

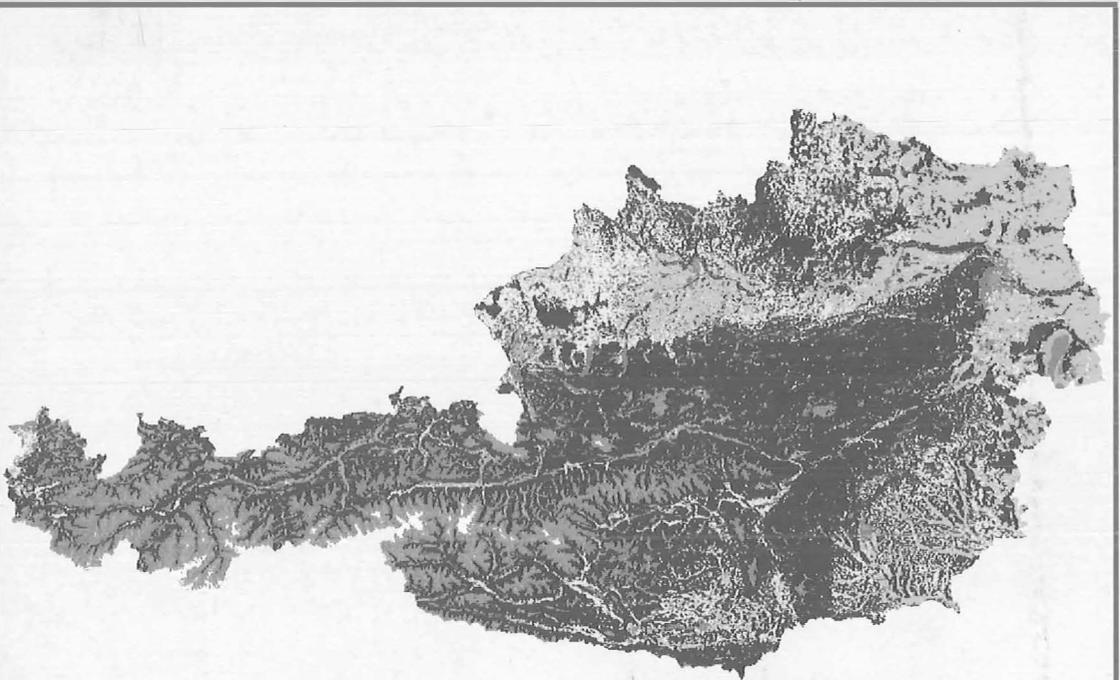
VGI

Österreichische Zeitschrift für **VERMESSUNG & GEOINFORMATION**

84. Jahrgang 1996

Heft 1/96

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



Differenzierung landwirtschaftlicher Kulturen
mittels Fernerkundung

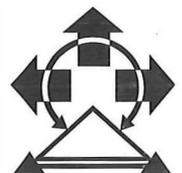
Informationsveranstaltung "ERDBEOBACHTUNG für UMWELTFRAGEN"

- Anwendungen in Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Raumplanung
- Satelliten, Daten und Produkte
- Umweltinformationssysteme

Die digitale ebene Entzerrung als Low-Tech-Verfahren

Einsatz von CCD für die geodätische Astronomie

Ordnung am Rande des Chaos - ein neues Naturgesetz

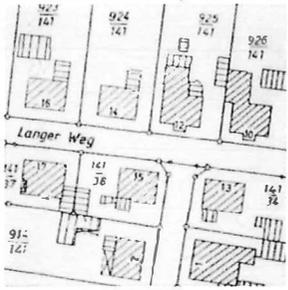


SIEMENS NIXDORF

„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 Ortstarif.



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

INHALT

Seite

Beiträge zur Informationsveranstaltung „ERDBEOBACHTUNG FÜR UMWELTFRAGEN“

<i>O. Zellhofer:</i> Vorwort	5
<i>F. Leberl, R. Kalliany:</i> Innovationen in Sensortechnik und Datennetzwerken	6
<i>L. Beckel:</i> Erdbeobachtungssatelliten: Systeme, Daten, Datenverfügbarkeit, Datenzugriff, Kosten	13
<i>K. Kraus, A. Sindhuber:</i> Das Potential russischer Weltraumphotographien für verschiedene Anwendungen	17
<i>A. Almer, B. Waldleben, H. Raggam:</i> Höhenmodell- und Bildkartenerstellung aus MOMS - 02 Satellitendaten	21
<i>K. Steinnocher:</i> Differenzierung landwirtschaftlicher Kulturen mittels Fernerkundung: Möglichkeiten und Grenzen	25
<i>W. Schneider, J. Steinwendner, R. Bartl:</i> Parzellenscharfe Landnutzungskartierung aus Satellitenbildern	30
<i>M. Schardt, U. Schmitt:</i> Klassifikation des Waldzustandes für das Bundesland Kärnten mittels Satellitenbilddaten	36

<i>W. Kusché, M. Siegl:</i> Forstliche Planungsgrundlagen aus Luftbildzeitreihen	39
<i>G. Liebel, P. Aubrecht:</i> Das CORINE Landcover Projekt der EU	43
<i>K. Steinnocher:</i> Ein flächendeckendes Landnutzungsmodell von Österreich aus Fernerkundungsdaten	44
<i>F. Kressler:</i> Change Detection in urbanen Räumen	48
<i>H. Rott, T. Nagler, D. M. Floricioiu:</i> Anwendungen der Fernerkundung für die Schneehydrologie	51
<i>R. Bartl, E. M. Eichinger, W. Schneider:</i> Landnutzungserhebungen aus Luftbildern als Grundlage für wasserbautechnische Planungen	54
Weitere Hauptbeiträge:	
<i>L. Dorffner, G. Forkert:</i> Die digitale ebene Entzerrung – ein „Low-Tech“ Auswerteverfahren der Photogrammetrie	57
<i>G. Gerstbach:</i> CCD und Geodätische Astronomie – Zur Nutzbarkeit von CCD für Lot- und Azimutmessungen	63
<i>A. E. Scheidegger:</i> Ordnung am Rande des Chaos: ein neues Naturgesetz	69
Titelbild:	74
Die flächendeckende Erfassung der aktuellen Landnutzung auf regionaler oder nationaler Basis ist eine der Stärken der Fernerkundung. Das abgebildete Modell repräsentiert 15 Landnutzungsklassen, die mittels spektraler und räumlicher Klassifikationsverfahren aus einem österreichweiten Satellitenbildmosaik abgeleitet wurden. Die Ausgangsdaten stammen vom digitalen Aufnahmesystem Thematic Mapper, das auf dem amerikanischen Fernerkundungssatelliten Landsat 5 installiert ist.	79
Dissertationen und Diplomarbeiten	87
Recht und Gesetz	91
Vereinsnachrichten	98
Mitteilungen und Tagungsberichte	99
Vorträge	100
Persönliches	100
Veranstaltungskalender	102
Buchbesprechungen	106
Zeitschriftenschau	
Impressum	
Inhaltsverzeichnis 1995 als 4-seitige Beilage	

Vorwort

MR Dipl.-Ing. O. Zellhofer

Mit dem Start des ersten europäischen Fernerkundungssatelliten ERS-1 im Juli 1991, der Entwicklung des französischen Fernerkundungssatelliten SPOT und mit dem am 20./21. April 1995 erfolgten Start des zweiten europäischen Fernerkundungssatelliten ERS-2 sowie durch weitere nationale und europäische Satellitensysteme wie MOMS, Helios, etc. sind die Möglichkeiten der Fernerkundung für Umweltfragen wesentlich gesteigert worden. Einer der Schwerpunkte der Aktivitäten der Europäischen Union ist daher auch die Nutzung der Erdbeobachtung für Umweltfragen, wobei zentrales Thema der Aufbau einer entsprechenden „Nutzergemeinschaft“ ist.

Erdbeobachtungssatelliten als unterstützende Instrumente bei der Bekämpfung globaler Umweltschäden (z.B. Waldsterben, Klimaveränderungen) oder als Frühwarnsystem im Bereich der Katastrophenvorsorge (z.B. Erdbeben, Überschwemmungen, Vulkanausbrüche, Staudammbrüche) können einerseits überaus wertvolle Dienste leisten, andererseits gerade durch die Entwicklung neuer Sensoren und Sensortechniken ist die Lösung der regionalen und kleinräumigen Probleme in den Vordergrund getreten.

Das Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst hat mit Beginn des Jahres 1995 einen neuen Leitschwerpunkt „Erdbeobachtung“ initiiert. Ein Bestandteil dieses Leitschwerpunktes, aber auch ein Schwerpunkt in der Weltraumforschung, ist die Erdbeobachtung für Umweltfragen. Die Forschungsaktivitäten konzentrieren sich auf die Anwendungsforschung für den Einsatz der satellitengestützten Erdbeobachtung, die Erdbeobachtung für Umweltfragen der Alpen sowie deren Einsatz für kleine Regionen. Im Zusammenhang mit der wis-

senschaftlichen Bearbeitung sowie Nutzung der regionalen und landschaftsbezogenen Informationen ergibt sich eine enge fachliche Vernetzung mit dem Leitschwerpunkt Kulturlandschaftsforschung.

Die Alpenregion ist eine bedeutende Region Österreichs und daher hat Österreich mehr als jedes andere Land Vorsorge für die alpine Umwelt zu tragen. Die Kleinräumigkeit der österreichischen Landschaft mit ihren vielfältigen Zonen und ihrer Gliederung in dezentrale Verwaltungseinheiten fordert eine besondere Art der Erdbeobachtung.

Um die Mitwirkung Österreichs in der Europäischen Union und vor allem die Nutzung der Erdbeobachtung für österreichische Bedürfnisse verstärkt ansprechen zu können, wurden eine Reihe von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten stimuliert bzw. unterstützt sowie ein eigenständiges Projektteam „Fernerkundung“ einberufen.

Dieses Projektteam nimmt vor allem die Aufgaben war, die österreichischen Aktivitäten in diesem Bereich zu koordinieren, Forschungsprojekte zu initiieren und die Schaffung einer entsprechenden Nutzergemeinschaft zu unterstützen.

Vom Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst wurde daher eine Informationsveranstaltung „Erdbeobachtung für Umweltfragen“ angeregt, mit dem Ziel, vor allem Nutzer der zweiten Ebene, d.s. Bundes-, Landes- und Gemeindebehörden, über die Möglichkeiten der Fernerkundung zu informieren. Den österreichischen Anwendern sollen hiebei die mannigfachen Möglichkeiten der kommerziellen Anwendung aufgezeigt werden.



Innovationen in Sensortechnik und Datennetzwerken

Franz Leberl, Rainer Kalliany, Graz

Zusammenfassung

Die Anwendungen der Weltraumtechnologien in der Erdbeobachtung werden durch derzeitige technologische Entwicklungen ganz wesentlich berührt. Dies betrifft einerseits die wachsende Zahl von über 100 aktiven oder geplanten Satellitenmissionen zur Erdbeobachtung, insbesondere die Vorbereitung sehr hoch auflösender bildgebender Sensoren mit 1 Meter Pixeln. Andererseits wird der Zugang zu den damit erstellten Daten im Wege über die entstehenden internationalen Datennetzwerke entscheidend verbessert. Wir berichten über einige der wesentlichen Projekte der Satellitenbildgebung und schnellen Datenübertragung. Wir begründen damit die Erwartung, daß die Fernerkundung auch in Österreich ein verstärktes Interesse verdient.

Abstract

Current technological developments will improve the situation of satellite-based Earth observation. This concerns an array of more than 100 active or pending satellite missions. Novel high resolution optical sensors with 1 meter pixels are being prepared for launch. Access to the data is being improved by means of fast telecommunications networks. We report about some of the important projects to launch imaging sensors into space, and to create international standards for Earth observation data communications. We hope to show that remote sensing deserves an increased interest also in Austria.

1. Erdbeobachtungs-Missionen

Die Erwartung, welche in die neuen Entwicklungen der Sensortechnik für Weltraummissionen gesetzt werden illustriert Abb. 1. Hier wird die bisherige geometrische Auflösung von 10 Meter, etwa aus dem französischen SPOT-Satelliten, mit der Auflösung aus den erwarteten amerikanischen kommerziellen Satelliten verglichen. Gebäude, Straßen, Markierungen, Bäume, Fahrzeuge werden aus diesen hochauflösenden Bildern erkennbar – etwa so, als wären hier Luftbilder im Maßstab 1:85.000 mit einer geometrischen Leistung von 30 Linienpaaren pro Millimeter aufgenommen worden.

Gegenüber den bisher verfügbaren sporadischen Weltraum-Photographien hoher geometrischer Auflösung aus russischen Quellen versprechen die zukünftigen kommerziellen Digitalbilder eine systematische Verfügbarkeit. Auch ist zu erwarten, daß der Käufer in Zukunft Bilder über die entstehenden digitalen Datennetze erhalten wird.

Die gegenwärtig stürmische Entwicklung wird durch die Lieferung großer Radarbilddatenmengen aus mehreren europäischen, kanadischen und japanischen Satelliten gesteigert. Auch das Space Shuttle soll im Jahr 1996 die gesamte Erde mit interferometrischen Radarbildern bedecken. Diese Bilder sind bekanntlich von keinen Wolken behindert und daher jederzeit abrufbar.

Das internationale Committee for Earth Observation Satellites CEOS besteht aus Vertretern aller Betreiber von Erdbeobachtungssatelliten und hat ein umfassendes Dokument über aktive und geplante Satellitenmissionen erstellt, welche zwischen 1994 und 2008 geflogen werden sollen (CEOS, 1994). Insgesamt werden 124 Missionen erwähnt, wobei die militärischen sowie privatwirtschaftliche kommerzielle Projekte nicht mitgezählt wurden (Tabelle1).

Agentur	Land	Missionen
NASA	USA	29
NOAA	USA	20
-	Rußland	19
ISRO	Indien	10
Eumetsat	Europa	10
CNES	Frankreich	7
INPE	Brasilien	7
NASDA	Japan	7
ESA	Europa	5
NSAU	Ukraine	4
-	China	3
ASI	Italien	2
CSA	Kanada	1

Tabelle 1: Übersicht der Fernerkundungssatelliten, welche derzeit weltweit betrieben werden, oder zum Start anstehen (CEOS, 1994).

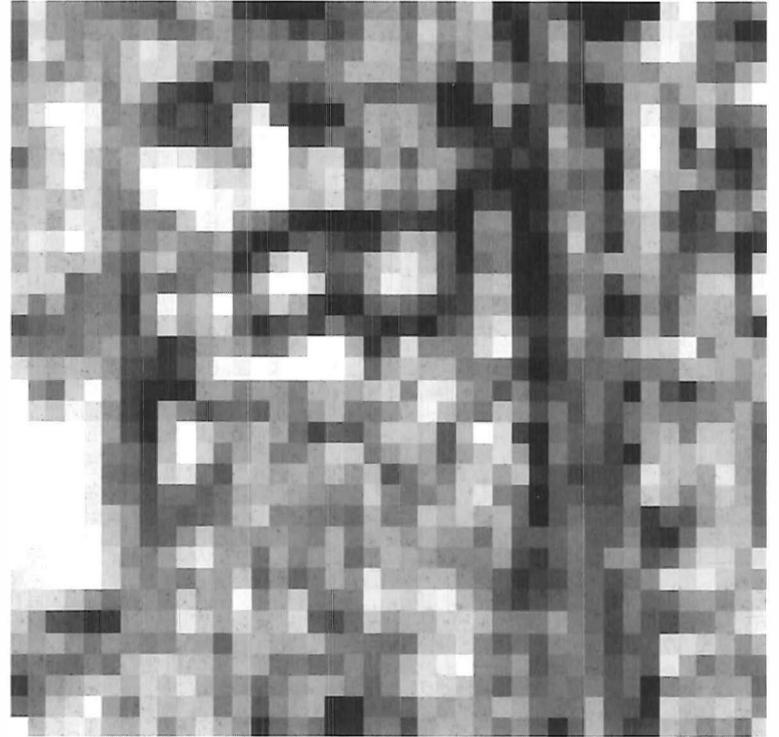


Abb. 1: Vergleich der Aussagekraft von 1 m und 10 m Pixeln anhand eines simulierten Datensatzes aus Luftbildern der Erdbebenschäden 1995 in Kobe/Japan. (Space Imaging, 1995).

