	PP	ZP	$m_0$ [ $\mu\text{m}$ ]	Signale		Nat. Punkte		$m_0$ [ $\mu\text{m}$ ]	Signale		Nat. Punkte	
				$m_{x,y}$ [mm]	$m_z$ [mm]	$m_{x,y}$ [mm]	$m_z$ [mm]		$m_{x,y}$ [mm]	$m_z$ [mm]	$m_{x,y}$ [mm]	$m_z$ [mm]
15	D	N	4.1	17	45	40	70	3.5	14	36	26	60
15	D	J	3.7	15	43	35	65	3.1	14	35	25	58
15	S	N	4.2	35	60	55	90	3.1	26	41	33	62
15	S	J	4.1	35	65	65	95	3.5	32	52	43	75
30	D	N	4.6	18	55	40	80	5.5	21	55	41	96
30	D	J	4.5	18	53	40	75	5.4	22	56	42	96
30	S	N	4.5	35	65	60	95	5.6	44	75	60	115
30	S	J	4.5	37	37	75	95	5.2	48	80	65	117

Tabelle 1: Charakteristische Zahlen der verschiedenen Varianten der Bündelblockausgleichung; PG: Pixelgröße; PP: Paßpunktconfiguration (Dicht/Spärlich); ZP: zusätzliche Parameter (Ja/Nein);  $m_0$ : Mittlerer Gewichtseinheitsfehler a posteriori;  $m_{x,y}$ ,  $m_z$ : Mittlere Fehler in der Lage bzw. Höhe, getrennt für signalisierte und natürliche Punkte. Die Anzahl der Beobachtungen betrug im Schnitt 1200; die Redundanz lag im Mittel bei 410

den LSM-Koordinaten. Die Abhängigkeit der inneren Genauigkeit des LSM-Algorithmus von der Pixelgröße ist deutlich zu erkennen. Verglichen mit der Kreuzkorrelationsmethode ergibt sich eine Genauigkeitsverbesserung bei der höheren Auflösung; bei dem Datensatz mit der niedrigeren Auflösung verschlechtert sich die Genauigkeit.

### 5. Vergleich der Ergebnisse mit den geodätisch bestimmten Koordinaten

Zur Überprüfung der äußeren Genauigkeit der photogrammetrischen Punktbestimmung wurde ein Vergleich mit den geodätisch bestimmten Punktkoordinaten angestellt. Dabei wurde der mittlere Fehler der Koordinatendifferenzen berechnet. Eine Aufstellung dieser mittleren Fehler kann Tabelle 2 entnommen werden.

Auch hier erweist sich die Verwendung des LSM-Verfahrens bei hochauflösendem Bildmaterial (15  $\mu\text{m}$ ) als vorteilhaft. Die äußere Genauigkeit der Lage liegt bei der genauesten Version um etwa 10% unter jener der Kreuzkorrelationsmethode. Auch die Zuverlässigkeit der Lokalisierung nimmt zu. Beim 30  $\mu\text{m}$  - Datensatz zeigt sich jedoch eine Verschlechterung um ungefähr 20%. Dies liegt vor allem daran, daß die Signale in diesem Datensatz nur noch verschwommen abgebildet sind und ihre geometrische Struktur verloren geht. Sie sind zwar noch zu lokalisieren, jedoch nur noch schwer als Kreuze zu erkennen. Als Konsequenz dieser Tatsache kann die Verdrehung der Signale mit dem LSM-Verfahren nur mehr sehr unsicher bestimmt werden. Andererseits führt die Tatsache, daß die Signale nun schon kreisähnlich abgebildet werden, dazu, daß der Kreuzkorrelationsalgorithmus die Signale sehr gut lokalisieren kann. Beim hochauf-

Version			Kreuzkorrelation						LSM					
PG [ $\mu\text{m}$ ]	PP	ZP	$m_{\Delta X}$		$m_{\Delta Y}$		$m_{\Delta Z}$		$m_{\Delta X}$		$m_{\Delta Y}$		$m_{\Delta Z}$	
			[mm]	el.	[mm]	el.	[mm]	el.	[mm]	el.	[mm]	el.	[mm]	el.
15	D	N	28	2	25	4	53	4	25	1	25	2	40	2
15	D	J	27	3	24	5	37	1	23	1	24	1	37	1
15	S	N	40	2	34	4	63	2	25	1	29	1	42	1
15	S	J	37	2	37	4	64	4	28	1	28	1	58	2
30	D	N	24	2	31	2	33	1	36	2	41	2	43	3
30	D	J	23	1	30	1	35	2	36	2	36	2	48	3
30	S	N	42	1	42	1	49	2	46	3	45	2	56	3
30	S	J	40	1	46	2	45	2	53	3	51	4	75	2

Tabelle 2: Mittlere Fehler der Differenzen zwischen photogrammetrisch und geodätisch bestimmten Koordinaten. PG: Pixelgröße; PP: Paßpunktconfiguration (Dicht/Spärlich); ZP: zusätzliche Parameter (Ja/Nein); el.: Anzahl der eliminierten Koordinaten. Im Durchschnitt wurden 80 Koordinatenpaare verglichen.

lösenden Datensatz (15  $\mu\text{m}$ ) liegen die Verhältnisse genau umgekehrt: Hier sind die Kreuze gut als solche zu erkennen, und der LSM-Algorithmus kann gut restliche Verdrehungen und Maßstabsunterschiede bestimmen, während die Verwendung des Kreuzkorrelationsalgorithmus unter diesen Umständen problematisch ist. Die LSM-Koordinaten sind daher in diesem Fall genauer und zuverlässiger. Überraschend erscheint die geringe Abhängigkeit des Ergebnisses von der Pixelgröße. In jedem Fall kann gesagt werden, daß die Genauigkeit der Ergebnisse jenen

des Automatisierungspotentials der digitalen Methoden damit gerechnet werden, daß sie in den nächsten Jahren zunehmend die analytischen Methoden verdrängen werden. Vom operationellen Standpunkt wäre eine stärkere Integration der verschiedenen im Rahmen einer Aerotriangulation verwendeten Komponenten wünschenswert. Es wäre z. B. von Vorteil, die durch die Bündelblockausgleichung eliminierten Beobachtungen für eventuelle Nachmessungen mit einfachen Mitteln am Bildschirm darstellen zu können.

	Teilnehmer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	IPF
15 $\mu\text{m}$	$m_{\Delta X}$ [mm]	29	21	21	32	68	24	19	21	21	20	25	19	23
	$m_{\Delta Y}$ [mm]	26	22	20	30	177	29	25	20	20	25	21	22	24
	$m_{\Delta Z}$ [mm]	54	36	40	73	63	59	24	47	67	52	53	40	37
30 $\mu\text{m}$	$m_{\Delta X}$ [mm]	50	31	22	47	29	27	18	27	19	-	36	25	23
	$m_{\Delta Y}$ [mm]	45	69	24	45	27	32	21	26	24	-	35	33	30
	$m_{\Delta Z}$ [mm]	73	68	30	83	54	79	30	37	61	-	97	37	35

Tabelle 3: Mittlere Fehler der Differenzen zwischen photogrammetrisch und geodätisch bestimmten Koordinaten im internationalen Vergleich nach [5] und [2].

der analytischen Photogrammetrie entspricht: Unter der Annahme, daß geodätisch bestimmte und photogrammetrische Koordinaten gleich genau sind, entspricht ein mittlerer Fehler der Differenz einer Lagekoordinate von 23 mm einem mittleren Koordinatenmeßfehler von 4  $\mu\text{m}$  im Bild; ein mittlerer Fehler der Differenz der Höhe von 37 mm entspricht etwa 0.004% der Flughöhe.

Zum Abschluß sollen die am IPF erreichten Genauigkeitswerte mit jenen der anderen Teilnehmer verglichen werden. Aus Platzgründen werden nur die Versionen mit voller Paßpunkt-konfiguration und zusätzlichen Parametern dazu herangezogen (Tabelle 3). Beim Datensatz mit 30  $\mu\text{m}$  Pixelgröße wurden die Daten aus dem Kreuzkorrelationsalgorithmus verwendet und beim hochauflösenden Datensatz jene aus dem LSM-Verfahren. Die nicht am IPF gewonnenen Daten stammen aus [5].

## 6. Zusammenfassung und Ausblick

Der OEEPE-Test über digitale Methoden in der Aerotriangulation hat gezeigt, daß mit diesen neuen Methoden Genauigkeiten erreicht werden können, die denen der analytischen Photogrammetrie entsprechen. Zwar haben erst wenige Systeme Marktreife erreicht, doch kann auf Grund

## Literatur

- [1] Tsingas, V.: Operational Use and Empirical Results of Automatic Aerial Triangulation. Photogrammetric Week 1995 S. 207-214.
- [2] Prinz, R.: Aerotriangulation mit digitalen Bildern. Diplomarbeit am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU-Wien, 1995
- [3] Achermann, F.: High Precision Digital Image Processing. Proceedings of the 39th Photogrammetric Week at Stuttgart University. Heft 9, S. 231-243, Stuttgart 1984
- [4] Förstner, W.: A Feature Based Correspondence Algorithm for Image Matching. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing Volume 26 Part 3/3, Rovaniemi, Finland 1988
- [5] Jaakkola J., Sarjakoski, T.: Aerotriangulation Using Digitized Images. Abschlußbericht des OEEPE Projekts FORSSA, 1995 (liegt als Rohfassung vor)
- [6] Rottensteiner, F.: Flächenbasierte Korrelation von Rahmenmarken in abgetasteten Bildern. Diplomarbeit am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU-Wien, 1993
- [7] Kager, H.: Orient: A Universal Photogrammetric Adjustment System. In: Gruen, Kahmen (Hrsg.): Optical 3-D Measurement Techniques, Wichmann Verlag, Karlsruhe, 1989, S. 447-455

Diese Arbeit wurde vom Forschungsschwerpunkt S7004-MAT, Theory and Applications of Digital Image Processing and Pattern Recognition, Project IV: Stereovideometry and Spatial Object Recognition, unterstützt.

## Anschrift der Autoren:

Dipl.-Ing. Franz Rottensteiner, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Wien, Gußhausstr. 27-29, A-1040 Wien  
 Dipl.-Ing. Reinhard Prinz, Anton Ebentheuer g. 3, A-3504 Krenns-Stein



# Der virtuelle Prunksaal der Österreichischen Nationalbibliothek

Michael Gruber und Peter Sammer, Graz

## Zusammenfassung

Der barocke Prunksaal der Österreichischen Nationalbibliothek wurde als dreidimensionales photorealistisches Computerdokument erfaßt. Die geometrische Formbeschreibung des reichhaltig gegliederten Innenraumes und seiner Einrichtung wurde durch photographische Textur aus Bildern ergänzt. Das digitale Modell ist Grundlage mehrerer Filmsequenzen, die den Betrachter unter anderem in den historischen Prunksaal des 18. Jahrhunderts führt.

## Abstract

The baroque Great Hall of the Austrian National Library was documented in the form of a three dimensional, photorealistic digital model. The geometric properties of the baroque interior have been enriched by photo-texture from images. Based on the digital model film sequences have been rendered, among them a visitor is invited to a tour through the historical hall of the 18th century.

## 1. Einleitung

Die Österreichische Nationalbibliothek verdankt ihre Anfänge der bibliophilen Leidenschaft habsburgischer Herrscher des Spätmittelalters. Vorerst an verschiedenen Orten untergebracht, erhielt der reiche Bücherbestand durch Verfügung Kaiser Karl VI. (1711–1740) seinen Verwahrsort im heutigen Bibliotheksgebäude (Abb. 1). Von den Architekten Johann Bernhard Fischer von Erlach und seinem Sohn Josef Emanuel wurde der barocke Bau im Jahre 1726 fertiggestellt. Daniel Gran gestaltete die Deckenfresken im Bereich des Kuppelovals und der flankierenden Seitenflügel mit allegorischen Figurengruppen.

Die Einrichtung des Prunksaales entspricht der Bestimmung als Bibliotheksgebäude. Bücherschränke sind in zwei Etagen angeordnet und stellen den Fassungsraum für mehr als 200.000 Bände zur Verfügung. Im Kuppeloval befinden sich die Marmorstatuen des imperialen Auftraggebers und anderer Persönlichkeiten der Zeit.

Der Prunksaal der Österreichischen Nationalbibliothek

weist eine Gesamtlänge von 77 m und eine Breite von 28 m auf. Die Höhe über der Kuppel beträgt ca. 29 m. Der Raum war ursprünglich dreigeteilt – je ein Säulenpaar trennte den Zentralraum von den beiden Seitenflügeln. Im Zuge von baulichen Maßnahmen wurden notwendig gewordene Stützelemente errichtet, die in Form von Gurtbögen und seitlichen Pilastern eine weitere Teilung erzeugen. Daher ist der gegenwärtige



Abb. 1: Das Hauptgebäude der Österreichischen Nationalbibliothek in Wien 1, Josefsplatz. Der Prunksaal erstreckt sich über das erste und zweite Obergeschoß (Photo ÖNB)

# AVW4

Amtliche Vermessungswerke  
Band 4: Topographische Grundkarte  
Der Übersichtsplan

Herbert J. Matthias Ernst Spiess



Sauerländer

# Topographische Grundkarte Der Übersichtsplan

Im Band 4 der fünfbandigen Reihe «Amtliche Vermessungswerke» stellen die Autoren die ganze Materie einer solchen grossmassstäblichen Grundkarte mit topographischem Inhalt, wie es der Übersichtsplan ist, dar: Die Bedeutung, die vermessungstechnische Aufnahme und die kartographische Bearbeitung. Dabei haben sie sowohl den klassischen Verfahren als auch den sich entwickelnden Grundlagen für die Anwendung der Informatik – insbesondere Orthophoto, digitale Geländemodelle und CAD, Computer Aided Design – einen gleichwertigen Platz eingeräumt.

Diesem Stoff ist ein Kapitel über das wichtige Gebiet der Nomenklatur in den amtlichen Vermessungswerken und offiziellen Landeskarten der Schweiz vorangestellt. Den Abschluss bildet ein Sachwortverzeichnis der Amtlichen Vermessungswerke mit rund 1'300 Begriffen in allen vier Schweizer Landessprachen.

## AVW4

Amtliche Vermessungswerke  
Band 4: Topographische  
Grundkarte, Der Übersichtsplan  
168 Seiten  
S 875,-/Fr. 98,-/DM 112,-  
ISBN 3-7941-1749-2

Weiter Bände bisher erschienen:

AVW Band 1  
Geschichte und Grundlagen  
94 Seiten  
S 608,-/Fr. 68,-/DM 78,-  
ISBN 3-7941-1746-8

AVW Band 2  
Triangulation IV. Ordnung  
108 Seiten  
S 694,-/Fr. 78,-/DM 89,-  
ISBN 3-7941-1747-6

AVW Band 3  
Parzellarvermessung  
304 Seiten  
S 1'615,-/Fr. 180,-/DM 207,-  
ISBN 3-7941-1748-4

Bestellungen bitte faxen oder schicken an:  
Verlag Sauerländer, Postfach, CH-5001 Aarau  
Fax: 0041/62 824 86 20 – Tel. 0041/62 836 86 13

Preisstand Mai 91. Preisänderungen vorbehalten.



# Verlag Sauerländer

tige Prunksaal in fünf architektonische Abschnitte geteilt.

Im Zuge der Gesamtdokumentation der Nationalbibliothek in Form einer CD-i Edition wurde die digitale Modellierung des barocken Saales und der Marmorstatue des Kaisers vorgeschlagen. Im Auftrag der Generaldirektion der Nationalbibliothek wurde diese Arbeit vom Institut für Computerunterstützte Geometrie und Graphik der Technischen Universität Graz durchgeführt. Die Berechnung von Filmsequenzen auf der Grundlage des dreidimensionalen, digitalen Modells wurde vom Institut für HyperMedia Systeme, Joanneum Research, erledigt.

## 2. Anforderungen an das digitale Modell

Am Beginn der Arbeiten am digitalen Modell des Prunksaales und der Statue des Kaisers galt es, die Anforderungen an das Endprodukt, seine Qualität und die gewünschte Erstrnutzung im Rahmen der CD-i Produktion zu evaluieren. Zwei grundlegende Parameter waren festzulegen, nämlich der Detaillierungsgrad der Formbeschreibung, also des Geometriemodells und die gewünschte geometrische Auflösung der photorealistischen Textur bezogen auf das Objekt. Beide Parameter wurden durch die bereits festgelegte Aufnahmeplanung für die animierten Filmsequenzen wesentlich bestimmt, ein gewisser Homogenitätsanspruch sollte jedoch auch für eine spätere, interaktive Nutzung des digitalen Modells erfüllt sein. Geometrie und Textur sollten wiederum nicht in einem qualitativen Widerspruch stehen. Auf die strenge Erfüllung der Korrespondenz zwischen Textur und Geometrie war jedoch immer und unabhängig vom Detaillierungsgrad zu achten [5].

Ein grundlegender Einfluß auf die Qualität des digitalen Modells war von der Qualität der photorealistischen Textur und damit von deren geometrischer Auflösung zu erwarten. Ausgehend vom Darstellungsmaßstab einzelner Modellbereiche und dem Zielformat der Wiedergabe (für diese Überlegungen wurde ein Bildformat von ca.  $700 \times 500$  Bildelementen angenommen) kann ein erster Hinweis auf eine Zielauflösung der Phototextur gewonnen werden. Für bestimmte Filmsequenzen im Kuppelbereich wurde eine Zielauflösung von mindestens 1 Bildelement/cm veranschlagt und durch Experimente auch bestätigt. Um eine homogene Qualität zu gewährleisten, wurde versucht, eine Halbierung der Auflösung in anderen Modellbereichen nicht wesentlich zu unterschreiten. Die geometrische

Auflösung der Textur für die Marmorstatue wurde mit ca. 2–3 Bildelementen/cm etwas höher angesetzt.

Die Anforderungen an die Geometriebeschreibung des Modells leiten sich von deren Funktion als Projektionsfläche der Phototextur ab. Die Struktur der Geometriedaten ist bewußt einfach und besteht aus Knoten, Kanten und konvexen Flächen. Mit Ausnahme des Bodens wurde darauf geachtet, daß die Längen der Kanten und die Flächeninhalte der Facetten eine gewisse Obergrenze nicht überschreiten. Damit wurde vermieden, daß Texturen an der Grenzlinie zweier Flächen merkbar unterschiedliche Verzerrungen aufweisen. Die Korrespondenz zwischen Geometrie und Textur war durch die ausreichend detaillierte Beschreibung der Objektform sicherzustellen [3].

Die absolute Genauigkeit des Modells, also die Korrespondenz zwischen Geometrie und Objekt, war nicht von vorrangiger Bedeutung. Die Ableitung der Dimensionen des Prunksaales konnte daher von bestehenden Plänen und unter Zuhilfenahme von Meßbildern des Bundesdenkmalamtes erfolgen. Die Form der Marmorstatue Kaiser Karl VI. wurde mit photogrammetrischen Methoden erfaßt.

## 3. Der digitale Kaiser

### 3.1 Photogrammetrische Aufnahme

Die Modellierung der Marmorstatue Kaiser Karl VI. wurde auf der Grundlage einer photogrammetrischen Formrekonstruktion durchgeführt. Den örtlichen Gegebenheiten folgend wurde eine Aufnahmeplanung erstellt, die 20 Kamerastandpunkte entlang eines Kreisbogens um die Statue enthält. Bildpaare mit einem Konvergenzwinkel von  $36^\circ$  sowie eine Folge von Stereomodellen in Schritten von  $18^\circ$  waren aus dieser Konfiguration möglich. Die Vermeidung sichttoter Räume an der reich gegliederten Figur konnten damit gesichert werden. Die Orientierung der Bilder wurde durch zwei vertikale Aluminiumprofile mit Paßpunktmarken erleichtert. Diese beiden Profile wurden auf einer Holzkonstruktion am Sockel der Statue aufgesetzt und der Kamera folgend, jedoch in Schritten zu  $90^\circ$  mitgedreht. Damit wurden vier lokale Koordinatensysteme während der Aufnahme erzeugt, deren Maßstab sowie einige Punkte am Sockel und an der Statue zur Transformation in ein gemeinsames System dienen. Die Bilddaten wurden mit einer Teilmeßkamera Rollei 6006 metric (Bildformat  $55 \times 55 \text{ mm}^2$ ,  $f = 40 \text{ mm}$ ) unter einem Bild-

maßstab von ca. 1 : 80 mit Farbdiafilm und S/W Negativfilm aufgenommen. Die Orientierung und Auswertung der Bilddaten erfolgte an einem analytischen Stereoplotter. Das erste Teilergebnis der Formrekonstruktion liegt als dreidimensionale Punktwolke mit ca. 7000 Einzelpunkten vor.

### 3.2 Rückführung der Objektoberfläche

Aus der unzulänglich strukturierten Punktwolke – nur die Zuordnung des Einzelpunktes zum jeweiligen Stereobildpaar ist bekannt – sind räumliche Beziehungen zu entwickeln, die eine gültige und sinnvolle Beschreibung der Oberfläche des Objektes zulassen. Auf Basis einer Segmentierung der Punktwolke wurde eine automatische Triangulierung und darauf folgend eine manuelle Nachbearbeitung der Oberflächenteile sowie eine Verschmelzung der einzelnen Segmente vorgenommen [6]. Die digitale Beschreibung der Marmorstatue des Kaisers liegt als Liste von dreidimensionalen Punktkoordinaten und einer indizierten Liste von Dreiecken vor (Abb. 2).

### 3.3 Texturierung des digitalen Modells

Durch die photogrammetrische Formrekonstruktion ist der Bezug zwischen den dreidimensionalen Punkten des Modells und den entsprechenden zweidimensionalen Bildkoordinaten in den betroffenen Meßbildern bekannt. Eine vollautomatische Texturierung ist theoretisch denkbar, wenn anhand von bestimmten Kriterien für jedes Oberflächenelement des digitalen Modells ein Bild gewählt und die Texturinformation durch Rückprojektion selektiert würde. Um unvermeidbare Unterschiede in den Einzelbildern möglichst gering zu halten, wurden sechs Bilder von Hand ausgewählt und zur Texturierung des Gesamtmodells verwendet. Die radiometrische Abstimmung der Bilder zueinander – besonders an Begrenzungslinien – wurde ebenso in einem manuellen Prozeß bewerkstelligt. Als geometrische Auflösung der Textur am Objekt wurde eine Pixelgröße von 0.5 cm gewählt. Das Ergebnis sowie einzelne Zwischenschritte sind in Abb. 2 dargestellt.

## 4. Quelldaten des Prunksaalmodells

Die Formmodellierung des Prunksaales erfolgte anhand von bestehendem Planwerk, eini-

ger Meßbilder des Bundesdenkmalamtes sowie einer Reihe von Handmessungen zur Bestimmung geometrischer Details. Eine Neuvermessung wurde aus Kostengründen nicht durchgeführt.

Im Mittelpunkt der Quelldatenerfassung stand die photographische Aufnahme des Saales als Basis für die photorealistische Texturierung des digitalen Modells. Mehr als 100 Einzelaufnahmen des Innenraumes, der Einrichtung sowie besonderer Details wurden erzeugt. Mehrheitlich wurde Diafilmmaterial im Kleinbildformat verwendet. Für die Aufnahme der Gewölbe im zentralen Kuppelraum sowie in den Seitenflügeln wurden Mittelformatkameras eingesetzt. Die Beleuchtung während der Aufnahmen wurde durch Blitzlicht sowie durch Kohlebogenlampen sichergestellt. Um störende Einflüsse durch natürliches Licht zu verhindern, wurden die Aufnahmen in den Nachtstunden durchgeführt.

Das nunmehr vorhandene, analoge Filmmaterial wurde mit einer Auflösung von 1250 dpi digitalisiert und zur weiteren Verarbeitung vorbereitet. Einem Kleinbild dia entspricht daher eine digitale Datei von 1800 × 1200 Bildelementen oder 6.5 Mbyte unkomprimierter Texturdaten. Insgesamt wurden Texturrohdaten von mehr als 600 Mbyte erzeugt. Eine Übersicht über die Quelldaten des Modells ist in Tab.1 dargestellt.

Geometrische Quelldaten	Texturquelldaten
Plandarstellung 1 : 50	ca. 80 Kleinbilddias 24 × 36 mm, mb ca. 1:600
Meßbilder des Bundesdenkmalamtes(mb ca 1: 100)	ca. 20 Mittelformatdias 60 × 70 mm mb ca. 1:300 – 1:500
Distanzmessungen	

Tab. 1 : Quelldaten für das digitale Modell des Prunksaales

## 5. Geometrie und Textur

Die Nutzung photorealistischer Textur als Träger detaillierter Oberflächeninformation bestehender Objekte ist alt. Bildpläne und Orthophotos sind klassische, vorerst analoge Produkte einer gemeinsamen Präsentation von Geometrie und Textur. Bei beiden wird durch optische Entzerrung des Quellenbildes eine Übereinstimmung zwischen Geometrie und Textur mehr oder weniger genau hergestellt und ermöglicht so eine gemeinsame Darstellung beider Datentypen. Die Vermeidung sichtbarer Widersprüche ist das Ziel dieser Prozedur. Übertragen auf die Anforderungen des digitalen Modellbaues bleibt dieses Prinzip erhalten. Das Geometriemodell

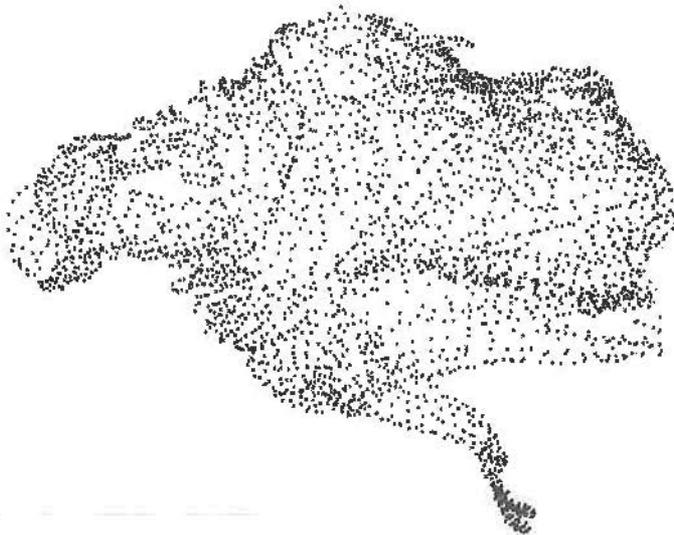
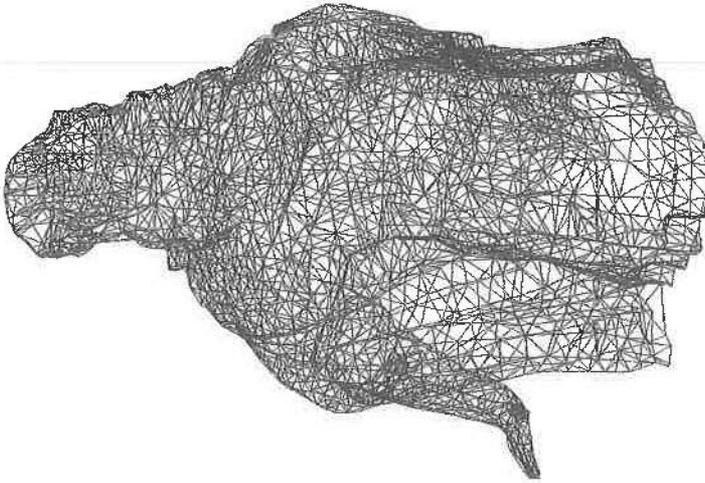
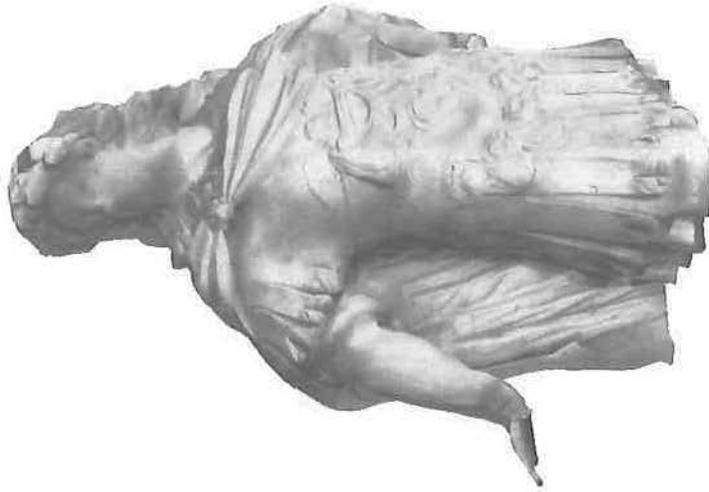


Abb. 2: Das digitale Modell der Marmorstatue Kaiser Karl VI. als Punktwolke, als Drahtmodell und mit photorealistischer Textur

hat jene Qualität aufzuweisen, die notwendig ist, um Textur aufzunehmen oder gleichsam als komplexe Projektionsfläche zu dienen. Gleichzeitig wird eben durch Textur detaillierte Information über das modellierte Objekt eingebracht und damit die geometrische Darstellung entlastet. Das Modell des Prunksaales nutzt diese Texturinformation besonders für die Darstellung der Deckenfresken.

Aus den bestehenden perspektiven Aufnahmen des Saales – den Quellenbildern – wurden Texturdateien erstellt. Diese manuell bearbeiteten digitalen Bilder zeichnen sich durch eine Reihe von Eigenschaften aus, die durch geeignete Bearbeitung erreicht wurde:

- einheitliche Helligkeit und Farbqualität durch radiometrische Korrektur
- Entfernung von Störungen (Verdeckungen, Schatten etc.) durch manuelle Retusche
- Bearbeitung von Silhouetten durch Maskierung und Nutzung der Transparenzoption
- Formatierung der Texturdateien auf eine quadratische Größe mit Seitenlängen  $2^n$  ( $2^9 \times 2^9$ ,  $2^{10} \times 2^{10}$  ... Bildelemente)

Die Leistungsfähigkeit moderner Graphikrechner erlaubt die interaktive Nutzung photorealistischer Textur während der Erstellung sowie bei der Visualisierung des digitalen Modells [1], [7], [2].

Die dazu notwendigen Operationen werden durch Geometrie- und Rasterprozessoren des Graphiksubsystems ausgeführt wobei ein schneller Zugriff auf die Texturinformation durch Bereitstellung in einem eigenen Texturspeicher und in einem speziellen Format erfolgt. Die Arbeiten am Prunksaal wurden auf Rechenanlagen der Firma Silicon Graphics durchgeführt.

### 5.1 Texturkoordinaten

Die Verbindung zwischen Geometriemodell und Texturdaten erfolgt durch Texturkoordinaten, die jedem dreidimensionalen Modellpunkt ein zweidimensionales Paar von Texturkoordinaten zuweisen. Jede Modellfacette kann anhand dieser Texturkoordinaten und der zugeordneten Texturdatei mittels einer affinen Transformation photorealistisch texturiert dargestellt werden. Dieses einfache Prinzip wurde für das gesamte Modellierungsprojekt durchgeführt und verlangte die Erstellung einer Texturkoordinatenliste für alle betroffenen Flächen. Die Beziehung der Modellgeometrie und der perspektiven Aufnahmen wurde über die photogrammetrische Grundgleichung hergestellt und interaktiv korrigiert, wobei neben der Modellierung der Aufnahmeparameter

eine räumlich begrenzte, auf den Bildraum bezogene Anpassung zwischen Geometrie und Textur notwendig war. Die Texturierung des Kuppelbereiches stellte hier eine besondere Herausforderung dar. Fünf Aufnahmen für die Kuppel selbst und acht weitere Aufnahmen für den Bereich des Tamburs waren zu einer geometrisch und radiometrisch nahtlos verschmolzenen Texturfläche zusammenzufügen. Diese Arbeit wurde durch Programme unterstützt, die im Laufe der Arbeit entwickelt wurden und die Grundlage eines im folgenden beschriebenen Modellbauarbeitsplatzes darstellen.

### 5.2 Transformationstypen

Eine weitere Überlegung zur Optimierung der Korrespondenz der beiden Datentypen geht von der Analyse der Transformationstypen bei der Modellerstellung sowie bei der Visualisierung aus. Wie bereits bemerkt wurde, ist die Verbindung von Geometrieelementen und digitalen Bilddaten durch Texturkoordinaten vorgesehen. Die Transformation zwischen dem zweidimensionalen Bildsystem und einzelnen ebenen Polygonen erfolgt durch eine affine Transformation mit 6 Parametern. Dies ist einmal im relativ geringen Rechenaufwand bei der Durchführung sowie in der bereits für Dreiecksflächen gegebenen Lösbarkeit der Transformationsgleichungen begründet. Da die Aufnahme der Texturdaten mit Hilfe perspektiv abbildender Kameras erfolgt, sollte die Beziehung zwischen Geometrie und Textur durch eine projektive Transformation mit 8 Parametern erfolgen. Die zu erwartenden Restfehler bei affiner Transformation können auf zwei Arten genügend klein gehalten werden:

- 1) Entzerrung der perspektiven Quellenbilder in eine zur Zielfläche parallele Ebene (diese Methode ist bei Texturierung mehrerer benachbarter und nicht paralleler Flächen aus einem Quellenbild nicht anwendbar)
- 2) Unterteilung der Zielfläche und damit Reduzierung des Restfehlers

Eine Abschätzung der zu erwartenden Restfehler ist in beiden Fällen notwendig. Abb. 3 zeigt die erfolgreiche Anwendung der 2. Methode für den Bereich eines Bücherregales im Zentralbereich des Prunksaales sowie sichtbare Projektionsfehler bei Nichtbeachtung dieser Problematik.