In Österreich besteht die Fernerkundungsszene vor allem aus Anwendern von Bildern. Nichtbildgebende Sensoren sind zwar in der wissenschaftlichen Erfassung der Atmosphäre oder bei anderen, etwa geophysikalischen Fragestellungen auch in Österreich wichtig, stehen aber meist außerhalb der Erdbeobachtungsgruppen, die sich mit den „blauen“ (Hydrologie, Glaziologie), „grünen“ (Vegetation, Landwirtschaft, Forst), „braunen“ (Geologie, Geomorphologie, Bodenkunde) und „schwarzen“ (Topographie, Landnutzung) Erdwissenschaften befassen.

In Österreich interessiert vor allem das Geschehen bei den bildgebenden Sensoren, da sehr oft die bisherigen Leistungen in der geometrischen Auflösung kritisiert und als ungenügend abqualifiziert werden. Tabelle 2 faßt die „heißen“ bildgebenden Systeme zusammen. Dabei ist offensichtlich, daß im optischen Bereich die geometrische Auflösung in den Bereich 3 bis 1 Meter pro Pixel vordringt. Diese Grenze wurde bisher nur fallweise von einzelnen russischen Welt-raumbildern mit einer Auflösung von teilweise deutlich besser als 10 m unterschritten (Klostius et al., 1994).

2. Hochauflösende optische Weltraum-systeme

2.1 Trends

Die Verringerung der Geldaufwendungen für militärische Satelliten in den großen Ländern hat den wirtschaftlichen Druck erhöht, den zivilen kommerziellen Satelliten-Markt zu entwickeln. Damit erhoffen sich die bisher fast ausschließlich im militärischen Bereich arbeitenden Firmen, nun in der Umweltsorge eine Anwendung ihrer Technologie-Kenntnisse gefunden zu haben. Zwei dieser Projekte in den USA haben einen Reifezustand erreicht, sodaß man annehmen kann, daß es tatsächlich zu einem Satellitenstart kommen wird. Es ist zu erwarten, daß ähnliche Initiativen auch außerhalb der USA in Vorbereitung sind.

2.2 Beispiel Space Imaging

Die größte Weltraumfirma (AeroSpace-Firma) der USA, Martin-Lockheed hat einen Jahresumsatz von US-\$ 23 Milliarden. Gemeinsam mit

„Heiße“ bildgebende Projekte		
Optisch	● LANDSAT	15 m
	● INSAT	10 m
	● ADEOS	8 m / 16 m
	● SPOT	10 m
	● SPOT 5 (2002)	5 m
	● MOMS-PRIRODA	6 m
	● HELIOS	bis zu 0,5 m
Radar	● ERS-1/ERS-2	Interferometrie
	● RADARSAT	Global, Polar-Regionen
	● SIR-C/XSAR-REFLIGHT	Interferometrie
Kommerziell	● EarthWatch	3 m, 1 m Pan, Farbe
	● Space Imaging	3 m, 1 m Pan, Farbe

Tabelle 2: Besonders aktuelle aktive oder geplante bildgebende Satellitenprojekte.

Raytheons Tochterfirma E-Systems wurde die kommerzielle Erdbeobachtungsfirma Space Imaging Inc. gegründet, um einen Hochleistungssensor mit 1-Meter Pixeln im Jahre 1997 auf dem Satelliten „SmallSat“ in eine Erdumlaufbahn zu bringen. Die Weltraumkamera zielt darauf ab, kleine Gebietsflecken von etwa 11 km x 11 km aufzunehmen, wobei dieses Aufnahmegebiet aus einem Bereich von 1.400 km Breite ausgewählt werden kann. Während eines Überfluges können mehrere Ziele nacheinander erfaßt und entweder zu einem zusammenhängenden Bild verbunden oder aber als getrennte „Flecken“ verwendet werden. Die Bildwiederholzeit für ein gegebenes Ziel ist etwa 2 bis 3 Tage.

Für jeden Ort entlang der Umlaufbahn steht ein kreisförmiger Bereich mit einem Radius von 1.400 km zur Auswahl, in dem ein Bild aufgebaut werden kann. Selbstverständlich kann damit auch innerhalb einer Umlaufbahn ein Stereobildpaar aufgenommen werden, wenn aus bis zu 1.400 km auseinanderliegenden Punkten der Umlaufbahn dasselbe Gebiet zweimal abgebildet wird (Abb. 2).

Die Erzeugung geometrisch guter Bilder aus diesem optisch-mechanisch bewegten Zeilensensor erfordert eine besonders hohe Genauigkeit der Kameraorientierung während des Fluges. Die Pixellagegenauigkeit ohne Paßpunkte wird mit ± 12 m angenommen; mit Paßpunkten reduziert sich dieser Fehler auf die relativen Unsicherheiten von etwa ± 2 m.

2.3 Beispiel Earth Watch

Diese Firma entwickelt billigere und einfachere Satelliten als Space Imaging. Die Finanzierung geschieht über den Wagniskapitalmarkt und

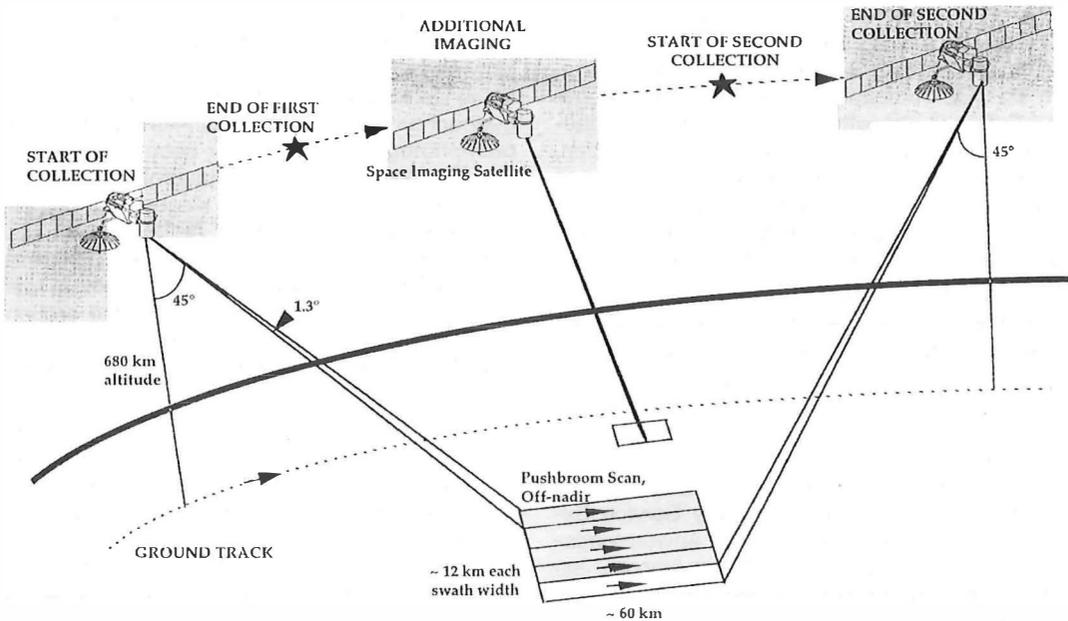


Abb. 2: Stereo-Aufnahme mittels eines Systems von Space Imaging, mit zusätzlichen Zieloptionen zwischen den beiden Aufnahmen (Space Imaging, 1995).

eine kleinere Aerospace-Firma, Ball Aero-Space, sie soll \$ 150 – 200 Mio umfassen. Zwei Satellitenprojekte sind in Vorbereitung: Das EarlyBird-System ist schon gebaut und soll während der ersten Hälfte 1996 mit einer russischen Rakete in eine Erdumlaufbahn geschossen werden. Ein 2.000 x 2.000 Pixel Flächensensor wird ein 6 km x 6 km Gebiet mit 3-Meter Pixeln aufnehmen und daraus ein 30 km x 30 km Bild in schwarz-weiß zusammensetzen. Auf Quick Bird soll dann später ein konventioneller Pushbroom-Scanner mit 1-Meter Pixeln folgen. Farbbilder haben im Early Bird Pixelgrößen von 15 m; im Quick Bird 4 m. Die Wiederholzeiten für ein neues Bild jedes Punktes der Erdoberfläche betragen 2 bis 3 Tage, da die Kamera um bis zu 45° verschwenkt werden kann. Der Kaufpreis für die Bilder soll im Bereich von etwa \$ 2.500,- pro Kleinszene von 6 km x 6 km liegen (Earth Watch, 1995).

Die Lieferung der Daten innerhalb der USA wird per Datenhighway erfolgen. Innerhalb Europas bestehen Partnerfirmen, wie etwa das italienische Weltraum-Unternehmen Telespazio mit seinen derzeit etwa 2.000 Mitarbeitern.

3. Datennetzwerke

3.1 Der internationale Kontext

Der Zugang zu den großen Bildarchiven, zu Software für die Anwendung und zu Fachwissen

bleibt in der Erdbeobachtung schwierig. Aus diesem Grunde wird in allen Weltraumnationen an Systemen gearbeitet, welche dem einzelnen Endbenutzer der Erdbeobachtungsdaten diese Daten oder daraus abgeleitete Produkte leichter verfügbar machen sollen. Das entsprechende Programm der NASA heißt EOSDIS. EOSDIS wird von NASA mit einem Finanzrahmen von etwa 2 Milliarden aufgebaut. Ein nicht nur NASA-Satelliten betreffendes US-System ist GCDIS (Global Change Data & Information System). In Japan entsteht EOIS (Earth Observation Information System), während in Europa unter dem Namen CEO eine eigene Initiative gestartet wurde.

3.2 Europas Centre for Earth Observation CEO

CEO soll die Erdbeobachtungs-Anwender, Datenlieferanten und Dienstleistungsanbieter vernetzen. Dabei besteht eine elektronische „System“-Komponente im Sinne des Internet und WWW, eine Reihe von Teilprojekten zur Entwicklung von Anwendungen, welche zu Dateninhalten für das elektronische Instrumentarium führen werden, sowie eine „Marktentwicklung“ mittels Kursen, Beratung, Tagungen usw. (CEO, 1995).

Das Budget für CEO wird im Rahmen der Europäischen Kommission bereitgestellt und daher von allen EU-Mitgliedsländern finanziert. Dabei sind über eine Periode von 3 Jahren, 1996–1998, etwa 180 MECU geplant. Die Initiative zu

CEO geht von der Gemeinsamen Forschungsstelle der EU in Ispra (Italien) aus. Dort wurden bisher seit Mitte 1992 Vorarbeiten durchgeführt, um ein CEO zu definieren. Etwa 75 Forschungs- und Entwicklungsaufträge wurden an die Erdbeobachtungs-Industrie der EU-Länder vergeben, um diese Vorarbeiten zu unterstützen. Österreich war nur an 2 derartigen Projekten beteiligt: Durch Geospace (Doz. L. Beckel) und durch das Institut für Hypermediale Systeme von Joanneum Research (Dr. F. Kappe).

CEO weist eine gewisse Verwandtschaft mit dem WorldWideWeb (WWW) auf. Weit entfernte Meta-Daten über Erdbeobachtung, als auch Algorithmen, Fachwissen und Bilder in entfernten Archiven können auf diese Weise über den Rechner am Schreibtisch eines Benutzers abgefragt werden. Ein Pilotprojekt ist das auf dem WWW aufgesetzte European-Wide Service Exchange EWSE. Eine von vielen Anwendungsmöglichkeiten zeigt Abb. 3: Angenommen, ein Reisebürokunde möchte wissen, welches Klima im langjährigen Durchschnitt auf Madagaskar herrscht. Durch Anfrage bei CEO wird der Teilnehmer mit jener Datenbank verknüpft, die aus ihrem Datenbestand die Frage beantworten kann (EWSE, 1995).

Ab Jänner 1996 wird das nunmehr definierte CEO-System implementiert. Dabei werden sowohl die Mittel des Ispra-Zentrums als auch Gelder des 4. Rahmenprogrammes in der Form von „Shared-Cost-Actions“ zum Thema „Umwelt und Klima“, Themenkreis 3 (Weltraumtechnologien) verwendet.

Da auch Österreich diese Forschungsprogramme anteilig finanziert, liegt es an den heimischen Wissenschaftlern und Anwendern der Erdbeobachtung, hier erstens einen Anteil der in die EU eingezahlten Mittel ins Land zurückzuholen und zweitens zu verhindern, daß Österreich die Erdbeobachtung in anderen EU-Ländern finanziert, ohne selbst einen Nutzen zu haben. CEO und das 4. Rahmenprogramm sind neben der ESA die wesentliche internationale Initiative zur friedlichen Nutzung des Weltraumes in der Erdbeobachtung in Europa.

4. Leitschwerpunkt „Erdbeobachtung“ in Österreich

4.1 Allgemeines

Mit dem Start des ersten Landsat-Satelliten vor mehr als 20 Jahren begann auch in Österreich die Periode des Versprechens einer Nutzung der Erdbeobachtungsdaten. Wegen seiner

Kleinräumigkeit, dichten Besiedelung und einer traditionell hoch entwickelten Kartierung und Umweltbeobachtung mit herkömmlichen Mitteln hat in Österreich die Weltraumtechnik in der Erdbeobachtung kaum Fuß fassen können. Die Luftraumphotographie wird aber sehr wohl intensiv genutzt. Daher liegt die Schlußfolgerung nahe, daß den Weltraumverfahren wegen ihrer bisherigen groben geometrischen Auflösung ein Eindringen in die Anwendungspraxis in Österreich nicht gelungen ist. Das wird sich aber in den kommenden Jahren ändern, da es eine größere Zahl von Weltraumprojekten gibt, welche eine entscheidende Steigerung dieser geometrischen Auflösung versprechen.

Auch steigt durch das höhere Umweltbewußtsein der Bedarf nach einer zeitgerechten Beobachtungsmethode. Aus dem Weltraum kann durch die Verbindung von Sensordaten unterschiedlicher Provenienz mit einer hohen Bildwiederholrate gerechnet werden, sodaß Umweltphänomene zeitgerecht erfaßt und im Sinne von „Zeitreihen“ auch laufend beobachtet werden können.

Schließlich wird auch in einer breiteren Öffentlichkeit zur Kenntnis genommen, daß Österreich als Mitglied der europäischen Gremien (EU, ESA) sehr wohl in die diversen Budgets einzahlt, aber nur dann aus diesen Zahlungen einen Nutzen zieht, wenn das Land an den damit finanzierten Programmen teilnimmt. Dazu ist es notwendig, eine national finanzierte Kompetenz aufzubauen, um im internationalen Wettbewerb bestehen zu können. Dies war der Anlaß für die Einrichtung eines mehrjährigen Leitschwerpunktes „Erdbeobachtung“ im Rahmen der Auftragsforschung des Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst im Jahre 1995.

4.2 Projekt-Initiative MISSION

Tabelle 3 beschreibt das Team und die Teilprojekte des fachübergreifenden Erdbeobachtungsprojektes „Multi-Image Synergistic Satellite Information for the Observation of Nature“ MISSION. Wie der Projektname besagt, ist das Ziel die gemeinsame Nutzung verschiedenartiger Daten der Fernerkundung zur Umweltbeobachtung. MISSION basiert auf der Nutzung von hochauflösenden optischen Daten des 1996 startenden MOMS-Priroda Projektes. Dabei wird die bereits auf dem Space-Shuttle erprobte deutsche MOMS-Kamera (Almer, 1996) von der russischen MIR-Station aus Daten mit Pixeln bis zu 6 Meter (teilweise in Stereo) liefern (Tabelle 4).

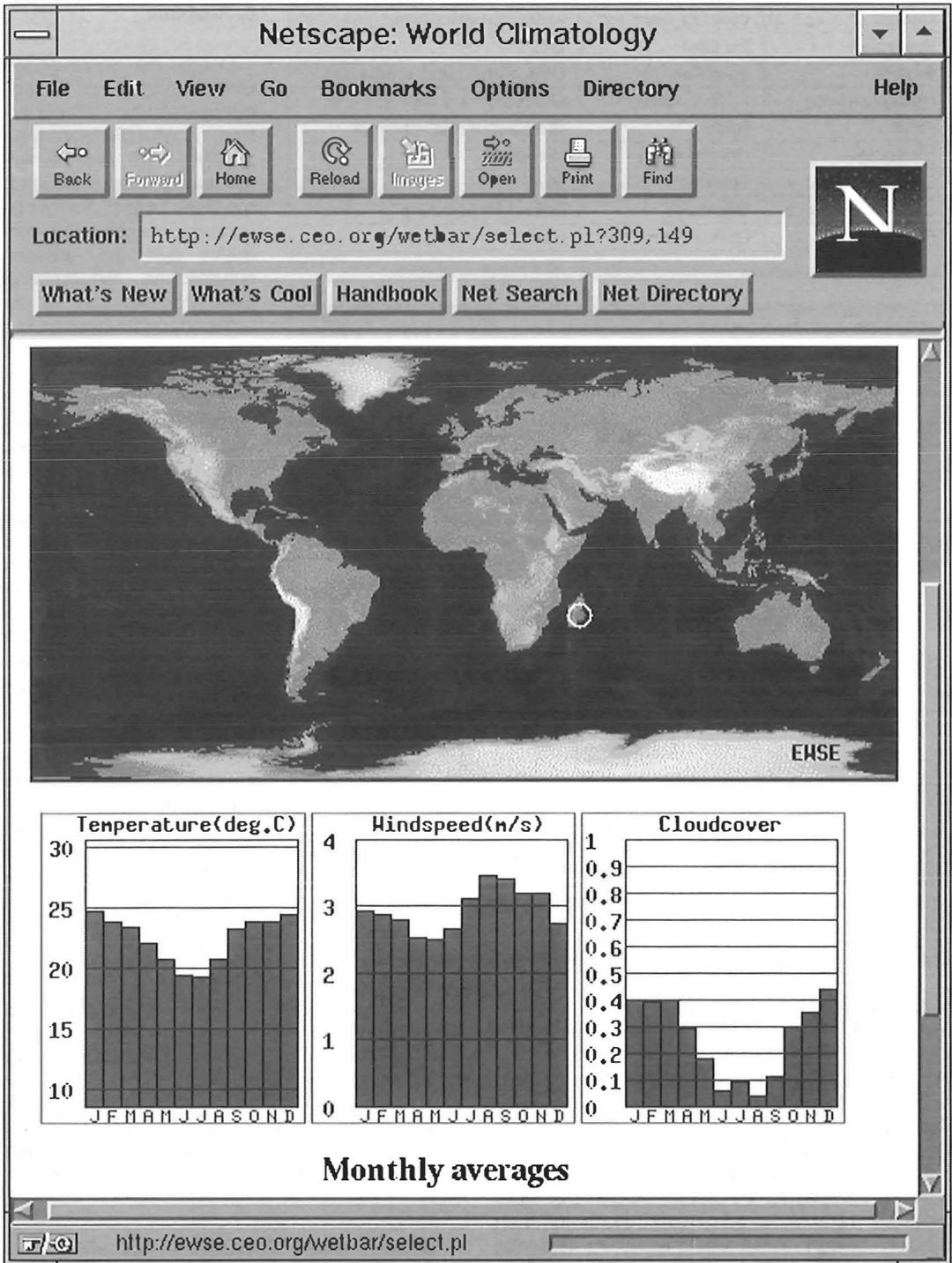


Abb. 3: Anfrage an das European Wide Service Exchange EWSE System, wie das Wetter im Jahre in Madagaskar wechselt.

Name	wiss. Einrichtung	Anwendungspartner
Datenpool	TU Graz	BEV
Biotope	Joanneum	USA, Stmk. Landesregierung
Nutzungskarten	FZ Seibersdorf	Oberöstr. Landesregierung
Forst	BoKu	BM Land-/Forstwirtschaft
Hydrologie	Uni Innsbruck	Verbund
Topographie	TU Wien	BEV
Umweltmonitoring	Geospace	Naturpark Salzburg
Neotektonik	GBA, Arsenal	GBA

Tabelle 3: Teilprojekte der österreichischen Projekt-Initiative Mission.

MOMS-02	Spektralbereich	Blickrichtung	Pixelgröße	Pixel	Streifenbreite
Kanäle 1-4	440-505, 530-575, 645-680, 770-810	Nadir	18 m	5800	104 km
Kanal 5	520-760 nm (pan)	Nadir	6 m	8200	49 km
Kanäle 6-7	520-760 nm (pan)	$\pm 21,4^\circ$	18 m	5800	104 km

Tabelle 4: MOMS-Eigenschaften beim Flug auf der russischen Raumstation MIR (MOMS-Priroda).

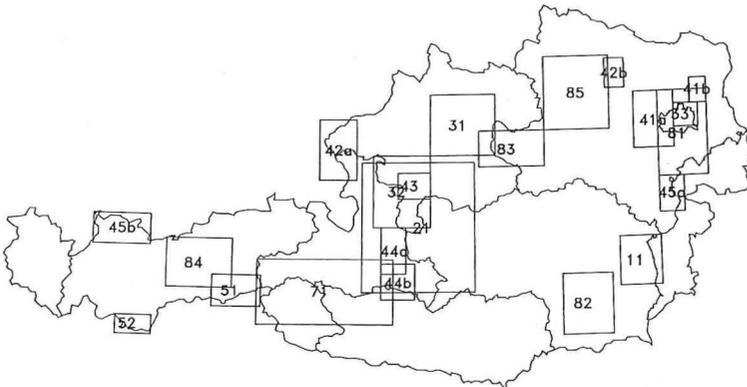


Abb. 4: Österreichische Zielgebiete im Rahmen der MISSION-Initiative.

Ziel des MISSION-Projektes ist der koordinierte Technologietransfer aus der Wissenschaft in die Anwendung, im Wege einer Demonstration von Anwendungen der hochauflösenden Welt-raumbilder in Österreich. Daher wird jedes der 8 Teilprojekte im Team mit Teilnehmern aus der Wissenschaft und aus der Anwendung durchgeführt. Abb. 4 zeigt die für die Teilprojekte ausgewählten Testgebiete innerhalb Österreichs, über welchen MOMS-Priroda-Bilder aufgenommen werden sollten. Gleichzeitig wird im Rahmen eines zentralen CEO-orientierten Datenprojektes versucht werden, auch flächendeckende Ergebnisse für große Teile Österreichs zu erzeugen und einem breiten Kreis von Interessenten zur Verfügung zu stellen.

5. Ausblick

Durch die stürmischen Entwicklungen bei Sensoren sowie in der Datenübertragung wird die Erwartung genährt, daß die Fernerkundung (zunehmend auch mit dem Begriff „Erdbeobachtung“ bezeichnet) vermehrt aus der wissenschaftlichen Erforschung ihrer Möglichkeiten in die Anwendung übergeht. Laut Aussagen des CEO-Teams in Ispra bestehen europaweit heute etwa 5.000 Arbeitsplätze in der Nutzung von Fernerkundungsdaten, wobei der Betrieb der Einrichtungen zur Verarbeitung und Archivierung der Satellitendaten mitgezählt wird, nicht aber der Bau und Betrieb der Satelliten und Sensoren, und auch nicht die Personen, welche bei Anwendern die Auftraggeber für Erdbeobachtungsprojekte darstellen. Österreich mit etwa 2,5% der Einwohnerzahl der EU-Länder müßte daher einen Anteil von etwa 125 Arbeitsplätzen haben; in Wirklichkeit sind es aber nur 25 Arbeitsplätze, großteils an Universitäten und im öffentlichen Forschungsbereich (Leberl und Kalliany, 1995).

Österreich zählt somit in der Erdbeobachtung zu den inaktiven Ländern der EU. Dies hat auch dazu geführt, daß in der lebhaften Entwicklung innerhalb der EU zum Aufbau eines Center for Earth Observation die Teilnahme österreichischer Firmen und Universitäten enttäuscht und Österreich derzeit mit seinen EU-Beiträgen die Forschung im europäischen Ausland mitfinanziert.

Um hier einen Umschwung herbeizuführen, wurde die Projektinitiative MISSION und der ministerielle Forschungs-Leitschwerpunkt „Erdbeobachtung“ ins Leben gerufen. Basierend auf den demnächst zur Verfügung stehenden hochauflösenden Satelliten und neuen Kommunika-

tionsmitteln ist zu hoffen und zu erwarten, daß sich die Erdbeobachtung aus dem Weltraum in Zukunft als wertvolle Informationsquelle für österreichische Umweltexperten und gewissen-schaftliche Anwender etablieren wird.

Dank

Wir danken für die finanzielle Unterstützung unserer Fernerkundungsarbeiten durch das Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst. Zusätzlich ermöglicht uns das Weltraumforschungsprogramm der Akademie der Wissenschaften die Zusammenarbeit mit der Gruppe von Univ.-Doz. H. Rott an der Universität Innsbruck, woraus sich viele wertvolle Anregungen zur Nutzung der Fernerkundung ergeben.

Literatur

- [1] *Almer A.* (1996): Höhenmodell und Bildkartenerstellung aus MOMS-02 Satellitenbilddaten, VGI 1/96, in print.
- [2] *CEO* (1995): WWW-Dokument <http://www.ceo.org/>
- [3] *CEOS* (1994): 1994 CEOS-Dossier, Volume A: Satellite Mis-sions. Veröffentlicht durch die ESA, Paris.

- [4] *Earth Watch* (1995): Firmenprospekt, zu erhalten von Earth Watch Inc., 1900 Pike Rd., Longmont, CO 80501, USA. Tel. (303) 682 3800
- [5] *EWSE* (1995): WWW-Adresse <http://ewse.ceo.org/>
- [6] *Klostius W., R. Kostka, W. Sulzer* (1994): Das KFA-3000 Bild als kostengünstige Datenquelle bei Aufgaben in der Regionalplanung. VGI 3/94, pp. 213–219.
- [7] *Leberl F., R. Kalliany* (1995): Satellite Remote Sensing in Austria and the European Center for Earth Observation. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation, 83. Jahrgang 1995, Heft 1+2/1995, pp. 37–47.
- [8] *Space Imaging* (1995): Firmenprospekt. Space Imaging Inc., 9351 Grant Str., Suite 500, Thornton, CO 80229-0939, USA. Tel. (303) 254 2000, Fax (303) 254 2210. WWW-Adresse: <http://www.spaceimage.com/>

Anschrift der Autoren:

o.Univ.-Prof. Franz Leberl, Dipl.-Ing. Rainer Kalliany, Institut für Computerunterstützte Geometrie und Graphik, Technische Universität Graz, A-8010 Graz, e-Mail leberl@icg.tu-graz.ac.at



Erdbeobachtungssatelliten: Systeme, Daten, Datenverfügbarkeit, Datenzugriff, Kosten

Lothar Beckel, Salzburg

Zusammenfassung

Seit 1972, dem Jahr als der erste Erdbeobachtungssatellit der amerikanischen Landsat-Reihe in die Erdumlaufbahn gebracht wurde, schreitet die Entwicklung der Satellitentechnologie mit großen Schritten voran. Verschiedene optische Satelliten folgten, wobei die französische SPOT-Serie eine der wichtigsten darstellt. Seit Beginn dieses Jahrzehnts liefern europäische Satelliten (ERS) auch Radardaten, dieses Jahr folgten die Kanadier ebenfalls mit einem Radarsatelliten. Das Angebot an Satellitenbilddaten wächst somit laufend und zukünftige Neuentwicklungen versprechen Daten mit hoher Bodenauflösung und erweiterten spektralen Eigenschaften. Die Kosten für diese Daten variieren je nach Satellitensystem, Auflösung und Verarbeitungsstufe. Manche Betreiber bieten besondere Aktionen für Archivdaten und Forschungsanwendungen.

Um den Entwicklungen in der Erdbeobachtung Rechnung zu tragen wurde das Österreichische Fernerkundungs-Datenzentrum in Salzburg gegründet. Das Hochschulforschungsinstitut des Techno-Z Salzburg Research Vereines agiert einerseits als Servicestelle für Information, Beratung bei der Datenauswahl und Bestelldurchführung – in seiner Funktion als österreichischen Distributor für alle wichtigen zivilen Erdbeobachtungssysteme – und andererseits als Forschungsinstitut für die Verteilung und Anwendung von Satellitenbilddaten.

Abstract

Since 1972, the year of the launch of the first American Earth Observation Satellite „Landsat“, the development of the satellite technology is advancing rapidly. Various optical satellite systems followed Landsat, from which the SPOT-Series is probably the most important. Since the 1990s the European Satellite „ERS“ is providing the user community with radar data, this year the Canadians followed with „RadarSat“. There is currently a wide range of different data available and already planned future developments promise advances in ground resolution and spectral information. The cost of data varies with ground resolution, spectral information and processing level. Some suppliers offer special prices for archived data and research applications.

To meet the developments in the Earth Observation industry the Austrian Remote Sensing Data Center (OFD) was founded this year in Salzburg. The research institute of the Techno-Z Salzburg Research Association supports the user community with information, data search and support during the order process, acting as the Austrian distributor for all major civil Earth Observation systems.