### 5.3 Korrespondenz

Die Forderung nach Korrespondenz zwischen Geometrie und Textur entsteht aus der Not-



Abb. 3: Verschiedene Facettierung im Bereich des Tonnengewölbes und damit verbundene Qualitätsverluste bei der photorealistischen Textur (langgestreckte Dreiecksflächen bewirken sichtbare Projektionsfehler durch die affine Transformation perspektiver Bilddaten)

wendigkeit, sichtbare Widersprüche im digitalen Modell zu vermeiden. Da weder das geometrische Modell noch das Texturmodell durch Generalisierung, Meßfehler und Fehler in den Quelldaten sowie in den perspektiven Quellenbildern mit dem Objekt selbst völlig übereinstimmt, muß eine Korrekturmöglichkeit vorgesehen werden. Ein Ansatz besteht in der Anpassung der Bilddaten an die Geometrie des Modells wobei zuerst eine Annäherung durch Änderung der Orientierungsparameter der photographischen Aufnahme – sowohl der inneren als auch der äußeren Orientierung – erfolgt und danach auch eine lokale Änderung von einzelnen Texturkoordinaten vorgesehen ist. Die Korrektur erfolgt nicht in der Texturdatei, sondern in den Texturkoordinaten. Dadurch wird die mengenmäßig weitaus größere Datengruppe unverändert belassen. Als Ergebnis liegen korrigierte Texturkoordinaten vor, die bei der Visualisierung des Modells die nunmehr widerspruchsfreie Verbindung von Geometrie und Textur garantieren (siehe Abb. 4, Beispiel „Kup-

pelfenster“). Ein weiterer Grund fehlender Korrespondenz liegt in der Generalisierung bei der Erstellung des Geometriemodells. Die Form des Objektes ist zu kompliziert, um eine ausreichend detaillierte Darstellung in handhabbarer Größe zu erreichen. Hier bietet sich eine Lösung an, bei der die geometrische Information in Rasterform umgewandelt wurde und als Transparenzmaske mit der Textur transportiert wird. Die komplizierte Silhouette eines Objekt-



Abb. 4: Korrespondenz zwischen Geometrie und Textur im Kuppelbereich. Die ovalen Kuppelfenster sind sowohl im Geometriemodell und als auch in der Phototextur scharf abgegrenzt

details wird korrekt dargestellt, das Geometriemodell kann eine sehr einfache Form behalten. Die Unterschiede zwischen dem generalisierten Geometriemodell und der photographisch erzeugten und daher korrekten Textur werden bei der Visualisierung unsichtbar.

## 6. Digitale Werkzeuge

Die digitale Modellierung des Prunksaales und der Marmorstatue erforderte mehrere Arbeitsschritte sowie die entsprechenden digitalen Werkzeuge. Diese standen teils durch Nutzung kommerzieller Software, teils in Form von Eigenentwicklungen zur Verfügung. Als Plattform wurden Graphikrechner der Firma Silicon Graphics verwendet. Von den folgenden Überlegungen ist die photogrammetrische Vermessung der Marmorstatue Kaiser Karl VI. ausgenommen. Diese wurde wie bereits erwähnt durch den Einsatz konventioneller Methoden erstellt, deren Ergebnis eine Anzahl von Punkten der Objektoberfläche ist.

### 6.1 Erstellen des dreidimensionalen CAD Modells des Saales

Unter Berücksichtigung der gestellten Anforderungen wurde das Modell mit einem kommerziellen CAD Programm (AutoCAD der Fa. AutoDesk) auf Basis der vorhandenen Quelldaten konstruiert. Als Ergebnis liegt eine dreidimensionale Datenstruktur vor, die konvexe, ebene Polygone enthält. Das Gesamtmodell wurde bereits hier in Teile zerlegt, die einer architektonischen Gliederung folgen (Zentrales Kuppeloval, Seitenteile, Säulen etc.).

### 6.2 Rückführung der Oberfläche der Marmorstatue

Ausgehend von der Punktwolke als Ergebnis der photogrammetrischen Auswertung wurde eine stückweise zweidimensionale Triangulierung nach Delauney erstellt. Diesem automatischen Prozeß folgte eine manuelle Prozedur, die einerseits die triangulierten Oberflächenteile zu einer einzigen Oberfläche zusammenfaßt und zusätzlich eine Nachbearbeitung erlaubt, wo das Triangulierungskriterium im Widerspruch mit der Objektoberfläche steht. Die Durchführung dieser Arbeitsschritte erfolgte mit einer auf IDL basierenden Eigenentwicklung. Das Ergebnis ist eine aus ca. 12,000 Dreiecksflächen und 7,000 Punkten bestehende dreidimensionale Datenstruktur.

### 6.3 Texturvorverarbeitung

Die Vorverarbeitung der photorealistischen Textur erzeugt aus digitalisierten Quellenbildern erste Texturdateien. Diese sind bereits radiometrisch (farblich) aneinander angepaßt und formatiert, d.h. auf die zu texturierenden Details hin zugeschnitten. Notwendige Korrekturen aufgrund von Schattenwurf und Verdeckungen sowie die Maskierung für transparente Bereiche werden hier durchgeführt und die Texturdateien im endgültigen und quadratischen Format (IRIS-RGB) abgespeichert. Diese Verarbeitungsschritte erfordern manuelle Arbeitsleistung und wurden mit dem Programm Photoshop von Adobe durchgeführt.

### 6.4 Modellierung und Texturierung

Der Großteil der Modellierungsarbeit wurde mit einem Modelleditor (Medit, Fa. Medit Spa.) durchgeführt. Die mit dem CAD Programm erstellten Geometriedaten wurden importiert und als dreidimensionale Objekte dargestellt. Einfache, d.h. ebene Objektoberflächen – dazu zählen Wandflächen, Bücherregale, Boden etc. – wurden nun mit Textur interaktiv verbunden und damit fertiggestellt. Für komplexe Flächen und Textur aus mehreren Quellenbildern wurden darüber hinaus Software-Werkzeuge entwickelt. Diese stellen Funktionen zur Verfügung, die zur Behebung von Korrespondenzdefekten sowie zur radiometrischen Feinanpassung angrenzender Texturen entworfen wurden. Besonders für die Texturierung des Kuppelbereiches wurden diese Funktionen notwendig. Textur aus fünf Quellenbildern wurde in das digitale Modell eingearbeitet und mußten daher geometrisch und radiometrisch aneinander angepaßt werden [4] (Abb. 5).

Das Ergebnis der digitalen Modellierung liegt in Form mehrerer Geometriedateien mit ca. 19,000 Flächenelementen und etwa 50 Texturdateien mit insgesamt 70 Mbyte Texturdaten vor. Als Datenformat wurde das ASCII-Inventorformat für Geometriedaten und das IRIS-RGB Format für die Texturdateien gewählt.

## 7. Nutzung des digitalen Modells

Das digitale Modell bildete die Basis für die Berechnung der gewünschten Bildfolgen und MPEG-Filmsequenzen für die CD-i Produktion. Eine Hauptaufgabe bestand zunächst darin, geeignete Kamerapfade und Beleuchtungsmodelle zu definieren. Als Software kam das Programm „Wavefront Advanced Visualizer“ zum Einsatz. Um die Geometriedaten übernehmen zu können,



Abb. 5: Die Kuppel des Prunksaales wurde mit Textur aus fünf perspektiven Aufnahmen ausgestattet. An den Grenzlinien wurde geometrische und iad'ometrische Übereinstimmung gefordert

wurden sie von Medit im Inventor-Format geschrieben und mit eigenen Konvertern ins „Wavefront objekt file“-Format umgewandelt.

Für die Berechnung der Filmsequenzen im Drahtmodell mußte das Geometriemodell in seiner Komplexität vereinfacht werden, um die Geometrie hervorheben zu können und um zu verhindern, daß die Bilder mit Linien überfüllt sind. Der Hauptteil dieser Arbeit wurde manuell

durch Substitution mit einfacheren Geometrietellen durchgeführt, wobei die Umrisse hervorgehoben wurden. Bis zu einem gewissen Grad konnte die Vereinfachung der Geometrie automatisiert werden. Eine Funktion, die im Kuppelbereich verwendet wurde, verschmilzt benachbarte Dreiecke zu Rechtecken. Eine andere Funktion verschmilzt benachbarte Polygone mit einer Winkelabweichung unter einem gewissen Grenzwert, um Kurven zu vereinfachen.



Abb. 6: Ansichten des Prunksaales. Der historische Prunksaal (links) und die aktuelle Situation mit Stützelementen (rechts)

Die Kameraführung für die Bildfolgen wurde gemeinsam mit einem Regisseur erarbeitet. Die danach berechneten Filmsequenzen geben einen Überblick über die Architektur, zeigen Eindrücke des Gebäudes aus der Sicht des Kaisers, liefern Vergrößerungen interessanter Details und bieten schließlich auch einen Vergleich zwischen dem gegenwärtigen und dem ursprünglichen, historischen Bauzustand (Abb. 6).

## 8. Ausblick

Die vorliegenden Ergebnisse lassen eine Beurteilung zu, die geeignet ist, den Einsatz der hier gezeigten Methode für weitere Vorhaben zu evaluieren. Multimediale Informationssysteme sind im Entstehen begriffen und erfordern Dateninhalte von ständig steigender Qualität und verbesserter Einsatzfähigkeit. Gleichzeitig wird die Leistungsfähigkeit von Graphikrechenanlagen kontinuierlich gesteigert und erlaubt gemeinsam mit intelligenter Software die Handhabung dieser Computerdokumente. Die Interaktion mit dreidimensionalen digitalen und photorealistisch texturierten Modellen ist durch entsprechende Standards bereits auf breiter Basis und im internationalen Datennetz gewährleistet. Damit ist die Nutzung dieser Computerdokumente gegenwärtig möglich, die Datenmengen sind durch flächendeckend fehlende Hochleistungsdatennetze und ungenügend verbreitete Graphikrechner der oberen Leistungsklasse noch beschränkt. Eine rasante Entwicklung in diesen Bereichen ist im Gange.

Eine Verbesserung und Beschleunigung der Methoden der digitalen Objektrekonstruktion und Modellierung ist daher eine unbestrittene Forderung. Besonders im Bereich der digitalen Bildanalyse sind weltweit Anstrengungen im Gange, aus Bildern die Form von Objekten abzuleiten sowie den Prozeß der Bilderzeugung durch Einsatz elektro-optischer Sensoren zu automatisieren. Neben der Formrekonstruktion ist die Beschreibung von Oberflächeneigenschaften nunmehr durch die Nutzung von Textur aus Bildern ein erster Schritt zu einer photorealistischen Objektdokumentation. Die Entwicklung von digita-

len Werkzeugen zur Verarbeitung dieser Texturinformation wurde in diesem Beitrag anhand einiger Beispiele erwähnt. Die Automatisierung dieser Funktionen ist der nächste Schritt.

## Dank

Die digitale Modellierung des Prunksaales der Österreichischen Nationalbibliothek war nur durch die Bereitschaft zur Mithilfe und Kooperation einer Reihe von Personen möglich. Seitens der Nationalbibliothek soll hier Dr. Hans Petschar als Gesamtprojektleiter der CD-i Produktion genannt werden. Der Abteilung für Fernerkundung, Bildverarbeitung und Kartographie der Technischen Universität Graz (Leitung: o.Univ.-Prof. Dr. G. Brandstätter) sei für die Bereitstellung der Meßkamera sowie des analytischen Stereoauswertegerätes gedankt. Die Fa. Silicon Graphics Computersysteme Ges.m.b.H. hat durch die Bereitstellung eines Graphikhochleistungsrechners zum Erfolg beigetragen. Besonderer Dank gebührt den Mitarbeitern, deren Engagement und Kreativität in der Qualität der Arbeit ihren Ausdruck findet. Namentlich genannt sei hier Michael Pichler, Johannes Holzer, Norbert Rühaltinger, Stephan Meissl und Alois Maierhofer.

## Literatur:

- [1] Akeley, K., *Reality Engine Graphics*, In: Computer Graphics, Proceedings of the SIGGRAPH Conference 1993, Addison-Wesley, New York 1993.
- [2] Foley J.D., A.van Dam, S.K.Feiner, J.F. Hughes, *Computer Graphics, Principles and Practice*, 2nd Edition, Addison-Wesley, New York 1992.
- [3] Gruber M.: On the Superposition of Digital Images and Vector Graphics for Monoscopic and Stereoscopic Viewing. In W. Pözlthner, E. Wenger (Eds.): *Image Analysis and Synthesis*, Oldenburg Verlag, Wien 1993.
- [4] Gruber M., M. Pasko, F. Leberl: Geometric versus Texture Detail in 3-D Models of Real World Buildings, Proceedings of the Ascona Workshop 1995, Birkhäuser Verlag, Basel 1995.
- [5] Leberl F., M.Gruber, F. Madritsch: Trade-Offs in the Reconstruction and Rendering of 3-D Objects. Proceedings of the 18th Symposium of DAGM and 18th OAGM-Workshop, Springer Verlag, Serie Informatik Xpress, Wien 1994.
- [6] Uray P., M. Gruber, K.Karner, F. Leberl: Modeling and Visualizing a Marble Statue of Habsburg Emperor Karl VI. IIG-Report No. 420, October 1995, Publications of the OCG - Institute for Information Processing, Graz 1995.
- [7] Watt A., *Advanced Animation and Rendering Techniques, Theory and Practice*. ACM Press, Addison Wesley, New York 1993.

## Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Ing. Michael Gruber, Institut für Computerunterstützte Geometrie und Graphik, Technische Universität Graz, Münzgrabenstraße 11, A-8010 Graz; Dr. Peter Sammer, Institut für HyperMedia Systeme, Joanneum Research, Schießstattgasse 4a, A-8010 Graz



 **Trimble**  
DIE GPS LÖSUNG

# 4600LS Surveyor

## Der leichte Einstieg in die GPS-Vermessung

**F**ür den, der noch nicht mit GPS gearbeitet hat, bietet der 4600LS Surveyor den einfachen Einstieg in die GPS-Vermessung.

Mit dem 4600LS Surveyor können Sie leicht und preiswert Ihre GPS-Messungen planen, durchführen und auswerten.

Der 4600LS Surveyor ist ein kompakter Einfrequenz-GPS-Empfänger. Antenne, Empfänger, Speicher und Batterien befinden sich in einem wasserfesten, staubfesten Gehäuse. Die Datenaufzeichnung starten Sie durch einen einzigen Knopfdruck.

Drei LED-Dioden zeigen Ihnen den Verlauf der Messung an. Für topografische Aufnahmen befestigen Sie den 4600LS Surveyor einfach auf einem Tächymeterstab und bedienen ihn über ein elektronisches Feldbuch.

Zusammen mit der Auswerte-Software GPSurvey gibt Ihnen der 4600LS Surveyor alle Vorteile der GPS-Vermessung zum Preis einer herkömmlichen Totalstation.

Das ist doch ein Wort!

Weitere Informationen zum 4600LS Surveyor und zu allen anderen GPS-Vermessungssystemen bekommen Sie sofort von uns.



Ihr Partner für GPS-Systeme in:

Österreich, Slowakei,  
Tschechien

**AGIS**®

Linke Wienzeile 4  
A-1060 Wien

Tel. (+43) 0222 / 587 90 70  
Fax. (+43) 0222 / 587 90 70 -79



# Die digitale Photogrammetrie als Werkzeug der Architekturbildmessung

Klaus Hanke, Innsbruck

## Zusammenfassung

Die Methoden der digitalen Photogrammetrie beginnen inzwischen auch in der traditionell eher konservativen Architekturbildmessung Fußzufassen. Neben den aus der Luftbildmessung übernommenen Auswerteverfahren und -programmen werden vor allem Low-cost Systeme für Anwendungen in Architektur, Denkmalpflege und Archäologie eingesetzt. Neue Strategien für Aufnahme, Auswertung und Darstellung dafür sind in Entwicklung.

## Abstract

Digital photogrammetric methods have made their way also into architectural applications which is traditionally a rather conservative branch. Beside the programs and techniques that have been adopted from aerial photogrammetry mainly low-cost systems are used for architectural and archaeological applications. New strategies for data acquisition, restitution and presentation of the digital data are under development.

## 1. Einleitung

Digitale Methoden halten heute in der Photogrammetrie grundsätzlich in allen Bereichen Einzug. Die einfache Handhabung, die komfortable und übersichtliche Verarbeitung mit teils handelsüblichen Computern sowie große Vorteile bezüglich Anschaffungspreis von Hard- und Software etc. haben dieser Technologie zum Durchbruch verholfen [1]. Die leichte Verfügbarkeit digitaler Bilder gerade in den Nahbereichsanwendungen durch Photo CD und digitale Kameras sowie die überschaubare Datenmenge pro Bild lassen gerade diesen Bereich für digitale Photogrammetrie prädestiniert erscheinen.

## 2. Aufgabenstellung der Architekturbildmessung

Die Architekturbildmessung zählt mit zu den ältesten Anwendungen der Photogrammetrie. Der Architekt Albrecht Meydenbauer hatte schon vor ca. 140 Jahren (nach einem Beinahe-Absturz von einem Bauaufnahme-Gerüst) die Idee, aus sicherer Entfernung vom Objekt gemachte Photos für Fassadendarstellungen heranzuziehen. Ihm ist ein wesentlicher Anstoß für die Entwicklung dieser Methode zu verdanken.

Als Methode der Bauaufnahme stellt die Architekturphotogrammetrie im allgemeinen eine Hilfsdisziplin im Dienste der Architekten, Archäologen und Denkmalschützer dar. Dabei kommen im wesentlichen zwei miteinander gekoppelte Methoden zum Einsatz: die Architekturbildmes-

sung, die durch Umkehrung der Zentralperspektive eine berührungslose Vermessung von maximaler Objektivität und Genauigkeit liefert, und das Handaufmaß, das dem Baufachmann vor Ort die Gelegenheit zur Ergänzung, Detaillierung und direkte Kontaktnahme (das „Begreifen“) des Objekts erlaubt. Das eine ist ohne das andere unvollständig und erzeugt entweder nur „farblose“ (weil rein technische) Beschreibungen und Pläne eines Baudenkmals, ohne dessen Charakter zu dokumentieren oder liefert möglicherweise keine ausreichende geometrische „Richtigkeit“, die als Grundlage für nachfolgende Arbeiten im allgemeinen als notwendig zu erachten ist.

Als klassische Ergebnisse der Architekturphotogrammetrie sind Risse und Fassadenpläne (Abb.1 und 2), Schnitte und Ansichten anzusehen. Zusätzlich gewinnt aber die Erzeugung von räumlichen Linien-, Flächen- und Volumsmodellen in CAD-Systemen als Folge einer streng dreidimensionalen Auswertung an Bedeutung. Letztere hat natürlich, wie im übrigen Vermessungsbereich auch, den Vorteil der leichten und einfachen 3D-Weiterverarbeitung durch den Auftraggeber sowie eine „blattschnittfreie“ Verwaltung der gelieferten räumlichen Daten.

Als konkrete Aufgabenstellungen ergeben sich die Erzeugung von Plan- und Planungsgrundlagen für die Altstadtsanierung und Stadtplanung, für Ortsbildschutz und Dorferneuerung, Planung in Baulücken sowie als Beweismittel bei Veränderungen des Gebäudes und als Entscheidungshilfe für Baubehörden bei der Erstellung von Bebauungsplänen und bei der Farbgestaltung.



Abb. 1: Massische (Strichauswertung) und digitale Version (Orthobild) eines Fassadenplans

International spielt die Architekturbildmessung natürlich zur Erhaltung und Dokumentation von Denkmälern des sogenannten „Kulturellen Welt-

erbes“ eine bedeutende Rolle. Die Erfassung von gefährdeten Bauten, sei es wegen Kriegsgefahr, Umweltkatastrophen oder Vandalismus, stellt heute qualitativ und quantitativ eine große Herausforderung an die Architekturphotogrammetrie in aller Welt dar. Das Fehlen jedweder planlichen (maßstäblicher) Aufzeichnungen über viele historische Bauten macht eine Rekonstruktion bzw. Restauration häufig schwierig, wenn nicht unmöglich. Die Brände der letzten Zeit von so bedeutenden Baudenkmalen wie der Wiener Hofburg, dem Opernhaus „La Fenice“ in Venedig oder Windsor Castle sowie die teilweise Zerstörung der Altstädte von Dubrovnik und Mostar im Kriegswahnsinn des Balkans, wie auch die Erinnerung an die Zerstörung wichtiger Baudenkmale als Folge der Weltkriege dieses Jahrhunderts zeigen nur zu deutlich, wie notwendig und wünschenswert eine möglichst vollständige photogrammetrische Dokumentation dieser historischen Bauten in aller Welt wäre [2].



Abb. 2: Verkleinerter Ausschnitt eines Fassadenplanes des Stifts Stams/Tirol

Es ergibt sich somit insgesamt eine komplexe Aufgabenstellung für die Architekturphotogrammetrie, die in ihrer Umsetzung im wesentlichen nur

durch die finanziellen und personellen Möglichkeiten der einzelnen Staaten bzw. der UNESCO begrenzt bleiben muß.

### 3. Historische Entwicklung

Die Anfänge der Architekturbildmessung führten oft zu speziellen, genau auf diese Anwendungen hin entwickelten Geräten zur Aufnahme und Auswertung. Einerseits waren diese geprägt durch den Wunsch zur einfachen Durchführung von Standardkonfigurationen u.a. auch durch Nicht-Photogrammeter, andererseits wurde häufig auf spezielle Anforderungen der Architekturphotogrammetrie bedacht genommen (z.B. Kombination mit anderen geodätischen Meßmitteln, Stereokammern, transportable Ausrüstung, Neigungsrechner, etc.) [3]. Häufig trafen sich dabei auch die Anforderungen anderer Anwendungen wie z.B. die der topographisch-terrestrische Aufnahme.

Mit dem Aufkommen analytischer Methoden gelang der Übergang zu allgemein verfügbaren Geräten. Der Weg von der klassischen, kalibrierten Meßkammer zur handlichen Teilmeßkammer, ja bis zum Einsatz von Nichtmeßkameras mit on-the-job-Kalibrierung ist weitgehend abgeschlossen. Die beiden letztgenannten sind in der Architekturphotogrammetrie (mit Ausnahme höchster Genauigkeitsanforderungen) derzeit als Stand der Technik zu betrachten. Die dabei erzielten Ergebnisse sind sehr zufriedenstellend und für den angestrebten Zweck auch als ausreichend zu erachten.

Die Entzerrung von Meßbildern gehört ebenfalls zum klassischen Repertoire dieses Zweiges der Photogrammetrie. Waren es ursprünglich Abbildungen von Ebenen, die umgebildet wurden, so gab es in der Folge erfolgreiche Versuche, Bilder beliebig gekrümmter Flächen durch photographische (analoge) Differentialentzerrung in Fassadenpläne zu verwandeln [4]. Diese Ansätze stoßen durch die Beschränkung auf Oberflächen, die sich als Funktion ihrer „Grundriß“-Koordinaten beschreiben lassen, also Flächen der allgemeinen Form  $z = f(x, y)$ , bald an ihre Grenzen. Architekturobjekte sind in ihrer allgemeinen Ausprägung kaum in der erwähnten Form zu beschreiben, sondern enthalten vielmehr oft Vorsprünge, Nischen und Erker, verdeckte Teile und „sprunghafte“ Oberflächen, kurz: sind „echte“ dreidimensionale Objekte. Deshalb ist insgesamt eine dreidimensionale Rekonstruktion eines Bauwerks jedenfalls einer Fassadenwelsen vorzuziehen, häufig kann auch gar

keine triviale Unterteilung des Bauwerks in einzelne Fassaden (z.B. bei stark gekrümmten Oberflächen) vorgenommen werden.

### 4. Digitale Methoden

Die digitale Photogrammetrie fügt dieser Entwicklung ganz neue Facetten hinzu [5]. Ursprung der Bilder können entweder direkt digitale Kameras oder gescannte herkömmliche (analoge) Photos sein. Für letzteres hat sich die von Kodak entwickelte Photo CD hervorragend bewährt. Sie entbindet den Photogrammeter von der Notwendigkeit einen professionellen Scanner anzuschaffen und bietet einen hohen Grad an geometrischer Stabilität und Treue der gescannten Bilder [6, 7]. Außerdem ist die Compact Disc ein hervorragendes Speichermedium zum dauerhaften Archivieren des Datenmaterials. Darüber hinaus eignet sich dieses Verfahren auch bei Verwendung bereits vorhandener Meßbilder (ein Standardfall z.B. bei der Rekonstruktion zerstörter Baudenkmale) bis zum Format 4 x 5 Zoll mit Auflösungen bis zu 4096 x 6144 Bildpunkten. Digitale Kameras vergleichbarer Qualität sind dem gegenüber noch verhältnismäßig teuer und verfügen nur über relativ kleine Bildflächen bzw. für Meßzwecke unzureichende Auflösung. Eine starke Entwicklung in diese Richtung ist jedoch absehbar.

Bei der Auswertung zeigen sich nun die Stärken der Digitalphotogrammetrie. Analytische Plotter werden durch handelsübliche und daher allgemein verfügbare PCs oder Workstations abgelöst. Die digitalen Methoden der Mustererkennung und Bildkorrelation unterstützen den Auswerter weitgehend bei der Herstellung der inneren und äußeren Orientierung des Bildverbandes.

Die automatische Auswertung des Bildinhalts bereitet in der Architekturphotogrammetrie jedoch einiges Kopfzerbrechen. Anders als in der Luftbildmessung ist der gesuchte Inhalt der Auswertung nicht immer so klar zu beschreiben und somit auch nur schwer (z.B. durch wissensbasierte Systeme) algorithmisch beschreibbar. Darüber hinaus ist aufgrund der schon erwähnten „echt“ dreidimensionalen Objekte mit ihren vor- und rückspringenden sowie immer wieder auch verdeckten Teilen der Oberfläche jeder glatte oder glättende Algorithmus von vornherein zum Scheitern verurteilt. Kein Objektpunkt kann hier, wie in der Aerophotogrammetrie üblich, bei der Suche nach „Ähnlichem“ als Näherung für seinen Nachbarn gelten, dazwischen könnte ein

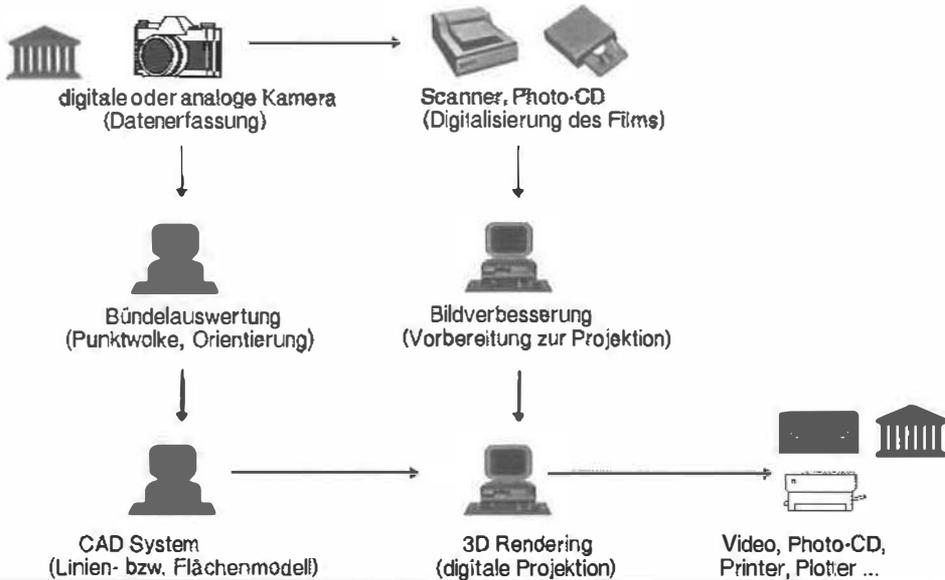


Abb. 3: Datenfluß der digitalen Architekturbildmessung

Unterschied in der räumlichen Tiefe von einigen Metern liegen. Die Lösung liegt wohl in einer fortwährenden Interaktion zwischen Auswerter und Computer. Einmal z.B. auf die Spur einer auszuwertenden Linie gesetzt, kann die Software weitgehend selbständig deren Verlauf folgen. Die dadurch gewonnenen Linieninformationen können nach Diskretisierung und gegenseitiger Zuordnung als räumliche Splines zur Rekonstruktion von Objekten beitragen [8]. Auch die Vorgabe von auszuwertenden Elementen unter Verwendung von Skizzen führt bereits zu guten Erfolgen [9]. So liegt der Fortschritt bei der digitalen Auswertung gerade im Bereich der Architekturbildmessung sicher vorwiegend in einer interaktiven, teilautomatisierten Unterstützung des Auswerters bei wiederkehrenden Teilaufgaben, denn in einer undifferenzierten Vollautomatisierung.

## 5. Neue Wege in der 3D-Rekonstruktion

Am Institut für Geodäsie der Universität Innsbruck wurden vom Autor in den letzten Jahren verstärkte Anstrengungen unternommen, diese Entwicklung mitzugestalten. Die bestehenden guten Kontakte zu Architekten, Denkmalschützern und Archäologen führten zu einer sehr fruchtbaren und konstruktiven Zusammenarbeit. Die photogrammetrische Dokumentation der prähistorischen Mumie vom Hauslabjoch („Ötzi“) ist eines der herausragenden Beispiele dafür. Auch die sehr gute Akzeptanz der einschlägigen Lehrveranstaltungen erlaubten die

zusätzliche Durchführung einer Vielzahl von kleineren und größeren Projekten im In- und Ausland. Die Teilnahme an internationalen Forschungsinitiativen [10] gestattete eigene Entwicklungen zu verifizieren und voranzutreiben.

Mit der Konzeption des „digitalen Projektors“ gelang es einerseits, ein vom Modell her streng digitales photogrammetrisches Werkzeug zu entwickeln und andererseits der Forderung nach einer objektorientierten, dreidimensionalen Rekonstruktion von Baudenkmälern Rechnung zu tragen.

Anders als bei herkömmlichen „Entzerrungen“ und „Umbildungen“ handelt es sich dabei um eine objektorientierte, dreidimensionale Rekonstruktion des gesamten Objekts, die voraussetzungslos und nahezu ohne Einschränkungen arbeitet. Die Methode basiert auf der Umkehrung der Aufnahmesituation. Der Vorgang selbst geschieht in 3 Phasen (Abb. 3): Im ersten Schritt wird die innere und äußere Orientierung der Aufnahmekamera sowie ein, den Anforderungen entsprechend detailliertes Liniengerüst der Bauwerksumrisse und markanten Flächenbegrenzungen bestimmt. Um eine möglichst homogene Lösung des Gesamtbauwerkes zu erzielen, werden diese Elemente mittels photogrammetrischer Bündelausgleichung [11] berechnet. Abgesehen davon ist eine Auswertung dieses Liniengerüsts auch am analytischen Plotter möglich. In einem weiteren Schritt wird innerhalb einer CAD-Umgebung das Liniengerüst überarbeitet und gegebenenfalls ergänzt, wobei auch zusätz-

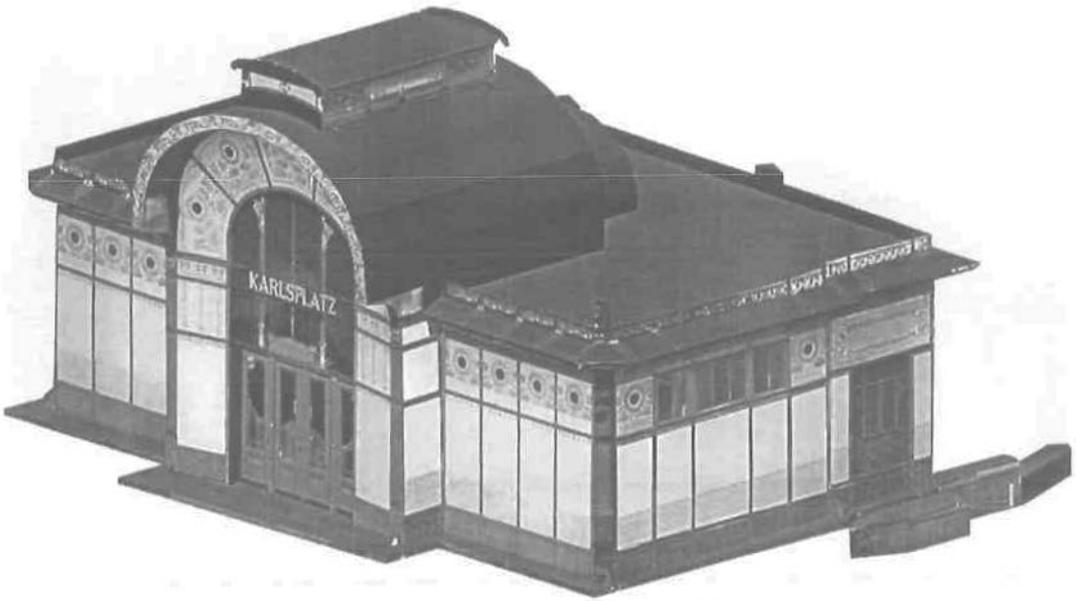


Abb. 4: Perspektive Ansicht des Modells „Otto-Wagner-Pavillon Karlsplatz“

liche Messungen (Photos, Maßband, Theodolit, etc.) einfließen können. Das 3D-Modell wird anschließend durch Definition von Flächen zwischen den Strukturlinien geschlossen und durch Rendern auf etwaige verbliebene Lücken geprüft. Das so entstandene Flächenmodell des Objekts dient als „Projektionsfläche“ und kann dabei je nach Aufgabenstellung einen ganz verschieden hohen Detaillierungsgrad aufweisen. In der dritten Phase erfolgt die eigentliche Rückprojektion der Meßbilder [12].