1. Österreichisches Fernerkundungs-Datenzentrum

Erdebeobachtungsdaten von Satelliten finden immer stärkeren Einsatz in Wissenschaft, Verwaltung und Wirtschaft. Das Angebot an Standardprodukten wächst laufend, neben Satellitendaten steht eine Vielzahl vorverarbeiteter Produkte für einen großen Anwenderkreis zur Verfügung. Um die potentiellen Nutzer von Fernerkundungsdaten umfassender beraten und schneller bedienen zu können, hat der Techno-Z Salzburg Research Verein in Zusammenarbeit mit Geospace – der bisherigen Vertriebsstelle für Fernerkundungsdaten in Österreich – das Hochschulforschungsinstitut „Österreichisches Fernerkundungs-Datenzentrum (OFD)“ gegründet. Die Aufgabe des Datenzentrums ist es, allen österreichischen Nutzern von Satellitenbilddaten Informations- und Serviceleistungen zu Verfügung zu stellen. Folgende Leistungen werden vom OFD angeboten:

- Suche nach den geeigneten Satellitenbilddaten für die Anwender in Datenbanken und Archiven, Bestellung von Quicklooks (kleine Abbildungen der gesamten Szene)
- Einleitung der Programmierung von Satelliten für spezielle Aufnahmen (SPOT, RadarSat)
- Beratung bei der Auswahl der Daten und Datenbestellung.

Im folgenden soll ein kurzer Überblick über die wichtigsten Erdebeobachtungssysteme, die Eigenschaften der Daten sowie deren Kosten und Verfügbarkeit gegeben werden.

2. Satellitensysteme, Daten, Kosten

2.1. Optische Sensoren

2.1.1. Landsat

Der erste Satellit der amerikanischen Landsat-Reihe wurde 1972 in die Erdumlaufbahn befördert. Landsat 5 kreist zur Zeit in 705 km Höhe in ca. 100 Minuten um die Erde. Die gesamte Erdoberfläche wird in 16 Tagen aufgenommen, d.h. der Satellit erreicht einen Wiederholungsrythmus für ein bestimmtes Gebiet von sechzehn Tagen. Landsat 5 ist mit zwei optischen Sensoren ausgestattet:

- der Multispectral Scanner (MSS) liefert Daten in vier Spektralkanälen
- der Thematic Mapper (TM) liefert Daten in sieben Spektralkanälen.

TM-Daten sind in ganzen Szenen oder als Teilszenen erhältlich (full scene, quarter scene, mini scene)

	Landsat MSS	Landsat TM
Bodenauflösung	80 m	30 m
Grösse einer Szene	183 × 183 km	183 × 183 km
Spektrale Eigenschaften	4 spektrale Kanäle	7 spektrale Kanäle
Kosten	von U\$ 200 (für ältere Archivdaten) bis U\$ 600 (full scene)	von U\$ 800 (mini scene, time series) bis U\$ 3500 (full scene)
Quicklook	ECU 20 (ca. öS 270,-)	ECU 20 (ca. öS 270,-)
Datenträger	Film, Exabyte, CD-ROM, CCT	Film, Exabyte, CD-ROM, CCT

Anwendungsbereiche:

Durch ihre spektralen Eigenschaften sind Landsat-TM Daten besonders für die Erhebung der Landnutzung, Klassifizierungen der Bodenbedeckung, für forstwirtschaftliche und umweltbezogene Studien sowie für Planung und Kontrolle im Bereich Ressourcenmanagement geeignet. Landsat MSS Daten sind eine kostengünstige Variante mit geringerer Bodenauflösung und spektralen Eigenschaften.

Limitationen:

Der optische Sensor kann die Wolkendecke nicht durchdringen, limitierte Bodenauflösung

Angebote:

Landsat bietet immer wieder Aktionen mit archivierten Daten. Zusätzlich gibt es attraktive Vergünstigungen für Zeitreihen.

2.1.2. SPOT

Der erste französische Satellit SPOT-1 wurde 1986 in die Erdumlaufbahn gebracht (ca. 830 km). 1990 folgte SPOT-2 und 1993 SPOT-3, SPOT-4 ist für 1997 geplant.

SPOT-2 und 3 verfügen über zwei optische Sensoren, einen multispektralen (3 Kanäle) und einen panchromatischen (1 Kanal – Schwarz/Weiß Aufnahmen) und nehmen die gesamte Erdoberfläche in 26 Tagen auf. Durch die Möglichkeit die Sensoren der beiden Satelliten bis zu 35° seitlich auszuschnwenken kann eine Wiederholungsrate der Aufnahmen von bis zu 3 Tagen erreicht werden.

Besonderheiten des französischen Satelliten sind:

- die Möglichkeit die Satelliten zu programmieren
- die Möglichkeit Stereoaufnahmen herzustellen

SPOT bietet eine Vielzahl verarbeiteter Produkte, wobei die SPOTView Produktreihe besonders hervorzuheben sind. SPOT Szenen werden geokorrigiert und in eine Kartenprojektion gebracht. Dieses Produkt ist besonders für den direkten Einsatz in Geographischen Informationssystemen geeignet.

	SPOT Multispektral	SPOT Panchromatisch
Bodenauflösung	20 m	10 m
Größe einer Szene	60 km x 60 km	60 km x 60 km
Spektrale Eigenschaften	3 spektrale Kanäle visible + infrarot	1 panchromatischer Kanal
Kosten	ab FF 13 300,-	ab FF 17 200,-
Quicklook	kostenlos	kostenlos
Datenträger	Film, CD-ROM, CCT	Film, CD-ROM, CCT

Anwendungsgebiete:

Anwendungen im Bereich der Landnutzung, Raumplanung, Kartographie, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Umweltstudien, Ressourcenmanagement, etc.

Limitationen:

Wolkenbedeckung

Angebote:

- Vergünstigungen für Archivdaten
- Vergünstigungen für Multi-User (mehrere Anwender bestellen die gleiche Szene)

2.1.3. Russische Daten

Auf der russischen Raumstation MIR werden optische Kameras mitgeführt, die photographische Aufnahmen der Erdoberfläche liefern. Die Filme werden mit dem Shuttle „SOYUZ“ zur Erde gebracht und die Aufnahmen können in Form von Filmen oder gescannt als digitale Daten bezogen werden. Die Besonderheit dieser Daten sind ihre hohe Auflösung. KFA 1000, MK 4 und KATE 200 nehmen mit einer Überlappung von 60% auf und eignen sich somit zur Stereoauswertung (Digitale Geländemodelle).

	KFA 1000	KFA 3000	KVR 1000	MK 4	KATE 200
Bodenauflösung	5 m	2 m	2 m	8 m	20 m
Größe der Szene	120 km x 120 km	21 km x 21 km	40 km x 40 km	170 x 170 km	225 x 225 km
Kosten	ab U\$ 1800 (Film)	ab U\$ 4000	ab U\$ 3000 (Film)	ab U\$ 4500	ab U\$ 2400
Spektrale Auflösung	1 pan., 2 spektr. Kanäle	1 panchr. Kanal	1 panchr. Kanal	4 spektr. Kanäle	3 spektrale Kanäle
Quicklook	nein	nein	nein	nein	nein
Datenträger	Film, Exabyte	Film, Exabyte	Film, Exabyte	Film, Exabyte	Film, Exabyte

Anwendungsgebiet:

Durch die hohe Bodenauflösung sind diese Daten besonders für Anwendungen in der Raumplanung und Kartographie, wo eine höhere Detaillierbarkeit gefordert ist, sehr gut geeignet.

Limitationen:

Im Gegensatz zu den Satelliten nehmen die russischen Kameras nicht kontinuierlich die Erdoberfläche komplett auf. Dadurch sind die Daten nicht für alle Gebiete laufend verfügbar.

2.2. Radardaten

Radarsatelliten unterscheiden sich von Satelliten mit optischen Sensoren dadurch, daß sie nicht die Sonnenlichtreflektion der Erdoberfläche (passiv) aufnehmen, sondern (aktiv) Mikrowellen aussenden und deren Rückstrahlung von der Erdoberfläche aufzeichnen. Radarstrahlen durchdringen die Wolkendecke und sind sonnenlichtunabhängig. Besonders für Gebiete mit häufiger Wolkenbedeckung oder geringerer Beleuchtung (Polargebiete) stellen daher die Aufnahmen des Radarsatelliten eine Ergänzung zu den Aufnahmen der optischen Sensoren dar.

Anwendungsbereiche:

- Besonders geeignet für Meeres- und Eisstudien
- Komplementär zu optischen Daten für Landnutzungskartierungen in Gebieten mit hoher Wolkenbedeckung
- Erstellung von Höhenmodellen (Interferometrie)

Limitationen:

- Software für Verarbeitung der Daten teilweise noch nicht ausgereift
- Starke Beeinflussung durch topographische Effekte (Geometrie Probleme)
- Beeinträchtigung der Bildinformation durch „Rauschen“ im Radar (Filteranwendung notwendig)

2.2.1. European Remote Sensing Satellite (ERS)

Der europäische Satellit ERS-1 (hergestellt und betrieben durch die Europäische Weltraumagentur – ESA) wurde Mitte 1991 in einer Höhe von 780 km in die Erdumlaufbahn gebracht. 1995 folgte der zweite Satellit – ERS-2.

	ERS
Bodenauflösung	30 m
Grösse einer Szene	100 x 100 km
Kosten	ab ECU 900 (ca. öS 12.000,- für kommerzielle Zwecke), günstige Angebote für Forscher (ca. – 50 %)
Quicklook	nein
Datenträger	Film, CD-ROM, Exabyte, CCT

2.2.2. RadarSat

Der kanadische Satellit wurde Anfang November 1995 in einer Höhe von ca. 800 km in die Erdumlaufbahn gebracht. Der kanadische Radarsatellit nimmt die gesamte Erdoberfläche in ca. 24 Tagen auf. Eine Besonderheit dieses Satelliten besteht in den verschiedenen Aufnahmewinkeln und Auflösungen. Dadurch entstehen eine Vielzahl von Produkten, die den jeweiligen Kundenbedürfnissen angepasst sind. Im Unterschied zu bestehenden Radarsatelliten ermöglicht RADARSAT die Aufnahme eines Gebietes unter mehreren Aufnahmewinkeln. Dies bietet zusätzliche Information über Oberflächenstrukturen. Weiters besteht die Möglichkeit den Satelliten programmieren zu lassen.

	Radarsat
Bodenauflösung	10 m – 100 m
Grösse einer Szene	50 x 50 km bis 500 x 500 km
Kosten	ab US\$ 3000,-
Quicklook	nein
Datenträger	Film, CD-ROM, CCT

3. Datenverfügbarkeit, Datenzugriff

3.1. Verfügbare Datenarten

Satellitenbilddaten werden in verschiedenen Verarbeitungsstufen angeboten. Die wichtigsten sind:

1. Rohdaten
2. Korrigierte Daten (Systemkorrigiert)
3. Geokodiert und kartographische Projektion ohne Paßpunkte
4. Geokodiert, kartographische Projektion mit Paßpunkten
5. Geokodiert, kartographische Projektion mit Paßpunkten, Digitales Geländemodell (Orthophotos)

6. Kartographische Produkte (Karten, Atlanten in naturnahen Farben, SPOTView-Produkte)

7. Klassifizierte Daten – Thematische Karten (Landnutzungsklassifizierung, Waldmaske, etc.)

Je nach Verarbeitungsstufe erhöhen sich die Kosten für die Satellitenbilddaten.

3.2. Datenzugriff

Daten können direkt beim Satellitenbetreiber oder via Datenbanken online abgefragt werden. Für manche Datenbanken benötigt man eine Zutrittsgenehmigung, die auch mit Kosten verbunden ist. Das Österreichische Fernerkundungs-Datenzentrum ist offizieller österreichischer Distributor Eurimage und EOSAT (Landsat, JERS, Resurs, etc.), SPOT, ESA-Earthnet (ERS), RadarSat und Worldmap (Russische Daten) und führt als Serviceleistung Abfragen und Bestellungen für Interessenten durch. Der Ablauf der Datenbestellung erfolgt in folgenden Schritten:

1. Anfrage des Interessenten mit Angaben über: Gebiet (geographische Koordinaten), Anwendungsbereich, Datenart (Bodenauflösung, spektrale Information), Aufnahmezeitpunkt, Wolkenbedeckung, Quicklook ja/nein, Verarbeitungsstufe der Daten
2. Mit Hilfe dieser Angaben erfolgt Datenabfrage online oder via Fax
3. Information des Interessenten über verfügbare Daten (event. mit Quicklook)
4. Wenn sich Interessent für Daten entscheidet führt OFD Bestellung durch
5. Versand der Daten an Interessenten

4. Ausblick

Wir stehen erst am Beginn der Entwicklung der Erdbeobachtungstechnologie. Alle Satellitenbetreiber planen und konstruieren bereits neue Systeme, die verbesserte Auflösungen und spektrale Eigenschaften bieten werden und eine Verfügbarkeit von Daten bis über das Jahr 2000 hinaus garantieren sollen. Hinzu kommen nun auch eine Reihe von kommerziellen Konsortien (z.B. in den USA), die besonders hochauflösende Satellitenbilddaten in Aussicht stellen. Mit all diesen Entwicklungen werden Satellitenbilddaten bald ein fester Bestandteil für Planung und Kontrolle von Aktivitäten in Raumplanung, Land- u. Forstwirtschaft, Umweltmonitoring und Ressourcenmanagement sein.

Anschrift des Autors:

Dr. Lothar Beckel, Österreichisches Fernerkundungs-Datenzentrum Techno-Z, Jakob-Haringer-Straße 1, 5020 Salzburg, Tel.: 0662-458506, Fax: 0662-458115, e-mail: satdata@ofd.ac.at



Das Potential russischer Weltraumphotographien für verschiedene Anwendungen

Karl Kraus, Adele Sindhuber, Wien

Zusammenfassung

In diesem Beitrag werden die wichtigsten russischen Weltraumphotographien vorgestellt. Besonderes Augenmerk wird den KFA-3000-Aufnahmen mit einer Detailerkennbarkeit von 2 m geschenkt. Der Orientierung dieser Photographien ist ein eigenständiges Kapitel gewidmet. Als Alternative zur digitalen Auswertung wird die analoge Auswertung mittels Monoplotting vorgeschlagen. Zum Schluß werden mehrere Anwendungsbeispiele erläutert, wobei das Monitoring der Kulturlandschaften besonders herausgestellt wird.

Abstract

The most important Russian spacephotographs are presented. Special emphasis is laid on the KFA-3000 photographs because of their high spatial resolution of 2 m. One Chapter is dedicated to the orientation of these photographs. The analogue monoplotting technique is proposed as an alternative to digital plotting. The article concludes with the description of several practical examples, drawing attention to the monitoring of cultural landscapes.

1. Russische Weltraumphotographien

Die russischen Weltraumphotographien werden teilweise von der bemannten Weltraumstation MIR, die in einer Höhe von etwa 400 km fliegt, und teilweise von den unbemannten Satelliten RESURS sowie KOSMOS, die in einer Höhe von etwa 250 km fliegen, aufgenommen. Die Details über diese Photographien können der Tabelle 1 entnommen werden. Zusätzlich wird auf einschlägige Literatur verwiesen (Klostius et al. 1994, und dort zitierte Literatur).

Die Qualität der besten russischen Weltraumphotographien, der KFA-3000-Bilder, zeigt Abbildung 1. Hinsichtlich der geometrischen Auflösung sind die KFA-3000-Bilder das beste Fernerkundungsmaterial, das gegenwärtig lieferbar ist. Es wird offiziell kolportiert, daß die in der Hand der Russen sich befindlichen Originalbilder sogar eine Detailerkennbarkeit von 30 cm besitzen.

Die am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung (I.P.F.) der TU Wien vorhandenen russischen Weltraumaufnahmen sind aus der

Plattform	AUSTRO-MIR	RESURS-F1	KOSMOS	RESURS
Flughöhe	400 km	270 km	220 km	240 km
Kamera	KFA-1000	KFA-1000	KWR-1000	KFA-3000
Brennweite	1000 mm	1000 mm	1000 mm	3000 mm
Bildmaßstab	1:400 000	1:270 000	1:220 000	1:80 000
Format	30x30 cm ² 120x120 km ²	30x30 cm ² 80x80 km ²	18x18 cm ² 40x40 km ²	30x30 cm ² 24x24 km ²
Film	2-schichtig 560–810 nm	pan+ 2-schichtig 570–800 nm	pan+2-schichtig 560–800 nm	pan 570–710 nm
geom. Auflösung (Original)			280 lp/mm 1.3 lp/m	260 lp/mm 3.3 lp/m
geom. Auflösung (verfügbar)	8 m Pixel	5–12 m Pixel	2–3 m Pixel	2 m Pixel

Tab. 1: Übersicht über die wichtigsten hochauflösenden russischen Weltraumaufnahmen

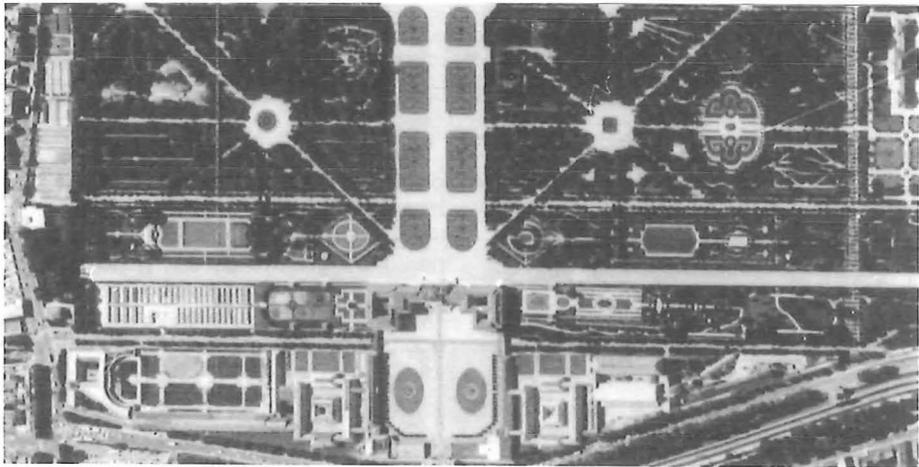
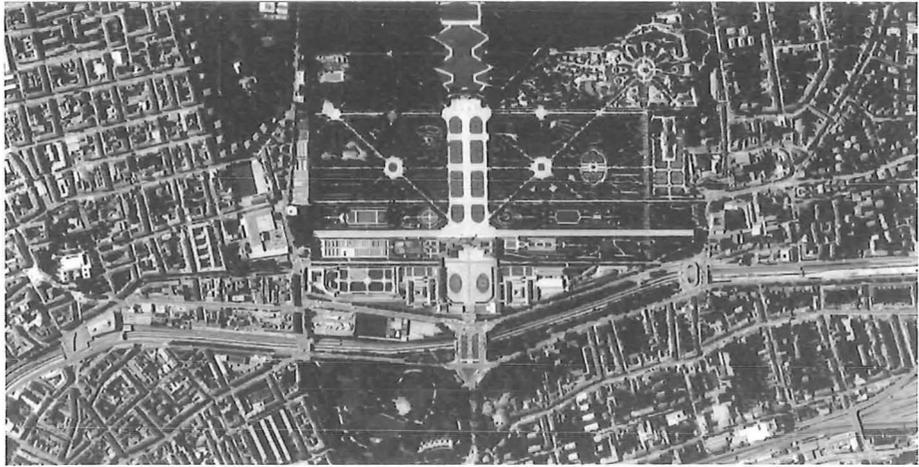


Abb. 1: Russische KFA-3000-Photographie.

Oben: 5-fache Vergrößerung, das entspricht einem Maßstab von etwa 1:16 000

Mitte: 10-fache Vergrößerung, das entspricht einem Maßstab von etwa 1:8 000

Unten: 20-fache Vergrößerung, das entspricht einem Maßstab von etwa 1:4 000

Abbildung 2 ersichtlich. Der größte Bildbestand stammt aus dem bekannten AUSTROMIR-Projekt (Kalliany, 1992). Photographien in vergleichbarer Qualität gibt es außerdem im Westen Österreichs von einem Flug der Europäischen Weltraumbehörde ESA (Fritze et al. 1985), an dem das I.P.F. als Experimentator beteiligt war.

In diesem Zusammenhang ist noch folgende Ankündigung der USA interessant (McDonald 1995): Ab Juli 1996 stehen die amerikanischen Weltraumphotographien aus den Zeiten des Kalten Krieges der Öffentlichkeit zur Verfügung. Es sind etwa 800 000 Schwarzweiß-Bilder aus den Jahren 1960 bis 1972 mit einer Detaillierbarkeit von etwa 2 m.

2. Weltraumphotographie vice versa Luft- raumphotographie

Die hohe Qualität der Weltraumphotographie macht eine Abgrenzung zur „Lufttraum-“Photographie erforderlich. Zu diesem Thema können folgende Aussagen gemacht werden:

- Die großmaßstäbige Weltraumphotographie kann die kleinmaßstäbige Lufttraumphotographie ersetzen.
- Die Weltraumaufnahmen sind homogener als Luftaufnahmen (kurze Aufnahmezeiten, große Geländeausschnitte auf einem Bild etc.)
- Weltraumphotographien sind – auf die erfaßte Geländefläche bezogen – preisgünstiger als Lufttraumphotographien.
- Weltraumphotographien gibt es nur sporadisch.
- Die Photographie wird im Weltraum in den nächsten Jahren von anderen Sensoren abgelöst werden.
- Die Photographie wird im Flugzeug noch lange nicht von anderen Sensoren abgelöst werden.

3. Adäquate Auswertemethoden für Welt- raumphotographien

Im Zeitalter der digitalen Bildverarbeitung ist man geneigt, die (analoge) Weltraumphotographien zu digitalisieren und die Auswertung digital fortzusetzen. Folgende Überlegungen zeigen aber, daß die digitale Auswertung nicht immer adäquat ist. Die gegenwärtig verfügbaren Photo-Scanner erreichen – bei beachtlichen Zu-

KFA-1000 (h=400km)
 KFA-1000 - - - - (h=270km)
 KFA-3000 ————
 KWR-1000 ————

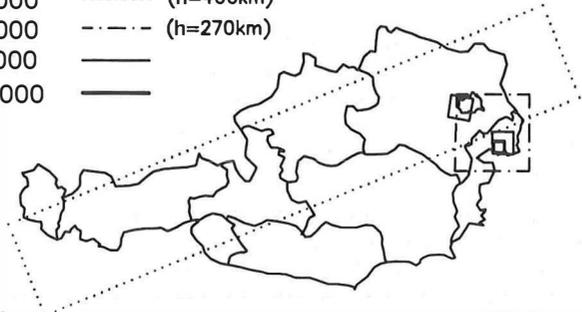


Abb. 2: Übersicht über die am I.P.F. befindlichen russischen Weltraumaufnahmen

geständnissen an die radiometrische Qualität – bestenfalls eine Pixelgröße von 7.5 µm, das entspricht – unter Beachtung des Abstatttheorems (Kraus 1994) – 50 lp/mm. Wie aus der Tabelle 1 ersichtlich ist, haben zumindest die Original-Weltraumphotographien eine wesentlich bessere geometrische Auflösung. Eine Digitalisierung ist deshalb mit einem Informationsverlust verbunden. Trotzdem wird man – vor allem dann, wenn die entzerrten Weltraumphotographien in ein Geo-Informationssystem zu übernehmen sind – digital arbeiten.

Will man keinen Informationsverlust in Kauf nehmen, ist eine analoge Auswertemethode zu wählen. Das menschliche Auge kann in der deutlichen Sehweite noch zwei Punkte voneinander unterscheiden, die 40 µm voneinander entfernt sind (Kraus 1994). Benutzt man eine Betrachtungsoptik mit einer 30-fachen Vergrößerung, die von den photogrammetrischen Geräteherstellern angeboten wird, so können noch Punkte im Film voneinander unterschieden werden, die nur einen Abstand von 1.3 µm besitzen. Mit dieser Sehschärfe können wir die in einem Welt-raumbild enthaltene Information vollständig nutzen. Das Interpretationsergebnis wird in Form von Bildkoordinaten und entsprechenden Codierungen fixiert.

Die auf diese Weise mit Bildkoordinaten festgelegten Punkte und Linien können mittels Monoplotting (Kraus 1994) ins Landeskoordinatensystem überführt werden. Die hohe Qualität dieser computergestützten analogen Auswertetechnik wurde anhand eines praktischen Beispiels am I.P.F. nachgewiesen (Hauenschild 1995).

Bisher blieb die Frage des mathematischen Zusammenhanges zwischen den Bildkoordinaten und den Landeskoordinaten offen. Die hohe geometrische Auflösung und die verhältnismäßig großen Bildneigungen – wie wir noch sehen werden – erfordern eine mathematische Formulie-

rung mit Hilfe der Gleichungen der Zentralprojektion, wobei die Erdkrümmung und die Verzerrungen des Landeskoordinatensystems ebenfalls streng zu berücksichtigen sind (Kraus 1990). Vor kurzem wurde am I.P.F. von David Heitzinger mit dem Bündelausgleichungsprogramm ORIENT (Kager 1989) einschlägige Berechnungen vorgenommen.

Es handelte sich um die KFA-3000-Aufnahme Nr. 3680 vom August 1993; Abbildung 1 zeigt davon kleine Ausschnitte. Die Photographie wurde mit dem Zeiss/Intergraph-Scanner PS1 mit 15 μm (1.2 m) digitalisiert. Bei diesem Gerät muß man sich mit einem Ausschnitt von 23 \times 23 cm^2 begnügen. Die Kamerakonstante war bekannt (2987.46 mm), die Lage des Bildhauptpunktes nicht (vor allem deshalb nicht, weil am PS1 nicht das gesamte Format von 30 \times 30 cm^2 digitalisiert werden kann). Orbitinformationen lagen nicht vor. Das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen hat dankenswerterweise Orthophotos 1:10 000 für die Entnahme von 52 Paßpunkten zur Verfügung gestellt. Die dazu erforderlichen Höhen wurden dem Geländehöhenmodell des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen entnommen.

Wegen des schmalen Öffnungswinkels der KFA-3000-Photographien und – im Verhältnis zur Flughöhe von 240 km – der geringen Unterschiede der Paßpunkthöhen sind die beiden Koordinaten des Bildhauptpunktes und die Elemente der äußeren Orientierung miteinander stark korreliert. Es ist daher nicht überraschend, daß bei der Lösung des Normalgleichungssystems zunächst Singularitäten aufgetreten sind. Mit folgenden a-priori-Genauigkeitsvorgaben konnte die Ausgleichung erfolgreich durchgeführt werden:

Bildkoordinaten	σ_{xy}	= ± 1 Pixel
Landeskoordinaten	σ_{XY}	= ± 5 m
	σ_Z	= ± 15 m
Innere Orientierung	$\sigma_{x_0y_0}$	= ± 100 Pixel
	σ_c	= ± 1 Pixel

Die entsprechenden a-posteriori-Werte lauten:

Bildkoordinaten	σ_{xy}	= ± 0.97 Pixel
Landeskoordinaten	σ_X	= ± 2.2 m
	σ_Y	= ± 1.3 m
	σ_Z	= ± 8.0 m
Innere Orientierung	σ_{x_0}	= ± 68.9 Pixel
	σ_{y_0}	= ± 62.8 Pixel
	σ_c	= ± 0.6 Pixel

Die Bildneigungen ergaben sich zu: $\omega = 3.77 \pm 0.037$ gon und $\phi = -15.35 \pm 0.049$ gon.

Dieses Ergebnis überraschte, denn man ging ursprünglich von genäherten Senkrechtaufnah-

men aus. Außerdem war überraschend, daß zusätzliche Parameter für die Modellierung der Objektivverzerrung keine Signifikanz aufwiesen. Diese KFA-3000-Photographie konnte also – eventuell wegen des (verkleinerten) Bildausschnittes – ohne Verzeichnungskorrektur ausgewertet werden.

4. Anwendungsbeispiele

Über die Anwendung der russischen Weltraumphotographien für Fragen der Raumplanung wurde in dieser Zeitschrift bereits berichtet (Klostius et al. 1994). Am I.P.F. werden seit längerem russische Weltraumphotographien für die Nationalparkplanung „Neusiedler See“ eingesetzt (Csaplovics et al. 1996). Die AUSTROMIR-Photographien wurden von Prof. Dr. Seger, Universität Klagenfurt und Prof. Dr. Buchroithner, TU Dresden, für verschiedene geographische und kartographische Problemstellungen genutzt.

Die im Mittelpunkt dieses Beitrages stehende KFA-3000-Aufnahme vom August 1993 wurde – in Kooperation mit der Niederösterreichischen Landesforstdirektion – für Kartierungen der inneren und äußeren Waldgrenzen im Wienerwald verwendet (Hauenschild 1995). Dabei konnte problemlos eine Kartierungsgenauigkeit eingehalten werden, die innerhalb der etwa ± 3 m großen Definitionsunsicherheit von solchen Waldgrenzen liegt. Diese guten Ergebnisse lassen hoffen, daß man auch die digitalen topographischen Datenbestände mittlerer Maßstäbe mit Hilfe von Weltraumphotographien ökonomisch aktualisieren kann. Für diese Anwendung findet man bereits einschlägige Literatur (z.B. Konecny 1994).

5. Schlußbemerkungen

Der Vortrag, dem dieses Manuskript zugrunde lag, wurde bei der Informationsveranstaltung „Erdbeobachtung für Umweltfragen“ gehalten. Dabei war auch der Zusammenhang zum Forschungsschwerpunkt „Kulturlandschaft“ herzustellen, der vom Bundeskanzleramt und von mehreren Ministerium gefördert wird (Smoliner 1995). In dieser Veröffentlichung findet man folgende Definition der Kulturlandschaft: „Kulturlandschaft ist ein von Menschen als Einheit wahrgenommenes räumliches Wirkungsgefüge von natürlichen Gegebenheiten und menschlichen Einwirkungen. Kulturlandschaften entwickeln und verändern sich über die Zeit als Ergebnis des Zusammenwirkens sozioökonomischer, kultureller und naturräumlicher Faktoren“.

Aus der Sicht der Photogrammetrie und Fernerkundung kann darauf folgende Antwort gegeben werden:

- Die Weltraum- und Luftraumphotographien sind ein objektives Dokument des räumlichen Wirkungsgefüges von natürlichen Gegebenheiten und menschlichen Einwirkungen.
- Die Entwicklung und Veränderung der Kulturlandschaften über die Zeit können aus den in die Vergangenheit zurückgehenden Zeitreihen der Weltraum- und Luftraumphotographien entnommen werden.
- Die Analyse der Weltraum- und Luftraumphotographien liefert – gemeinsam mit anderen Informationen – das Zusammenwirken der sozioökonomischen, kulturellen und naturräumlichen Faktoren.