Ähnlich wie mit einem digitalen Diaprojektor werden anschließend einige ausgesuchte Pho-

tos auf das erzeugte Flächenmodell rückprojiziert. Die Auswahl der Bilder geschieht nach Sichtbarkeit und Projektionswinkel auf die Flächen. Die „digitalen Projektoren“ besitzen dieselbe innere und äußere Orientierung wie die verwendeten Kameras, ihre Werte entstammen der Bündelausgleichung und können, wie im Falle der Selbstkalibrierung von Kameras, auch für jedes Bild verschieden sein.

Das Ergebnis ist ein vollständiges dreidimensionales Computermodell des Gebäudes (Abb. 4) oder sonstigen Objekts, von dem bei Bedarf beispielsweise Orthobilder einzelner Fassaden (Abb. 5), Schrägansichten (Abb. 6 und 7), bewegte Animationen oder interaktive Anwendungen erzeugt werden.

Der Ansatz dieser digitalen Methode ist so allgemein, daß nicht nur Anwendungen in der Architektur, sondern genauso archäologische Grabungsdokumentationen, medizinische oder forensische Anwendungen denkbar sind. Prinzipiell ist diese Methode auch nicht auf Nahbereichsanwendungen beschränkt. Luftbilddauswertungen mit Modellierung der Gebäude oder anderer Kunstbauten nach diesem Ansatz durchzuführen, scheint allerdings aufgrund der ohnehin bestehenden, auf diese nur 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-dimensionalen Anwendungen zugeschnittenen Softwarelösungen nicht sinnvoll. Da die Rekonstruktion objektbezogen durchgeführt wird, ergeben sich keine Probleme bei der Kombination unterschiedlichster Bilder desselben Objekts. Die Einbindung



Abb. 5: Orthobild des Bahnhofgebäudes in Völs

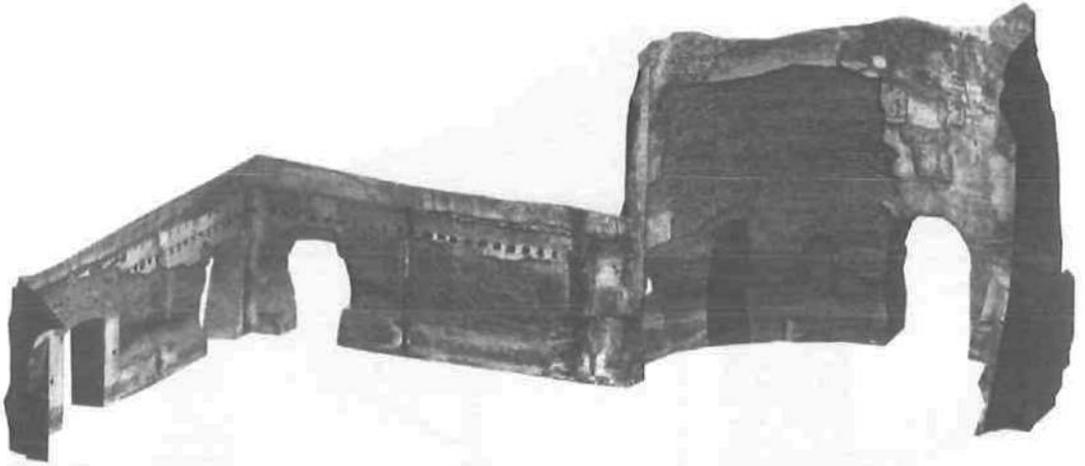


Abb. 6: Perspektivansicht des Computermodells „Caracalla Thermen Rom“

von Nahaufnahmen für interessante Details in höherer Auflösung oder gegenteilig, die Datenreduktion für benachbarte Objekte mit ausschließlichem „Umgebungscharakter“ in geringerer Auflösung der Projektion ist problemlos möglich und

zeigt die Flexibilität des Ansatzes. Ebenso einfach ist eine Kombination von Innen- und Außenschale eines Bauwerks. Ein Teil der „digitalen Projektoren“ wird im Innenraum situiert und projiziert die dort belichteten Aufnahmen auf die Innenwände; ein dementsprechendes Projekt ist derzeit in Ausarbeitung.



Abb. 7: 3D-Computermodell „Caracalla Thermen Rom“ aus der Sicht eines virtuellen Touristen

## 6. Ausblick

Ein grundsätzliches Umdenken in der Betrachtung der Ergebnisse einer Vermessung beginnt sich durchzusetzen. Diesem ist es zu verdanken, daß nicht mehr einzelne Pläne entstehen, sondern die erfaßten Daten im Sinne blattschnittfreier Datenstrukturen von Informationssystemen, ohne einschränkende Vorwegnahme der Datennutzung, verwaltet werden. Diesem Gedanken folgend werden auch in der Architekturbildmessung nicht mehr vorwiegend einzelnen Fassaden erfaßt und ausgewertet, sondern das Objekt als Ganzes steht im Zentrum des Interesses. Fassadenpläne, Ansichten, Abwicklungen oder Profile, all das sind nur abgeleitete Visualisierungen eines glo-

bal ausgewerteten und verwalteten Datenbestandes. Die Art der nachfolgenden Nutzung dieser Daten ist damit weitgehend noch nicht präjudiziert, die Darstellung (ob perspektivisch oder orthogonal, von welchem Punkt und aus welcher Richtung, im Detail oder Überblick) bleibt dem Nutzer der Daten überlassen. Die Verknüpfung der photogrammetrisch erfaßten, geometrischen Daten mit Sachdaten erlaubt die Einbindung z.B. in Gebäudeinformationssysteme. Die Verbindung mit digitalen Geländemodellen und geokodierten Luftbildern macht die Kombination eines Gebäudes mit dem umgebenden Gelände möglich. Der Übergang zum digitalen Stadtmodell ist „eine Frage des Maßstabs“ d.h. der Generalisierungsmöglichkeiten des Datenmodells.

Denkmalpfleger und Archäologen neigen ihrer Profession gemäß eher zur Beibehaltung bestehender und bewährter Verfahren. Die unübersehbaren Vorteile und Möglichkeiten digitaler Systeme und Ergebnisse werden aber sicher auch im Bereich Architekturbildmessung ein Umdenken bewirken. Virtuelle Welten werden heute bereits vom planenden Architekten zur Veranschaulichung von Projekten durch Animationen akzeptiert und gerne angewendet.

Ihr Siegeszug zur Dokumentation und Darstellung von bestehendem bzw. zur Rekonstruktion von bereits verlorenem Kulturgut in den Bereichen Denkmalschutz, Museen und archäologische Ausgrabungen etc. steht noch aus.

#### Dank

Die verwendeten Projekte wurden u.a. durch die Österr. Bundesregierung aus dem EH-Projekt 894/94, durch Studentenarbeiten im Rahmen der Lehrveranstaltung „Architekturbildmessung“ an der L.-F.-Universität Innsbruck, sowie durch Förderungsbeiträge der Österr. Industriellenvereinigung und der Raiffeisen-Zentralkasse Tirol ermöglicht.

#### Literatur

- [1] *Löberl, F.*, „Towards a New Photogrammetry?“. Zeitschrift für Photogrammetrie und Fernerkundung, 60. Jahrgang, 1992, S 9 – 12.

- [2] *Waldhäusl, P.*, „Defining the Future of Architectural Photogrammetry“. Invited Paper. In: International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Volume XXX, Part B5, Washington DC, 1992.
- [3] *Foranitti, H.*, „Bildmessung in der Denkmalpflege“. Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Heft 3, 1963.
- [4] *Vozikis, E.*, „Digitally Controlled Differential Rectification of Mathematically Defined Surfaces“. Photogrammetria, Vol. 38 (1983), S 165-180.
- [5] *Kraus, K.*, „Qualitätssteigerung photogrammetrischer Produkte mittels digitaler Bildverarbeitung“. Zeitschrift für Vermessungswesen, 118. Jahrgang, Heft 8/9, 1993 S 403-407.
- [6] *Hanke, K.*, „The Photo CD – A Source and Digital Memory for Photogrammetric Images“. Intercongress-Symposium of ISPRS-Commission V, Melbourne, Australia. In: International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Volume XXX, Part 5, 1994.
- [7] *Hanke, K., Welndorf, Th.*, „Using the Photo CD as a Source and Digital Memory for Photogrammetric Images – A Report on its Data Compression Method and the Geometrical Stability of the Transferred Images“. Proceedings of the St. Petersburg – Great Lakes – Conference „Digital Imaging and Remote Sensing 95“, 25. – 30. Juni 1995, St. Petersburg, Rußland, GUS. SPIE-Publications, Series P, Vol. 2646, Washington DC, USA
- [8] *Forkert, G.*, „Photogrammetric Object Reconstruction Using Free-Formed Spatial Curves“. In: Gruen/Kahnen (Eds.) Optical 3D Measurement Techniques II, Wichmann Verlag, Karlsruhe, Zürich 1993. S 221-228.
- [9] *Strellein, A.*, „Videogrammetry and CAA for Architectural Restoration of Otto-Wagner-Pavillion in Vienna“. In: Grün/Kahnen (Eds.): Optical 3D-Measurement Techniques III, Vienna. Wichmann, 1995
- [10] *Waldhäusl, P.*, „A test object for architectural photogrammetry: Otto Wagner's Underground station „Karlsplatz“ in Vienna“. In: Proceedings of XIV. International Symposium of CIPA, Delphi, Greece, 1991
- [11] *Kager, H.*, „Das interaktive Programmsystem ORIENT im Einsatz“. In: International Archives of Photogrammetry, Hamburg, Volume XXIII Part 5, 1980.
- [12] *Hanke, K., Ebrahim, M. A.-S.*, „A General Approach for Object Oriented 3D-Mapping in Digital Close Range Restitution“. In: International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Volume XXXI, Part 25, ISPRS-Kongress Wien 1996.

#### Anschrift des Autors:

Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr.techn. Klaus Hanke, Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, Institut für Geodäsie, Technikerstraße 13, A-6020 Innsbruck, E-mail: Klaus.Hanke@uibk.ac.at



# Fernerkundungsanwendung – Metafragen aus der Sicht der Geographie

Martin Seger, Klagenfurt

## Zusammenfassung

Aus der Sicht des Anwenderbereiches Geographie wird auf einer von Detailfragen abgehobenen Ebene ein Bogen vom gesellschaftlichen Kontext der Fernerkundungsanwendung zu Grundfragen der interpretativen Nutzung von Bilddaten gespannt. Die Bedeutung der für raumbezogene Wissenschaften, ein deduktives Modell potentieller Landoberflächenklassen, ein paradigmatisches Modell der Bildinterpretation und Bildareale sowohl als Objekte der visuellen Wahrnehmung als auch der analytischen Landschaftsforschung werden angesprochen.

## Abstract

Apart from detailed problems, this article starts with issues concerning to the data applicant's position between technology and the needs of different users of remote sensing products. A deductive model for potential land cover classes is useful for image classification as well as for image interpretation. The paradigm of interpretation is shown as a combination of visual photo patterns and land surface units (patches), using features of the image patterns as well as of the real space. The significance of this patterns for different questions in landscape research and regional planning is outlined. They occur as indicators for physical and human processes within the real space. At last, the dependence of interpretable objects from the spatial resolution of remotely sensed data is mentioned (landscape elements, landcover classes, landscape regions).

## 1. Fernerkundung im gesellschaftlichen Kontext

Die Ausführungen zum Problemkreis Fernerkundung und Anwendungsfragen werden mit einem sozialwissenschaftlichen Statement eingeleitet: Fernerkundung der Erde und ihre Bedingungsfelder, nämlich Raumfahrttechnologie und digitale Informationsverarbeitung, sind ein hervorragendes Beispiel für die gesellschaftswissenschaftliche Modernisierungstheorie. Sie besagt, daß gesellschaftlicher Wandel im wesentlichen über den technisch-wissenschaftlichen Fortschritt herbeigeführt wird. Dieser Wandel wird für entwickelte Staaten als Tertiärisierung der Gesellschaft, Technisierung und Automation der Güterproduktion und Entwicklung zur post-modernen Informationsgesellschaft beschrieben. An letzterem hat die Fernerkundung der Erde einen entsprechenden Anteil. Erst diese Technologien ermöglichen Antworten auf neue gesellschaftliche Fragen, die mit den Megatrends: Ökologisierung der Gesellschaft und Umweltschutz, Globalisierung des Interesses, Nachhaltigkeit der Ressourcennutzung umrissen werden können. Zwei Schlußfolgerungen sind daraus abzuleiten: zum einen, daß Fernerkundung stets ein letztendlich gesellschaftliches Ziel verfolgt, nämlich einen Beitrag zu leisten zur Bewältigung ökonomischer, soziopolitischer und ökologischer Problemstellungen. Zum anderen liegt es

auf der Hand, daß daran sehr unterschiedliche Fachbereiche und Interessensfelder beteiligt sind, was zu einer heterogenen Situation in bezug auf die Ansprüche an Fernerkundungsdaten, auf ihre Verarbeitung und auf die angewendeten Methodologien führt. Der hier verfolgte Ansatz liegt mit Absicht sowohl abseits von Detailfragen als auch von gängigen Einführungen [1-4] oder Sammelwerken [5, 6].

## 2. „Anwender“ im Spannungsfeld zwischen Adressatenbezug und neuen Technologien

Vor diesem Hintergrund wird auf zwei Sachverhalte der Fernerkundungsanwendung, wohl unter dem Aspekt geographischer Interessen im weiteren Sinne, eingegangen: auf die Stellung der Anwender zwischen technologischen und fachbezogenen Problemfeldern, und auf den Adressatenbezug als Zielorientierung der Aussageebene (Abb. 1). Zu ersterem wird auf den bekannten Umstand verwiesen, daß ein mehrstufiger arbeitsteiliger Prozeß vorliegt, bei dem das Produkt eines Teilbereiches stets die Ausgangslage für die nachfolgende Problemstellung darstellt. Für die Fernerkundungsanwender ergibt sich daraus die Notwendigkeit, sowohl im eigenen Fachgebiet als auch im Bereich der neuen Technologie angemessen bewandert zu sein. Daneben haben Anwender zu entscheiden, ob

Fernerkundungsdaten als Forschungsobjekte betrachtet werden, oder ob sie eher einen Arbeitsbehelf für andere Fragestellungen darstellen. Die folgende Typisierung der Anwender erscheint möglich:

- a) „Reine Anwender“: Fernerkundungsprodukte, vorwiegend bildhafte Darstellungen, werden herangezogen, um Verbreitungsmuster fachspezifischer Objektkategorien zu erläutern und zu dokumentieren, bzw. daraus entsprechende Schlüsse zu ziehen.
- b) „Technologieorientierte Anwender“: Fernerkundungsdaten werden bearbeitet, um anhand der derart spezifisch aufbereiteten Daten anwendungsorientierte Problemstellungen zu lösen. Hierher zählen die Nutzung von Daten und entsprechender Hard- und Software im Bereich der digitalen Bildverarbeitung, des Einbaues der Fernerkundung in Geographische Informationssysteme und der Herstellung analoger Produkte (z.B. Satellitenbildkarten).
- c) „Technologisch orientierte Bearbeiter“ von Fernerkundungsdaten: Fragen der numerischen Datenanalyse im Zusammenhang mit Remission und Reflexion unter verschiedenen Voraussetzungen oder atmosphärische und geometrische Korrekturen sowie Weiterentwicklungen in der Klassifikationsmethodik stehen im Vordergrund des Interesses.

Die Bedeutung des Adressaten – d.h. Nutzerbezuges dagegen liegt in der strukturierenden Kraft des Nachfragers: ein angestrebtes Produkt bedingt sowohl bestimmte Datenqualitäten als auch die angewendete Arbeitsmethodik. Das Prestige und damit in der Regel auch die ökonomischen Möglichkeiten der Fernerkundungsanwender hängen auch davon ab, ob und inwieweit es ihnen gelingt, intellektuelle oder ökonomisch

potente Adressaten zu interessieren. Im Gegensatz zum eingespielten Angebot-Nachfrageverhältnis traditioneller Fachbereiche (z.B. Vermessungswesen, Schulgeographie) besteht für die Fernerkundung und die davon abgeleiteten Produkte das Dilemma, daß Angebote vorhanden sind, für die der Nachfrager-Markt erst zu schaffen ist. Wie dies geschieht, zeigt die merkantile Werbung in extenso. Aber vielleicht hängt die oft zitierte Stagnation in der Fernerkundung auch mit selbsterzeugten überzogenen Erwartungen zusammen, und mit der Entwicklung von Geographischen Informationssystemen, in denen folgerichtig die erdoberflächenbezogenen Daten der Fernerkundung nur eine unter mehreren Datenschichten darstellen. Dennoch ist gerade dieser Realraumbezug der Fernerkundung von großer Bedeutung für unterschiedliche Fachbereiche, und die folgenden Adressatengruppen sind zu unterscheiden:

#### Typen von Adressaten

- a) „Fachwissenschaftliches Publikum“ unterschiedlicher raumorientierter Wissenschaftszweige: Theorie- und methodikorientierte Diskussion der Verarbeitung und Nutzung von Fernerkundungsdaten in einschlägigen Fachpublikationen, Auswirkungen auf die Datenverarbeitung im Bereich anderer Adressatengruppen.
- b) „Praxisorientierte Nutzer“: Anwendung von Fernerkundungsprodukten als Information über den Status quo der Landnutzung, der Landschaftsstruktur und des raumbezogenen Strukturwandels in den unterschiedlichen Bereichen der Raumplanung. Anwendungsschwerpunkt im regionalen Maßstab bzw. bei spezifischen Fragestellungen (z.B. Waldschadensforschung). Wichtige Ergänzung der an

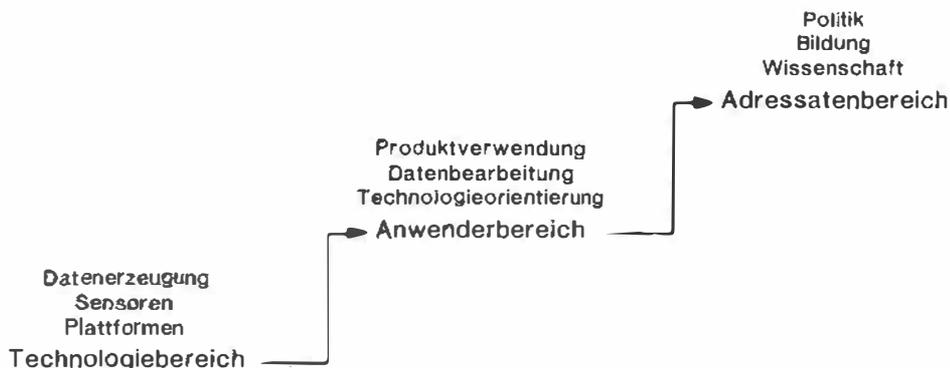


Abb. 1: Fernerkundungsanwendung zwischen technologischen Problemen und gesellschaftlichem Nutzen. Fernerkundungsdaten als Forschungsobjekt und als Datenbasis von Anwenderwissenschaften

sich spärlichen flächendeckenden Informationen, Entscheidungshilfe auf administrativer Ebene. Problem der Konkurrenz durch andere Informationsquellen (inkl. Luftbilddaten) und durch die Bedeutung von a priori nicht-räumlichen Daten (z.B. amtliche Statistik).

- c) „Bildungs- und informationsorientiertes Publikum“: Ein von Wissenschaftlern nur unzureichend erkanntes Interessentenpotential. Hier wird nicht nur der gesamte Schul- und Ausbildungsbereich angesprochen, für den die bildhaften oder kartenkonformen Fernerkundungsdarstellungen schlechthin ein „neues Bild der Erde“ darstellen. Darüber hinaus vermögen regionale bis globale Detailinformationen, die ein breites Publikum erreichen (welches wieder im Kontext demokratischer Entscheidungsfindung wirksam wird), im Sinne einer nachhaltigen Nutzung erdräumlicher Ressourcen wirksam zu werden.

### 3. Fernerkundung: raumbezogene Informationen der zweiten Generation und das Holismus-Problem

Die Geographie versteht als eine ihrer Aufgaben, raumbezogene und raumwirksame Informationen zu erstellen, zu verarbeiten und einem zugehörigen Adressatenkreis verfügbar zu machen. Andere Erdwissenschaften werden ihre raumrelevanten Bereiche wohl ähnlich sehen. Der paradigmatische Wandel im Potential erdräumlicher Daten durch die Fernerkundung wird bewußt, wenn man sich die sonstigen zugehörigen Datenquellen vergegenwärtigt: symbolistisch-reduktive topographische Karten, inhaltlich wenig differenzierte Katasterkarten, vergleichsweise spärliche Felderhebungen eigener Kartierungstätigkeit.

Korrekturweise muß die rezente Fernerkundungstechnologie als zweite Revolution bezeichnet werden. Die erste Revolution stellte das Luftbildwesen dar, welches nicht nur einen eigenen Wissenschaftsbereich nach sich zog (Photogrammetrie), sondern zu einem wichtigen Arbeitsmittel wurde im Sinne ungeneralisierter Realraum-Modelle, erster virtueller Realitäten und bildhafter Datenspeicher. Was aber ist das paradigmatische Neue an der Fernerkundung von heute? Abseits gängiger Qualitätsprofile sind für geographische Anwendungen anzuführen:

#### *Innovation in den Raumwissenschaften durch Satellitenfernerkundung*

- Regionaler Zuschnitt der Bildszenen (als Gegensatz zum Luftbild)

- flächendeckend detaillierte Erfassung räumlicher Strukturen und Zustände (als Gegenstück zu topographischen Karten)
- thematische Visualisierung durch Kombination wichtiger Spektralbereiche
- horizontale (geometrische) und „vertikale“ (spektrale, „Multi-Daten-Ansatz“) Verrechenbarkeit der Daten
- globale Verfügbarkeit und open sky-Politik.

Fernerkundungsdaten repräsentieren die Komplexität des Realraumes und den Zustand der Landesnatur nach definierten Auflösungskriterien. Sie entsprechen damit nicht nur dem Informationsbedürfnis der raumwissenschaftlichen Geographie und analogen Interessen, sondern kommen auch den Tendenzen eines neuen ganzheitlichen Denkens, neuen Verantwortlichkeiten und Raumplanungsüberlegungen entgegen. Allerdings erscheinen bildhafte Fernerkundungsdaten zunächst von einer holistischen Informationsvielfalt, die zumindest dem ungeübten Betrachter das Erkennen und Beurteilen der visuell wahrnehmbaren Bildinhalte erschwert. Daher ist es eine Hauptaufgabe der Fernerkundungs-Anwender, die gegebene Informationsvielfalt so zu strukturieren, zu reduzieren oder zu erklären, daß daraus eine der jeweiligen Problemstellung entsprechend weiterverwendbare raumbezogene Information entsteht. Wir wollen zunächst näher darauf eingehen, warum die bildhaften Fernerkundungsdaten häufig als zu holistisch und damit als schwer interpretierbar aufgefaßt werden:

#### *Hemmende Faktoren einer breiten Anwendung von Fernerkundungsdaten*

- Klassen nach Remissions-/Reflexionswerten korrespondieren vielfach nicht mit den „Ländernutzungsklassen in den Köpfen“.
- Ungeneralisiert vielfältige Bildmuster, „Senkrechtdarstellung“ im mittleren Maßstab und gegebenenfalls auch „falsche Farben“ sind zunächst ungewöhnlich, weil sie a priori nicht oder nur zum Teil mit räumlichen Vorerfahrungen in Beziehung gesetzt werden können.
- Die topographische Orientierung ist erschwert, sofern nicht eine Verknüpfung mit der „Topographie im Kopf“ (mental maps) herzustellen ist.
- Auflösungsgrenzen, Mischpixelfragen, Aufnahmezeitpunkt und reliefbedingte Disparitäten sind weitere Aspekte, die nach zugehörigem Vorwissen verlangen“.
- Vertieftes analytisches Bildverstehen ist aus diesen Gründen sowohl an Vorerfahrung als auch an die Nutzung von Zusatzinformationen gebunden.

- Finanzielle Probleme (Daten, Hard- u. Software) und Know-how-Fragen der notwendigen Datenmanipulation treten als weitere einengende Bedingungen hinzu.

#### 4. Ein deduktives und ein empirisch-induktives Modell zur Strukturierung von Bildinhalten

Strukturierung bedeutet, anhand bestimmter Gliederungskriterien einen wissenschaftlichen Gegenstand so zu klassifizieren oder zu typisieren, daß dabei eine intersubjektiv anerkannte und nachvollziehbare Ordnung entsteht. „Order in chaos“ nennt dies M.F. Goodchild [7] im Zusammenhang mit der Analyse räumlicher Sachverhalte, und „search for patterns“. Für Bildanalysen ist dabei ein duales Ordnungsmuster von Bedeutung, Bildmuster sind nach räumlich-geometrischen Parametern ebenso bestimmt wie nach inhaltlichen Kriterien, d.h. nach den Oberflächenklassen. Objekte mit Raumbezug und zugehörige Attribute, die diese Objekte inhaltlich kennzeichnen, sind die duale Basis geographischer Raumgliederung etwa bei M.M. Fischer [8]. Die Objekte der Bildanalyse können als „kartographische Primitiva“, nämlich als Polygone, Linien oder Punkte definiert werden. Die Attribute sind jene Oberflächen- bzw. Nutzungsklassen, die aus herkömmlichen Raumgliederungen bekannt sind: etwa aus der Bodennutzungsstatistik, der Landnutzungsanalyse, der geographischen Raumgliederung usw. Im Sinne der Struk-

turationstheorie von A. Giddens [9] wenden wir auch in der Bildanalyse weitgehend vorgegebene Strukturierungen an, um so einen neuen Gegenstand (Fernerkundung) in ein überkommenes Raum-Ordnungsschema einzupassen.

#### Das deduktive Modell der Oberflächen- und Nutzungsklassen

Abseits davon stellt sich die Frage, ob und inwieweit die Bildanalyse als Raumtypisierung im Sinne der analytischen Wissenschaftstheorie von Erwartungen und Hypothesen ausgehen kann, die es zu prüfen gilt, und ob Ansätze zu einer Theorie der Landoberflächenklassen existieren. Ansätze zumindest dazu sind wie folgt zu skizzieren: in allen Räumen, die als Kulturlandschaften zu bezeichnen sind, prägen vom Menschen geschaffene oder beeinflusste Landnutzungsklassen sowie diverse materielle Strukturen den Raum insoferne, als nicht hemmende Faktoren des Naturpotentials (Hangneigung, Höhenstufung etc.) dem entgegenstehen.

Die Kulturlandschaft, Gegenstand der modellhaften Abbildung in Fernerkundungsdaten, ist somit durch zwei Kräftefelder: durch das Naturpotential (und die „Geofaktoren“) und durch das sozioökonomische Potential geprägt (Abb. 2), wie dies auch B. Messerli darlegt [10]. Für die Bildanalyse bedeutet dies, daß sowohl die Landnutzungsklassen eines bestimmten Raumes als auch ihre Raumlage abschätzbar sind und als deduktiv postulierte Hypothesen das analytische Vorgehen steuern (vgl. auch Seger-Mandl [11]).

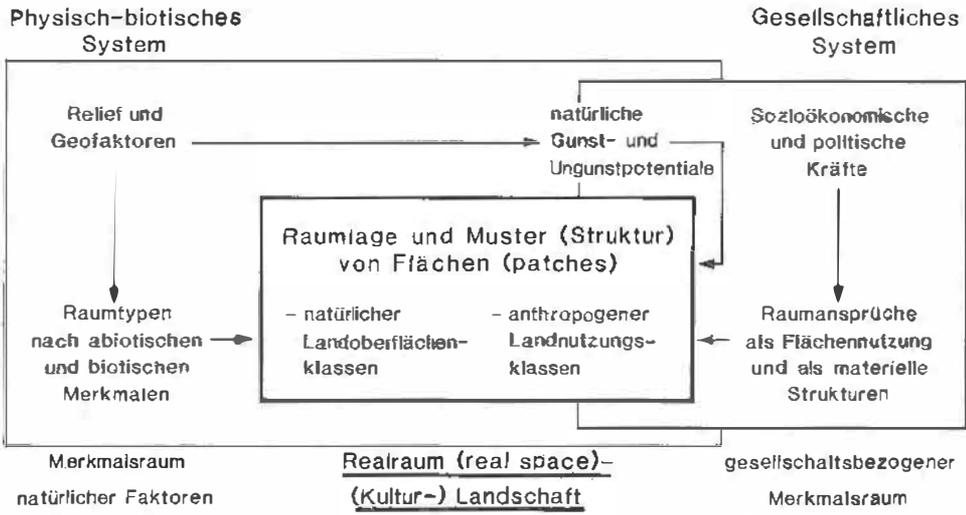


Abb. 2: Ein deduktives Modell potentieller Landoberflächenklassen (und ihrer Raumlage) vor dem Hintergrund der natürlichen und der gesellschaftlichen Bestimmungsfaktoren des Realraumes

Das deduktive Modell potentieller Landoberflächentypen (Abb. 2), zugleich ein Ansatz zu einer Theorie der Realraumstruktur im Wechselspiel von natürlichen Oberflächenklassen und gesellschaftlichen Nutzungsformen, erlaubt es:

- ein Set von Nutzungsklassen zu erstellen, nach denen die Analyse von Fernerkundungsdaten vorgenommen wird,
- die **Raumlage dieser Nutzungsklassen** im Kontext mit physischen Faktoren (Relieffverhältnisse, Höhenstufung) abzuschätzen,
- die Nutzungsflächen (patches) des Realraumes als Untersuchungseinheiten und als Objekte zu sehen, und die Nutzungsklasse als zugehöriges Attribut, was zur Analyse räumlicher Daten hinführt,
- die Abhängigkeit der Nutzungstypen und ihrer Raumlage von einem Bündel natürlicher und sozioökonomischer Faktoren zu sehen, was im Umkehrschluß bedeutet, daß die realen Nutzungsflächen zugleich Indikatoren darstellen für das „dahinterstehende Kräftegefüge“.

*Der empirisch-induktive Ansatz der Bildinterpretation*

Die Analyse von raumbezogenen Fernerkundungsdaten selbst wird nach einem weiterführenden Ansatz vollzogen, nach der empirisch-analytischen „Übersetzung“ von Meßdaten und Bildmerkmalen in Begriffe der Landnutzungstypologie. Dieser Prozeß findet sowohl bei Klassifikationen der digitalen Bildverarbeitung als auch bei der visuell-interpretativen Bildanalyse statt. Denn auch bei der digitalen Bildverarbeitung müssen Landnutzungsklassen des Realraumes bekannt sein, zumindest als Trainingsgebiete. Bilddatenklassifikation ist in diesem Sinne eine „numerisch-formale Interpretation“. Bei der interpretativen Bildanalyse werden dagegen visuell wahrnehmbare und in diesem Sinne eher qualitative **Merkmale** aufgrund der Regeln in einem Interpretationsschlüssel mit Objektklassen des Realraumes in Beziehung gesetzt, wie dies auch Abb. 3 zeigt.

**5. Visuell wahrnehmbare Bildareale: Objekte der Interpretation und Objekte der Landschaftsanalyse**

Fernerkundungsdaten werden in der Regel als thematisch klassifizierte Darstellungen, als ungeneralisiert-vielfältige Bilder oder als kartographische Produkte (Bildkarten) präsentiert. Wir analysieren, interpretieren und verstehen sie im Verlauf der visuellen Wahrnehmung. Besonders im Zusammenhang mit der Bildinterpretation wird dabei, z.B. bei Townshend [12] und Estes [13], von Photomustern und Bildarealen als den **Basiseinheiten des Wahrnehmungs- und Interpretationsprozesses** gesprochen. Diese Bildareale unterscheiden sich voneinander nach **blickbaren** Merkmalen, und sind gegeneinander abgrenzbar (Photomusterareale). Sie repräsentieren zugleich **Nutzungsflächen (patches)** als Teile des Realraumes und sind so Objekte, d.h. kleinste Untersuchungseinheiten sowohl der Bildinterpretation als auch der Landnutzungsanalyse.