Literatur

- [1] Csaplovics, E., Herbig, U., Sindhuber, A.: High-Resolution Space Photography for Landuse Interpretation and Thematic Update of Large-Scale Orthophotos. International Archives for Photogrammetry and Remote Sensing, Vienna, 1996, im Druck.
- [2] Fritze, G., Jansa, J., Kraus, K.: Orthophotos und Stereorthophotos aus metrischen Weltraumaufnahmen. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Photogrammetrie 73, S. 159-174, 1985.

- [3] Hauenschild, M.: Waldgrenzenerhebung mittels einer KFA-3000-Aufnahme im Raum Wienerwald. Diplomarbeit am I.P.F., 1995.
- [4] Kager, H.: ORIENT. A Universal Photogrammetric Adjustment System. In Grün/Kahmen (Editors): Optical 3-D Measurement Techniques, Wichmann Verlag, Karlsruhe, S. 447-455, 1989.
- [5] Kalliany, R.: Das Fernerkundungs-Experiment FEM während des Österreichisch-Sowjetischen Raumfluges AU-STRUMIR. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Photogrammetrie 80, S. 3-19, 1992.
- [6] Klostius, W., Kostka, R., Sulzer, W.: Das KFA-3000 Bild als kostengünstige Datenquelle bei Aufgaben der regionalen Planung. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation 82, S. 213-218, 1994.
- [7] Konecny, G.: Current Status and Future Possibilities for Topographic Mapping from Space. EARSeL Workshop, pp. 378-394, Göteborg, 1994.
- [8] Kraus, K. mit Beiträgen von J. Jansa und W. Schneider: Fernerkundung. Band 2. Dümmler Verlag, Bonn, 1990.
- [9] Kraus, K. mit Beiträgen von P. Waldhäusl: Photogrammetrie. Band 1. Dümmler Verlag, Bonn, 1994.
- [10] McDonald, R.A.: Opening the Cold War Sky to the Public: Declassifying Satellite Reconnaissance Imagery. PE&RS 61, No.4, pp. 385-390, 1995.
- [11] Smoliner, Ch.: Forschungsschwerpunkt Kulturlandschaft. Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst, 1995.

Anschrift der Autoren:

o. Univ.-Prof. Dr. Karl Kraus, Dipl.-Ing. Adele Sindhuber, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU Wien, Gußhausstr. 27-29, 1040 Wien.



Höhenmodell- und Bildkartenerstellung aus MOMS-02 Satellitendaten

Alexander Almer, Birgit Waldeleben, Hannes Raggam, Graz

Zusammenfassung

Im Rahmen eines Projektes des Institutes für Allgemeine und Angewandte Geologie der Universität München (AGF) standen MOMS-02 Satellitenbilddaten für ein Studiengebiet in Mexiko zur Verfügung. Projektziel sind hydrologische und geologische Auswertungen vom definierten Studiengebiet. Die Ableitung eines digitalen Höhenmodells, sowie einer aktuellen Satellitenbildkarte am Institut für Digitale Bildverarbeitung der Joanneum Research Forschungsgesellschaft stellen eine Grundlage für weitere projektspezifische Auswertungen im Studiengebiet dar.

Abstract

Within the framework of a project of the Institute for General and Applied Geology of the University of Munich, satellite images acquired by the MOMS sensor are available from a study area in Mexico. The project goals are the hydrological and geological evaluation of a predefined test area. The generation of a digital elevation model and an up-to-date satellite image map by the Institute of Digital Image Processing of the Joanneum Research Forschungsgesellschaft will be the basis for further evaluation within the project study region.

1. Das Aufnahmesystem MOMS-02

Satellitenbilddaufnahmen sind die Grundlage für Arbeiten auf verschiedenen Gebieten, wie z.B. Kartographie, Meteorologie, Umweltforschung,

Geologie, Land- und Forstwirtschaft. Sie bieten eine kostengünstige und effektive Möglichkeit zur Herstellung und Nachführung von Kartengrundlagen, sowie zur Ableitung eines digitalen Höhenmodells (DHM). Seit 1972, dem Beginn

der Erderkundung mit dem Satelliten Landsat, wird eine Weiterentwicklung der Aufnahmesysteme verfolgt. Ein deutscher Beitrag ist der opto-elektronischer Zeilenabaster MOMS-02, welcher in einem zehntägigen Space Shuttle Flug vom 26.4.–6.5.1993 eingesetzt wurde.

Die MOMS-02 Kamera besteht aus einem Stereo-Modul mit drei panchromatischen Kanälen und einem Multispektral-Modul mit vier Kanälen (Tab. 1). Das Stereo-Modul setzt sich aus drei Zeilen-Arrays mit senkrechter bzw. in Flugrichtung nach vorwärts und rückwärts geneigten Blickrichtungen zusammen. Bei der senkrechten Aufnahme wird eine Bodenelementgröße von 4.5 x 4.5 m realisiert, beim Vor- bzw. Rückblick 13.5 x 13.5 m (Abb. 1). Das Multispektral-Modul besteht aus 2 Kameras und zeichnet insgesamt vier Spektralbereiche mit einer Bodenauflösung von ebenfalls 13.5 m.

Kanal	Mode	Orientierung	Bandbreite	Bodenelement
1	M/S	Nadir	449–511 nm	13.5x13.5 m
2	M/S	Nadir	532–576 nm	13.5x13.5 m
3	M/S	Nadir	645–677 nm	13.5x13.5 m
4	M/S	Nadir	772–815 nm	13.5x13.5 m
5	HR	Nadir	512–765 nm	4.5x4.5 m
6	Stereo	+21.4°	524–763 nm	13.5x13.5 m
7	Stereo	-21.4°	524–763 nm	13.5x13.5 m

Tabelle 1: Aufnahmekonfiguration

Aufgrund einer sehr hohen Aufzeichnungs-dichte konnten nicht alle Kanäle simultan aufge-

nommen werden. Dies hatte zur Folge, daß verschiedene Betriebsmodi vom Boden aus gesteuert wurden und max. 4 Kanäle in einem Modus aufgezeichnet werden konnten.

2. Studiengebiet – Projektzielsetzungen – Bilddaten

Das Auswertungsgebiet liegt an der Westküste Mexikos im Bundesland Sinaloa. Die Küstenregion von Sinaloa mit ihrem Küstenflachland und felsigen Hügeln liegt in einer durchschnittlichen Höhenlage unter 200 m mit maximalen Höhen bis 800m). Die klimageomorphologische Einordnung des Studiengebietes fällt nach v. H. Wilhelmly [4] in die Zone der subtropisch-tropischen Wüstenklimate.

Für das Auswertungsgebiet standen 3 Kartenblätter im Maßstab 1:50 000 zur Verfügung. Eine thematische Zielsetzung der AGF ist, ein hydrologisches Übersichtsmodell anzufertigen. Dadurch kann ein künstliches Bewässerungsmodell für diese Region erstellt werden. Über Kenntnisse der Hangneigungen aus einem digitalen Höhenmodell läßt sich die Bodenerosion besser abschätzen und dient somit der Entwicklung von sinnvollen künstlichen Bewässerungssystemen. Eine weitere Verwendung von digitalen Geländemodellen ist die Möglichkeit Schattenbereiche von Bilddaten radiometrisch zu korrigieren. Die Erstellung eines digitalen Höhenmodells sowie einer aktuellen Satellitenbildkarte aus

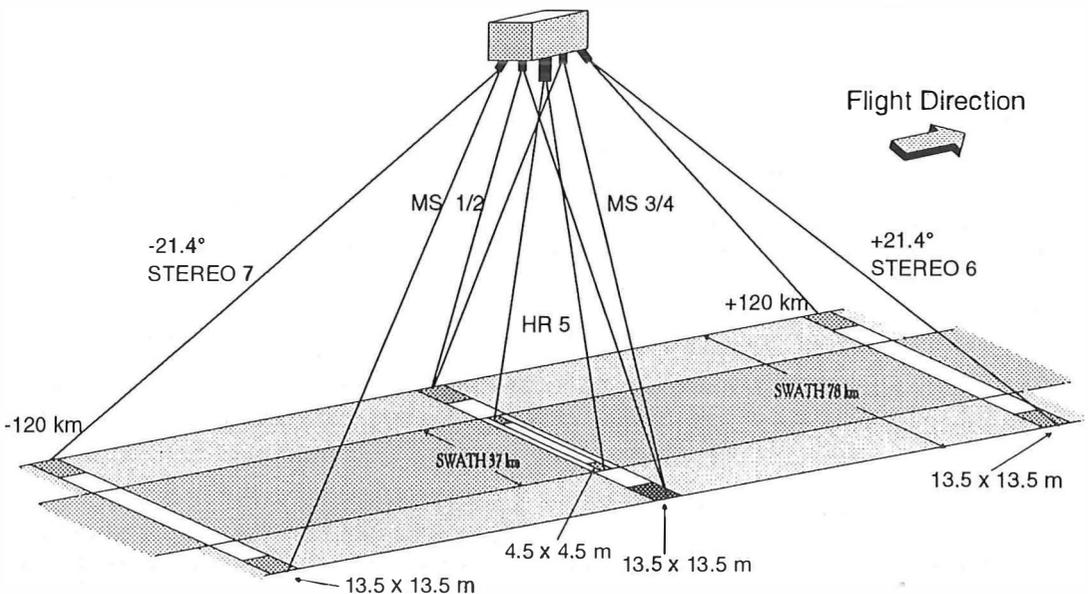


Abb. 1: MOMS-02 Aufnahmegeometrie (aus MOMS-02 data Catalogue [1])

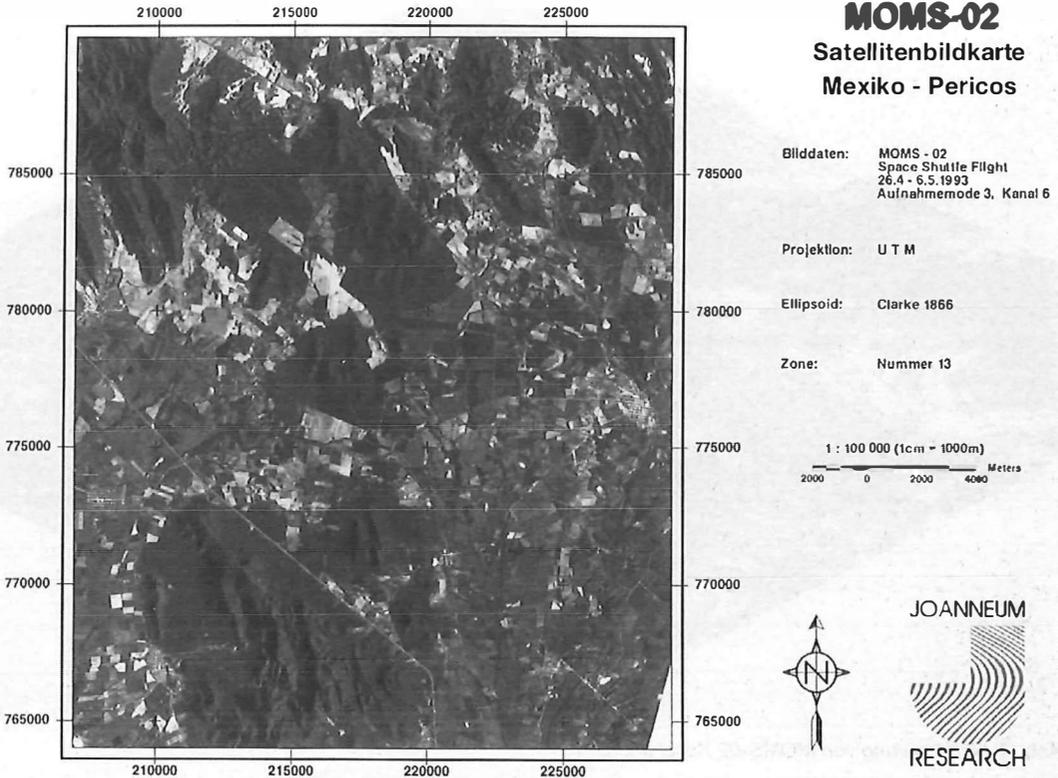


Abb. 2: Satellitenbildkarte MOMS-02, Kanal 6

MOMS-02 Daten stellen im Rahmen dieses Projektes Basisauswertungen für die weitere thematische Bearbeitung der Daten dar.

3. Automatische Höhenmodell – Generierung

3.1 Aufsetzen des Stereomodells

MOMS-02 Bilddaten besitzen eine dynamische Aufnahmegeometrie, die in einem sensorspezifischen parametrischen Ansatz des Abbildungsmodells berücksichtigt (Raggam et al., 1991 [3]). Die einzelnen Parameter des Abbildungsmodells können in einem Ausgleichsverfahren mittels Paßpunkten optimiert werden. Statistische Parameter wie Standardabweichung (STD), Mittelwert (MW) sowie minimale und maximale Werte für die Aufsetzgenauigkeit der Abbildungsmodelle sind aus Tabelle 2 ersichtlich.

Die zu erwartende Stereo-Kartiergenauigkeit ist durch die Differenz der aus den homologen Bildkoordinaten der Paßpunkte errechneten Kartenkoordinaten und den in der Karte gemessenen Koordinaten eines Paßpunktes bestimmt. Bei einer Pixelauflösung von 13.5 m und der

vorgegebenen Aufnahmekonfiguration (Abb. 1) ergeben sich bei einem Pixelfehler Höhenänderungen von 18 m. Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, liegt sowohl die Lage- wie auch die Höhegenauigkeit des Stereomodells im Subpixelbereich.