Im Zusammenhang mit den beiden letztgenannten Begriffen ist anzumerken, daß die interpretative Nutzung von Bilddaten bei bestimmten Problemstellungen den digitalen Verfahren vor-

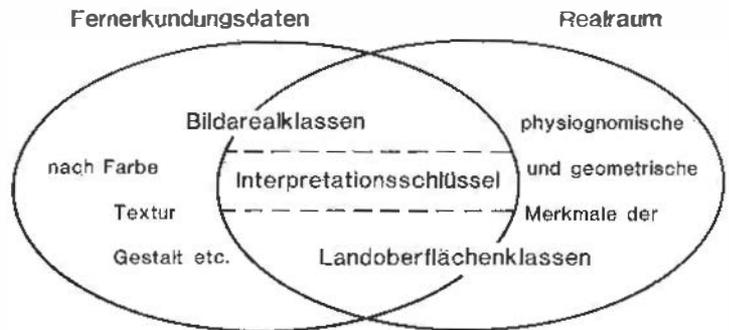


Abb. 3: Paradigma der Bildinterpretation: Verknüpfung von blickbaren Merkmalen in Fernerkundungsdaten mit Merkmalen der Landoberflächenklassen des Realraumes

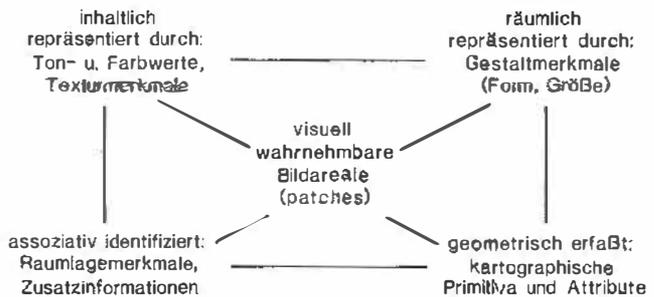


Abb. 4: Visuell wahrnehmbare Bildareale: Datenmerkmale, Identifikation, kartographisch-thematische Umsetzung

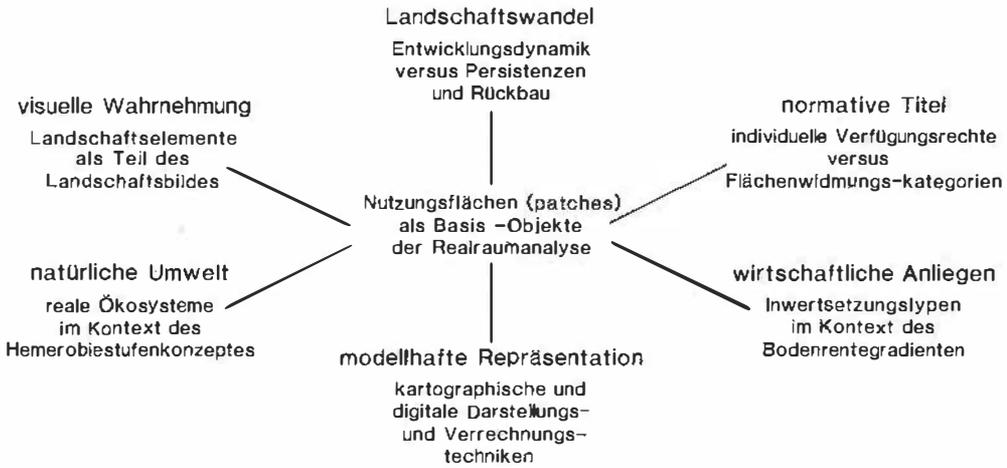


Abb. 5: Visuell wahrnehmbare Bildareale: Mehrfachbedeutung für unterschiedliche raumbezogene Anwenderbereiche

zuziehen ist, was etwa auch das europaweite CORINE-Landcover-Programm belegt. Die Kombination von Hochtechnologie (Fernerkundung, GIS-Datenverarbeitung) mit bewährten tradierten Techniken (Bildinterpretation) und gesellschaftlicher Zielsetzung (Raumordnungsfragen) kommt dabei zum Tragen. Die Bildareale, räumlich und inhaltlich durch bildsichtbare Parameter gekennzeichnet (vgl. Schema Abb.4), werden dabei kartographisch erfaßt (Polygone, Linien, Punkte) und im Zuge der Bildinterpretation als bestimmte Nutzungskategorie erkannt: das Objekt „Bildareal“ wird durch das Attribut „Oberflächenklasse“ gekennzeichnet.

Die derart klassifizierten Bildareale, zugleich Nutzungsflächen des Realraumes, sind jedoch weit mehr als nur ein Abbild des Untersuchungsterrains. Sie stellen nach Inhalt, Gestalt und Raumlage Indikatoren für weiterführende Zusammenhänge dar, und verschiedene raumrelevante Wissensbereiche vermögen aus diesen thematisch klassifizierten Bildmuster-Informationen ganz unterschiedliche Schlüsse zu ziehen. Die Verschiedenartigkeit der Interessenslagen an raumanalytischen Informationen zeigt Abb.5.

Abschließend wird darauf eingegangen, welchen Einfluß die unterschiedliche räumliche Auflösung von Fernerkundungsdaten auf die interpretative Typisierung von Bildarealen ausübt. Es versteht sich, daß anhand etwa von Landsat TM-Daten Oberflächen- und Nutzungsklassen erkannt werden können. Was aber bieten NOAA/AVHRR-Daten? Sie stellen, etwa als NDVI-Meßwerte, nicht mehr Landnutzungsklassen dar, sondern vielmehr Regionen, Land-

schaftsräume mit ähnlicher Landnutzung. Ganz im Gegensatz dazu bieten hochauflösende Informationen wie die KFA 1000 Weltraumphotos Details weit unterhalb der Raumdifferenzierung nach Nutzungsklassen. Mit der Bildsichtbarkeit von Gehölzgruppen und Heckenzügen, Flurdifferentzierungen und Einzelhäusern befinden wir uns nun auf der Ebene von Landschaftselementen. Dieser Stufenbau unterschiedlicher Bildobjekte ist in Abb.6 dargestellt. Es versteht sich, daß den unterschiedlichen Auflösungsmaßstäben der Fernerkundungsdaten ebenso unterschiedliche Typenreihen der Raumdifferenzierung entsprechen müssen. Ein Problem übrigens, bei dem sich die interpretative Bildanalyse leichter tut als die an quantitative Techniken gebundene Bildklassifikation.

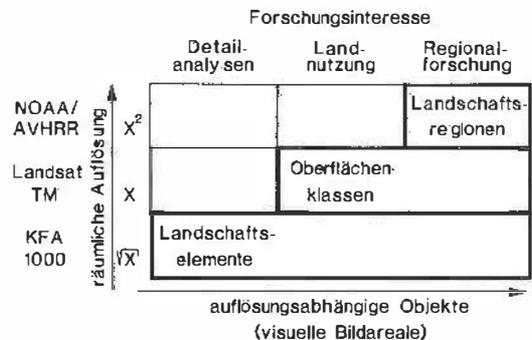


Abb. 6: Visuell wahrnehmbare Bildareale und räumliche Auflösung von Fernerkundungsdaten: Landschaftselemente, Oberflächenklassen und Landschaftsregionen als typische identifizierbare Objekte aus den Daten unterschiedlicher Aufnahmesysteme

## Literatur

- [1] *Alberzt, J. (1991):* Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern. Wissenschaftl. Buchges., Darmstadt.
- [2] *Löffler, E. (1985):* Geographie und Fernerkundung. Teubner, Stuttgart.
- [3] *Strathmann, F.W. (1990):* Taschenbuch der Fernerkundung. Wichmann, Heidelberg.
- [4] *Theilen-Willige, B. (1993):* Umweltbeobachtung durch Fernerkundung. F. Enke Verlag, Stuttgart, 110 S.
- [5] *Buchroithner, M. (1989):* Fernerkundungskartographie mit Satellitenaufnahmen. Digitale Methoden, Reliefkarrierung, geowissenschaftliche Applikationsbeispiele. Enzyklopädie der Kartographie Band IV/2. Wien.
- [6] *Gierloff-Emden, H.G. (1989):* Fernerkundungskartographie mit Satellitenaufnahmen. Allgemeine Grundlagen und Anwendungen. Enzyklopädie der Kartographie Band IV/1. Wien.
- [7] *Goodchild, M.F. (1992):* Analysis. Chapter 7. In: R. Abler, M. Marcus and I. Olson (Ed.): Geography's Inner Worlds. Rutgers, New Jersey.
- [8] *Fischer, M.M. (1992):* Zur Entwicklung der Raumtypisierungs- und Regionalisierungsverfahren in der Geographie. Mitt.d.Österr.Geographischen Gesellschaf. 124, S. 5-27.
- [9] *Giddens, A. (1984):* The Constitution of Society. Outline of Theory of Structuration. UCalif.Press, Berkeley.
- [10] *Messner, P. (1986):* Modelle und Methoden zur Analyse der Mensch-Umwelt-Beziehungen im alpinen Lebens- und Erholungsraum: Erkenntnisse und Folgerungen aus dem Schweizerischen MAB-Programm 1979-1985 (= Nat. Forschungsprogramm MAB d. Schweizer. Nationalfonds, Nr. 25).
- [11] *Seger, M. u. P. Mandl (1994):* Satellitenbilderinterpretation und ökologische Landschaftsforschung – ein konzeptiver Ansatz und die Fallstudie Peloponnes. In: Erdkunde 48/2, S. 34-47.
- [12] *Townshend, J.R.G. (1981):* Image analysis and interpretation for land resources survey. In: Townshend J.R.G. (Hrsg.), Terrain Analysis and Remote Sensing, S. 59-108.
- [13] *Estes J.E., Hajic E., Tinney L. (1983):* Fundamentals of Image Analysis: Analysis of Visible and Infrared Data. In: American Society of Photogrammetry (Hrsg.), Manual of Remote Sensing, S. 987 ff.[5] Fischer, M.M. (1982): Zur Entwicklung der Raumtypisierungs- und Regionalisierungsverfahren in der Geographie. Mitt. d. Österr. Geographischen Gesellschaft 124, S. 5-27.
- [14] *Seger, M. (1995):* Realraumanalyse Österreichs. Ziele und konzeptueller Rahmen des Projektes „Fernerkundung und Landschaftsverbrauch“. In: Mitt.d.Österr.Geogr.Gesell., 137.Jg., S. 329-348.

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Martin Seger, Universität Klagenfurt, Universitätsstraße 65, A-9020 Klagenfurt.

## Dissertationen und Diplomarbeiten

### Bestimmung/Verwaltung von Profilinien (Pasterze)

Harald Felsberger, Günther Moser, Boris Schukoff

Diplomarbeit: Institut für Angewandte Geodäsie und Photogrammetrie/Landesvermessung und Landinformation, TU Graz, 1996. Begutachter: Univ.Prof.Dr. B. Hofmann-Wellenhof, Betreuer: Dipl.-Ing. G. Kienast.

Für das Institut für Geographie der Universität Graz wurden auf der Pasterze sieben Profilinien mit GPS und mit konventionellen Methoden eingemessen. Diese Profile dienen der Kontrolle der Gletscherbewegungen. Die Standpunkte auf der östlichen Talseite wurden mit GPS bestimmt, die Profilrichtungen mit Theodolit. Außerdem wurde die Spitze der Gletscherzunge tachymetrisch erfaßt. Als Ergebnis liegen die Koordinaten der Profilanfangspunkte, die Richtungen der Profile sowie eine koordinative und graphische Darstellung der Gletscherzunge vor.

Mit der Datenbank, die auf MS-ACCESS aufgebaut ist, können die Beobachtungsdaten der Profile verwaltet und ausgewertet werden (durchschnittliches Einsinken, Volumensänderung, Oberflächenbewegung). Die 3D-Netzausgleichung ermöglicht die Auswertung von GPS-Daten in mehreren Varianten (Gewichtung, Maßstab), sowie die Übernahme und Editierung von GPS-Daten.

### Untersuchungen zur GPS-Einzel-punktbestimmung

Rupert Zischinsky

Diplomarbeit: Institut für Angewandte Geodäsie und Photogrammetrie/Landesvermessung und Landinformation, TU Graz, 1996. Begutachter: Univ.Prof.Dr. B. Hofmann-Wellenhof, Betreuer: Dipl.-Ing. G. Kienast.

Im Rahmen eines Studienaufenthaltes wurden an der University of Calgary Untersuchungen zur GPS-Einzel-punktbestimmung durchgeführt. Ziel war es, die Eigenschaften der Beobachtungsfehler und deren Einfluß auf die Koordinaten festzustellen. Dazu wurden in drei Versuchen Meßdaten von drei Meßkampagnen, die über den Zeitraum von einem Jahr verteilt waren, ausgewertet. Die gerechneten Koordinaten wurden mit gegebenen Referenzkoordinaten verglichen und von den Abweichungen auf die Beobachtungsfehler rückgeschlossen. Der Einfluß des Empfänger-Rauschens wurde mit einem Tiefpaß-Filter eliminiert, und der Effekt der Selective Availability wurde mit Präzisen Ephemeriden vermindert. Im ersten Versuch wurden die Auswirkungen verschiedener Empfänger-Technologien untersucht. Es wurden Genauigkeiten von 1 m bis 2 m horizontal und von 2 m bis 4 m vertikal erreicht, und die Auswirkungen des Multipath und des Empfängerrauschens hängen wesentlich von der Empfänger-Technologie ab. Mit dem zweiten Versuch wurde die Korrelation der Koordinatenlösungen über den Zeitraum von neun Tagen und von einem Jahr ermittelt. Die Korrela-

tion hängt von der Satellitenkonstellation ab und diese ändert sich kurzfristig. Der dritte Versuch galt ortsspezifischen Fehlern (Multipath). Es wurden kurzperiodische (15 Min.) und langperiodische Anteile (mehrere Stunden) gefunden.

## **Gravimetrische Untersuchungen der Görttschitztalstörung im Bereich des „Hörfeldes“**

*Martin Gyöngyös*

Diplomarbeit: Institut für Theoretische Geodäsie und Geophysik, Abteilung Geophysik, TU Wien, 1995. Begutachter: Univ.Doz.Dr. K.-H. Roch, Betreuer: Dr. H. Figdor.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Untersuchung des Verlaufes der „Görttschitztaler Störungslinie“ im Bereich des „Hörfeldes“ in den steirisch-kärntnerischen Zentralalpen. Es war dabei die Kartierung der Felsoberkante unter der Talfüllung mit Hilfe der Gravimetrie durchzuführen. Hierfür wurden 13 annähernd parallele gravimetrische Profile quer zur Talachse aufgenommen. Für die Modellrechnung mußten Randbedingungen angenommen werden. Bei geologischen Voruntersuchungen wurde die Dichteverteilung der geologischen Formationen im Meßgebiet abgeschätzt. Aus refraktionseismischen Untersuchungen waren Mindesttiefen des Felsuntergrundes an einigen Punkten bekannt. Die gravimetrische Modellrechnung ergab für die Tiefe der Felsoberkante Werte bis 160 m. Der Verlauf der größten Modelltiefen beschreibt den wahrscheinlichen Verlauf der Görttschitztaler Störungslinie.

## **Bearbeitung von diskreten Meßreihen einer Gleisaufnahme mit optimalen linearen Schätzverfahren**

*Fritz Meisinger*

Diplomarbeit: Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie, Abteilung Ingenieurgeodäsie, TU Wien, 1996. Begutachter: o.Univ.Prof.Dr. H. Kahmen, Betreuer: Dr. G. Retscher.

Moderne Vermessungsverfahren bieten die Möglichkeit, die Lage von Bahngleisen in Bezug auf ein räumliches Koordinatensystem mit hoher Genauigkeit zu bestimmen. Dabei wird die Gleislage durch die dreidimensionalen Koordinaten diskreter Meßpunkte repräsentiert. Im Zuge der Auswertung der so entstehenden Meßreihen läßt sich das auftretende Meßrauschen mit Hilfe von optimalen linearen Schätzverfahren reduzieren, wodurch eine weitere Genauigkeitssteigerung erzielt wird.

Nach einer kurzen, theoretischen Darstellung des Kalman-Filters und der Kollokation werden diese beiden Verfahren im Hinblick auf die Auswertung dreidimensionaler Gleisaufnahmen ausführlich untersucht,

an die besonderen Erfordernisse möglichst gut angepaßt und gegebenenfalls modifiziert. Dabei stellen simulierte Messungen ein wichtiges Hilfsmittel zur Analyse des Modellverhaltens und zur Durchführung eines ersten Vergleiches dar. Schließlich werden beide Algorithmen anhand von Testmessungen erprobt. Eine Gegenüberstellung der Ergebnisse soll dann die entscheidenden Unterschiede zwischen Kalman-Filter und Kollokation aufzeigen, beziehungsweise die Vor- und Nachteile beider Schätzverfahren hervorheben. Insbesondere steht bei diesem Vergleich neben den Anwendungsmöglichkeiten die Filtergenauigkeit im Vordergrund.

Die Auswertung der untersuchten Meßreihen erfolgt mit Hilfe eines im Zuge dieser Diplomarbeit erstellten Computerprogramms. Dieses Programm weist einen modularen Aufbau auf und kann als Bestandteil in ein modernes Aufnahme- und Auswertekonzept integriert werden.

## **3D-Oberflächenmodellierung mit topologischen Grundelementen**

*David Heitzinger*

Diplomarbeit: Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU Wien, 1996. Begutachter: o.Univ.-Prof.Dr. K. Kraus, Betreuer: Dr. H. Kager.

Systeme zur Modellierung von Oberflächen sind ein wichtiges Hilfsmittel in Photogrammetrie und Geodäsie. Die dabei gebräuchlichen Systeme sind auf die Modellierung der Erdoberfläche zugeschnitten. Komplexere Flächenstrukturen (Kunstabauten, menschliche Körperteile, etc.) können damit i. a. nicht modelliert werden.

In dieser Arbeit wurde ein Konzept zur Modellierung allgemeiner Flächen des Raumes entwickelt und umgesetzt. Dieses Konzept muß in der Lage sein, beliebig komplexe Flächen unabhängig vom Koordinatensystem zu modellieren. Um dies zu gewährleisten, wird die Fläche in einzelne Grundelemente zerlegt. Diese Grundelemente sind Simplices – elementare geometrische Körper der jeweiligen Dimension: Knoten, Kanten, Dreiecke und Tetraeder. Die Gesamtstruktur der Fläche wird durch die Nachbarschaftsbeziehungen zwischen diesen Grundelementen beschrieben. Diese Adjazenz- und Inzidenzbeziehungen der Simplices bilden ein topologisches Gerüst für die Fläche (daher topologische Grundelemente). Die geometrische Festlegung dieser topologischen Struktur erfolgt durch eindeutige Zuordnung der Knoten zu den gemessenen Flächenpunkten.

Die gemessenen Punkte liegen meist als unstrukturierte Punktwolke vor. Daraus sind die topologischen Beziehungen abzuleiten. Eine Ausnahme sind vorgegebene Linien: hier sind Nachbarschaftsbeziehungen als Zwangsbedingungen vorgegeben. Die Festlegung der topologischen Beziehungen erfolgt durch eine Triangulation (=Dreiecksvermaschung) der Datenpunkte. Die in dieser Arbeit entwickelte Methode zur Triangulierung arbeitet unabhängig vom Koordinatensystem, dreidimensional und inkrementell. Das Einfügen eines

Punktes in die Triangulation geschieht in drei Schritten:

- Einordnen des Punktes
- Optimieren der Triangulation
- Zwangsbedingungen (Linien)

Für die Zuordnung eines Punktes wird ein lokales Ordnungskriterium verwendet. Dieses verwendet die Flächennormale in den gemessenen Flächenpunkten. Mit Hilfe dieses lokalen Ordnungskriteriums können die topologischen Beziehungen auf der Fläche ermittelt werden. Die Triangulierung einer Punktmenge ist nicht eindeutig festgelegt. Ziel der Methode ist eine Triangulation, die die topologischen Beziehungen auf der Fläche korrekt wiedergibt. Im Zuge der Optimierung wird versucht, dieses Ziel zu erreichen. Es wurden mehrere Kriterien erarbeitet, nach denen die Triangulation optimiert werden kann: Maximierung der minimalen Dreieckswinkel, Minimierung der Kantenlängen, Minimierung der Krümmung, etc.

Dieses Konzept, sowie die entwickelte Methode zu Triangulierung, wurden in ein Programm umgesetzt. Die einzelnen Optimierungskriterien wurden mit Testdatensätzen hinsichtlich ihrer Eigenschaften untersucht.

## **Erfassung landwirtschaftlicher Nutzflächen für die EU-Förderungen mittels GPS Echtzeitsystemen**

*Helmut Frosch*

Diplomarbeit: Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie, Abteilung Ingenieurgeodäsie, TU Wien, 1996. Begutachter: o.Univ.Prof.Dr. H. Kahmen, Betreuer: Dr. G. Retscher.

Durch den Beitritt Österreichs zur Europäischen Union sind die Landwirte von sich aus angewiesen, ihre landwirtschaftlichen Nutzflächen flächenmäßig zu erfassen. Die festgelegten Grenzwerte, die von der Form und Größe der aufgenommenen Flächen abhängen, erfordern eine Genauigkeit der Neupunktkoordinaten im Dezimeterbereich.

Die Erfassung dieser oft ausgedehnten Flächen soll zukünftig mit GPS-Echtzeitmeßverfahren erfolgen. Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden 3 GPS-Echtzeitsysteme getestet und beurteilt. Für die Koordinatenbestimmung der Neupunkte im Landeskoordinatensystem wird eine Transformation der WGS-84 Koordinaten benötigt, wobei die durchgeführten Untersuchungen zeigen, daß für eine katastertechnisch einwandfreie Aufnahme die Verwendung von österreichweiten Transformationsparametern bis zu Entfernungen von 2,5 km ausreicht. Die Wegoptimierung, die anhand eines Fallbeispiels durchgeführt wurde, erfordert eine Abstraktion des Aufnahmegebietes (Bestimmung der Abschattung), um die Vorausberechnung der Aufnahmezeiten zu ermöglichen. Ein Hauptproblem bei der Aufnahme mit GPS stellen Abschattungen durch Windschutzgürtel dar. Die exzentrischen Aufnahme landwirtschaftlicher Nutzflächen neben Windschutzgürteln führt zu einer

Vervielfachung der möglichen Beobachtungszeiten und einer Verdreifachung der längsten Beobachtungsfenster pro Tag. Eine mögliche exzentrische Aufnahme mit Hilfe eines Traktors wurde aufgezeigt und beurteilt. Die theoretische Untersuchung bei einer gemeinsamen Nutzung der NAVSTAR und GLONASS Systeme zeigte, daß die mögliche Gesamtmeßzeit aufgrund der verbesserten Satellitenkonfiguration um 10 Stunden pro Tag erhöht werden könnte.

Für die automatisierte Erstellung der landwirtschaftlichen Anträge wurde ein Punktcodesystem und ein Programm für die Datenkonvertierung entwickelt. Dieses Programm ermöglicht die automatische Visualisierung, Kulturgattungszuweisung und Flächenberechnung der einzelnen Nutzflächen und das Einlesen des Ergebnisses in die CAD-Applikation GD-CAD. Die Weitergabe dieser flächenbezogenen Daten mit Hilfe einer low-cost Datenbank an den Antragsteller stellt eine effiziente Aktualisierung der jährlichen Anträge dar und wurde im Rahmen dieser Diplomarbeit erläutert.

## **Erarbeitung realistischer Vorschläge zur vermessungstechnischen Überwachung von Seilbahnanlagen**

*Bernhard Rosa*

Diplomarbeit: Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie, TU Wien, 1996. Begutachter: o.Univ.-Prof. Dr. H. Kahmen, Betreuer: Univ.Doz.Dr. Th. Wunderlich.

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit Möglichkeiten der Überwachung von Seilbahnstützen, die ein Spezialgebiet in der Ingenieurgeodäsie darstellt. Zu Beginn werden die gesetzlichen Anforderungen der obersten Seilbahnbehörde, dem Bundesministerium für öffentliche Wirtschaft und Verkehr und den dazu vorliegenden Richtlinien der Bundesingenieurkammer dargelegt. Seilbahnen dienen unter anderem dem Personentransport in unwegsamem Gelände. Diese Eigenschaft bedingt aus Gründen der Betriebssicherheit die Notwendigkeit einer permanenten Beobachtung. Eine solche Überwachung von Stützenbauwerken der einzelnen Beförderungsanlagen ist vom Gesetzgeber eindeutig in bezug auf die zeitliche Abfolge, in welcher solche Messungen zu erfolgen haben, deren Umfang und der zu erzielenden Genauigkeit festgelegt.

In weiterer Folge werden die verschiedenen für Kontrollvermessungen in Frage kommenden Meßmethoden im einzelnen vorgestellt. Anschließend werden sie bezüglich Genauigkeit, Zuverlässigkeit, Wirtschaftlichkeit, der Wiederholungstauglichkeit, der Meßanordnung, Vermarkung und Signalisierung und dem besten Meßzeitpunkt verglichen. Seilbahnstützen unterliegen wie auch alle anderen Hochbauten gewissen Deformationen. Diese können zum Beispiel als Folge von ganzen Hangrutschungen oder durch Umwelteinflüsse wie Sonne oder Wind hervorgerufen werden. Aus diesem Grund wurden genauere Betrachtungen den Bewegungen eines Stützenhauptes gewidmet, die die wech-

seinde einseitige Sonnenbestrahlung hervorruft (Einfluß der Insolation).

Das abschließende Kapitel umfaßt Schilderungen und Ergebnisse der eigenen durchgeführten Messungen. Diese wurden im Hahnenkammgebiet in Kitzbühel/Tirol am Hiaslegg-Lift, einer kuppelbaren Vierersesselbahn, unternommen. Es wurden terrestrische Messungen mit Theodolit und Distanzmeßgerät ausgeführt, GPS-Basislinien beobachtet und mit Neigungssensoren Bewegungen der Stützen während eines Tages registriert. Als Ergebnis dieser Betrachtungen würde sich meiner Ansicht nach, eine Kombination von einem elektronischen Tachymeter und einem integrierten GPS-Empfänger als das ideale Gerät zur vernetzungstechnischen Überwachung von Seilbahnanlagen darstellen. Da solche Gerätekombinationen noch nicht im Handel sind, überwiegen für mich die Vorteile der terrestrischen Überwachung mittels Theodolit und Entfernungsmeßgerät gegenüber der Punktbestimmung mit GPS.

Kalkulationen gemäß dem Entwurf der neuen Honorarleitlinie (März 1995) der beiden in Frage kommenden Meßmethoden, der klassisch terrestrischen Bestimmung der Meßmarken und jener mittels GPS, das Koordinatenverzeichnis aller gemessenen Punkte und eine Kartierung im Maßstab 1:1000 bilden den Abschluß dieser Diplomarbeit.

## Messung und Auswertung eines regionalen GPS-Netzes zur Datumsbestimmung im österreichischen Festpunktfeld

Stefan Klotz

Diplomarbeit: Institut für Theoretische Geodäsie und Geophysik, Abteilung Theoretische Geodäsie, TU Wien, 1996. Begutachter: o.Univ.Prof.Dr. K. Bretterbauer, Betreuer: Dipl.-Ing. G. Walter.

Mit dem ITRF liegt heute ein globaler Referenzrahmen mit einer Genauigkeit von 1 bis 2 cm vor. Durch die Verfügbarkeit der Beobachtungsdaten der IGS-Stationen und der präzisen Ephemeriden ist es möglich, GPS-Netze beliebiger Größe mit derselben Genauigkeit auszuweiten. Die vorliegende Arbeit beschreibt zunächst Durchführung und Auswertung eines aus 74 Punkten bestehenden Netzes mit einer Nord-Süd- bzw. Ost-West-Ausdehnung von 180 bzw. 105 km. Zusätzlich wurde innerhalb der Dreiecksmasche I. Ordnung Hochkönig-Mosermandl-Reißbrachkopf ein Verdichtungsnetz beobachtet und näher untersucht.

Ein Schwerpunkt der Arbeit liegt in der Erprobung verschiedener Auswertekonzepte, wobei auf die Modellierung der Troposphäre besonderer Wert gelegt wird. Für die Netzpunkte ergaben sich Genauigkeiten von 1-2 cm in der Lage und von wenigen Zentimetern in der Höhe. Bei der Transformation in das Landesystem treten für das regionale wie auch für das lokale Netz Klaffungen im Dezimeterbereich auf. Von den Möglichkeiten zur Aufteilung dieser Residuen wird die Multiquadratische Interpolation nach Hardy näher ausgeführt. Schließlich erlaubt die Verwendung nivellierter Höhen eine Bestimmung des großräumigen Geoidverlaufs.

## Schadens- und Erosionsdokumentation in alpinem Gelände mit photogrammetrischen Methoden

Ralph Marake

Diplomarbeit: Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU Wien, 1996. Begutachter: Univ.Prof.Dr. P. Waldhäusl, Betreuerin: Dipl. Ing. A. Sindhuber.

In dieser Arbeit gilt es zu untersuchen, welche der photogrammetrischen Methoden am besten zur frühzeitigen Erkennung und ständigen Überwachung von Erosionen und zunehmenden Umweltschädigungen geeignet sind. Als praktisches Beispiel wurde die Beobachtung von Steilhängen im Hinteren Mörsbachtal in den Wölzer Tauern gewählt. Fernerkundungsaufnahmen von Satelliten aus erweisen sich als zu kleinmaßstäbig, um kurzperiodische Detailveränderungen erfassen zu können. Sie sind für großräumige Untersuchungen großflächiger Veränderungen prädestiniert. Luftaufnahmen in mittleren und größeren Maßstäben wären zwar hervorragend geeignet, stehen jedoch in nur zu großen Intervallen zur Verfügung. Für die Beobachtung kurzperiodischer Veränderungen sind sie zu teuer.

Terrestrische Photoaufnahmen sind nicht für großräumige Untersuchungen geeignet, dafür aber für kurzperiodische, punktuelle Anwendungen. Insbesondere erweist sich das Monoplotting als eine Methode, die auch von Nichtphotogrammetern für örtliches Umweltmonitoring angewandt werden kann, wofür eine einfache Gebrauchsanweisung erarbeitet wurde. Die Beobachtungsaufnahmen können in geeigneten Zeitabständen auch mit Amateurkameras gemacht werden, wobei vor allem darauf zu achten ist, daß vom selben Standort mit derselben Kamera, am besten auch mit derselben Brennweite, in dieselbe Richtung fotografiert wird.

Eine photogrammetrische Auswertung wird nur vorgesehen, wenn Flächen- oder Längsinformationen tatsächlich gebraucht werden, wie das für Gutachten der Fall ist. Standort und Paßrichtungen sind dann geodätisch zu bestimmen, ein digitales Höhenmodell aus Luftaufnahmen abzuleiten, um das Monoplotting durchführen zu können. Die bei Meßkameras bekannte, für Amateurkameras aber fehlende innere Orientierung kann durch Kalibrierung gewonnen werden. Das kann man aber umgehen, indem man einmalig auch eine Meßkammer einsetzt, die sozusagen die Sollgeometrie für die Amateurbilder liefert. Die Amateurbilder werden mit Hilfe von Verknüpfungspunkten kollinear auf das Sollbild transformiert und solcherart der Sollgeometrie angepaßt. Einem Monoplotting aller Bilder steht dann nichts mehr im Wege.

## Strenge Analyse von periodischen Bewegungsmessungen an der Rutschung „Embacher Plaike“ im Salzachtal

Andrea Schneider

Diplomarbeit: Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie, TU Wien, 1996. Begutachter und Betreuer: Univ.DoZ.Dr. Th. Wunderlich.

Im Land Salzburg, im oberen Salzachtal, kommt es immer wieder zu Hangrutschungen und Murenabgängen. Diese Vorgänge werden durch geologische Instabilitäten verursacht. Aus diesem Grund führte das Amt der Salzburger Landesregierung sorgfältige Vermessungen durch.

In der vorliegenden Arbeit werden Meßdaten der Landesregierung, die sich auf eine lokale Rutschung, die sogenannte Embacher Plaike, beziehen, genauer betrachtet. Dabei mußten Bewegungen der Plaike erkennbar werden. Die Messungen betreffen 8 Beobachtungsstandpunkte und 27 vermarkte Signale, die zwischen August 1992 und Juni 1995 vierundzwanzig mal beobachtet wurden. Diese 24 Meßepochen wurden mit Hilfe des Programmpaketes PANDA (Ausgleichung und Deformationsanalyse) bearbeitet, dabei mußten zunächst alle Epochen einzeln und frei ausgeglichen werden. Es wurden die Daten mit einem Globaltest für die theoretische Varianz überprüft, und eine Varianzkomponentenschätzung durchgeführt. Die Ergebnisse entsprachen den Forderungen, deshalb konnten aufgrund dieser Ausgleichungen Deformationsanalysen durchgeführt werden, die zum Ziel hatten, signifikante Punktverschiebungen aufzudecken. Bei diesen Analysen wurden zunächst immer zwei aufeinanderfolgende Epochen miteinander verglichen. Um eine Genauigkeitssteigerung herbeizuführen, wurden auch kumulative Ausgleichungen durchgeführt, welche ebenfalls analysiert wurden.

Es stellte sich bei der Deformationsanalyse heraus, daß die Plaike zur Zeit in Bewegung ist. Es ist zu vermuten, daß die Bewegungen der Plaikenpunkte durch äußere Einwirkungen beeinflußt werden. Deshalb wurden verschiedene Informationen, wie zum Beispiel Niederschlagsmengen und Pegelstände der Salzach, die nicht allzuweit von der Plaike entfernt erfaßt wurden, mit Ergebnissen der Analyse graphisch verglichen. Daraus ist jedoch eine Korrelation nicht ersichtlich. Die Koordinaten der Beobachtungspfeiler sind nur in einem lokalen Koordinatensystem gegeben. Falls es auch Bewegungen im Bereich dieser Pfeiler geben würde, was in diesem Gebiet an der Salzach nicht ausgeschlossen werden kann, sind die Pfeiler und folglich auch die bereits getätigten Beobachtungen nicht mehr wiederherstellbar bzw. mit späteren Beobachtungen nicht mehr vergleichbar. Deshalb wurden diese Beobachtungspfeiler mittels GPS-Messungen bestimmt und die Koordinaten in das bestehende Landeskoordinatensystem transformiert. Hierfür wurden die vom Amt der Salzburger Landesregierung errichteten und vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen eingemessenen 10 KT-Pfeiler in der Umgebung der Embacher Plaike herangezogen.

Ein Vergleich der terrestrisch gemessenen und der mit GPS gemessenen Höhenunterschiede zwischen den Beobachtungspfeilern der Plaike bildete den Abschluß der Diplomarbeit.

## DGPS und GIS zur Sicherung von Hubschrauber-Rettungseinsätzen

### Teil 1: Navigationsproblematik

Gerald Pöhl

Diplomarbeit: Institut für Theoretische Geodäsie und Geophysik, Abteilung Theoretische Geodäsie, TU Wien, 1996. Begutachter: o.Univ.Prof.Dr. K. Bretterbauer, Betreuer: Dipl.-Ing. W. Daxinger.

Das Ziel der Diplomarbeit war es, in Zusammenarbeit mit dem II. Teil dieser Thematik (Softwareentwicklung) einen funktionsfähigen Prototyp eines automationsunterstützten Lufthindernis-Warnsystems für Rettungshubschrauber zu entwickeln.

Um eine effiziente Hinderniswarnung durchführen zu können ist eine genaue Positionierung des Helikopters notwendig. Da die Genauigkeit einer absoluten GPS-Positionierung dafür nicht ausreicht, mußte ein differentielles GPS-System verwendet werden. Für den Helikopter wurde eine Positionierungsgenauigkeit, die in etwa einer Helikoptergröße entspricht, gefordert. Daraus ergeben sich 2-8 Meter in der Lage und, entsprechend der schlechteren GPS Höhengenaugigkeit, 8-12 Meter für die Höhe.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde DGPS in Hinblick auf die verschiedenen Konzepte, Genauigkeiten und Anforderungen untersucht. Für die Datenübertragung wurde eine bereits erprobte Telemetrie-einrichtung verwendet, die für die vorliegende Anwendung allerdings etwas modifiziert werden mußte. Die Korrekturdaten wurden im 2 m - Frequenzband mit 12 Watt Sendeleistung und einer Datenübertragungsrate von 1200 Baud übertragen.

Die uns zur Verfügung stehenden 4 Navigationsempfänger wurden auf einer eigens angelegten Teststrecke ausführlichen Tests unterzogen. Sie wurden in Hinblick auf ihr Filterungs- bzw. Glättungsverhalten, ihr Verhalten bei Signalverlust (Reacquisitionzeit), sowie die Qualität bzw. Sensibilität ihrer Antennen untersucht. Die geforderten Kriterien wurden von 2 Empfängern erfüllt und konnten somit im Helikopter verwendet werden.

Die Lufthindernisse in Tirol sind zwar größtenteils digital erfaßt, teilweise jedoch nur mit kartographischer Genauigkeit. Um einen Praxistest des Systems durchführen zu können mußten daher einige Testhindernisse vor Ort genau eingemessen werden. An Hand dieser Hindernisse wurde das Gesamtsystems Anfang Dezember 1995 erfolgreich getestet. Bevor ein derartiges System in Betrieb gehen kann sind einige Vorbereitungen zu treffen (Einrichtung von DGPS-Permanentstationen, Genauigkeitssteigerung der Hindernisse usw.). Eine Realisierung würde eine Reihe von Vorteilen (einsatztaktisch, sicherheitstechnisch und wirtschaftlich) für alle Beteiligten mit sich bringen.

### Grenzüberbau durch Grenzmauer § 418 ABGB; § 50 VermG

*Eine Konsenswidrigkeit als Grundlage eines baupolizeilichen Auftrages liegt dann vor, wenn die Baubewilligung eine Bauführung ausschließlich auf eigenem Grund des Bewilligungswerbers deckt, bei Bauführung jedoch die Grenze überschritten wurde. Als Vorfrage gemäß § 38 AVG ist vor Erteilung des baupolizeilichen Beseitigungsauftrages zu klären, ob nicht Eigentumserwerb gemäß § 418 dritter Satz ABGB durch eine Bauführung erfolgte und daher die Bauführung konsensgemäß auf dem eigenen Grund vorgenommen wurde. Nur die Ersitzung von Teilen eines im Grenzkataster enthaltenen Grundstückes ist nach § 50 VermG ausgeschlossen, nicht andere Erwerbsvorgänge, wie etwa nach § 418 ABGB.*

(VwGH 25. 10. 1994, 92/05/0122)

Der Beschwerdeführer ist Eigentümer des Grundstückes Nr. xxx/3, V-Gasse 17. Der Nachbarin J gehört das links an das gegenständliche Grundstück angrenzende Grundstück Nr. xxx/2 (V-Gasse 15). Am 12. April 1976 suchte der Beschwerdeführer um die Erteilung einer Baubewilligung für die Errichtung eines fundierten Zaunsockels an der seitlichen Grundstücksgrenze zur genannten Nachbarin an. Die Nachbarin erklärte mit Schreiben vom 10. April 1976, mit der Errichtung einer in Höhe von 0 bis 1 m verlaufenden, gemauerten Einfriedung auf dem Grundstück des Beschwerdeführers einverstanden zu sein. Sie wurde allerdings zur Bauverhandlung vom 12. Mai 1976 nicht geladen.

1989 zeigte die Nachbarin dem Magistrat der Stadt W. an, daß bei der Freilegung der Grenze zum Beschwerdeführer an seiner Grenzmauer eklatante Schäden festgestellt worden seien. Das Fundament seiner Betonmauer befinde sich zentimeterweit auf ihrem Grundstück; auch ihr Maschenzaun sei einbetoniert worden. Die „Mauer“ neige sich teilweise zu ihrem Grundstück und bröckle ab.

Das vermessungstechnische Gutachten stellt fest, daß die an der genannten Grundstücksgrenze errichtete Mauer in einer Größenordnung bis zu 5 cm auf dem Grundstück xxx/2 steht, obwohl sie sich zur Gänze auf dem Grundstück xxx/3 befinden sollte.

Die Baubehörde erteilte den Auftrag, die auf das Grundstück xxx/2 reichenden Ausbuchtungen des Fundamentes der Einfriedung zu beseitigen und die Einfriedung mit einer Sockelstärke von 25 cm entsprechend der Baubewilligung herzustellen. Da die tatsächlich vorhandene Einfriedung die Grundgrenze in einem Ausmaß, wie in der Skizze dargestellt, überrage, entspreche sie nicht der Baubewilligung, welche eine Bauführung ausschließlich auf dem eigenen Grund des Bauwerbers vorgesehen habe.

Aus der Begründung: Im Beschwerdefall ist zunächst die Frage zu klären, ob die seinerzeitige Ausführung dem damals geltenden Konsens, also der damals im

Verhältnis zwischen Bauwerber und Baubehörde aufrechten Baubewilligung entsprach. Die belangte Behörde hat nämlich übersehen, daß der Bauwerber aufgrund der 1976 erteilten Baubewilligung das Bauvorhaben ausführen durfte; eingereicht wurde aber ein Plan, dem die damals geltenden Grenzen zugrunde lagen. Eine Konsenswidrigkeit als Grundlage des baupolizeilichen Auftrages nahm die Behörde ja auch deshalb an, weil die Baubewilligung des Beschwerdeführers auf eigenem Grund des Beschwerdeführers deckte; aufgrund ihres Beweisverfahrens gelangte die belangte Behörde zu dem Ergebnis, daß wegen der festgestellten Ausbuchtung die Grundgrenze um bis zu 5 cm überschritten werde. Dabei ging die belangte Behörde von der Verbindlichkeit des Grenzkatasters (§ 8 Z. 1 Vermessungsgesetz) aus. Die Behörde nahm offenbar einen gültigen Grenzkataster seit dem Teilungsplan aus 1987 an, mit welchem der Grenzverlauf (zwischen den Punkten 22 und 35) festgelegt worden sei. Da aber das eingereichte Projekt 1976 bewilligt und auch damals ausgeführt wurde, kann der jedenfalls später durch den Grenzkataster bestimmte Grenzverlauf zur Beurteilung der Konsenswidrigkeit nicht herangezogen werden. Vielmehr hätte die Behörde unter Bedachtnahme auf die vom Beschwerdeführer aufgestellten Behauptungen die Vorfrage klären müssen, wie damals die Grenze verlief und ob diese Grenze durch die Ausführung überschritten wurde.

Weiters wird als Vorfrage gemäß § 38 AVG zu klären sein, ob nicht Eigentumserwerb gemäß § 418 dritter Satz ABGB durch die Bauführung erfolgte. Nach der Rechtsprechung des Obersten Gerichtshofes kann nämlich der Grenzüberbau zum Eigentumserwerb am Nachbargrund führen. Im vorliegenden Fall wußte die Nachbarin nicht nur von der Bauführung, sie erteilte sogar ausdrücklich ihre Zustimmung. Ob sie allerdings auch mit einer allfälligen Grenzüberschreitung einverstanden war, steht keinesfalls fest, sodaß die analoge Anwendung der §§ 415f ABGB (Miteigentum) in Betracht zu ziehen ist.

In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß nur die Ersitzung von Teilen eines im Grenzkataster enthaltenen Grundstückes (§ 50 Vermessungsgesetz) ausgeschlossen ist, nicht andere Erwerbsvorgänge, wie etwa nach § 418 ABGB. Im fortgesetzten Verfahren wird die belangte Behörde daher zunächst erheben müssen, ob tatsächlich eine Konsenswidrigkeit durch Überschreitung der im Zeitpunkt der Errichtung bestehenden Grenze vorlag. Dabei wird zu beachten sein, daß ein Amtsvermerk die plangemäße Errichtung bestätigt. Sollte sich eine Grenzüberschreitung herausstellen, müssen die Eigentumsverhältnisse geklärt werden. Sollte sich der durch die Punkte 22 und 35 bestimmte Grenzverlauf herzustellen, müßte noch festgestellt werden, ob sich die Abweichung durch Ausbuchtung nicht in dem Rahmen hält, den § 7 der Vermessungsverordnung als Fehlergrenze vorsieht; schließlich bleibt zu prüfen, ob die Strichstärke im Plan allenfalls die Abweichung deckt.

## Grenzüberbau Redlichkeit; § 418 ABGB

*Hat der Bauführer den Grenzverlauf zur Liegenschaft des Nachbarn den bestehenden öffentlichen Aufzeichnungen (Katastralmappe, Grenzkataster) oder dem das Bauvorhaben betreffenden Akt klar entnehmen können, so geht die Unterlassung der Einsichtnahme in diese Aufzeichnungen zu Lasten seiner Redlichkeit. (OGH 22. 2. 1995, 9 Ob 504/95)*

Die Klägerinnen sind je zur Hälfte Eigentümer der EZ 244 Grundbuch X mit dem Grundstück 197/33. Die Beklagte ist Eigentümerin der EZ 239 desselben Grundbuches mit dem Grundstück 197/3. Nach der im Jahr 1971 erstellten Vermessungsurkunde (Teilungsplan) befand sich zwischen den Grundstücken 197/3 und 197/33 noch das Grundstück 197/19. Dieses war ursprünglich als Zufahrtsweg zu dahinter liegenden Grundstücken gedacht und wies daher an der Straßengrenze eine trompetenförmige Ausbuchtung auf. Zu einem späteren Zeitpunkt wurde diese Absicht aufgegeben und das Grundstück 197/19 mit dem Grundstück 197/33 vereinigt, das im Jahr 1980 die Erstklägerin und ihr Ehegatte erwarben. Die Beklagte erwarb die Liegenschaft im Jahr 1983. Im selben Jahr gab sie die Planung eines Hauses in Auftrag. In dem dabei erstellten Einreichplan ist das Grundstück der Klägerinnen als Nachbargrundstück der Beklagten dargestellt, allerdings ist die trompetenförmige Aufweitung nicht eingezeichnet, sondern der Grenzverlauf gerade bis zur Straßengrenze der beiden Grundstücke durchgezeichnet. Im Bauakt betreffend dieses Bauvorhaben erliegt die Bauplatzerklärung, in der aufgrund einer im Jahre 1973 erstellten Vermessungsurkunde die trompetenförmige Aufweitung des Grundstückes der Klägerinnen im Bereich der Straßengrenze eingezeichnet ist. Aufgrund der im Zusammenhang mit dem Bauansuchen vorgelegten Pläne wurde der Beklagten mit Bescheid vom 7.12.1983 die Baubewilligung erteilt. Bei der Bauverhandlung wurde der Grenzverlauf nicht erörtert. Eigentümer der Liegenschaft 244 waren damals noch die Erstklägerin und ihr Ehemann. Sie waren zur Bauverhandlung geladen und ließen sich durch Adolf M vertreten, der keine Einwendungen erhob. Die Beklagte ging daher von der Richtigkeit und Erlaubtheit der bewilligten Baumaßnahmen aus. Bei einer baupolizeilichen Überprüfung am 19.3.1985 wurde die konsensmäßige Herstellung des Wohnhauses und des Einfahrtsbereiches festgestellt. Erst im Jahre 1991 erlangten die Parteien Kenntnis davon, daß sich die Baumaßnahmen zum Teil über die Grenze erstreckten.

Der Bereich der nach den seinerzeitigen Vermessungsurkunden einen Teil des Grundstückes 197/33 bildenden trompetenförmigen Ausweitung wurde von der Beklagten zum Teil gepflastert; in Verlängerung des geraden Grenzverlaufes befindet sich ein auf dem Grundstück der Beklagten errichteter Maschendrahtzaun sowie eine Hecke; ein auf dem Grundstück der Beklagten errichtetes Müllhäuschen ragt 10 - 15 cm in die trompetenförmige Ausbuchtung, das 3 m breite Einfahrtstor zum Grundstück der Beklagten wird durch den bogenförmigen Grenzverlauf zu etwa 2/3 überdeckt.

Nach der Judikatur des Obersten Gerichtshofes ist der Bauführer nur dann redlich, wenn er sich zur Zeit der Bauführung aus wahrscheinlichen Gründen für den Eigentümer oder doch als bauberechtigt halten kann. Es ist jedenfalls seine Pflicht, sich vor Durchführung des Baues zu vergewissern, ob er auf eigenem oder auf fremdem Grund baut. Diese Vorsichtsmaßnahme ist besonders dann geboten, wenn die Bauführung im engsten Grenzbereich zu einer Nachbarliegenschaft vorgenommen wird. Konnte der Bauführer den Grenzverlauf zur Nachbarliegenschaft den bestehenden öffentlichen Aufzeichnungen (Katastralmappe, Grenzkataster) klar entnehmen, so geht die Unterlassung der Einsichtnahme in diese Aufzeichnungen zu Lasten seiner Redlichkeit, wenn er dennoch, ohne sonst Gewißheit über den Grenzverlauf zu haben (etwa aufgrund einer vorgenommenen Grenzvermessung durch einen Zivilgeometer) und ohne Einvernehmen mit den Grundnachbarn die Bauführung unternahm. Die Auskunft des Baumeisters über den Grenzverlauf kann den Bauführer nicht entschuldigen. Spielbüchler (in Rummel Rz 5 zu § 418 ABGB) hält diese Anforderungen für überspannt und vertritt den Standpunkt, an die Redlichkeit des Bauführers dürften keine strengeren Anforderungen gestellt werden, als an die Redlichkeit des Ersitzenden.

Hier gründete sich das Vertrauen der Beklagten über den bei der Bauführung angenommenen Grenzverlauf nur auf den dem Bauansuchen angeschlossenen, vom Plansteller angefertigten Lageplan. Im Sinne der obigen Ausführungen ist aber bei Beurteilung der Redlichkeit ein strenger Maßstab anzulegen. Daß die Beklagte von dem Grenzverlauf ausging, den der von ihr beauftragte Verfasser der Planungsunterlagen für die beabsichtigte Bauführung dargestellt hat, reicht nicht aus, um sie als redliche Bauführerin im Sinne des § 418 letzter Satz ABGB zu qualifizieren. Es bedürfte nämlich nicht einmal umfangreicher Nachforschungen in Katasterunterlagen, um den tatsächlichen Grenzverlauf festzustellen, lag doch im Bauakt selbst die nur wenige Jahre zuvor anlässlich des Ansuchens um Bauplatzerklärung erstellte Vermessungsurkunde, aus der sich der Grenzverlauf mit der trompetenförmigen Ausweitung ergibt. Selbst wenn man der großzügigeren Auslegung des Begriffes der Redlichkeit in § 418 ABGB, wie sie von Spielbüchler (aaO) vertreten wird, folgte, fielen der Beklagten im Hinblick auf die dargestellten Umstände die Unkenntnis des Grenzverlaufes zur Last. Es steht nämlich fest, daß sie durch bloße Einsicht in den ihr Bauvorhaben betreffenden Akt volle Kenntnis über den Verlauf der Grenze hätte gewinnen können. Wenn die Beklagte dennoch, ohne den weiteren Inhalt des Bauaktes zu prüfen, der Bauführung nur den dem Bauplan angeschlossenen Lageplan zugrunde legte, handelte sie fahrlässig. Redlichkeit wird bereits durch leichte Fahrlässigkeit ausgeschlossen.

Ein Eigentümerserwerb der Beklagten durch Bauführung gemäß § 418 letzter Satz ABGB scheidet daher schon deshalb aus, weil sie nicht redlich war. Damit ist es entbehrlich, darauf einzugehen, ob die im Bereich des strittigen Streifens durchgeführten Baumaßnahmen überhaupt den Voraussetzungen dieser Gesetzesstelle entsprechen. Im Hinblick auf die mangelnde Redlichkeit der Beklagten kommt auch dem Umstand, daß die Klä-

gerinnen gegen die Bauführung keine Einwände erheben, keine Bedeutung zu. Soweit sich die Beklagte darauf beruft, das Begehren der Klägerinnen sei schikanös, kommt ihren Ausführungen keine Berechtigung zu. Als schikanös ist eine ausschließliche oder doch weit überwiegend zum Zweck der Schädigung eines anderen erfolgende Rechtsausübung zu verstehen. Bei der Wahrung und Verfolgung der sich aus der Freiheit des Eigentums ergebenden Rechte ist die Annahme einer schikanoösen Rechtsausübung allerdings schon im Hinblick auf die Verhinderung der Ersitzung eines allfälligen Rechts auszuschließen. In der Rechtsprechung wurde zum Beispiel eine schikanöse Klageführung verneint, wenn der Nachbar den Luftraum des benachbarten Grundstückes um nur 5 cm überschreitet (SZ 34/49 und SZ 28/133). Es wurde auch die Meinung vertreten, daß selbst eine ganz unerhebliche Inanspruchnahme des Luftraums über einer Liegenschaft durch an der Mauer des Nachbargrundstückes angebrachte Automaten vom Eigentümer ohne Berücksichtigung des Schikaneeinwandes abgewehrt werden könne (JBl 1977, 485). Zu 7 Ob 593/94 wurde im Falle des Begehrens auf Entfernung eines Überbaues auf einer Grundfläche von 1,1 m<sup>2</sup> die schikanöse Rechtsausübung verneint.

Derjenige, der sich ein Recht unrechtmäßig anmaßt, kann sich nicht dennoch auf die gültige Entstehung dieses Rechtes durch Erhebung des Schikaneeinwandes berufen. Ausgehend von diesen Grundsätzen kann die Geltendmachung des Begehrens der Klägerinnen auf Räumung der von der Beklagten beanspruchten, mehrere Quadratmeter großen Grundfläche nicht als schikanös bezeichnet werden, mag auch die Benützung dieser Fläche für die Beklagte größere Vorteile bringen als für die Klägerinnen.

## Ersitzung §§ 1468 u 1472 ABGB

*Der Ersitzungserwerber ist nicht verpflichtet, sich vom tatsächlichen Grundbuchsstand Kenntnis zu verschaffen.*

(OGH 24. 5. 1995, 8 Ob 645/93)

Die Kläger begehren die Feststellung ihres Eigentums an den Grundstücken 898 und 899 der KG W und die Verurteilung der beklagten Gemeinde, der Abschreibung dieser Grundstücke von der in ihrem Eigentum als öffentliches Gut stehenden EZ X und der Zuschreibung zur Liegenschaft EZ Y (im jeweiligen Hälfteigentum der beiden Kläger) zuzustimmen. Sie stützen ihren Klagsanspruch darauf, daß sie und ihre Rechtsvorgänger diese Grundstücke seit mehr als 40 Jahren benützten und bewirtschafteten, weshalb sie das Eigentumsrecht daran ersessen hätten.

Die beklagte Partei bestritt das Klagebegehren und brachte vor, eine Ersitzung sei ausgeschlossen, weil es den klagenden Parteien an der Redlichkeit fehle und auch eine Verjährung gegenüber der beklagten Partei niemals eingetreten sei, zumal diese Grundstücke innerhalb der letzten 40 Jahre wiederholt als öffentlicher Weg (Wanderweg) benützt worden seien. Gemäß §§ 1468, 1472 ABGB erfordert die Ersitzung unbeweglicher Sachen gegenüber juristischen Personen einen Zeitablauf

von 40 Jahren. Es handelt sich hierbei um die sogenannte uneigentliche lange Ersitzung, die nicht nur mangelndes Eigentum des Vormannes ersetzt, sondern auch einen vorweg ungültigen Titel „heilt“ (§ 1477 ABGB).

Die Frist von 40 Jahren gilt auch für den Fall contra tabulas, also gegen den eingetragenen Eigentümer und diese uneigentliche Ersitzung wird durch einen abweichenden Grundbuchsstand nicht gehindert. Schon hieraus ergibt sich die Unvereinbarkeit mit der berufsgerichtlichen Annahme einer Pflicht des Liegenschaftserwerbers, sich vom tatsächlichen Grundbuchsstand Kenntnis zu verschaffen. Eine derartige Erkundigungspflicht hätte zur Folge, daß jeder Erwerber sich zunächst vergewissern müßte, welche Grundstücke dem Buchstand gemäß in seinem Eigentum stünden, sich dadurch aber positive Kenntnis über seine Eigentumsverhältnisse verschafft hätte und sodann eine Ersitzung mangels Redlichkeit in jedem Fall ausgeschlossen wäre. Eine Pflicht, sich über den tatsächlichen Grundbuchsstand in Kenntnis zu setzen, würde das Rechtsinstitut der Ersitzung weitgehend einschränken. Demgemäß bedarf es aber hier im Sinne der erhobenen Beweisrüge einer berufsgerichtlichen Überprüfung dahin, ob die Kläger, wie dies das Erstgericht feststellte, nicht bereits bei der Liegenschaftsübernahme im Jahre 1965 von ihrem mangelnden Eigentum wußten und allenfalls auch einer Prüfung des Umstandes, ob nicht eine Ersitzung bereits durch die Rechtsvorgänger der klagenden Parteien erfolgte.

Der für die Ersitzung erforderliche gute Glaube fällt weg, wenn der Besitzer Umstände erfährt, die zu Zweifeln an der Rechtmäßigkeit seines Besitzes Anlaß geben. Wer eine Sache von einem „rechtlichen“ Besitzer übernimmt, ist als Nachfolger berechtigt, die Ersitzungszeit seines Vorgängers mit einzurechnen. Bei der uneigentlichen langen Ersitzungszeit ist der Nachweis des rechtmäßigen Besitzes der Vorgänger ebensowenig wie ihrer jeweiligen Besitzdauer erforderlich.

Den Klägern obliegt der Beweis über Art und Umfang der Besizausübung und der Besitzdauer insgesamt (40 Jahre), der Beweis der Unredlichkeit obliegt der beklagten Gemeinde (§ 328 zweiter Satz ABGB), weil im Zweifel die Redlichkeit des Besitzes vermutet wird. Nicht übersehen werden darf, daß der Ersitzung eine entsprechende Verjährung des Rechtes seitens des bisherigen Berechtigten entsprechen muß, die nur dann eintritt, wenn dieser von seinem Recht während der Verjährungszeit keinen Gebrauch gemacht hat.

Die beklagte Partei wendete gegen das Klagebegehren ein, daß die Grundstücke innerhalb der letzten 40 Jahre unbehindert als öffentlicher Weg bzw. Wanderweg benutzt wurden. Auch dieses Vorbringen der beklagten Gemeinde wird daher im weiteren Verfahren gegebenenfalls zu prüfen sein.

## Grundstücksbegriff § 7a VermG

*Grundstück im Sinne des Vorarlberger Baugesetzes ist das im Grenzkataster eingetragene Grundstück.*  
(VwGH 19. 8. 1993, 93/06/0058)

Gemäß § 2 lit. c des Vorarlberger Baugesetzes, LGBl. Nr. 39/1972 in der Fassung LGBl. Nr. 47/1983 ist unter Baugrundstück ein Grundstück zu verstehen, das für die Errichtung von Bauwerken vorgesehen ist. § 6 leg. cit. legt bestimmte Abstandsflächen fest, die von oberirdischen Gebäuden voneinander und im Verhältnis zu den Grundstücksgrenzen einzuhalten sind (vgl. § 6 Abs. 5 leg. cit., wonach Abstandsflächen grundsätzlich „auf dem Baugrundstück selbst“ liegen müssen). Maßgebend dafür, ob Abstandsflächen „auf dem Baugrundstück selbst“ liegen, müssen (denknotwendig) jene Grundgrenzen sein, die im Grenzkataster enthalten sind, dient dieser doch gemäß § 8 Z. 1 des Vermessungsgesetzes, BGBl. Nr. 306/1968 „zum verbindlichen Nachweis der Grenzen der Grundstücke“. Der Begriff des Baugrundstückes im Sinne des § 2 lit. c des Vorarl-

berger Baugesetzes ist daher – notwendigerweise – im Sinne des § 7a Abs. 1 des Vermessungsgesetzes, wonach ein Grundstück jener Teil einer Katastralgemeinde ist, der im Grenzkataster oder im Grundsteuerkataster als solcher mit einer eigenen Nummer bezeichnet ist und - nach dem Inkrafttreten des Vermessungsgesetzes - durch Grundbuchsbeschluß neu gebildet wurde (vgl. § 5 Abs. 1 AllGAG und § 7a Abs. 2 Vermessungsgesetz) zu verstehen. Wenn daher der Flächenwidmungsplan von „gewidmeten Grundstücken“ spricht, dann sind damit Grundstücke im dargelegten Sinne gemeint. Eine (berichtigende) Auslegung dahin, daß der Verordnungsgeber in Wahrheit „Grundflächen“ (d.h. ohne Berücksichtigung der Katastergrenzen) gemeint habe, scheidet schon am klaren Wortsinn.

*Christoph Twaroch*

## Mitteilungen und Tagungsberichte

### Geodätisches Seminar Planneralm 1996

Unter dem Motto „Grazer Geodäsie – innovativ und interdisziplinär“ wurde dieses traditionsreiche Seminar vom 17. bis zum 23. März 1996 vom MGGI (Mathematische Geodäsie und Geoinformatik, o.Univ.Prof. Dr. H. Sünkel) der Technischen Universität Graz durchgeführt. Nach vierjähriger Unterbrechung konnte diese Veranstaltung wieder im renovierten, erweiterten und vor kurzem wiedereröffneten Universitätsheim Planneralm abgehalten werden, in dem nunmehr auch ein gut ausgestatteter Lehrsaal zur Verfügung steht. Die Zielsetzung dieser Veranstaltungsreihe liegt in der gegenseitigen Information der Seminarteilnehmer über aktuelle Forschungs- und Lehraufgaben, interdisziplinäre und internationale wissenschaftliche Kontakte und

über Entwicklungen und Probleme im Bereich der Geodäsie in Graz, die in Form von Referaten und Diskussionen zur Meinungsbildung erfolgt.

Das breite Spektrum der Themen umfaßte die Fachgebiete der Fernerkundung und Photogrammetrie, Beiträge über Positionierung mit GPS und über Navigationssysteme, geophysikalische Studien bis zu Multimediapräsentationen. Abschließend referierten Mitarbeiter der Abteilung für Satellitengeodäsie Graz/Lustbühel über die Internationale Dekade zur Reduktion von Naturkatastrophen und aktuelle Arbeiten der Laserstation zur Satellitenbeobachtung.

Im Hinblick auf derzeitige und zukünftige Problemstellungen an den

Universitäten (Organisations- und Studiengesetze) lag einer der Schwerpunkte dieser Veranstaltung auch in der Geodäsieausbildung an der TU Graz. Die einleitenden Referate, einschließlich eines zukunftsorientierten Diskussionsentwurfes für ein Gesamtkonzept, führten zu ausgedehnten Diskussionen über die Struktur der Geodäsieausbildung in Graz. Die aktive Teilnahme und die Formulierung von Zielvorstellungen durch Studierende kann als wertvoller Beitrag zu diesem Seminarschwerpunkt gewertet werden. Die Organisation während der Vorbereitung und Durchführung dieser Veranstaltung lag in den Händen von Dr. M. Wieser vom MGGI und trug wesentlich zum harmonischen Ablauf dieses Seminars bei.

*Robert Kostka*

### ASPRS Shifts Annual Convention Policy to Pursue New Partnerships

With an eye toward pursuing a variety of strategic partnerships, the Board of Directors of the American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ASPRS) has voted to dissolve its agreement on joint conventions with ACSM after the 1997 annual convention. The Board's unanimous action ends a 40-year joint sponsorship of the annual meeting with the American Congress on Surveying and Mapping (ACSM). It frees both organizations to explore a number of options

regarding their respective annual conventions.

„In recent years, ASPRS has proved successful in partnering with other organizations and wishes to translate these successes to the annual meeting“, stated ASPRS President John R. Jensen. He noted that the desire to engage in strategic partnering with other organizations was the principal reason for ending the ASPRS/ACSM Agreement on Joint Conventions. „Any opportunity to

employ strategic partnering in conjunction with careful conference theme and site selection will be investigated“, Jensen added.

The Board made its decision nothing the steady decline in ASPRS member attendance. Even though approximately 60% of registrants at last year's convention in Charlotte, NC were ASPRS members, less than 8 percent of the overall ASPRS memberships attended the convention. ASPRS now expects to work more productively to „improve the quality and focus of the convention for members, nonmembers, and vendors“, Jensen explained.

President Jensen cited past successful meeting cosponsorships ASPRS has enjoyed with government agencies such as the U.S. Geological Survey (USGS), National Aeronautics and Spaces Administration (NASA), the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), and other member organizations such as the Management Association for Private Photogram-

metric Surveyors (MAPPS), and GIS/LIS, Inc. ASPRS and ACSM will continue with other collaborations, such as the joint government affairs program and GIS/LIS meeting, as well as publications. Moreover, the resolution passed by the ASPRS Board do not preclude it from holding its annual meeting with ACSM at some future point.

Founded in 1934, ASPRS is an international organization of 7,500 spatial data professionals engaged in projects all over the world. ASPRS members are involved in all aspects of Photogrammetry, Remote Sensing, Geographic Information System, and related technologies.

*ASPRS press release*

## Open Letter to the European Geographic Information Community The Standardisation Debate

As the first phase of the work of the official European Standards Organisation (CEN) on Geographic Information standards draws to a conclusion, and that of the International body (ISO) in the same field has commenced, the relationship between the work of these two official standardisation bodies is brought into sharp contrast. This is highlighted by a marked difference in their approach to the subject. Much, good will exists to avoid duplication and to build on the work of each other in order to bring sensible and relevant standards to the market in a timely fashion and to have them used.

Currently a number of other initiatives have added urgency to the task. In North America, Europe, Asia and in Australia there is much discussion about preparatory work on Geographic Information Infrastructures (NSDI, EGII, etc). The Open GIS (OGIS) initiative although largely complimentary is concentrating the mind of many vendors on some of the problems that need to be addressed and I am certain answers will be found to many of them.

The time is now ripe for a wide and serious debate on a number of questions, the answers to which will hopefully set the strategy for the next and vital stage of development and increase the efficiency of the stan-

dardisation process. The questions that need to be considered are:

Standardisation can be system oriented (internal structures, query language, processing function) or data oriented (data model, quality description, object catalogue). How do both aspects operate and what will be the impact of the priority given to one or another?

Geographic information content and flows are deeply influenced by each country's cultural traditions, legal frameworks and organisational structures. How should these particularisms be taken into account in the standardisation tasks?

North America is dominating Geographic Information Systems market. What could be and should be a European contribution to standardisation activity related to these systems?

User's communities with most urgent standardisation need have already built up their own sectorial standards. What should be the role of an official standardisation body with respect to these individual actions?

Satellite images constitute the unique case of world data delivered by a limited number of suppliers. Is standardisation of metadata and formats necessary? Should it be the task of an international official body like ISO or rather left to the suppliers themselves?

The very nature of what is a data exchange description standard is in question here. Should it be a format which is fixed once and for all or a generic standard declinable in as many profiles as needed by users or national or regional groups?

Any information that potentially holds a localising or spatial component could be considered geographic. Should geographic information standardisation tackle the problem in its widest sense or limit its ambition to a stricter definition of its operating field?

What should be adopted over time bearing in mind the user's needs, the evolution of technology and the work already done? What are the priorities of those activities which need to be addressed?

How do we set about this process? The opportunity now exists through the Internet and other media (see EUROGI Web site: <http://www.frw.ruu.nl/eurogi/eurogi.html>) for all to participate and make their views known. I have great hopes that the GI community will see this as an opportunity to contribute to one of the major global GI problems and will contribute meaningfully to the debate. As in the past EUROGI will endeavour to bring forward the results of this activity to the relevant forums and with and on behalf of the GI community jointly build the necessary strategy for the future. I await your contribution.

*M.J.D. Brand*

## Eurogi Annual Board Meeting

At its 4th Annual General Board meeting on the 11th March 1996 in Luxembourg the membership, now 22 associations, re-elected Michael

Brand as its President for another two year term and the following organisations to its Executive Committee: AFIGEO (FR), DDGI (D),

RAVI (NL), PROGIS (FIN), AM/FM Italy (I), CERCO, EGIS, AM/FM Int Europe

The 1996 Business Plan which puts the establishment of an EGII at the top of the agenda was approved

and including a work plan covering the following areas:

- European Geographic Information Infrastructure
- Standardisation
- Interoperability Issues
- Private/Public Sector Roles
- Directories

- Legal Issues
  - Central & Eastern Europe
  - Conference Co-ordination
  - News Service
- to fulfil EUROGI's mission:

To promote, stimulate, encourage and support the development and use of Geographical Information

and Technology at the European level and to represent the common interest of the Geographical Information community in Europe.

*EUROGI press release*

## Study On Legal Protection Of Geographical Information Within The EU Completed

A EUROGI commissioned report prepared by Ms M van Eechoud, legal researcher for RAVI (the Netherlands Council for Geographic Information), analysing the relevant legislation on legal protection within the 15 member states of the European Union has been published. EUROGI, from its inception, has recognised that an adequate and uniform legal framework is indispensable for the development of the Geographical Information Sector at the

European level. This publication covering copyright and related rights is the first of the many legal issues that EUROGI has addressed. The topics included in the study include: the applicability of copyright and related rights; specific legislation protecting certain producers of geographical information, and the influence of unfair competition laws on producers and users of Geographical Information. The report also pays attention to possible limita-

tions on rights in Geographical Information.

Now that this general overview on Intellectual Property Rights in Geographical Information is available EUROGI's next task is to identify the most pressing problems that remain in the area of legal issues, to prioritise their importance and to seek solutions. An involvement of both the producers and users of data in the Geographical Information Sector as well as an input from legal experts will be necessary and critical to success.