33 Paßpunkte	Einzelbildstatistik [m]				Stereomodell [m]		
	Kanal 6		Kanal 7		Kanal 6 - Kanal 7		
	Ost	Nord	Ost	Nord	Ost	Nord	Höhe
STD	11.08	18.71	12.26	20.04	11.0	16.3	11.6
MW	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MIN	-17.11	-25.17	-17.68	-33.89	-20.9	-42.0	-15.9
MAX	17.22	43.80	23.25	41.98	20.1	27.3	23.4

Tab. 2: Aufsetzgenauigkeit der Abbildungsmodelle

3.2 Bildkorrelation und Höhenmodell Generierung

Einen wesentlichen Arbeitsschritt bei der automatischen Höhenmodellgenerierung bildet die Bildkorrelation. Dabei werden in einem Stereopaar homologe Bildpunkte automatisch identifiziert. Ein auf Merkmalsvektoren basierendes

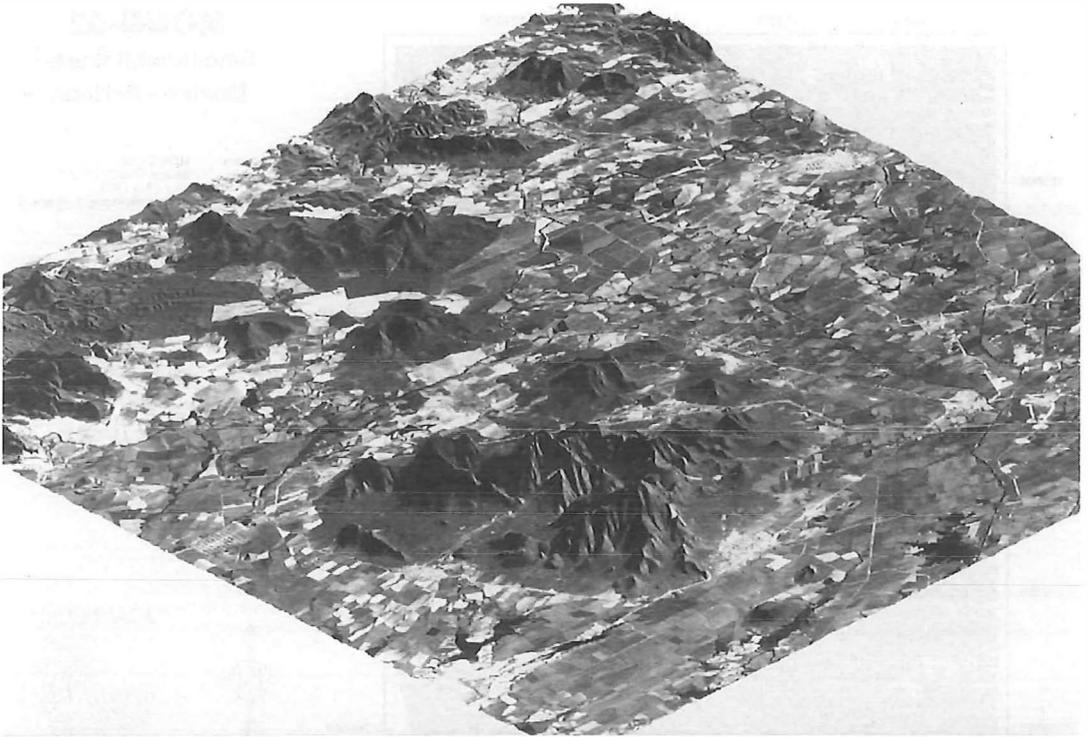


Abb. 3: Überlagerung von MOMS-02 Kanal und DHM

Korrelationsverfahren wurde für die Bildkorrelation verwendet (Paar et al., 1993 [2]). Mit diesem Verfahren wurden 82514 homologe Punkte automatisch erfaßt. Mit den aus der Korrelation erhaltenen Bildpunktpaaren wurden durch einen räumlichen Vorwärtsschnitt unter Einbeziehung der sensorspezifischen Abbildungsmodelle kartographische Koordinaten berechnet und daraus ein regelmäßiger digitaler Höhenmodell-Raster mit einer Rasterweite von 12,5 Meter für ein Gebiet von 22 x 45 Kilometern abgeleitet. In Abbildung 3 ist in einer perspektiven Darstellung das DHM dargestellt, wobei das DHM mit der Bildinformation des geokodierten Kanals 6 überlagert ist.

4. Qualitätskontrolle

Sowohl beim Aufsetzen der Einzelbilder, als auch beim Stereomodell gab es Genauigkeitsprobleme mit Kartenpaßpunkten. Einige Kartenbereiche stellten sich überhaupt als grob fehlerhaft heraus. Insgesamt dürften die drei verwendeten Karten im Maßstab 1:50 000 kein homogenes Kartenwerk darstellen. Bei einer Überprüfung der geokodierten Bildszenen (Abb. 3) durch

das Messen von neuen Kontrollpunkten konnte die Aufsetzgenauigkeit (Tab. 2) bestätigt werden. Die Höhengenaugigkeit konnte aufgrund der Kartenprobleme nicht objektiv überprüft werden. Bei lokalen Stichproben in einem Kartenblatt konnte die Standardabweichung von 11,6 m (Tab. 2) nicht bestätigt werden. Realistisch erscheint hier aufgrund von Punktkontrollen in flachen bzw. gebirgigen Bildbereichen eine Standardabweichung von ca. 25m.

5. Ausblick

Durch die deutsch-russische Fernerkundungsmission MOMS-Priroda sollen 1996 auch vom mitteleuropäischen Gebiet Bilddaten des MOMS-Sensors zur Verfügung stehen. Diese Daten stellen mit ihrer räumlichen und spektralen Auflösung für viele Anwendungen eine wichtige Datengrundlage dar. In einem österreichischen Gemeinschaftsprojekt der Arbeitsgruppe Fernerkundung sollen in Zusammenarbeit mit Fernerkundungsanwendern diese Daten für unterschiedliche thematische Anwendungen eingesetzt werden.

Literatur

- [1] Deutsche Agentur für Raumfahrt-Angelegenheiten (1994): MOMS-02-D2 data Catalogue (DARA), Bonn.
- [2] Paar, G., Almer, A. (1993): Fast Hierarchical Stereo Reconstruction. In Proceedings of the 2nd Conference on Optical 3-D Measurement Techniques, ETH Zürich.
- [3] Raggam, J., Almer, A. (1990): Mathematical Aspects for Multi-Sensor Stereo Mapping. In Proceedings of the 10th Annual IGARSS Symposium: Remote Sensing – Science for the Nineties, Vol III, Washington D.C.

[4] *Wilhelmy, H.* (1974): Klimageomorphologie in Stichworten, Teil IV der Geomorphologie in Stichworten, Verlag Hirt.

Anschrift der Autoren:

Alexander Almer, Dr. Hannes Raggam, Institut für Digitale Bildverarbeitung, Joanneum Research Graz, Wastiangasse 3, 8010 Graz, Birgit Waidleben, Fachhochschule München, Fachbereich Vermessungswesen und Kartographie



Differenzierung landwirtschaftlicher Kulturen mittels Fernerkundung: Möglichkeit und Grenzen

Klaus Steinnocher, Seibersdorf

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag beschreibt einen methodischen Ansatz, der die Bestimmung verschiedener landwirtschaftlicher Kulturen aus multitemporalen Fernerkundungsdaten erlaubt. Daraus wird ein Modell entwickelt, das eine automationsgestützte Kontrolle geförderter Anbauflächen ermöglicht. Abschließend werden die Rahmenbedingungen diskutiert, die bei einem operationellen Einsatz von fernerkundungsgestützten Kontrollsystemen zu berücksichtigen sind. Der Schwerpunkt des Beitrages liegt auf der thematischen Differenzierung von Kulturen, auf geometrische Aspekte wird nicht im Detail eingegangen.

Abstract

This paper presents a method for extracting agricultural crops from multitemporal image data. Based on this method a model is designed for monitoring and controlling of subsidised arable land. The final part discusses the constraints and benefits of an operational control system based on remote sensing. The paper focusses on the thematic differentiation of crops, geometric aspects are not analysed in detail.

1. Einleitung

Seit Beginn der satellitengestützten Fernerkundung gehören landwirtschaftliche Applikationen zu den wichtigsten Forschungsaspekten in diesem Bereich. Die Möglichkeit, in regelmäßigen Intervallen flächendeckende Information über landwirtschaftlich genutzte Flächen zu erhalten, stellt einen Vorteil dar, der von den traditionellen Erfassungsmethoden nur unter extrem hohem Kostenaufwand geleistet werden kann. Im Gegensatz zur terrestrischen Erhebung liefert die Fernerkundung nicht explizite Information über die einzelne Pflanze, sondern eine integrierte Information über die in den einzelnen Bildelementen erfaßten Flächen. Zur Ausweisung verschiedener agrarischer Kulturen ist es daher notwendig, die spektralen Charakteristika der einzelnen Kulturflächen zu analysieren.

2. Methodik

Als Grundlage für weitere Untersuchungen sei zuerst die spektrale Reflexion von relevanten Be-

deckungsformen im Bereich des sichtbaren Lichtes und des nahen Infrarots betrachtet. Abb. 1 zeigt den Reflexionsverlauf von grünem Gras, abgestorbenem Gras und unbedecktem Boden. Bei grünem Gras zeigt der Reflexionsverlauf erwartungsgemäß ein lokales Maximum im Bereich des grünen Lichtes, viel stärker jedoch ist der Reflexionsgrad im nahen Infrarot. Im abgestorbenen Zustand sinkt dieser Wert deutlich, dafür steigt der Reflexionsgrad im sichtbaren Spektralbereich. Bei vegetationslosem Boden ist ein ähnlicher Verlauf zu erkennen, die Reflexionswerte sind jedoch etwas niedriger. Die getroffenen Aussagen für Gras lassen sich generell auf landwirtschaftliche Kulturpflanzen erweitern. Die vom Sensor erfaßten Reflexionswerte variieren dabei in Abhängigkeit externer Einflüsse, wie z.B. atmosphärische und topographische Bedingungen. Um diese Einflüsse zu minimieren, bietet es sich an, anstelle der gemessenen Einzelwerte das Verhältnis verschiedener Reflexionsgrade heranzuziehen. Eine in der Fernerkundung übliche Vorgangsweise dafür ist die Berechnung des *normalized differential vegetation index*

(NDVI). Dieser berechnet sich aus der normierten Differenz der Reflexionswerte im nahen Infrarot (NIR) und im sichtbaren Rot (SR):

$$NDVI = \frac{NIR - SR}{NIR + SR} \quad (1)$$

Der NDVI repräsentiert also die Intensität der Vegetation zum Zeitpunkt der Aufnahme. Durch die Kombination von NDVI's mehrerer Aufnahmezeitpunkte läßt sich die Variation der Vegetation im Laufe des Untersuchungszeitraumes beschreiben. Aufgrund der Normierung des NDVI stehen für die verschiedenen Zeitpunkte vergleichbare Datengrundlagen zur Verfügung (Lillesand and Kiefer, 1993).

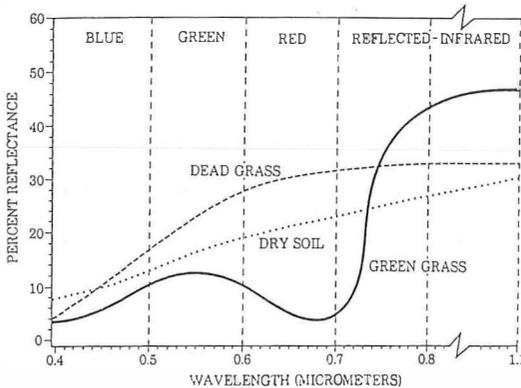


Abb. 1: Reflexionsverlauf von verschiedenen Bedeckungsformen (nach Jensen, 1986)

Für die weitere Untersuchung wird ein Ausschnitt aus einer multitemporalen Landsat-TM Szene herangezogen (Stätter und Steinnocher, 1994). Die drei Aufnahmen entstanden im Mai, im Juli und im September 1991. Für alle Zeitpunkte wurden zuerst die NDVI's berechnet und als Farbkomposition visualisiert. Abb. 2 zeigt die RGB-Darstellung des untersuchten Gebietes, wobei der NDVI der Mai Aufnahme rot, der der Juli Aufnahme grün und der der September Aufnahme blau dargestellt ist. Wie zu erwarten war, zeigt sich in den landwirtschaftlich genutzten Gebieten eine deutliche Variation, erkennbar durch die färbige Ausprägung. Andere Landnutzungsformen, wie z.B. Wald, verbautes Gebiet oder Wasser, unterliegen keiner oder nur einer geringfügigen Änderung in diesem Zeitraum und erscheinen daher in Grautönen. So stellen sich dichtbebaute Gebiete oder Wasserflächen schwarz dar, da sie keine Vegetation innerhalb des gesamten Zeitraumes aufweisen. Waldgebiete hingegen erscheinen fast weiß, da sie starke Vegetation repräsentieren, die jedoch nicht signifikant variiert.

In einem ersten Interpretationsansatz lassen sich anhand der Intensitätswerte der multitemporalen NDVI's bereits verschiedene Gruppen von Kulturpflanzen differenzieren. Kulturen, die zum Zeitpunkt der ersten Aufnahme nahe dem Reifestadium stehen und zwischen dem ersten und dem zweiten Aufnahmezeitpunkt geerntet werden, wie z.B. Wintergetreide, weisen eine klare Rotfärbung auf, d.h. starke Vegetation im Mai, danach keine Vegetation. Gelbtöne lassen auf Kulturen schliessen, die ihr Reifestadium zwischen der ersten und der zweiten Aufnahme haben, jedoch erst zwischen dem zweiten und dem dritten Aufnahmezeitpunkt geerntet werden, z.B. Sommergetreide. Mais, der erst zum dritten Aufnahmezeitpunkt eine signifikante Reflexion aufweist, ist an der blauen Farbe erkennbar.

Die im letzten Absatz beschriebenen Differenzierungen werden durch die numerische Analyse des Datenmaterials bestätigt und verfeinert. Abb. 3 zeigt die NDVI Werte verschiedener Kulturen in Abhängigkeit des zeitlichen Verlaufes. Die senkrechten Striche in der Grafik beschreiben die drei Aufnahmezeitpunkte, die Schnittpunkte mit den Kurven die NDVI-Werte von vier verschiedenen Kulturen. Geht man davon aus, daß sich die charakteristische Reflexion der Wachstums- und Reifeprozesse der Kulturen näherungsweise als stetige Funktion abbilden lassen, so kann man aus den punktuellen Meßwerten sogenannte spektrale Profile (K1 – K4) ableiten. Diese Profile weisen ein Maximum zur Zeit der Reife auf, der Erntezeitpunkt zeigt sich durch ein abruptes Absinken der NDVI-Werte (siehe Abb. 3: K1 und K2 im Zeitraum Juli – August). Mittels Referenzerhebungen konnten die in Abb. 3 dargestellten Kulturen verifiziert werden. K1 repräsentiert Winterweizen, K2 Sommerweizen, bei K3 handelt es sich um Zuckerrübe, bei K4 um Mais.