*EUROGI press release*

## 175 Jahre Katastralmappe im Raum Neulengbach und Umgebung

Nachdem am 23. Dezember 1817 von Kaiser Franz I. das „Grundsteuerpatent“ genehmigt worden war, konnten bereits im Jahre 1821 fertige Blätter der damals neuen Katastralmappe des Raumes Neulengbach und Umgebung vorgelegt werden.

Dieses Erscheinungsdatum wurde aus dem Interesse an den alten Katastralmappen und eher durch Zufall, von dem in Neulengbach ansässigen Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen, Herrn Dipl.-Ing. Günter Wagensommerer, entdeckt. Der gleichfalls in Neulengbach beheimatete „Verein für die Geschichte von Neulengbach und Umgebung“, konnte für die Ausrichtung einer Veranstaltung aus die-

sem Anlaß gewonnen werden. Dieser hat Herrn Dipl.-Ing. Günter Wagensommerer mit der Planung und Durchführung einer Ausstellung zum Thema „175 Jahre Katastralmappe im Raum Neulengbach und Umgebung“ betraut.

Das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) als Mitgestalter dieser Ausstellung, wird mit einigen sehr interessanten Exponaten vertreten sein. Ferner hat die Firma R&A Rost ihre Beteiligung zugesagt. Historische Geräte aus eigenem Bestand, aber auch moderne Vermessungsausrüstungen werden gezeigt werden. Zusätzlich wird versucht einen Einblick in die Entwicklung der katasterspezifischen Meß- und Rechentechnik

seit damals zu geben. Der Zusammenhang zwischen Schritt, Fuß, Klafter und Meter wird „begebar“ dargestellt sein.

Die Ausstellung findet in den Räumlichkeiten des Torgebäudes der Burg Neulengbach statt. Sie wird am Samstag den 3. August 1996 eröffnet werden und bis Sonntag den 29. September 1996 geöffnet sein. Sie ist jeweils an den Wochenenden am Samstag und Sonntag in der Zeit von 10.00 bis 18.00 Uhr zu besichtigen. Sollten sie Interesse an einer den Kataster betreffenden Ausstellung haben und dann zusätzlich auch noch die Burg Neulengbach kennen lernen wollen, so wäre diese Ankündigung eine Anregung zur Gestaltung ihres Wochenendprogrammes. Die Veranstalter freuen sich auf Ihr Kommen.

*Harald Blanka*

## Vorträge

**Praktische Erfahrungen eines selbständigen Vermessungsingenieurs – „Coastal Belt Water Project“ in Libyen**

Vortragender: Dipl.-Ing. Roland Fladner

Ort: TU-Graz  
Zeit: 25. April 1996

Neben den rein vermessungstechnischen Aufgaben zur Durchführung dieses großen Wasserprojekts in Libyen war die Organisation der Vermessungsarbeiten ein Hauptproblem. Mitten in der Libyschen Wüste wurde ein riesiges unterirdi-

ches Trinkwasservorkommen entdeckt. Dieses Reservoir umfaßt etwa die Wassermenge, die der Nil in 200 Jahren transportiert. Mit dem „Coastal Belt Water Project“ wird dieses Wasservorkommen genutzt, wobei täglich 2 Mio. Kubikmeter Wasser in einer 1235 km langen Pipeline nach Ajdabiya befördert

wird. Von dort wird das Wasser nach Sirte und Benghazi verteilt. Die Pipeline wurde aus Stahlbetonrohren mit einem Durchmesser von 4 m und 7,50 m Länge hergestellt. Jeder Bauteil wiegt 16.000 kg. Die Rohre werden aneinandergesteift, an der Nahtstelle mit einer Kunststoffbinde versehen und mit Beton ausgegossen. Der Auftrag wurde 1981 unterzeichnet. Die Schaffung der Basisdaten erfolgte in den Jahren 1981 bis 1983. Erst im Jahr 1995 wurden die letzten Rohre verlegt - heute werden bereits die Einwohner von Benghazi mit diesem Wasser versorgt.

Gefordert war die Ausarbeitung von Orthophotoplänen im Maßstab 1:10.000 in einer Breite von 3,5 km mit Höhenschichtlinien in 1 m Abstand mit 25 cm Genauigkeit über eine Länge von 1235 km. Alle Festpunkte wurden massiv betoniert. Diese wurden koordinaten- und höhenmäßig gekennzeichnet und bestimmt. Die Dopplermessungen wurden an eine Firma in Hannover vergeben. Es wurde die Methode der Zwei-Punkt-Translocation verwendet, d.h. daß auf zwei Stationen gleichzeitig die Satellitendurchgänge beobachtet wurden, eine Station fungierte als Master- die andere als Slavestation. Als Master-

station wurden existierende Doppelpunkte 1. Ordnung herangezogen. Jeder 13. Hauptpolygonpunkt wurde als Dopplerstation (Slave) eingemessen. Entlang der geplanten Trasse wurde ein Polygonzug gemessen. Dabei wurde eine gewisse Hierarchie gewahrt - Dopplerstationenpunkt, Hauptpolygonpunkt (alle 5 km), Sicherungspunkte und Seitenpunkte (2,5 km entfernt, dienen als Paßpunkte für die Befliegung). Die Winkelmessung erfolgte bei Tag mit Hilfe von selbstentworfenen transportablen Schnellsignalen. In der Nacht wurden Taschenlampen als Bezugspunkt anvisiert. Wegen der starken Einflüsse der Meteorologie konnten elektro-optische Entfernungsmeßgeräte nicht eingesetzt werden. Gut geeignet war ein Mikrowellengerät (CA 1000 von Tellurometer). Auf die Bestimmung der relativen Dielektrizitätskonstante im Zusammenhang mit der Permeabilitätskonstante wurde durch Messung des Partialdruckes des Wasserdampfes über die Trocken- und Feuchttemperatur größter Wert gelegt. Über die gesamte Länge der Pipeline wurde ein Dreifadennivellement durchgeführt. Die einzelnen Nivellementabschnitte waren unregelmäßig lang (14 bis 198 km). An 12 Höhenfestpunkten des Libyschen Landesnetzes wurde

angeschlossen. Dabei wurde ein mittlerer Kilometerfehler von 4,1 mm/km erreicht. Es wurden Zeiss NI 2, Wild NAK 2 mit Invarlatten eingesetzt. Auf allen Dopplerpunkten der Haupttraverse wurden Azimutbestimmungen über „Azimut aus Polaris“ durchgeführt. Dabei wurde ein Wild T3 Theodolit eingesetzt. Der Uhrenvergleich wurde über Radiosignale realisiert.

Die Signalisierung für die Befliegung erfolgte durch schwarze Mühsäcke, die mit Sand gefüllt in Y-Form ausgelegt wurden. Die Schenkellänge des Ypsilon betrug etwa 3,5 m. Die Befliegung wurde durch Geodetski Zevod SRS - dem slowenischen Vermessungsamt - mit einer Piper Navajo Chieftain PA 31-350 und einer Wild RC-8 Kamera, Brennweite 152 mm im Jahre 1982 durchgeführt. Die gesamte Trasse wurde in einem Vorflug im Bildmaßstab 1:40.000 und dann im Bildmaßstab 1:16.000 geflogen. Die Breite der aufzunehmenden Trasse betrug 6 km; daraus wurde der entsprechende Teil mit 3,5 km Breite ausgewertet. Insgesamt wurden 179 Orthophotopläne im Maßstab 1:10.000 mit einem Höhenschichtlinienabstand von 1 m produziert.

Peter Fodor

## Firmen & Produkte

### Gewußt wo? – DIGITALES ÖSTERREICH

#### Von der gedruckten Landkarte zum digitalen Landschaftsmodell auf CD

##### Einleitung

Die topographische Landesaufnahme und die Herstellung der staatlichen Landkarten wird in Österreich vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) – Gruppe Landesaufnahme – wahrgenommen. Im Wesentlichen bedeutet dies die österreichweite Erfassung der dreidimensionalen Gestalt der Erdoberfläche und der topographisch bedeutsamen natürlichen und künstlichen Objekte, sowie Verarbeitung, Interessensneutrale Verwaltung, laufende Aktualisierung und Bereithaltung zur Abgabe dieser topographischen Informationen an Bedarfsträger zur weiteren Nutzung. Dabei können drei wesentliche Produktionszweige unterschieden werden: Luftbilder, Landkarten, digitale topographische und kartographische Daten.

Der Anteil der topographischen und kartographischen Daten (Geo-Basisdaten mit Raumbezug), die in digitaler Form verfügbar sind, wächst seit einigen Jahren durch die Anpassung an geänderte Bedürfnisse unserer Infor-

mationsgesellschaft rasant. Der schnelle und selektive Datenzugriff, die Unabhängigkeit von Blattschnittsystemen, die Flexibilität im Maßstab, die vielfältigen Visualisierungstechniken und die Verknüpfbarkeit mit anderen Daten eröffneten ungeahnte Möglichkeiten.

Der daraus resultierende steigende Bedarf hat die Gruppe Landesaufnahme veranlaßt, sowohl die vorliegenden Datenbestände auszubauen als auch jene ungeheuren Datenmengen, die in analoger Form in den bestehenden Kartenoriginalen enthalten sind einer automationsgestützten, datenverarbeitungsgerechten Nutzung zuzuführen.

##### Was sind Geodaten? Wofür werden sie benötigt?

Geodaten beschreiben ähnlich wie Landkarten Objekte und Phänomene an der Erdoberfläche. Durch ihre digitale Form und Speicherung in Datenbanken sind sie aber anders als analoge Landkarten in Computersystemen zu verarbeiten und in Datennetzen auszutauschen.

Dies macht Geodaten für eine Reihe innovativer Anwendungen attraktiv. Immer häufiger begegnen uns neue Dienstleistungen und Produkte, die das Bewegen und Zurechtfinden, das Planen und Handeln auf unserer Erde erleichtern:

- Automobilhersteller stellen ihre Spitzenmodelle mit Navigationssystemen aus. Durch Richtungspfeile auf einem Display oder durch eine Kunststimme weisen sie den Weg.
- Tourismusverlage ergänzen diese Navigationssysteme um komplette Straßenkarten auf dem Bildschirm. Sie weisen den Weg zu Hotels, Konferenzzentren und Sehenswürdigkeiten und enthalten genaue Einzelheiten in Text und Bild darüber.
- Fernsehanstalten und Mobilfunkbetreiber ermitteln die optimalen Senderstandorte und Sendeleistungen durch computergesteuerte Simulationsprozesse.
- Spediteure, Feuerwehr und Technische Hilfswerke leiten und überwachen ihre Fahrzeuge und Einsätze durch satellitengestützte Positionssysteme.
- Marketingberater, Immobilienhändler, Banken und Sparkassen ermitteln optimale Standorte oder Kundenobjekte mit Hilfe digitaler Landschaftsmodelle und digitaler Landkarten im Computer.

Für alle diese Anwendungen werden Geodaten gebraucht. Geodaten liefern sozusagen die ‚Landschaft im Computer‘, sprechen ‚Landschaftsobjekte‘ einzeln an, erlauben gezielte Abfragen und Auskünfte. Geodaten lassen sich miteinander verknüpfen und wiederum zu neuen Systemen, zu neuen Produkten erweitern und veredeln.

### Das Topographische Modell – Landesaufnahme in zeitgemäßer Form

Wie bereits vorher erwähnt war die topographische Landesaufnahme bisher ausschließlich auf ein bestimmtes kartographisches Ergebnis hin zugeschnitten (nämlich auf ein Landeskartenwerk im herkömmlichen Sinne). Heute sind die originären Meßdaten der Landesaufnahme zu einem selbständigen Produkt geworden, das dem Anwender entsprechend seinen Bedürfnissen zugriffsfreundlich als Topographisches Modell (TM) angeboten wird. In ihm wird die reale Landschaft nach topographischen Gesichtspunkten möglichst vollständig und genau in Form von Koordinatentripeln beschrieben. Das TM ist daher ein primäres Abbild der Erdoberfläche in digitaler Form und bildet den Kern eines komplexeren, raumbezogenen Basis-Informationssystem, das als Aufgabe der öffentlichen Hand angesehen wird. Die bundesweite Einheitlichkeit und Flächendeckung, periodische Aktualisierung, die Authentizität der Daten, eine interessensneutrale Verwaltung und redundanzfreie Erfassung und Führung sind wesentliche Ziele.

### Logisches Datenmodell

Die in der Natur- bzw. Kulturlandschaft auftretende Vielfalt der topographisch relevanten Gegenstände muß vor ihrer digitalen Erfassung auf eine Summe von klar definierten Elementen reduziert werden. Ein solches Element als kleinste Einheit heißt **Objekt** und kann mit Hilfe von Attributen näher beschrieben wer-

den. Zusätzlich lassen Metadaten die Erfassungsmethode, die Genauigkeit und den Aktualitätsstand erkennen. Gleichartige Objekte werden zu **Objektarten** zusammengefaßt. Mehrere verwandte Objektarten bilden jeweils **Objektgruppen** und daraus entstehen als höchste Ebene dieser Begriffshierarchie die folgenden **Objektbereiche**:

- Verkehr
- Siedlung
- Raumgliederung
- Gewässer
- Bodenbedeckung
- Gelände und
- Namen

### Realisierung

Das TM wird vom BEV ebenenweise aufgebaut, d.h. jeder Objektbereich, aber auch jede Objektgruppe oder Objektart kann grundsätzlich getrennt erfaßt und geführt werden. Die einzelnen Ebenen sind derzeit in sehr unterschiedlichem Ausbaustand vorhanden und werden bedarfsorientiert erweitert bzw. neu eingerichtet.

#### Objektbereich Verkehr

In einer ersten Realisierungsphase wurde innerhalb von knapp zwei Jahren das übergeordnete Verkehrsnetz erfaßt (Autobahnen, Bundes-, Landes- bzw. sonstige Straßen, Schienenbahnen und zwar die Mittelachse des jeweiligen Verkehrsweges oder Gleiskörpers).

Als Erfassungsmethoden dienten zugunsten einer raschen Fertigstellung – je nach verfügbaren Unterlagen – sowohl die stereophotogrammetrische Auswertung (Luftbildmaßstäbe ca. 1:15.000 oder ca. 1:30.000) als auch die manuelle Digitalisierung von Orthophotos 1:10.000 (in Ausnahmefällen auch Vergrößerungen 1:10.000 von Orthophotos 1:25.000). Die Genauigkeit der Daten liegt damit zwischen ca.  $\pm 0,5$  m und ca.  $\pm 5,0$  m. Die Attribute beziehen sich auf Brücken, Tunnel, Bahnhofsbereiche und dergleichen.

#### Objektbereich Raumgliederung

Staats-, Landes-, Bezirks- und Gemeindegrenzen wurden von Katasterunterlagen digitalisiert und liegen flächendeckend vor.

#### Objektbereich Gewässer

Mit der flächendeckenden Erfassung dieses Objektbereiches wurde im Sommer 1994 im Wege der halbautomatischen Vektorisierung von Rasterdaten der Gewässerfolien der Österreichischen Karte 1:50.000 (ÖK50) begonnen, die Erfassung wird mit Jahresende 1996 abgeschlossen sein.

#### Objektbereich Gelände

Für Österreich liegt ein landesweites Geländehöhenmodell mit einem durchschnittlichen Punktabstand von 50 m vor. Die durch photogrammetrische Auswertung gewonnenen Geländedaten sind in regelmäßigen Rastern angeordnet und werden derzeit durch Erfassung

zusätzlicher Geländestrukturen (Bruchlinien, Formenlinien, markante Einzelpunkte usw.) ergänzt.

Folgende Produkte können daraus angeboten werden (digital und analog):

- Interpolierte Raster: Fertig berechnet mit 50 m, 100 m, 200 m und 500 m Punktabstand. Auf Wunsch können auch Raster mit einem anderen Punktabstand generiert werden.
- Höhenschichtlinien
- Nelgungskarten
- Sichtbarkeitskarten
- Digitale Schummerungen
- Perspektivdarstellungen des Geländemodelles (Gittermodell) oder von digitalen Rasterbildern (z.B. Orthophoto, Satellitenbild, Schummerung, ÖK 50).
- Digitale Orthophotos: Im Blattschnitt der ÖLK 10 (5 km x 5 km) und mit 0,5 m Bildelementgröße. Farborthophotos sowie andere Blattschnitte und Aullösungen auf Anfrage.

#### Objektbereich Namen

Die digitale Erfassung der Namen der ÖK 50 konnte bereits abgeschlossen werden. Es können nun alle rund 120 000 geographischen Namen im Inlandsteil der ÖK 50 hinsichtlich bestimmter Kriterien (Zugehörigkeit zu Kartenblatt, Aufnahmeblatt, Bundesland, politischem Bezirk, Merkmale die durch Schriftart oder Schriftgröße gegeben sind, Höhenzahl, Koordinatenfenster) über ein Suchprogramm abgefragt werden.

## WinGIS – das PC orientierte GIS

Die Firma PROGIS Grafische Datenverarbeitungsgesellschaft mbH mit Hauptsitz in Villach/Austria wurde im September 1993 mit dem Ziel gegründet, das vom Zivilingenieurbüro Dipl.-Ing. Mayer, welcher in der Fa. PROGIS auch die Geschäftsführung innehat, entwickelte Geografische Informationssystem weiter zu entwickeln und weltweit zu vertreiben. Mayer ist Insidern der EDV-Branche kein Unbekannter, war er es doch, der bereits Ende der Siebziger Jahre mit der Generalvertretung von Apple und Acer lange am österreichischen Markt eine führende Rolle spielte, bis er aus persönlichen Gründen wieder in seine Heimatstadt Villach zurückkehrte.

Im Moment beschäftigt PROGIS weltweit 20 Mitarbeiter, zusätzlich sind 10 Programmierer freiberuflich tätig.

Mit Niederlassungen in Bellingham/USA, Singapur und Moskau weltweit vertreten und gleichzeitig mit dem Aufbau eines Distributoren- und Händlernetzes beschäftigt, welches bereits auf nahezu 150 Vertragspartnern angewachsen ist.

Referenzinstallationen und Kundenreaktionen weltweit - die Produkte gibt es derzeit in 10 Sprachen - zeigen die Richtigkeit der Zielsetzung während der Entwicklung:

- einfach zu erlernen und zu bedienen
- PC-orientiert, Windows, Windows95, Windows NT u. OS/2 orientiert
- Offenes System mit beliebigen Datenbanken
- hybrides System mit Vektor- und Rastergrafik

## Schlußbemerkung

In Österreich hat es bereits vier sehr unterschiedliche staatliche Landesaufnahmen gegeben, denen aber gemeinsam war, daß ihre Ergebnisse in ganz bestimmten Maßstäben kartographisch verschlüsselt und generalisiert dargestellt wurden. Das völlig Neue in der Konzeption des TM ist die Loslösung und Verselbständigung der reinen Meßdaten. Deren Visualisierung ist frei wählbar. Wenn eine graphische Ausgabe erfolgen soll, bestehen große Freiheiten bezüglich Bezugssystem, Projektion, Maßstab, Blattschnitt und darzustellenden Inhalten. Der sich abzeichnende Einsatz neuer Methoden bei der Datenerfassung (GPS-gestützte Vermessung der Geometriedaten, Auswertung von Satellitenbildern, digitale Bildverarbeitung) wird eine weitere Steigerung der Aktualität und Datendichte ermöglichen. Der Aufbau des Topographischen Modells leitet eine neue Ära in der topographischen Landesaufnahme ein und wird die fünfte oder digitale Landesaufnahme genannt werden können.

Informationen:

*Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Gruppe Landesaufnahme*

*Krotenthalergasse 3*

*1080 Wien*

*Tel. (0222) 401 46 - 460*

*Fax (0222) 406 99 92*

*E-mail: rkliga@bev.gv.at*

- Schnittstellen zu den gängigsten GIS Systemen
- DDE, ODBC und OLE Unterstützung, Multimedia Anbindung

Derzeit ist man mit folgenden Programmen am Markt: **WinGIS:** ein offenes, hybrides (Vektor- und Rastergrafik) geografisches Informationssystem unter Windows. Der Zugriff zu den wichtigsten Datenbanken ist möglich, die wesentlichsten Schnittstellen (ARC-Info, Intergraph, ASCII, DXF, DKM, etc.) sind ebenso vorhanden.

**WinMAP:** einerseits ein kostengünstiges Abfragesystem zu WinGIS, andererseits das professionelle geografische Informationssystem für Management, Analyse und Präsentation, welches sich durch eigenes Kartenmaterial (Weltkarte, Österreichkarte bis zu den Gemeindegrenzen, Deutschlandkarte) und einer Vielzahl von sonstigen verfügbaren Karten auszeichnet.

**WinSAT:** Durch langjährige Kontakte mit Rußland konnten russische Satellitenphotos für den weltweiten Vertrieb vertraglich übernommen werden. Derzeit sind Fotos mit 5m und 2m Auflösung erhältlich, welche als Bilder (pos. und neg.) oder gescannt zur Verfügung gestellt werden können. Sämtliche Koordinaten aller Bild-daten seit 1983 sind ebenfalls verfügbar.

**Turbo Raster Modul:** Damit können Rasterbilder bis zu einer Größe von 4,2 Gigabyte mit einer bis zu 30fachen höheren Geschwindigkeit als bei herkömmlichen PC Programmen verarbeitet werden.

**WinMAP SDK:** Software Entwickler Kit für Geo-Multimedia Applikationen, mit welchem es Anwender und Programmierer ermöglicht wird, kunden- bzw. anwenderspezifische geografisch-alphanumerische Abfragesysteme mit Hilfe der WinMAP Entwicklungsstation selbst zu entwickeln.

**Win3D:** ist ein gemeinsam mit einem ausländischen Partner entwickeltes 3D-Rastergrafiksystem, welches mit Hilfe einer Zusatzoptik eine stereoskopische Betrachtung von Bildern und natürlich auch das Bearbeiten solcher Bilder – DTM, Isolinien, Orthofoto – ermöglicht.

Von den Produkten WinGIS und WinMAP sind in der Zwischenzeit in mehr als 30 Ländern über 1500 Systeme installiert, Kunden aus den verschiedensten Anwendungsbereichen sind heute von der Leistungsfähig-

keit der PROGIS Produkte überzeugt. WinMAP LT Lizenzen sind über 40000 mal am Markt.

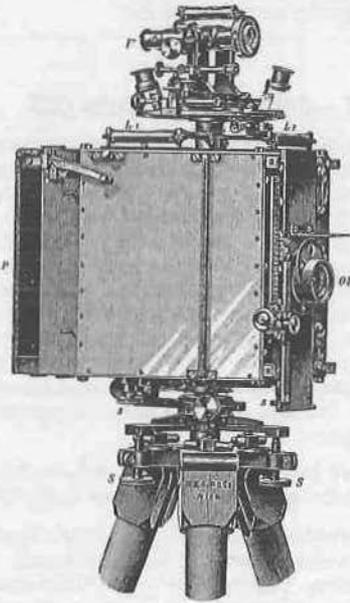
Abschließend sei das Unternehmensziel von PROGIS erwähnt: Mit innovativer österreichischer Software am Weltmarkt eine bedeutende Rolle einzunehmen. Die Erfolge des vergangenen Jahres machen Unternehmensleitung, Mitarbeiter und Vertriebspartner zuversichtlich, dies in kürzester Zeit zu erreichen.

Informationen:  
*PROGIS GmbH*  
*Italienerstraße 3*  
*A-9500 Villach*  
*Tel:(04242) 26332*  
*Fax: (04242) 26332-7*  
*E-Mail: office@progis.co.at*  
*Internet: http://www.progis.co.at*

## Österreich – Pionierland der Photogrammetrie

Der ISPRS-Kongreß '96 in Wien findet in einem österreichischen Jubiläumsjahr („Millennium“) statt: Neben dem historischen Rückblick auf „1000 Jahre Österreich“ drängt sich die Retrospektive auf die rund 100-jährige Geschichte der österreichischen Photogrammetrie auf. Bereits 1889 wurde das neue Bildmessungsverfahren praktisch eingesetzt: für ein Lawinenverbauungsprojekt am Arlberg und für forsttechnische Versuchsaufnahmen im Zillertal. Aus den Vorlesungsverzeichnissen des K.K. Polytechnischen Institutes, der Vorläuferinstitution der TU Wien, geht hervor, daß in den 1890er Jahren hier bereits „Photogrammetrie“ wissenschaftlich gelehrt wurde. Zwar war die Meinung über die „Brauchbarkeit der Photogrammetrie noch sehr umstritten“, doch es war eine rege Versuchstätigkeit im Gange, an der sich auch Dolezal beteiligte. Jener Professor Dolezal war es auch, der seine photogrammetrischen Konstruktionen, wie einen Photo-Transformer und einen Stereo-Phototachymeter, durch die Firma Rost herstellen ließ. 1888 als „mathematisch-mechanisches Institut“ in Wien gegründet, war die Firma Rudolf & August Rost an einem der großen Evolutionssprünge der Photogrammetrie maßgeblich beteiligt: Rost fertigte den von E. von Orel im damaligen Militärgeographischen Institut erdachten sog. „Autostereographen“: ein epochenmachender Beitrag zur Photogrammetrie im Jahre 1908! Mit dem Autostereographen wurde erstmals auf optisch-mechanischem Weg der Zusammenhang zwischen den zwei photographischen Aufnahmen und den Geländepunkten hergestellt. Dies war die Geburtsstunde eines Analogrechners für die photographische Auswertung. Die durch Rost im Autostereographen verwirklichte Idee war bereits so ausgereift, daß die photogrammetrischen Auswertegeräte bis zum Aufkommen computergesteuerter analytischer Auswertegeräte auf ebendem Prinzip der von Rost realisierten Erfindung Orels basierten. Neben einem photogrammetrischen Apparat nach Oberst Baron Hübel (=photogrammetrische Kamera, die für tachymetrische Aufnahmen mit einem Universalnivellierinstrument ergänzt wurde), fertigte Rost in den folgenden Jahrzehnten viele photogrammetrische Konstruktionen – bis in die „photogrammetrische Neuzeit“: z.B.

eine Meßkammerbasis, sowie, in Zusammenarbeit mit Prof. Kraus (TU Wien), den „Stereographen“, ein Auswertegerät für die moderne Luftbildvermessung zur Betrachtung großformatiger Stereo-Orthophotos für graphische und digitale Auswertung und Interpretation. Auch anno 1996 – nach knapp einem halben Jahrhundert – LEICA-(Wild-Heerbrugg)-Vertretung in Österreich –



bietet Rost photogrammetrisches „Rüstzeug“ in Form der kompletten LEICA-Photogrammetriepalette an. Am ISPRS-Kongreß '96 werden LEICA-Luftbildkameras und digitale Kameras, analytische und digitale Stereoauswertesysteme, Photointerpretationsgeräte und Software präsentiert. Die modernen LEICA-Photogrammetrie-lösungen im Computerzeitalter haben sich, verglichen mit den Rost-Pionier-Konstruktionen, natürlich stark gewandelt. Als einzige der ehemaligen zahlreichen

sog. „mathematisch-mechanischen“ Institute in Wien existiert die Rost-Werkstätte bis heute und steht, zusätzlich zum umfassenden Vertriebsprogramm vom Meßnagel, über Theodolite bis zum Satellitenvermessungssystem, auch für „Kleinstserien“ photogrammetrischer Spezialanfertigungen und Adaptionen, nach wie vor zur Verfügung. Das Rost-„Rezept“ für die Zukunft lautet, neben optimalen Hard- und Softwarelösungen besonders am Dienstleistungssektor stark zu

## **INTERGRAPH -Jupiter-Technologie für GIS-Software der Zukunft**

### **Vertrauen schafft Erfolg**

Jüngstes Mitglied in der Welt der digitalen Photogrammetrie von INTERGRAPH ist die **MA41** der Stadt Wien. Mit 2 **ImageStations** zur photogrammetrischen Stereoauswertung und 1 Monostation ist es die Aufgabe auf Basis der Mehrzweckkarte Wien (MZK) per photogrammetrischer Auswertung die Daten zu reambullieren. Sofern die Implementationsarbeiten fertig sind werden weitere Arbeitsplätze angeschaffen, um den kompletten Umstieg in die digitale Welt zu vollziehen. Mit **MGE** werden die Daten in GIS-Struktur gehalten und an andere Stellen weitergegeben.

Das **Vermessungsbüro Dipl.Ing. Peter SCHMID** ist mit großer Energie in das Geschäftsfeld der GIS-Systeme eingestiegen. Auch hier war das Betriebssystem **Windows NT** in technischen Applikationsumgebungen überzeugend. Im Vordergrund eines Vermessungsbüros mit vielen verschiedenen Auftraggebern steht die Möglichkeit des effektiven Datenaustausches. Mit **MGE** und dem **MGE-ASCII-Loader** steht das wohl mächtigste Werkzeug am GIS-Markt zur Verfügung. Tabellengesteuert kann beinahe jede Ascii-Datenschnittstelle bidirektional behandelt werden. Auf mehr als **14 Arbeitsstationen** wird büroweit Datenerfassung im **MGE** betrieben.

Um wirklich konkurrenzfähig zukünftige Aufgaben lösen zu können wurde im Juni eine **ImageStation** zur Verarbeitung digitaler Photogrammetriedaten installiert. Klassische Auswertungen, **Orthophotoerstellung**, etc. stehen im Vordergrund der Aufgabenstellung. Die integrierte, **MGE-kompatible 3D-Datenerfassung** führt schnell und einfach zum Ziel – dem fertigen Produkt. Bereits nach einer einwöchigen Einschulung war es den Mitarbeitern möglich erste Ergebnisse, **Orthophotos**, vorzuweisen.

Nach dem **BEV, Abt.L1** (Orthophotoerstellung), und der **Universität für Bodenkultur**, dem Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung, Prof. Stoltzka, ist dies bereits die dritte digitale Photogrammetrie-Auswertestation von **INTERGRAPH** in Österreich; europaweit sind über **100 ImageStations** bei 60 Kunden im

seln: mit optimaler Fachberatung und dem größten österreichischen Geo-Service-Center.

### **Informationen:**

**RUDOLF & AUGUST ROST**  
Märzstraße 7  
1150 Wien  
Tel (0222) 98122-0  
Fax (0222) 98122-50

Einsatz. Somit setzt **INTERGRAPH** auch in diesem Marktbereich Maßstäbe und beweist auch hier die Nr 1.

Große Erfolge sind auch von den kommunalen Verwaltungen zu vermelden. So ist **INTERGRAPH** in der Stadt **Linz** als Bestbieter der Ausschreibung vom Dezember letzten Jahres hervorgegangen. Die Datenübernahme der gesamten **DKM** vom **BEV** im Stadtbereich und die Erstellung eines **Flächenwidmungsplans** der Stadt **Linz** sind erste Projekte auf **MGE**. Gemeinsam mit **Applikationen von AOGIS**, dem führenden Anbieter von Gemeindefinformati onssystemen (**ResPublica**) werden die Daten gehalten.

### **Attraktive Produkte**

#### **GIS Office / NT**

Folgende Produkte sind enthalten :

- MicroStation
- MGE-SX Meist verkauftes GIS
- MGE Map Finisher – Kartographie
- MGE Base Imager – Rasterbearbeitung
- MGE Analyst – Analyse

#### **Voxel Analyst**

Ein **Jupiter-basierendes** Produkt für die Analyse und Präsentation von **3D-Daten**. Ohne besondere Systemvoraussetzungen (**WinNT 3.51, Win 95, KEINE andere Software**) zeigt dieses Produkt die Software der Zukunft von **GIS-Analysepaketen** auf.

**INTERGRAPH-Produkte** genügen den höchsten Integrationsansprüchen und sind über Jahre hinweg auch technologisch immer am letzten Stand.

Die **CAD-Softwarewelt** heute und die **GIS-Welt** von morgen befinden sich in einer entscheidenden Phase der Veränderung hin zu neuen, bisher nur angedachten Technologien. Mit der **INTERGRAPH** und der **Jupiter-Technologie** haben Sie einen Partner, der zu den absoluten „Trendsettern“ dieser Entwicklungen gehört.

Für weitere Informationen steht Ihnen das **INTERGRAPH-Team** in Wien unter der Telefonnummer **79735-0** gerne zur Beantwortung Ihrer Fragen zur Verfügung.

Ihr **INTERGRAPH GIS/Mapping-Team**

# Veranstaltungskalender

## **AGIT'96 – 8. Symposium für Angewandte Geographische Informationsverarbeitung**

**3.-5. Juli 1996 in Salzburg**

*Informationen:* Institut für Geographie, Universität Salzburg, Hellbrunner Straße 34, A-5020 Salzburg, Tel. +43 662 8044 DW 5224, Fax + 43 662 8044-525, E-Mail: [agit@geo.sbg.ac.at](mailto:agit@geo.sbg.ac.at)

## **XVIII ISPRS Congress**

**9.–19. Juli 1996 in Wien**

*Informationen:* K.Kraus, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU Wien, Gusshausstraße 27-29, 1040 Wien, Tel. +43-1-58801-3811, Fax +43-1-585-6268, E-mail: [isprs96@email.tuwien.ac.at](mailto:isprs96@email.tuwien.ac.at)

## **IV International Congress on earth sciences**

**5.–9. August 1996 Santiago de Chile, Chile**

*Informationen:* Instituto Geografico Militar, Nueva Santa Isabel 1640 Santiago, Chile, Tel: (56-2) 696 82 21, Fax: (56-2) 698 82 78, E-mail: [igm@reuna.cl](mailto:igm@reuna.cl)

## **7th International Symposium on Spatial Data Handling**

**12.–16. August 1996 in Delft, Niederlande**

*Informationen:* Faculty of Geodetic Engineering, Delft University of Technology, Thijssseweg 11, 2629 JA Delft, Niederlande, Tel. +31-15-278 2584, Fax: +31-15-278 2745, E-mail: [sch96info@geo.tu.delft.nl](mailto:sch96info@geo.tu.delft.nl)

## **XII. Internationaler Kurs für Ingenieurvermessung**

**9.–14. September 1996 in Graz**

*Informationen:* Institut für Angewandte Geodäsie und Photogrammetrie der TU Graz, Steyrergasse 30, A-8010 Graz, Tel. (+43 316) 873-6321, Fax (+43 316) 831 793, E-mail: [iv96@aig.tu-graz.ac.at](mailto:iv96@aig.tu-graz.ac.at)

## **European Symposium on Satellite Remote Sensing III**

**23.–27. September 1996 in Taormina, Italien**

*Informationen:* Susan Jones, Direct Communications GmbH, Tel.: 49 (30) 881 5047, Fax.: 49 (30) 882 2028, E-mail: [100140.3211@compuserve.com](mailto:100140.3211@compuserve.com) (Burger)

## **80. Deutscher Geodätentag/Intergeo**

**25.–28. September 1996 in Dresden**

*Informationen:* Klaus Link, Hinte-Messe, Postfach 2948, D-76016 Karlsruhe, Tel.: 49 (721) 931 330, Fax.: 49 (721) 356 659

## **Datenqualität und Metainformation in Geo-Informationssystemen**

**7.–8. Oktober 1996 in Rostock**

*Informationen:* Institut für Geodäsie und Geoinformatik, Fachbereich Landeskultur und Umweltschutz, Universität Rostock, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18051 Rostock, Fax: 0381/4982188

## **33. Sitzung der Arbeitsgruppe „Automation in der Kartographie“**

**8.–9. Oktober 1996 in Bonn-Bad Godesberg, Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen**

## **VII National Congress on Topography and Cartography**

**14.–18. Oktober 1996 in Madrid, Spanien**

*Informationen:* Organising Committee TOP-CART '96, Avda. Reina Victoria, 66, 2°C, 28003 Madrid, Spanien, Tel.: 34 (1) 553 8965, Fax.: 34 (1) 533 4632.

## **GIS/LIS FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT**

**GIS/LIS AND THE FUTURE**

**FIG Commission 3**

**28.–30. Oktober 1996 in Kopenhagen, Dänemark**

*Informationen:* FIG-COMMISSION 3, Jes Ryttersgaard, National Survey and Cadastre, Denmark, Bjerggade 6, DK 6200 Aabenraa, Denmark

## **Remote Topographic Mapping for Geoscience**

**16.–17. Dezember 1996 in Nottingham, England**

*Informationen:* Dr. S.H. Marsh, British Geological Survey, Keyworth, Nottingham, NG12 5GG, UK, Tel.: + 44 (0) 115 936 3452, Fax: + 44 (0) 115 936 3474, E-mail: [s.marsh@bgs.ac.uk](mailto:s.marsh@bgs.ac.uk)

## **9. Internationale Geodätische Woche**

**16.–22. Februar 1997 in Obergurgl, Tirol**

*Informationen:* Institut für Geodäsie der Universität Innsbruck, Technikerstraße 13, A-6020 Innsbruck, Tel. +43 512 507 8751, Fax +43 512 507 2910

## **geotechnica**

**13.–16. Mai 1997 in Köln**

*Informationen:* Tel.: 49 (221) 8210

## **6. Österreichischer Geodätentag 1997**

**4.–7. Juni 1997 in Villach**

*Informationen:* Örtlicher Vorbereitungsausschuß (ÖVA), Dipl.-Ing. Andreas Kubec, A-9500 Villach, Jakob Ghon Allee 4, Tel. (04242) 37 466-63, Fax-73

## **ICC'97 – 18th Int'l Cartographic Conference**

**22.–28. Juni 1997 Stockholm, Schweden**

*Informationen:* Swedish Cartographic Society, c/o National Land Survey, S-801 82 Gävle, Schweden, Tel.: 46 (26) 153 000, Fax.: 46 (26) 653 160

## **IAMAS/IAPSO 1997**

**1.–9. Juli 1997 in Melbourne, Australien**

*Informationen:* IAMAS/IAPSO Secretariat Convention Network 224 Rouse Street, Port Melbourne Victoria 3207, Australia, Tel.: +61 3 9646 4122, Fax: + 61 3 9646 7737, E-mail: [mscarlett@peg.apc.org](mailto:mscarlett@peg.apc.org)

## **46. Photogrammetrische Woche**

**22.–26. September 1997 in Stuttgart**

*Informationen:* Institut für Photogrammetrie der Universität Stuttgart, Keplerstraße 11, D-70174 Stuttgart, Tel. 49711/121-3201, Fax 49711/121-3297

*Selbstverständlich steht für alle Mitglieder auch das Sekretariat der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation jederzeit für Auskünfte und nähere Informationen zu den angeführten Veranstaltungen, soweit vorhanden, zur Verfügung.*

## Buchbesprechungen

DIN 18709-1:1995-10 „**Begriffe, Kurzzeichen und Formelzeichen im Vermessungswesen, Teil 1: Allgemeines**“. Ausgabe Oktober 1995, Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin.

Mit der Herausgabe dieser deutschen Industrienorm sind die Arbeiten des Arbeitsausschusses Geodäsie im Fachbereich 03 „Vermessungswesen und Geoinformation“ des Normenausschusses Bauwesen (NABau) abgeschlossen. Zusammen mit Teil 2: „Ingenieurvermessung“, Teil 3: „Seevermessung“ und Teil 4: „Ausgleichsrechnung und Statistik“ und dem Beiblatt 1: „Stichwortverzeichnis für alle vier Teile“ liegt für das Vermessungswesen erstmalig eine geschlossene Darstellung der gebräuchlichen Kurzzeichen und Formelzeichen sowie der Benennungen vor, denen in aller Regel eine Erklärung beigefügt ist. Es ist zu wünschen, daß diese mit dem amtlichen Vermessungswesen abgestimmte Norm nicht nur die praktische Arbeit in den einzelnen Ländern erleichtert, sondern auch bei Veröffentlichungen aller Art das gegenseitige fachliche Verständnis erleichtert.

*K.-H. Klein*

DVW-Schriftenreihe 21/1996: **Qualitätshandbuch für ein Qualitätssicherungssystem im Vermessungswesen**. 1996, Wittwer Verlag, 38 Seiten, ISBN 3-87919-194-8, ATS 66,50.

Obwohl hohe Genauigkeit und Qualität für Geodäten praktisch eine Selbstverständlichkeit darstellen, erlangt die reglementierte und nachweisbare Qualitätssicherung auch für die Bereiche Vermessung und Geoinformation zunehmend an Bedeutung. Insbesondere im Zuge der europäischen Integration werden auch Leistungsanbieter auf diesem Sektor ohne die dafür maßgeblichen Normen DIN-ISO 9000 ff nicht auskommen. Die vorliegende Publikation ist ein Leitfaden für die Erstellung eines Handbuchs, der vom Arbeitskreis 1 des DVW erarbeitet wurde. In 21 Punkten werden entsprechend den Normen die Elemente des Qualitätsmanagements angeführt und mit Kommentaren versehen.

*Reinhard Gissing*

*Hildebrandt, H.: Grundstückswertermittlung*. 3. neu bearbeitete Auflage, Wittwer Verlag Stuttgart, 1996, 212 Seiten, ISBN 3-87919-193-X, ATS 220,-.

Die Grundstückswertermittlung ist besonders durch die Problematik gekennzeichnet, daß relevante Aspekte meist außerordentlich komplex und vielschichtig sind, und sowohl in Rechtsprechung als auch in der Literatur unterschiedlichste Auffassungen vertreten werden. Deshalb ist es auch nicht möglich, für alle denkbaren Bewertungsaufgaben Patentlösungen anzubieten. Unter dem Motto „aus der Praxis für die Praxis“ versucht der Verfasser aus seinen langjährigen Erfahrungen anhand von Beispielen Anregungen für die Problemlösungen zu geben.

Nach einer Einführung werden Grundlagen und Verfahren der Grundstückswertermittlung besprochen. Je-

weils ein eigenes Kapitel sind danach den besonderen Wertermittlungen bei Gemeinbedarfsflächen, bei Grundstücksbelastungen, Baulandumlegungen, Sanierungsmaßnahmen, Entwicklungsmaßnahmen, Planungsschäden und Enteignungen gewidmet. Zahlreiche Beispiele bilden den Abschluß dieser interessanten Publikation.

*Reinhard Gissing*

DVW-Schriftenreihe 16/1995: **Statistische Methoden in der Grundstückswertermittlung**. Beiträge zum 34. DVW-Seminar in Bonn und Dresden, Wittwer Verlag, 1995, ISBN 3-87919-186-7, ATS 133,-.

Mathematisch-statistische Methoden sind Hilfsmittel zur Grundstückswertermittlung, wobei vorliegende Publikation Anregungen für die sachgerechte Anwendung zur fundierten Ermittlung von Verkehrswerten dienen soll. Neun namhafte Autoren behandeln diese Thematik praxisnahe. Neben den statistischen Grundlagen werden auch die Möglichkeiten und Grenzen dieser Methoden aufgezeigt. Besonders anschaulich sind die Fallbeispiele aus Leverkusen, Karlsruhe und Dresden. Durch den Manuskriptdruck hält sich die Druckqualität der Veröffentlichung in Grenzen.

*Reinhard Gissing*

*Witte, B., Schmidt, H.: Vermessungskunde und Grundlagen der Statistik für das Bauwesen*. 3. neu bearbeitete Auflage, Wittwer Verlag, Stuttgart, 750 Seiten, ISBN 3-87919-191-3, ATS 310,-.

Die vorliegende Publikation entstand aus den Vorlesungsmanuskripten zu den Lehrveranstaltungen für Bauingenieur- und Vermessungswesen. In eigenen Kapiteln werden allgemeine Grundlagen, Statistische Auswertverfahren, das Messen, Berechnen und Kartieren bei Lagemessungen, die Winkelmessung mit dem Theodolit, die Höhenmessung, Optische und elektrooptische Distanzmessung, Verfahren zur Bestimmung von Lagefestpunkten, die Geländeaufnahme und Massenberechnung, Photogrammetrie und Kartographie, Liegenschaftswesen und Ingenieurvermessung behandelt. Für Geodäten sicher nichts Neues.

*Reinhard Gissing*

Schriftenreihe des DVW 14/1995: **Hydrographische Vermessungen heute**. 37. DVW-Seminar in Hannover, Wittwer-Verlag, 1995, 197 Seiten, ISBN 3-87919-184-0, ATS 214,50.

Die Veröffentlichung berichtet in aktuellen Einzelbeiträgen über den heutigen Stand der hydrographischen Vermessungen. Beschrieben werden der Entwicklungsstandard und die Genauigkeitsgrenzen der marinen Meßtechnik, von Modellen zur Tiefenmessung und der Wasseroberflächenmodellierung sowie der Erstellung elektronischer Seekarten. Aktuelle Projekte der Fluß- und Seevermessung zeichnen schließlich ein konkretes

Bild zeitgemäßer Tätigkeitsfelder an ausgewählten Beispielen der Praxis auf.

(red)

Schriftenreihe des DVW 19/1995: **Gebäudeinformationssysteme**. 38. DVW-Seminar in Braunschweig, Wittwer-Verlag, 1995, 250 Seiten, ISBN 3-87919-189-1, ATS 214,50.

Für die Erstellung, Bewirtschaftung und Verwaltung von Gebäuden wie z.B. Industriebetrieben, Kaufhauszentren, Wohnungsbauunternehmen, Ver- und Entsorgungsbetrieben sowie in der öffentlichen Verwaltung wird eine Vielzahl von geometrischen, technischen, kaufmännischen und planerischen Informationen benötigt. In diesem Sammelband werden die vom DVW Arbeitskreis „Ingenieurvermessung“ erarbeiteten Beiträge und konzeptionellen Vorstellungen des Vermessungswesens zur Schaffung von Gebäudeinformationssystemen gemeinsam mit den Vorträgen des 38. DVW-Seminars veröffentlicht. Dabei werden Ausführungen zur Erfassung der Gebäudegeometrien einschließlich der damit verbundenen Sachinformation ergänzt mit Beiträgen zu vielfältigen Nutzungen von Gebäudeinformationssystemen, dem Facility Management, zur Bewirtschaftung von Gebäuden und Anlagen.

(red)

Schriftenreihe des DVW 22/1996: **Kinematische Meßmethoden in der Ingenieur- und Industrievermessung**. 39. DVW-Seminar in Stuttgart, 250 Seiten, ISBN 3-87919-195-6, ATS 226,-.

Das vom Arbeitskreis 5 – Vermessungsinstrumente und -methoden – des DVW gemeinsam mit dem Institut für Anwendungen der Geodäsie im Bauwesen der Uni Stuttgart veranstaltete Seminar hatte das Ziel, Vermessungsingenieure zu motivieren, kinematische Meßtechniken in stärkerem Maße in Lösungskonzepten bei Aufgabenstellungen der Ingenieur- und Industrievermessung zu integrieren. Es sollte dabei aufgezeigt werden, was das Vermessungswesen heute zu dieser Thematik beitragen kann, welche Meß- und Auswertetechniken bereits operabel sind und in welche Richtung Forschungs- und Entwicklungstendenzen gehen. Die im vorliegenden Band publizierten Seminarvorträge behandeln die theoretischen Grundlagen der kinematischen Meß- und Auswertetechnik, die Anforderungen an die Sensorik und deren Verknüpfung zu Meßsystemen sowie einige typische Anwendungsbeispiele.

(red)

Schriftenreihe des DVW 20/1995: **79. Deutscher Geodätentag in Dortmund**. Kongreßdokumentation, Wittwer-Verlag, 260 Seiten, ISBN 3-87919-190-5, ATS 183,50.

Der 79. Deutsche Geodätentag 1995 in Dortmund stand unter dem Motto „Lebensräume erfassen – werten – gestalten“. Die anlässlich dieses Kongresses gehaltenen Vorträge sind in dieser Publikation meist als Kurzfassung zusammengetragen.

(red)

Schriftenreihe des DVW 17/1995: **From Centrally Planned to Market Economy – Contributions of Land Regulation and Economics**. Internationales FIG-Symposium in Berlin, Wittwer-Verlag, 1995, 360 Seiten, ISBN 3-87919-187-5, ATS 237,-.

In 1990, after many years of separation Germany was given its unity as one nation again. This was accompanied by great political changes in Eastern Europe, which led to a fundamental change of the social and economic structure there. After the end of planned economy and the introduction of market economy in the East of Germany and the Eastern European states, private real property has achieved quite a new value and reputation. Issues of municipals and regional planning, property documentation, land management and valuation have gained great importance. In this book there are compiled 26 lectures held during this congress, divided into five chapters: To the social-political meaning of Land Property, Instruments for Guarantee of Real estate Property, Landuse-Planning, Land-Management and Land-Reform, The Real Estate Market, Training.

(red)

Schwarz, W.: **Vermessungsverfahren im Maschinen- und Anlagenbau**. Wittwer-Verlag, 1995, 336 Seiten, ISBN 3-87919-183-2, ATS 237,-.

Vorliegende Publikation basiert auf den Fachergebnissen des DVW-Arbeitskreises 6 und den Vorträgen des 30. DVW-Seminars 1993 in Hamburg. Thema dieses Buches sind die im Maschinen- und Anlagenbau auftretenden besonderen Probleme der Meßtechnik und der Qualitätskontrolle, die mit höchster Anforderung an die Genauigkeit meist mit berührungslos kontinuierlich arbeitenden Techniken bei dreidimensionaler Modellierung online zu lösen sind. Diese besondere Aufgabenstellung zwingt Forschung und Praxis zu unkonventionellen Lösungsansätzen und zur Entwicklung neuer Methoden.

(red)

Kretschmer, J., Kriz, K. (Hrsg.): **Kartographie in Österreich '96**. Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Bd. 9, Institut für Geographie der Universität Wien, 1996, 216 Seiten, ISBN 3-900830-18-5.

Anlässlich des „Kartographiekongresses Interlaken 1996“ wird ein reich illustrierter Sammelband – in nennender bereits gewohnt hoher Qualität – vorgelegt, der durch Kooperation aller kartographiebetreibender Stellen in Österreich entstanden ist. Dieser Band verfolgt das Ziel, die enormen technologischen Entwicklungen, die das Bild der heutigen Kartographie prägen, mit allen Vor- und Nachteilen, Konsequenzen und Auswirkungen auf die Zukunft aufzuzeigen. Die amtliche topographische und thematische Kartographie ist von diesen Entwicklungen ebenso betroffen, wie die Kartographie in Instituten und Vereinen, an Universitäten und in privaten Verlagen. In insgesamt 21 Einzelbeiträgen in diesem aufwendig gestalteten Band werden die Detailfragen diskutiert.

(red)

**Uredil Vincenc Rajsp: Slovenija na Vojaskem Zemljevidu 1763–1787 – Josephinische Landesaufnahme 1763–1787 für das Gebiet der Republik Slowenien, Landesbeschreibung, Ljubljana 1995, Text- und Kartenband, slowenisch und deutsch. Band I, Gottschee.**

Als der Rezensent im vergangenen Sommer durch Slowenien reiste, sah er ein Bild, das ihn tief beeindruckte: Ein geschundener Soldat kommt aus Krieg und Gefangenschaft zurück. Anstelle seines Heimathauses findet er nur mehr eine Ruine vor und im Hintergrund sieht man Grabkreuze seiner Angehörigen. Das Bild trägt die lateinische Aufschrift: „SEMPER RESURGIS – Du wirst immer wieder auferstehen.“ Genau so könnte man das Schicksal Sloweniens darstellen. Jahrzehntelang Unterdrückung und Niedergang und doch wieder ein Aufstieg, der nur zu bewundern ist. Nicht nur technischer Aufbau auf allen Ebenen, auch die Wissenschaftler haben trotz bescheidenster Verhältnisse vielfach aufhören lassen.

Nach einem wohl gelungenen Versuch im Jahre 1994, hat man einen kleinen Ausschnitt des slowenischen Gebietes als „Erste oder Josephinische Landesaufnahme 1763-1787“ eingehend bearbeitet. Jetzt ist man daran gegangen, geplante sieben Bände des heutigen Sloweniens als kartographisches Meisterwerk im Mehrfarbendruck und mit erschöpfenden Texten in Slowenisch und Deutsch neu aufzulegen. Die Textbeilagen zu den Karten sind eine Besonderheit des genannten kartographischen Werkes: Entfernungen zu den Nachbarorten, Straßen- und Wegverhältnisse, stehende und fließende Gewässer, Waldungen, Berge, verschiedene Gebäude aus Stein und Holz, wie Kirchen, Kapellen und Kreuze; in den jeweiligen Anmerkungen sind noch Besonderheiten über Verteidigungsmöglichkeiten angeführt. Der mehrfarbige Zeichenschlüssel von Seite XXI ist eine besonders wichtige Ergänzung für das Kartenbild.

Der erste Band (Gottscheerland) mit den Sektionsnummern 221 bis 225, 230 bis 239, 246, 247 und 60 ist in äußerst origineller Aufmachung ausgeliefert worden. Er besteht aus einem umfangreichen Textband (345 Seiten in Slowenisch und Deutsch), einem Kartenband (18 mehrfarbige Karten in Originalgröße, im Maßstab 1:28 800) und einem Squelette (= Skelett/Übersicht der 250 Sektionen).

Dieses Werk ist eine Fundgrube für viele Wissenszweige und gibt Aufschluß wie kaum ein anderes Dokument über die Zeit Maria Theresias und Joseph II. Mehrmals wird in der gängigen Literatur betont, daß die „Erste oder Josephinische Landesaufnahme 1763-1787“ handgezeichnet und koloriert wurde; ungefähr 4000 Sektionen umfaßte das damalige Österreich. Es wurden nur zwei Garnituren angefertigt, die aus militärischen Gründen streng geheimgehalten wurden. Nur ganz wenige Zivilpersonen haben Einsichtserlaubnis bekommen; so zB. der lange in Graz lebende Kartograph Joseph Karl Kindermann (geb. 1744 im Schambeck, Ungarn - gest. 1801 in Wien). Vor wenigen Jahren ist in Berlin eine dritte Garnitur der „Ersten Josephinischen Aufnahme 1763-1787“ aufgetaucht. (Staatsbibliothek Preussischer Kulturbesitz, Potsdamer Straße 33, Beschreibung: Weißhorn 1984). Mikroskopische,

chemische und optische Untersuchungen über Papier, Tusche und Farben werden vielleicht noch nähere Aufklärung bringen.

Eine noch engere Verbindung zwischen Slowenien und Österreich, die wertvollstes Archivmaterial über Jahrhunderte hinübergerettet haben, ist mit diesen kartographisch-historischen Arbeiten gesichert. Ein besonderer Dank gilt Prof. Vincenc Rajsp und seinen vortrefflichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Ein kräftiges Glück auf zum Gelingen der weiteren sechs Bände.

Franz Allmer

**Zharkov / Molodensky / Brzezinski / Groten / Varga: The Earth And Its Rotation, Low Frequency Geodynamics. 1996, XIII, 501 pages, softcover, Wichmann Verlag, Hüthig GmbH, Heidelberg ISBN 3-87907-283-3, ATS 862,-.**

This book is an essential contribution to a deeper understanding of the motion of the earth in space, to geodynamic processes, such as global tectonics, earthquakes, earth tides etc., and possible climatic effects caused by natural perturbations. Long-period (from centuries to semidiurnal) variations of earth rotation are discussed, where underlying earth models are treated in detail. Mainly the effects of mantle anelasticity, fluid parts of the earth, such as fluid outer core and oceans, and variations of atmospheric angular momentum are of primary concern. Interrelations between oceanic and solid earth tides are also investigated.

(red)

**Loiz-Iwen/Göbel/Markwitz: ISIS-Fernerkundung für jedermann. Wichmann Verlag Heidelberg, 152 Seiten mit CD-ROM, kartoniert, ISBN 3-87907-286-8, ATS 358,-.**

Das vorliegende Werk, welches zunächst nach dem Titel als Einstiegshilfe in den Themenkreis Fernerkundung gehalten werden kann, überzeugt den Leser bald eines Besseren. Es werden sehr wohl grundlegende Informationen zum erwarteten Thema geboten, der überwiegende Teil des Buches entpuppt sich jedoch als Handbuch zu ISIS, dem „Intelligenten Satellitendaten – Informationssystem“ des Deutschen Fernerkundungs – Datenzentrums (DFD). Zielsetzung dieser Benutzerschnittstelle ist es, einen Gesamtkatalog über Fernerkundungsdaten, sowie ausgewählte Daten über Netzwerke direkt zugänglich zu machen. Über zwei mögliche Schnittstellen (ASCII oder graphisch) wird ein Datenkatalog, Quicklooks (direkt oder als Filetransfer) und internationale Anbindung geboten.

Abgerundet wird das Angebot durch eine CD-ROM, mit Installationsprozeduren für die graphische Schnittstelle für ISIS, einem Netscape Viewer für WWW und einer Reihe von Bildbeispielen für verschiedene Sensoren und Produkte aus Fernerkundungsdaten. Das vorliegende Werk öffnet somit einen Ausblick in kommende Möglichkeiten des Zugangs zu Fernerkundungsdaten und der Nutzerunterstützung. In Ansätzen ist sicher bereits hier erkennbar, welche Informationen ein „Center of Earth Observation“ zu bieten in der Lage sein wird.

Michael Franzen

**Joekel, R., Staber, Management:** Elektronische Entfernungs- und Richtungsmessung. 3. erweiterte Auflage, Wittwer-Verlag Stuttgart, 1995, 326 Seiten, ISBN 3-87919-181-6, ATS 266,50.

Das vorliegende Buch basiert auf dem Vorlesungsstoff, wie er an der Fachhochschule für Technik Stuttgart im Fach „Elektronische Entfernungsmessung“ vorgetragen wird. Es vermittelt Grundkenntnisse über die Meßprinzipien, Funktionsweise der Geräte, die zu erwartenden Fehler und deren Ausschaltung, bzw. deren Reduzierung. Den Schwerpunkt bilden dabei die elektrooptischen Entfernungsmessgeräte mitsamt ihren Meßverfahren einschließlich der neueren Entwicklungen wie Impulsmeßverfahren, Interferometrische Meßverfahren und weitere Spezialverfahren zur Präzisionsstreckenmessung.

(red)

**Bengel, M., Simmerdinger, F.:** Grundbuch, Grundstück, Grenze – Handbuch zur Grundbuchordnung unter Berücksichtigung katasterrechtlicher Fragen. 4., erweiterte Auflage, Hermann Luchterhand Verlag GmbH, Berlin, 1995, 455 Seiten ISBN 3-472-01267-6.

Dieses Sachbuch war ursprünglich in seiner 1. Auflage (Fassung 1950) für Bayern verfaßt worden. Inzwischen sind Besonderheiten anderer Bundesländer in die Darstellung mit einbezogen worden, wie etwa die zahlreichen Rechtsänderungen im Zusammenhang mit der Speicherung des Grundbuches auf elektronisch auswertbare Datenträger. Es wird versucht allen mit der Anwendung und Verarbeitung von Grundstücksdaten befaßten Stellen und Personen jene Fragen zu beantworten, die im Zusammenhang mit dem amtlichen Verzeichnis der Grundstücke, mit dem Grundstück und seiner Grenze und mit dem Grundeigentum auftreten. Es wendet sich daher vor allem an Notare, Rechtspfleger und mit der Verwaltung von Liegenschaften betrauten Stellen in Staat, Gemeinde und Wirtschaft. Nach der Darbietung des Textes der Grundbuchordnung, der Verordnung zur Durchführung der Grundbuchordnung schließen sich Muster von Grundbucheintragungen und Muster aus dem Liegenschaftskataster an. In weiterer Folge werden die geschichtliche Entwicklung und die Grundsätze des Grundbuches erörtert. Die Begriffe Grundstück, Grenze des Grundstückes und Flurstück werden eingehendst erläutert und kommentiert. Vorschriften über die Abschreibung von Grundstücksteilen, Buchungsgrundsätze, Erbaurecht (ähnlich dem Baurecht in Österreich), Einsichtnahme in das Liegenschaftskataster und Berichtigung der Grundbucheintragungen bilden mit Beispielen und zahlreichen Hinweisen den weiteren Inhalt. Ein breiter Raum ist auch der Festlegung der Grundstücksgrenzen und dem Grenzfeststellungsverfahren gewidmet. Grenzverwirrung, Grenzverdunklung und strittige Grenze, aber auch die Festlegung der Eigentumsgrenze an Gewässern sind Themen, denen sich das Buch widmet.

Da sich das Buch auf deutsche Verhältnisse bezieht, wird dieses im Stile eines Lehrbuches aufgebaute Werk nur diejenigen ansprechen, die Vergleiche zwischen den verschiedenen Systemen machen wollen, oder beruflich mit den deutschen Rechtsverhältnissen

hinsichtlich Grundbuch und Kataster zu tun haben. Ein gleichwertiges Werk für österreichische Verhältnisse wäre wünschenswert.

Harald Blanda

**Buziek, G.:** GIS in Forschung und Praxis. Herausgegeben von der Arbeitsgemeinschaft „Geoinformationssysteme“ der Universität Hannover, 333 Seiten, Wittwer-Verlag, ISBN 3-87919-192-1, ATS 259,-.

In diesem Buch wird versucht, Forschungsgrundlagen von GIS mit praktischen Anwendungsbeispielen zu verknüpfen. Die einzelnen Beiträge sind in den Kapiteln „Konzeption und Koordinierung von Geoinformation“, „Metadaten und Kommunikationsnetze“, „Datenerfassung, Datenintegrität und Datenqualität“, „Modellierung und Simulation“, „Kartographische Visualisierung“ und „Anwendungsbeispiele“ gegliedert und zeigen nur einen groben Überblick über die Themenschwerpunkte dieses Buches und verteilen überdies zur Ansicht, ein rein wissenschaftliches Werk vor sich zu haben. Viele Beiträge zu diesen Kapiteln beschreiben jedoch praxisbezogene Aufgabengebiete über realisierte oder im Aufbau begriffene GIS-Projekte. Die einzelnen Beiträge zu diesen Kapiteln zeigen damit deutlich die Notwendigkeit zur interdisziplinären Arbeitsweise und Nutzung von Forschungsergebnissen beim Aufbau und Betrieb komplexer Geoinformationssysteme.

Neue Anwendungsbereiche für GIS zu erschließen, ist ebenfalls eine Kernaussage und spiegelt sich in vielen Beiträgen dieses Buches. Dem Thema Datenerfassung, -integrität und -qualität sowie dem stetig steigenden GIS-Informationsangeboten aus Kommunikationsnetzen -speziell dem Internet- sind beachtenswerte Artikel gewidmet. Aber auch der Vorstoß in die Welt der Beschreibung dynamischer Prozesse durch umfangreiche raum- und zeitabhängige Daten im Sinne von „Modellierung“ und „Simulation“ ist bereits in einigen GIS-Systemen realisiert.

Auch der Themenkreis der wissenschaftlichen Erkenntnisse in der EDV-gestützten Kartographie und deren Visualisierung an Hand von praktischen Beispielen darf in einem Buch dieser Art nicht fehlen.

Das vorliegende Buch ist nicht unbedingt für GIS-Einsteiger gedacht, sondern ist eine Sammlung von GIS-Beiträgen aus verschiedenen Anwendungsgebieten mit besonderem Hinweis auf die Symbiose zwischen Wissenschaft und Praxis.

Valentin Grohsnegger

**Matthias H., Spiess E.:** Amtliche Vermessungswerke, Band 4: Topographische Grundkarte – Der Übersichtsplan, Verlag Sauerländer, 1995, 167 Seiten, Format A4, gebunden, ISBN 3-7941-1749-2, ATS 875,-.

Nach den bereits erschienenen Teilen, die „Geschichte und Grundlagen“ 1980, „Triangulation IV. Ordnung“ 1983 und „Die Parzellarvermessung“ 1988 - behandelten, ist nunmehr ein vierter Band erschienen. Der Übersichtsplan ist im 19. Jahrhundert entstanden. Neben den einzelnen Katasterplänen wurde eine Planübersicht über die ganze Gemeinde als Grundlage für verschie-

denste Arbeiten erstellt. In mehreren Etappen ist das heutige Werk des Übersichtsplanes entstanden, das praktisch abgeschlossen ist. Im vorliegenden Band haben die Autoren die gesamte Materie dieses großmaßstäbigen Kartenwerkes dargestellt. Es werden folgende Themenbereiche behandelt: Grundsätzliches und Allgemeines, Ortsnamen in der Amtlichen Vermessung, klassische Aufnahmeverfahren des Übersichtsplanes, Verifikation, Fehlergrenzen, Archivierung, kartographische Bearbeitung, Nachführung und Erneuerung und technologische Entwicklungen. Der Band umfaßt einen weiten Bogen von den traditionellen Verfahren wie z.B. der Meßtischaufnahme bis zu modernen Aspekten wie zum Beispiel digitale Geländemodelle und digitale Orthophotos.

Der reich illustrierte Band kann eine wertvolle Hilfe für Studenten und Praktiker als Lehrbuch und Nachschlagewerk sein. Hilfreich kann zudem auch eine 22 Seiten umfassende Zusammenstellung von Begriffen der Amtlichen Vermessung der Schweiz in den vier Landessprachen sein.

*Leopold Strenn*

*Meisenheimer, D.: Vermessungsinstrumente aktuell.* 8. Nachtrag 1995/96, Wittwer-Verlag, ATS 200,-.

Mit Stand August 1995 erscheint der 8. Nachtrag zu dieser Lose-Blattsammlung über Vermessungsinstrumente. Dieses Nachschlagewerk ermöglicht, sich in kurzer Zeit einen Überblick über einige wichtigen Kriterien, die bei der Auswahl eines Instrumentes zu berücksichtigen sind, zu verschaffen. Neben Preisangaben, bezogen auf den deutschen Markt, werden in tabellarischer Form wichtige technische Daten und zusätzlich Besonderheiten der einzelnen Geräte angeführt. Enthalten sind in die Beschreibungen von 12 Elektronischen Theodoliten (Preisklasse von 30.000.- bis 220.000.- ATS), weiters von 23 Integrierten elektrooptischen Distanzmeßsystemen (85.000.- bis 320.000.- ATS), 4 Datenerfassungsgeräten, 11 GPS-Systemen (140.000.- bis 800.000.- ATS), sowie von 6 Lasernivellieren. Bei den GPS-Empfängern handelt es sich mit Ausnahme eines Gerätes für GIS-Anwendungen um geodätische Geräte mit Verwendung von Code und Phase. Die Aufnahme von weiteren DGPS-fähigen GPS-Empfängern für den GIS Bereich (0,5-2m) in diese Marktübersicht würde noch einige preisgünstige Geräte aufzeigen.

Für den Interessenten von den o.a. Gerätetypen bietet dieser Nachtrag die Möglichkeit, auch ohne die gesamte Sammlung zu besitzen, sich rasch einen fundierten Überblick über dieses Marktsegment zu verschaffen.

*Norbert Höggerl*

*Heck, B., Illner, M.: GPS-Leistungsbilanz '94.* Beiträge zum 34. DVW-Seminar in Karlsruhe (TH). Schriftenreihe des DVW, Wittwer-Verlag, 1995, ISBN 3-87919-188-3, ATS 294,50.

Satellitengestützte Radionavigationssysteme, im speziellen das NAVSTAR-GPS, haben in den vergangenen 10 Jahren den Bereich der Ortung und Navigation grundlegend umgestaltet. GPS-Beobachtungen werden heute bereits routinemäßig für so unterschiedliche Bereiche wie Erdrotationsbestimmung, Untersuchung der Erdatmosphäre, Aufbau und Erneuerung von Grundlagennetzen eingesetzt. In zunehmendem Maße werden GPS-Messungen auch für kleinräumige Arbeiten wie Ingenieurvermessungen oder Arbeiten im Kataster eingesetzt. Damit tritt diese Meßmethode zusehends in Konkurrenz zu den klassisch terrestrischen Verfahren, wobei diese jedoch nicht gänzlich ersetzt werden können. Diese Umgestaltung wird jedoch nicht nur auf die Meßmethoden und Aufgabenbereiche beschränkt bleiben, sondern z.T. bis zu den Organisationsstrukturen im Vermessungsbereich hin, Auswirkungen haben. Das vorliegende Buch gliedert sich in die Kapitel „Grundlagen für Einsteiger“, „Gegenwärtiger Stand des GPS“, „Referenzsysteme“, „Großräumige Anwendungen des GPS“, „Kinematische und Real-Time-Anwendungen“, „Mathematische Modellbildung für die Weiterverarbeitung von GPS-Ergebnissen“ und „Modelle und Aspekte der Netzverdichtung mit GPS“.

Thematische Schwerpunkte dieses Sammelbandes sind großräumige und kinematische Anwendungen, sowie die Modellbildung zur Weiterverarbeitung und Integration von GPS-Ergebnissen in bestehende geodätische Netze. Es werden nicht nur die Leistungsfähigkeit von GPS-Routineverfahren und gesicherte Ergebnisse dargestellt, sondern auch noch offene Fragen andiskutiert. Bei den Kapiteln die sich mit den Grundlagen von GPS befassen, fällt auf, daß die Darstellungen sehr gut und klar gelungen sind und auch für den mit GPS vertrauten Leser neue Aspekte und Perspektiven beinhalten.

Obwohl der Ablauf der Messungen mit GPS und großteils auch die Auswertung automatisiert wurde, sodaß man zu Recht von einem „Black Box“ System spricht, ist eine solide Kenntnis der Grundprinzipien und Modelle erforderlich, um GPS-Verfahren effektiv einsetzen zu können. Die im vorgestellten Buch enthaltenen Beiträge liefern für den Einsteiger sicher eine gute Basis, um sich einen Überblick über die Grundlagen von GPS und mögliche Einsatzgebiete zu verschaffen. Durch die zahlreich angeführten Literaturzitate wird auch ein weitergehendes Studium ermöglicht.

*Norbert Höggerl*

## AVN – Allgemeine Vermessungsnachrichten

**Heft 1/96:** Koch, K.-R.: Robuste Parameterschätzung. Düppe, R.-D., Weisensee, M.: Auswirkungen der verlustbehafteten Bildkompression auf die Qualität photogrammetrischer Produkte. Mischke, A.: Distanzmessung mittels Autofokussfunktion. Klennert, H.: Zur Numerik der Modellmatrix-Koeffizienten im Gauß-Markoff-Modell.

**Heft 2/96:** Mönicke, H.-J., Dietz, E.-N., Fritsch, J.: Zur Integration von Vermessung und Baumaschinenführung. Hartl, Ph., Hug, Ch., Kälberer, U., Wehr, A.: Integriertes Laser-/Radar zur Erfassung von Geländeoberflächen. Sandler, M., Faul, M., Wahl, A., Kabatek, U., Gilles, E.D.: Integrierte Bestimmung des Bewegungszustandes von Schiffen. Fritsch, D.: Multigitterverfahren – eine hierarchische Vorgehensweise zur indirekten Lösung linearer Gleichungssysteme. Groten, E., Heinze, O., Söhne, W.: Zum Einsatz von Inertialnavigationssystemen. Wäckerle, G., Mehring, M., Sorg, H.: Der Kernkreisel.

**Heft 3/96:** Schirmer, W.: Projektierung einer Koordinatenmeßeinrichtung für die Nutzfahrzeuge-Entwicklung. Schuhr, P.: Transformationen zwischen kartesischen und geographischen Koordinaten. Meisenheimer, D.: Zehn Jahre EDM-Eichstrecke des Hessischen Landesvermessungsamtes in Wiesbaden. Freuden, W., Groten, E., Schreiner, M., Söhne, W., Tücks, M.: Deformation Analysis Using Navier Spline Interpolation (with an Application to the Lake Blásjo Areal)

## DWV – Mitteilungsblatt Landesverein Bayern

**Heft 4/95:** Engelsberger, M.: Präsident Prof. Dr.-Ing. Gerfried Appelt im Ruhestand. Einladung zur Mitgliederversammlung in Volkach. Einladung zum Seminar „Einführung in die Praxis der GPS-Messung“. Einladung zum „Fortbildungsseminar Geoinformationssysteme“. Müller, W.: Zur Einführung der Digitalen Flurkarte in der Verwaltung für Ländliche Entwicklung. Walk, R.: Konzepte und Strategien beim Einsatz der Datenverarbeitung an den staatlichen Vermessungsämtern. Aulig, G.: Ingenieurökologie – Aspekte einer neuen Technologie in der Dorf- und Landentwicklung. Hildebrandt, H.: Wertermittlungsprobleme beim Grunderwerb anlässlich städtebaulicher Entwicklungsmaßnahmen.

**Heft 1/96:** Bösl, F.: Schwerpunktheft „Geodätische Lehre und anwendungsbezogene Forschungs- und Entwicklungsarbeiten an den Fachhochschulen in Bayern“. Einladung zur Fachtagung und 49. Mitgliederversammlung in Volkach. Hinte, E.: Fachtagung 1996 in Volkach. Strehle, J.: Studiengänge Vermessungswesen und Kartographie in Bayern. Wahlmann, E.: Ausbildungsziel und Studienplan im Studiengang Vermessungswesen an den Fachhochschulen München und Würzburg-Schweinfurt-Aschaffenburg. Mellmann, P.: Die Ausbildung im Studiengang Kartographie an der Fachhochschule München. Strehle, J.: Ausbildung an der Fachhochschule München. Bitta, G., Gruber, C.,

Hildebrandt, H., Kammerer, P., Merkel, G., Nagel, E., Obermeier, J., Quitt, E., Rauner, A., Schließer, A., Wintges, Th., Zöllner, G.: Anwendungsbezogene Forschungs- und Entwicklungsarbeiten an der Fachhochschule München. Egredter, K.: Ausbildung an der Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt-Aschaffenburg. Doerge, W., Egredter, K., Grimhardt, H., Harcke, H., Kunz, K., Ludwig, H., Schmidt, F.: Anwendungsbezogene Forschungs- und Entwicklungsarbeiten an der Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt-Aschaffenburg.

## GIM – International Journal of Geomatics

**Heft 2/96:** Tompson, B.: Marketing in the Surveying Industry. A view from Australia. Significant changes are being imposed on all professions throughout the world. Surveyors cannot become complacent even if they currently enjoy abundant demand for their services. Obinyakov, V., Kopylov, A.: Surveying During a Siberian Winter. Western Siberia is probably the only place in the world where most geodetic surveys must be performed during winter period at very low temperatures. Schaefer, A.: RTK GPS Putto Practice, Challenging the Total Station. Maps are used by various institutions and services as the foundation for their activities. Acquisition of data is labourintensive and consequently, expensive. A Dutch company has acquired a GPS-based positioning system which makes it possible to acquire information quickly and inexpensively in real-time, while still guaranteeing quality. Aspenen, P.: Topographic Databases in Europe. National Mapping Agencies Go Their Own Way. The Russian Surveying Instrument Market. Ovstedal, O., Raste, B., Bekkhus, R.: Digital Mapping in Indonesia. Part 2 – Ground Control and Aerial Photography with Kinematic GPS.

**Heft 3/96:** Linders, J.G.: The Role of Information Technology for Geomatics. The discipline of geomatics has evolved over the past few years mainly because of the rapid and profound advances in information technology. Information technology has provided and will continue to provide many of the components required for geomatics. Artimo, K.: Spatial Analysis in GIS. A Database Model-oriented Approach. Analysis in GIS has a significant role. In the traditional function-oriented definitions of GIS analysis represents a set of necessary functions, in order to be a GIS there must be analysis functions available in the system. Höhle, J., Joergensen, M.: Photogrammetry for 3-D Visualisation. Rendition with Off-the-shelf Software. Photorealistic models of planned constructions and their surroundings enable a better communication. To get an idea of how a planned construction will look, 3-D wire models can be of great help. Ostensen, O.: ISO TC/211. ISO Standards for GI Infrastructures. Vinnes, H.: Digital Mapping in Indonesia. Part 3 – Database Establishment and Cartography.

**Heft 4/96:** Kamphorst, W.: Computers on the Tripod. Silent Revolution Stirs the Surveying Profession. Processing and presentation of surveying data moves

from the office to the field through the use of PC total stations, laptops and pen-based computers. *Cheves, M.*: The U.S. Surveying Market-place. 1996: The Year of GPS. Surveyors in the United States are feeling the effects of a slowing economy and a shift in technologies away from traditional optical methods to a GPS-based environment. New construction surveying remains healthy, while activity in many other fields is flat. *Elinson, V.S. und Garevskikh, A., Ju.*: UOMZ: Monopoly for a Century and a Half. The Urals Optical & Mechanical Plant (UOMZ) is, by far, Russia's largest supplier of traditional surveying instruments. With an inherited monopoly and under harsh circumstances it dominates the home market, has acquired a foreign partner and is eagerly seeking market niches abroad. *Johansson, M.*: Digital Photogrammetry: Backbone of Sweden's Mapping Agency. *Nørgård, P.*: Deformation Survey of the Storebaelt Bridge. GPS Shows 1st Merits. *Black, J.D.*: Data Conversion Follows the Sun. *Walker, M.*: Measuring Tide and Swell with RTK-GPS.

## GIS – Geo-Informationssysteme

**Heft 6/95:** *Backhaus, K., Reinkemeier, Ch., Voeth, M.*: Was Marketing zur Markteröffnung im GIS-Markt beitragen kann. *Meyer, S., Endlich, M.*: Von der Topographischen Karte zum Digitalen Geländemodell – Schätzwerte für landschaftsgebundene Rasterweiten. *Yang, H.*: Flurbereinigung mittels Geo-Informationssystemen. *Kostius, W.*: Road Extraction for a Road Information System with a Positional Accuracy of 2-5 m Using High-Resolution Satellite Images. *Lang, R., Müller, A., Lenz, R.*: Bestimmung der flächigen Aussageschärfe von Hangneigungs- und Standortskarten.

**Heft 1/96:** *Steinborn, W.*: Datenversorgung – ein neuer Versorgungszweig! *Klarm, K.*: Einsatz von GIS in Kommunalverwaltungen – Ergebnisse eines Projektes auf internationaler Ebene. *Kaschell, P.*: Erfahrungen beim Aufbau eines Grundstückerkundensystems in Berlin. *Noltemeier, A., Nordbrock, G.*: Integration eines kommunalen Wirtschaftsinformationssystems mit einem GIS. *Beines, M., Decker, R., Ruff, B.*: Raumbezogene Basisdaten zur Unterstützung der Funknetzplanung in urbanen Gebieten. *Sonnabend, P., Arentz, L., Hermsdörfer, D., Krückermeier, G., Walgenbach, A.*: Realisierung moderner Informationssysteme bei der Stadt Köln im Kontext europäischer Kooperationsprojekte.

**Heft 2/96:** *Fritsch, D.*: Zur Objektorientierung in Geo-Informationssystemen. *Fritsch, D., Anders, K.H.*: Objektorientierte Konzepte in Geo-Informationssystemen. *Mayer, H.*: Using Real World Knowledge for the Automatic Acquisition of GIS Objects from Scanned Maps. *Herberg, J.*: A Method for the Assessment of Object-Based Data by Means of a Reference Model. *Xu, Yonglong.*: A Prototype Object-oriented Environment for Image Understanding.

## KN – Kartographische Nachrichten

**Heft 1/96:** *Helmfried, St.*: Nationalatlanten in den Nordischen Ländern. *Rutkowski, J.*: Zur Geschichte der Nationalatlanten Polens. *Liouty, A.*: Neuere Arbeiten an National- und Regionalatlanten in Rußland. *Kretschmer,*

*I.*: Projekt „Atlantes Austriaci“ abgeschlossen. *Hüttermann, A.*: Tobias Mayer-Museum in Marbach. *Aschenbamer, P.*: Das Prüfungswesen im Ausbildungsberuf Kartograph/Kartographin. *Mews, J., Weiser, Ch.*: Kartographische Lehrlings-Ausbildung: Quo vadis?

**Heft 2/96:** *Neugebauer, G. und Dorrer, E.*: Experimentelle Untersuchungen zur kartographischen Darstellung der Marsoberfläche. *Leggen, B. und Leggen, D.*: Kartenwerk Indianerterritorien - eine Anwendung des Desktop Mapping zur Modellierung und Produktion mehrschichtig-komplexer Themakarten. *Rieger, M.*: Rechnergestützte Konzeption und Produktion blattschnittloser Straßenkarten – ein praxisorientierter Lösungsansatz mit dem Kartographieprogramm Nuages. *Dodt, J. und Wintges, Th.*: IKV-Konferenz und Generalsammlung 1995 in Barcelona. *Grünreich, D. et al.*: Workshop über „Progress in Automated Generalization“. *Scharfe, W.*: 16. Internationale Konferenz zur Geschichte der Kartographie Wien 1995.

## NaKaVerm – Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen

**Heft 113/95:** *Ament, R.*: Das Datenmodell des DKM aus fachlicher Sicht und aus Sicht der ALK/ATKIS-Datenbank. *Ament, R.*: Realisierung der Verknüpfung zwischen DLM und DKM im ALK/ATKIS-Datenbankteil. *Averdung, C., Lutterbach, D.*: Automationsgestützte Organisation von Planungsverfahren. *Dreves, H.D.*: MERKIS-Empfehlungen für Schleswig-Holstein. *Frank, A.U., Timpf, S.*: Forschungsprojekte der Abteilung Geoinformation an der TU Wien. *Gau, H.-J.*: Qualitätsbestimmende Einflüsse bei der Gewinnung von Rasterdaten topographischer Landeskartenwerke-Archivierung und Nutzung der Daten. *Hanke, P., Proß, E.*: Zur Fortführung des ATKIS 200 unter Verwendung digitaler Bilddaten. *Hein, K., Rappe, B.*: Anwendung lokaler Schwellwertverfahren zur Optimierung der Binärisierung gescannter kartographischer Vorlagen. *Illert, A.*: Aspekte der Zusammenführung digitaler Datensätze unterschiedlicher Quellen. *Kammerer, P.*: Weiterverarbeitung von Daten des Bayerischen Landesvermessungsamtes auf dem PC. *Kändler, A.*: Der Einsatz von GIS in der Umweltforschung – dargestellt am Beispiel stadtökologischer Untersuchungen im Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle. *Krause, U.*: Konzeption des Landesvermessungsamtes NRW zur Fortführung des DLM 25/1 und zur Realisierung des DLM 25/2. *Kresse, W.*: Schriftplatzierung in ATKIS. *Kusch, M.*: Rechnergestützte Herstellung von Karten 1 : 25 000 und 1 : 10 000 im Regelblattschnitt auf der Grundlage der Präsentationsgraphik des DLM 25/1. *Mahr, H.*: DKM-Entwicklungsstufe im Hessischen Landesvermessungsamt, Wiesbaden. *Meier, S., Bethge, F.*: Rechnergestützte Kartometrie, Neue Anforderungen – Neue Formeln. *Müller, A.*: GeoNetz-Implementierung eines Kommunikationswerkzeuges für geowissenschaftliche Institutionen. *Neumann, K., Koch, H.*: Ein experimentelles Informationssystem für ATKIS-Daten. *Pfeiffer, R., Streit, U.*: GISPAD – ein Programmsystem zur mobilen Verarbeitung raumbezogener Informationen mit Pen-Computern. *Saurer, H., Klein, G., Gossmann, H.*: Das Freiburger Regionalisierungsmodell (FREIM) – Ein Konzept und seine Anwendung zur Erzeugung von Niederschlagsdaten. *Schoppmeyer, J.,*

**Heisser, M.:** Behandlung von Geometriepwechslern in GIS. **Witke, T.:** Erfahrungen bei der Erfassung, Vorverarbeitung, Fortführung, Ausgabe, Archivierung und Abgabe von Rasterdaten. **Zahn, J.:** Die Herstellung der digitalen Übersichtskarte von Bayern 1 : 500 000. **Zelles, R.:** INTERGRAPH Lösungen für die digitale kartographische Generalisierung.

#### **NÖV - Nachrichten aus dem öffentlichen Vermessungsdienst Nordrhein-Westfalen**

**Heft 1/96:** **Harbeck, R.:** Das geotopographische Informationssystem ATKIS als Aufgabe der deutschen Landesvermessung. **Birrh, K.:** Das ATKIS-Datenmodell als konzeptionelle Grundlage des Informationssystems. **Kunze, W.:** Der ATKIS-Objektartenkatalog als geotopographische Systematik zur Gliederung der Erdoberfläche. **Birrh, K., Vickus, G.:** Der ATKIS-Signaturenkatalog als Regelwerk für die kartographische Modellierung. **Krause, U.:** Erfassung und Aktualisierung der ATKIS-Geobasisdaten. **Hecker, W.:** Die Archivierung und Vorkhaltung von ATKIS-Geobasisdaten in der ALK/ATKIS-Datenbank. **Harbeck, R.:** Gedanken zum Aufbau eines Aktualisierungskonzepts für Geotopographische Daten und Karten. **Tönnessen, K.:** Die Nutzung geotopographischer Daten der Landesvermessung. **Birrh, K.:** Der Einsatz des ALK-GIAP® bei der Gewinnung und Nutzung von ATKIS-Geobasisdaten.

#### **VPK - Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik**

**Heft 1/96:** **Glatthard, Th.:** VPK 1996: Geomatik und Umwelt/ MPG 1996: Géomatique et environnement/ MPG: Geomatica e ambiente. **Kappeler, B.:** Entwicklung im Süden - Arbeitslosigkeit bei uns? **Andris, H.R.:** Der Kanton Aargau auf dem AGIS-Weg. **Klingenberg, F., Sievers, B., Jourdan, R.:** Thesen zum Einsatz der kombinierten Vektor- und Rastertechnik in der amtlichen Vermessung. **Klingenberg, F., Sievers, B., Jourdan, R.:** Thèses concernant l'application de la technique combinée raster et vecteur dans la mensuration officielle. **Ammann, K.:** FH-Ingenieure und -Ingenieurinnen im Bereich Vermessung und Geoinformatik - Ausbildungsleitbild der Ingenieurschule beider Basel (FH). **Rouaud, J.:** L'amélioration foncière en Bretagne.

**Heft 2/96:** **Gubler, E., Gutknecht, D., Marti, U., Schneider, D., Signer, Th., Vogel, B., Wiget, A.:** Die neue Landesvermessung der Schweiz LV95. **Ammann, R., Carols, A., Ulrich, W.:** Konsequenzen der neuen Landesvermessung 1995 (LV95) für die Amtliche Vermessung (AV). **Kersten, Th.:** Aerotriangulation mit einer digitalen Still Video Kamera Kodak DCS200. **Benning, W.:** Zur Homogenisierung und Fortführung von grossmassstäblichen Karten.

**Heft 3/96:** **Huser, K., Rodewald, R., Blenz, H., Ming, L.:** Ersatzmassnahmen für Wegebau in intensiv genutzten Landwirtschaftsgebieten - Fallbeispiel Wolfwil (SO). **Tanner, K.M., Zoller, S.:** Zur Veränderung von Landschaftsstrukturen durch Meliorationen - Fallbeispiel Wintersingen (BL). **Combe, J.:** Quelle forêt pour quels objectifs? **Hengartner, F., Nüesch, H.:** Vorstudien für forst- und alpwirtschaftliche Erschliessungen - Aus der Sicht des Planungsbüros. **Wernli, R.:** Unkonventionelle

Abwassersanierung - Kanalisation Herzberg/Staffelegg-Asp (AG). **Frei, J., Berdat, F., Flühler, H.:** Wärme aus Wasser und Boden - Die Wärmepumpenprojekte des Kantons Bern. **Probst, M., Seiler, Ch.:** Gescannte Werkpläne georeferenziert - ein neuer Ansatz.

**Heft 5/96:** **Glatthard, Th.:** GIS/SIT 96: Geografische Informationssysteme im Vormarsch / Les systèmes d'information du territoire progressent. Chr. de Quervain: Nutzung der Daten der amtlichen Vermessung. **Glatthard, Th.:** Geo-Informationssysteme in der Raumplanung. **Crausaz, P.-A., Musy, A.:** GESREAU: un outil d'aide à la gestion des eaux appliqué au canton de Vaud. **Hägeli, M., Zinggeler, J.:** Digitalisierung der lastwagenbefahrenen Waldstrassen im zweiten Landesforstinventar. **Hauenstein, P.:** Die graphische Ausgabe bei Geographischen Informationssystemen - Bedeutung, Probleme, Herausforderung. **M. von Ballmoos-Wahrli:** Landinformationssystem Davos. **Franken, P.:** Aufbau und Betrieb des Netzinformationssystems der Central-schweizerischen Kraftwerke (CKW). **Thélin, F.:** Réalisation d'un modèle conceptuel des données (MCD) au sein du groupement romand d'unification technique (GRUT). **Knobloch, J.:** Netzinformationssystem der Stadtwerke Heidenheim.

#### **ZfV - Zeitschrift für Vermessungswesen**

**Heft 12/95:** **Linkwitz, K.:** Zur Ausbildung des Geodäten. **Benning, W.:** Vergleich dreier Lp-Schätzer zur Fehlersuche in hybriden Lagenetzen. **Ehler, D., Soltau, G.:** 200 Jahre Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate.

**Heft 1/96:** **Platen, H.J.:** 125 Jahre Deutscher Verein für Vermessungswesen. Schwerpunktthema. 62. Sitzung des CP Comité Permanent der FIG und Symposium, **Berlin 1995. Standke, K.-H.:** Politische Herausforderungen und weltwirtschaftliche Chancen des europäischen Einigungsprozesses. **Brackmann, H.:** Zum Symposium der FIG-Commissionen VII, VIII und IX „Von der Planwirtschaft zur Marktwirtschaft“. **Weiß, E.:** Zur Bedeutung des Grundeigentums für die Gewährleistung der Freiheit des Menschen. **Kophstahl, E.:** Die FIG im Wandel. **Brackmann, H.:** Presseerklärung der FIG. **Rüpp, K., Schleifer, W., Brackmann, H.:** Die Arbeit der FIG-Kommissionen aus deutscher Sicht. **Hawerk, W.:** FIG-Darstellung des Liegenschaftskatasters.

**Heft 2/96:** **Bethge, F., Meier, S.:** Stochastisch-geometrische Reliefmodelle nebst Anwendungen in der Digitaltopographie. **Schnädelbach, K.:** Dreidimensionale Netzberechnung mit Gauß-Krüger-Koordinaten. **Grafarend, E.W., Kampmann, G.:** C<sub>10</sub>(3): The ten parameter conformal group as a datum transformation in three-dimensional Euclidean space.

**Heft 3/96:** **Twaroch, Chr.:** Rechtliche Aspekte im Geoinformationswesen - 1. Teil. **Kobryn', A.:** Zum Einfluß von Korrelationen auf die Genauigkeitsmaße bei der Untersuchung linienhafter Objekte. **Bian, Sh.:** Topography Supported GPS Leveling. **Mittermayer, E.:** Die sphärische konforme Meridiankonvergenz - eine räumliche Ortsfunktion. **Ingwersen, M.:** Die Berechnung Gaußscher und geographischer Koordinaten mit Rekursionsformeln.

Heft 4/96: Berichte zur XXI. Generalversammlung der IUGG-Assoziation für Geodäsie im Juli 1995 in Boulder, Col., U.S.A.

## ZPF - Zeitschrift für Photogrammetrie und Fernerkundung

Heft 5/95: Brandstätter, G.: On a Most Uncomplicated Method of Projective Normal Case Transformation. Vögtle, T. und Schilling, K.-J.: Wissensbasierte Extraktion von Siedlungsbereichen in der Satellitenbildanalyse. Vogl, W., Martiensen, T.: Einsatz der digitalen Nahbereichsphotogrammetrie für kinematische Messungen bei modenmechanischen Modellversuchen.

Heft 6/95: Rapp, F.: Modell und Realität. Bähr, H.-P., Quint, F., Stilla, U.: Modellbasierte Verfahren der Luftbildanalyse zur Kartenfortführung. Poipe, J.: Welche Möglichkeiten bietet High Definition Television (HDTV)

für die digitale Bildaufnahme in der Nahbereichsphotogrammetrie? Meier, H.-K.: Achtung Chefsache: Neue DIN 18716 für „Photogrammetrie und Fernerkundung“.

Heft 1/96: Schenk, T., Krupnik, A.: Ein Verfahren zur Hierarchischen Mehrfachbildzuordnung im Objektraum. Zhukov, B., Oertel, D.: Multi-Sensor Multi-Resolution Technique and its Simulation.

Heft 2/96: Konecny, G.: Hochauflösende Fernerkundungssensoren für kartographische Anwendungen in Entwicklungsländern. Ajayi, G.: Topographische Kartenherstellung in Entwicklungsländern mittels SPOT-Satellitenaufnahmen - Eine nigerianische Erfahrung. Lechtenböcker, Ch.: Der Einsatz von MOMS-02/D2-Satellitenbilddaten zur Bevölkerungsstatistik - Das Beispiel Chiungwiza/Zimbabwe. Fellbaum, M., Hau, T.: Photogrammetrische Aufnahme und Darstellung des Doms von Siena.

# Redaktionsschluß

für die nächste Ausgabe der VGI (Heft 3/1996) ist

**Dienstag, der 27. August 1996**

## Impressum

**Herausgeber und Medieninhaber:** Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation (ÖVG), Austrian Society for Surveying and Geoinformation (ASG), Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien zur Gänze, Bankverbindung: Österreichische Postsparkasse BLZ 60000, Kontonummer PSK 1190933.

**Präsident der Gesellschaft:** Dipl.-Ing. August Hochwarner, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien, Tel. (0222) 21176-3603, Fax (0222) 2161062.

**Sekretariat der Gesellschaft:** Dipl.-Ing. Gert Steinkellner, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien, Tel. (0222) 21176-4604, Fax (0222) 2161062.

**Schriftleitung:** Dipl.-Ing. Reinhard Gising, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien, Tel. (0222) 21176-3401, Fax (0222) 2161062, Dipl.-Ing. Wolfgang Gold, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien, Tel. (0222) 21176-2315, Fax (0222) 2161062, Dipl.-Ing. Bernhard Jüptner, Krotenthallergasse 3, 1080 Wien, Tel. (0222) 40146-432, Fax (0222) 4069392.

**Redaktionsbeirat:** O.Univ.-Prof. Dr. K. Bretterbauer, o.Univ.-Prof. Dr. K. Kraus, o.Univ.-Prof. Dr. W. Pillwizer, alle Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27-29, 1040 Wien, o.Univ.-Prof. Dr. G. Brandstätter, o.Univ.-Prof. Dr. H. Moritz, alle Technische Universität Graz, Steyer

Gasse 30, 8010 Graz, HR Dr. J. Bernhart, BEV, Krotenthallergasse 3, 1080 Wien, Dipl.-Ing. M. Eckharter, Friedrichstraße 6, 1010 Wien, HR Dipl.-Ing. K. Haas, Lothringerstraße 14, 1030 Wien, Präsident i.R. Dipl.-Ing. F. Hrbek, BEV, Schiffamtsgasse 1-3, 1025 Wien.

**Manuskripte:** Bitte direkt an die Schriftleitung senden. Es wird dringend ersucht, alle Beiträge in digitaler Form auf Diskette zu übersenden. Genaue Angaben über die Form der Abfassung des Textteiles sowie der Abbildungen (Autoren-Richtlinien) können bei der Schriftleitung angefordert werden. Beiträge können in Deutsch oder Englisch abgefaßt sein; Hauptartikel bitte mit einer deutschsprachigen Zusammenfassung und einem englischen Abstract einsenden. Namentlich gezeichnete Beiträge geben die Meinung des Autors wieder, die sich nicht mit der des Herausgebers decken muß. Die Verantwortung für den Inhalt des einzelnen Artikels liegt daher beim Autor. Mit der Annahme des Manuskriptes sowie der Veröffentlichung geht das alleinige Recht der Vervielfältigung und Wiedergabe auf den Herausgeber über.

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

von einzelnen Beiträgen oder Teilen davon angefertigt werden.

**Anzeigenbearbeitung und -beratung:** Dipl.-Ing. Wolfgang Gold, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien, Tel. (0222) 21176-2315. Unterlagen über Preise und technische Details werden auf Anfrage gerne zugesendet.

**Erscheinungsweise:** Vierteljährlich in zwangloser Reihenfolge (1 Jahrgang = 4 Hefen), Auflage: 2700 Stück.

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

**Verkaufspreise:** Einzelheft: ÖS 170.- (Inland), ÖS 190.- (Ausland), Abonnement ÖS 600.- (Inland), ÖS 700.- (Ausland); alle Preise beinhalten die Versandkosten, die für das Inland auch 10% MWST.

**Satz und Druck:** Druckerei Berger, A-3530 Horn, Wiener Straße 80.

**Grundlegende Richtung der Zeitschrift:** Wahrnehmung und Verbreitung der fachlichen Belange aller Bereiche der Vermessung und Geoinformation, der Photogrammetrie und Fernerkundung sowie Information und Weiterbildung der Mitglieder der Gesellschaft hinsichtlich dieser Fachgebiete.

Die  
**Österreichische Gesellschaft**  
für  
**Vermessung und Geoinformation**

veranstaltet

vom 4. bis 7. Juni 1997

den

**6. Österreichischen Geodätentag 1997**

in

**Villach.**

Unter dem Motto

*Vermessung ohne Grenzen*

werden u. a. Themenkreise betreffend die technischen Möglichkeiten der grenzübergreifenden Meß- und Informationstechnologien und die Öffnung der politischen sowie wirtschaftlichen Grenzen nach Süden und Osten behandelt werden.

*Informationen:*

*Örtlicher Vorbereitungsausschuß (ÖVA)*

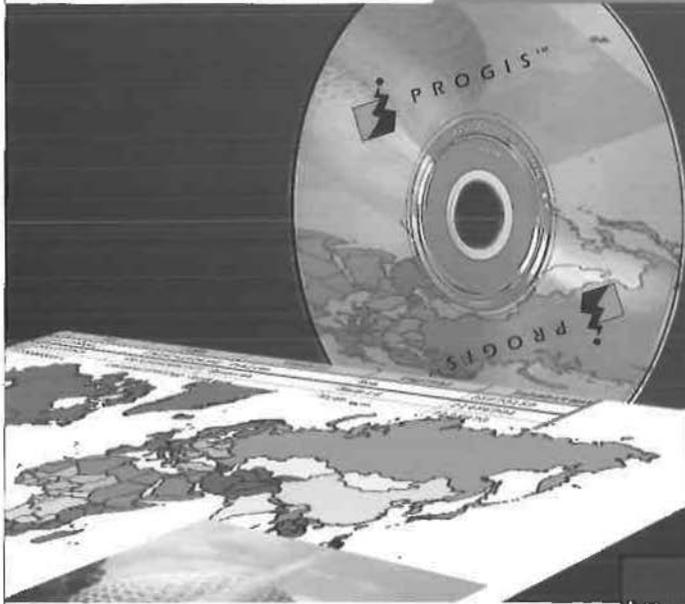
*Dipl.-Ing. Andreas Kubec, A-9500 Villach, Jakob Ghon Allee 4*

*Tel. (04242) 37 466-63, Fax -73*

# Software, die's zeigt!

## WinGIS™

Einfach in der Bedienung



- ▶ Offenes System
- ▶ Objekt orientiert
- ▶ Funktionell
- ▶ optimales Preis-/Leistungsverhältnis

- Leitungsbetreiber (Öl, Gas, Wasser, Elektrizität etc.)
- Ökologie-Ökonomie-Techn. Büros
- Business-Geographie
- Handel-Gewerbe-Industrie
- Statistiken-Universitäten

Internet:  
<http://www.progis.co.at>

- Grafik- und Datenbankabfragen beidseitig möglich
- Visualisieren Sie Ihre Daten durch: Variantenkarten, Businessgrafiken und Beschriftungen von Objekten aus der Datenbank.
- Multi-Media Verknüpfungen
- Grafik- und Datenbank-Monitoring
- Grafikeditor mit zahlreichen Funktionalitäten und einer großen Anzahl von Schnittstellen (ArcInfo, Sicad, ASCII, DXF, ALK-GIAP, DKM, GRIPS, Intergraph), um Daten zu importieren und zu exportieren
- Sehr hohe Geschwindigkeit durch objektorientierte Programmierung



## PROGIS™

Software, die's zeigt!

WinGIS™, WinMAP™, WinMAP SDK™, WinSAT™, Satellitenfotos mit 2-5m Auflösung

Take the lead



**Photo-Tachymeter 1906  
Dolezal-Scheff-Rost**

Between the ISP-Congress 1913 and the ISPRS-Congress 1996 R & A Rost has contributed essentially to the development of modern photogrammetry, e.g. by manufacturing the first stereo-autograph (v.Orcl) and photo-theodolites (Dolezal). Welcome to the Vienna Congress 1996!



**Leica aerial camera systems**

Leica high quality optics in its aerial cameras and the high resolution of its scanning system stand for excellent images. Application software - practical and tailor-made - enhances productivity. Modularity, open architecture and networking capabilities provide systems with a very high return on investment. Our customer support and engineering service capabilities set standards! Call your local expert - in Austria R & A Rost - for detailed information!

**LEICA AG**

Photogrammetry and Metrology  
CH - 6035 Unterentfelden  
(Switzerland); Telephone  
+ 41 62 737 67 67  
Fax +41 62 723 07 34

*Leica*

**ROST -  
your photo-  
grammetry-  
partner  
since 1888**



**r+a rost**

1150 Wien, Märzstraße 7, Tel. (0222) 981 22-0, Fax (0222) 981 22-50