Die einzelnen Kulturen können demgemäß mittels der spektralen Profile identifiziert und ausgewiesen werden (Lo et al. 1986). Voraussetzung ist allerdings, daß sich die einzelnen Profile signifikant voneinander unterscheiden. Dazu können sowohl die Form des einzelnen Profils als auch dessen Positionierung im zeitlichen Verlauf herangezogen werden. Die Form des Profils gibt dabei Auskunft über die spezifischen spektralen Eigenschaften der Kultur, die Positionierung vermittelt den zeitlichen Bezug der Wachstums- und Reifephase und der Ernte der Kultur. Beides ist deutlich in Abb. 3 zu erkennen: K1 und K2 (Winter- bzw. Sommerweizen) weisen eine ähnliche Form auf, unterscheiden sich jedoch über die zeitliche Komponente. K3 und K4 (Zucker-

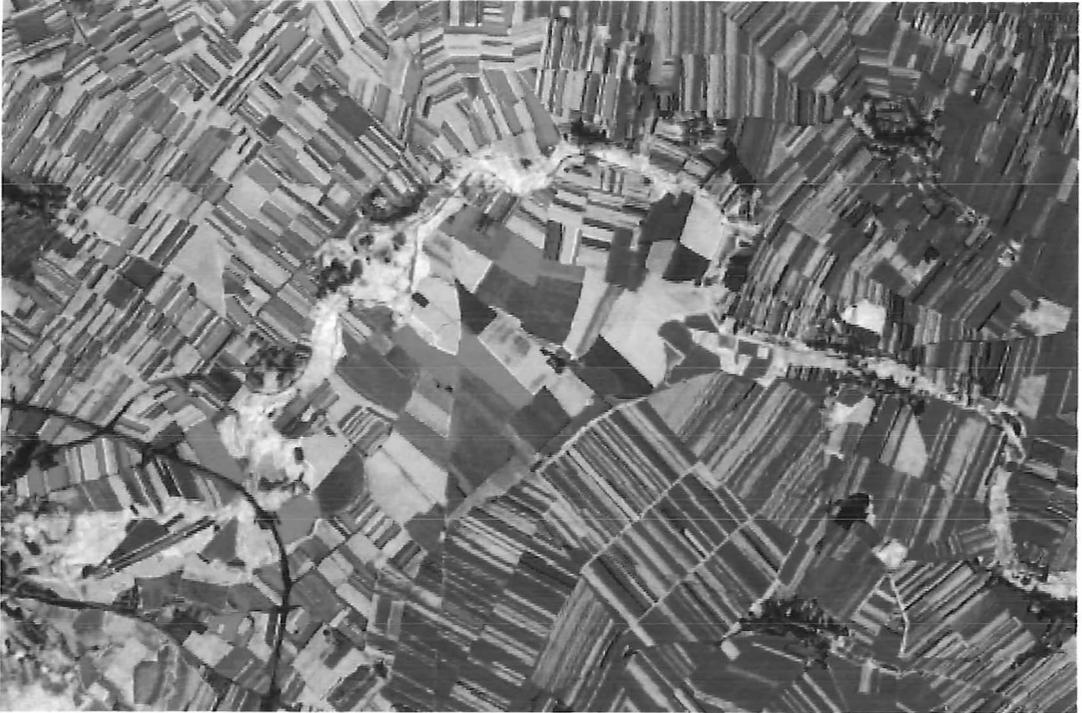


Abb. 2: Multitemporale NDVI Komposition (Rot – Mai, Grün – Juli, Blau – September)

	Durchgängig städtische Prägung		Ackerflächen
	Nicht durchgängig städtische Prägung		Weinbauflächen
	Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen		Grünland
	Abbauflächen, Deponien, Baustellen		Heterogene landwirtschaftliche Nutzung
	Künstliche Grünflächen		Felsflächen
	Wald		Gletscher
	Kraut- und Strauchvegetation		Wasserflächen
	Feuchtflächen		

Legende zu Abbildung auf der Titelseite (zu Beitrag „Ein flächendeckendes Landnutzungsmodell von Österreich aus Fernerkundungsdaten“)

rübe und Mais) variieren zeitlich nicht signifikant, unterscheiden sich jedoch deutlich in ihrer Form.

Um die Zuverlässigkeit der erstellten Profile zu erhöhen, sollten natürlich mehr als drei Aufnahmen pro Saison zur Verfügung stehen. Allgemein kann davon ausgegangen werden, daß ein monatlicher Aufnahmezyklus zwischen April und September für die gestellte Aufgabe ausreichend sein sollte (vgl. Steven 1993).

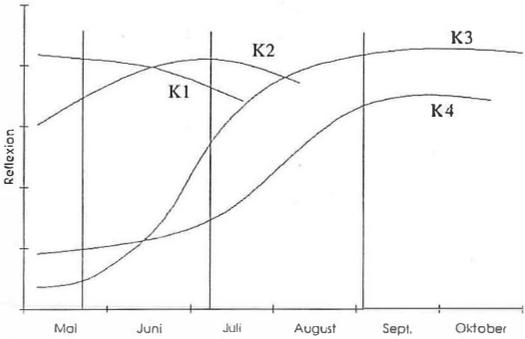


Abb. 3: Spektrale Profile von vier ausgewählten Kulturen

Ein externer Faktor, der die Charakteristik der spektralen Profile beeinflusst, ist die Einwirkung regionaler Parameter wie Boden- oder Klimaverhältnisse. Um diesen Faktor als potentielle Fehlerquelle auszuschließen, ist es notwendig, die Profile jeweils für einzelne Regionen zu skalieren, in denen die regionalen Parameter als konstant angenommen werden können. Zusätzlich sollten lokale meteorologische Einflüsse berücksichtigt werden, die zu leichten Verschiebungen im zeitlichen Verlauf führen können.

3. Kontrolle

Stand bis zu diesem Punkt die Differenzierung agrarischer Kulturen im allgemeinen im Mittelpunkt der Überlegungen, so wird die Problemstellung im folgenden auf die Kontrolle geförderter Anbauflächen reduziert. Der entscheidende Unterschied zur allgemeinen Fragestellung liegt in der Verfügbarkeit von zusätzlicher Information, nämlich der vom Antragsteller angegebenen, zu überprüfenden Kultur. Die Fragestellung lautet demgemäß nicht mehr: was wird angebaut, sondern reduziert sich auf die Frage: wird die geförderte Kultur angebaut oder eine nicht näher zu bestimmende andere.

Aus diesen Überlegungen läßt sich ein Modell ableiten, das im Kern von einem Ist-Soll Vergleich ausgeht (Abb. 4). Der Soll-Wert entspricht der im Förderungsantrag angegebenen Kultur, der Ist-Wert wird aus den Fernerkundungsdaten abgeleitet. Ausgegangen wird von der Hypothese, daß die beiden Werte ident sind. Deren Überprüfung kann mittels statistischer oder heuristischer Verfahren erfolgen.

Als Input für das Modell liegen die Förderungsanträge vor, die die beantragte Kultur und als Raumbezug eine Grundstücksnummer (GstNr) mit der entsprechenden Katastralgemeinde (KG) beinhalten. Zusätzlich müssen regionale Parameter wie Boden- und Klimaverhältnisse zur Verfügung stehen. Im ersten Schritt wird das spektrale Profil der angegebenen Kultur erstellt und über die regionalen Parameter skaliert. Als Ergebnis liegt ein Soll-Profil vor, das nun mit den spektralen Signaturen aus den Fernerkundungs-

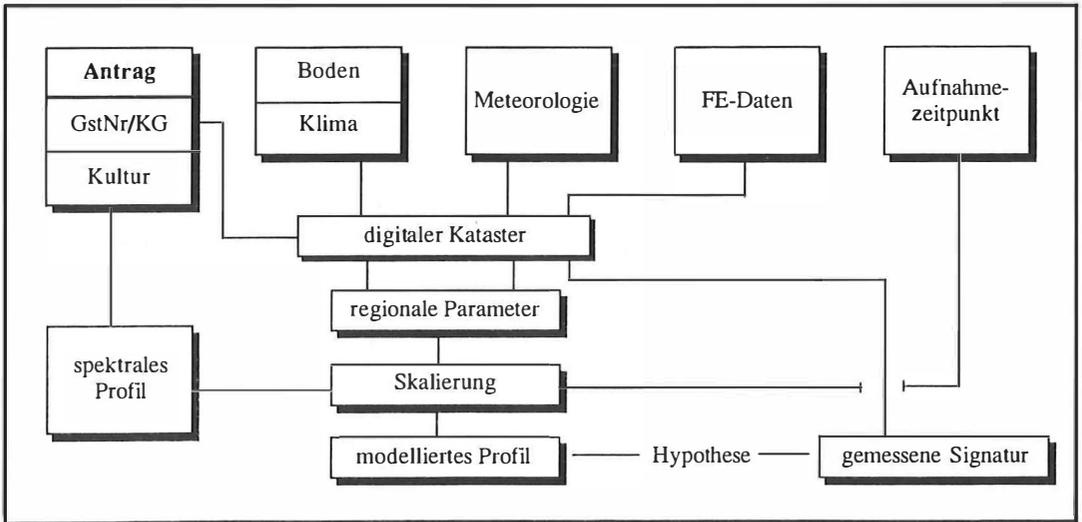


Abb. 4: Schema eines Systems zur Kontrolle von Anbauflächen

daten verglichen werden kann. Sobald ein Fernerkundungsdatensatz zur Verfügung steht, wird das entsprechende Grundstück mittels des digitalen Katasters extrahiert und dessen spektrale Signatur mit dem Wert des Soll-Profiles zum Aufnahmezeitpunkt verglichen. Zwar läßt sich mit einem einzelnen Fernerkundungsdatensatz die Hypothese noch nicht zuverlässig verifizieren oder falsifizieren, aber es können erste Annahmen getroffen werden. Mit zunehmender Anzahl von Fernerkundungsdaten erhöht sich die Signifikanz der Aussage und es können im Falle eines Widerspruches zwischen Ist und Soll geeignete Maßnahmen zur terrestrischen Überprüfung unternommen werden.

4. Möglichkeiten und Grenzen

Die Grenzen der thematischen Differenzierung werden bei denjenigen Kulturen erreicht, die eine starke Ähnlichkeit in ihrer spektralen Reflexion aufweisen und zeitlich nicht signifikant variieren, wie z.B. bestimmte Getreidesorten. Um diese Grenzbereiche zu erfassen, bietet es sich an, die für den NDVI nicht verwendeten Spektralkanäle heranzuziehen, und damit den Informationsgehalt zu erhöhen. Zusätzlich könnten externe Informationen im Verarbeitungsprozess berücksichtigt werden, die eine Einschränkung der potentiell angebauten Kulturpflanzen darstellen (Expertenwissen). Es ist jedoch zu bedenken, daß damit eine heterogene Wissensbasis geschaffen wird, die mit statistischen Ansätzen nicht mehr verarbeitet werden kann. Es ist vielmehr notwendig, heuristische Modelle zum Einsatz zu bringen, wie sie in wissensbasierten Expertensystemen verwendet werden.

Ein immer wieder angesprochener Kritikpunkt zum Einsatz der Fernerkundung ist die als zu gering empfundene räumliche Auflösung heutiger Sensoren. Dazu sei bemerkt, daß durch spezielle Verfahren und durch die Verknüpfung mit geometrischen Rahmendaten (z.B. digitaler Kataster) Aussagen im Subpixelbereich getroffen werden können (Schneider, 1996). Zusätzlich nähert sich die Entwicklung in der Sensortechnik einer Auflösung im Bereich einiger Meter (Leberl und Kalliany, 1996).

Ein entscheidender Faktor zur Machbarkeit der diskutierten Applikation ist die Datenverfügbarkeit. Die Anzahl der potentiell verfügbaren Datensätze ist vom jeweiligen Satellitensystem abhängig. So beträgt der Zyklus bei Landsat 16 Tage, bei SPOT 26 Tage, allerdings sind bei SPOT Schrägaufnahmen möglich, die es erlauben, das Intervall auf 5 Tage zu reduzieren.

Auch zukünftige Systeme wie MOMS oder ADEOS werden sich in diesen Bandbreiten bewegen (Leberl und Kalliany, 1996). Die Erfassungsintervalle jedes einzelnen Systems entsprechen daher den zuvor gestellten Anforderungen einer monatlichen Erfassung. Infolge des mitteleuropäischen Klimas eignen sich jedoch viele Aufnahmen aufgrund starker Wolkenbedeckung nicht für eine Auswertung. Für eine gesicherte regelmäßige Erfassung des untersuchten Gebietes ist es also notwendig, die verfügbaren Sensorsysteme gemeinsam einzusetzen, d.h. auf die jeweilig verfügbaren Daten verschiedener Sensoren zurückzugreifen. Die vorgestellte Methode unterstützt diese Möglichkeit, da die für die Berechnung des NDVI notwendigen Spektralbereiche von den meisten optischen Sensoren erfaßt werden.

Trotz der angesprochenen Restriktionen sind aber die Vorteile nicht zu übersehen, die der Einsatz der Fernerkundung für die diskutierte Applikation mit sich bringt. Die Ausgangsdaten sind digital und können direkt in die Verarbeitungssysteme übernommen werden. Durch die zunehmende Vernetzung verkürzt sich der Zugriff auf aktuelles Datenmaterial zusehend und die großteils automatische Verarbeitung beschleunigt das Procedere. Das bedeutet, daß innerhalb weniger Tage nach der Aufnahme Aussagen über die fraglichen Gebiete getroffen werden können. Da die Analyse der Daten auf mathematischen Methoden und nicht auf menschlicher Interpretation beruht, sind die Abläufe jederzeit nachvollziehbar. Die Ausgangsdaten bleiben verfügbar und können zu einem späteren Zeitpunkt für Vergleiche herangezogen werden.

In bezug auf den Einsatz von Fernerkundungsdaten zur Kontrolle von geförderten Anbauflächen sei noch der Aspekt der flächendeckenden Erfassung erwähnt. Im Gegensatz zu Stichprobenverfahren, die sich nur auf die Kontrolle einzelner ausgewählter Flächen stützen, bietet die Fernerkundung eine flächendeckende Kontrollmöglichkeit. Genauer untersucht werden nur mehr diejenigen Flächen, die nach der Analyse der Fernerkundungsdaten als „verdächtig“ ausgewiesen werden.

Die Voraussetzungen für einen operationellen Einsatz der Fernerkundung zur Kontrolle geförderter Anbauflächen mögen heute noch nicht vollständig gegeben sein, werden aber innerhalb der nächsten Jahre zur Verfügung stehen. Um einen zukünftigen Einsatz solcher Modelle zu ermöglichen, ist es unumgänglich, bereits heute einzelne Komponenten parallel zur terrestrischen Kontrolle zu installieren. Eine solche schrittweise

Einführung könnte als Basis zur Bestimmung der notwendigen Rahmenparameter und zur Prüfung der Zuverlässigkeit der eingesetzten Methoden herangezogen werden. Als Grundbedingung für die Entwicklung eines operationellen Verfahrens wird eine enge Kooperation zwischen den zuständigen Stellen im Landwirtschaftsbereich und den Fernerkundungseinrichtungen in Österreich angesehen.

Literatur

- [1] *Jensen J.R.* (1986): Introductory digital image processing. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- [2] *Leberl F. und Kalliany R.* (1996): Innovation in Sensortechnik und Datennetzwerken. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation. Vol. 84, Nr. 1, (in Druck).
- [3] *Lillesand T.M. and Kiefer R.W.* (1994): Remote Sensing and Image Interpretation (3rd edition). John Wiley & Sons, New York.

- [4] *Lo T.H.C., Scarpace F.L. and Lillesand T.M.* (1986): Use of multitemporal spectral profiles in agricultural land-cover classification. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 52, No. 4, pp. 535–544.
- [5] *Schneider W., Steinwender J. und Bartl R.* (1996): Parzellenscharfe Landnutzungskartierung aus Satellitenbildern. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation. Vol. 84, Nr. 1, (in Druck).
- [6] *Stätter C. und Steinnocher K.* (1994): Ein hierarchischer Klassifikationsansatz zur Erfassung von Landnutzung aus multitemporalen Landsat-TM Daten. Proceedings AGITVI, 6.-8. Juli 1994, Salzburg, pp. 683–691.
- [7] *Steven M.D.* (1993): Satellite remote sensing for agricultural management: opportunities and logistic constraints. Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 48, No. 4, pp. 29–34.

Anschrift des Autors:

Dr. Klaus Steinnocher, Abteilung Umweltplanung, Forschungszentrum Seibersdorf, 2444 Seibersdorf.



Parzellenscharfe Landnutzungskartierung aus Satellitenbildern

*Werner Schneider, Joachim Steinwendner,
Renate Bartl, Wien*

Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag werden technische Probleme diskutiert, die bei der Ermittlung der Flächennutzung im landwirtschaftlichen Gebiet aus Satellitenbildern und bei der Zuordnung dieser Daten zu den im Kataster ausgewiesenen Grundstücken auftreten. Diese Probleme betreffen insbesondere das bei kleinen Parzellen und großen Bildelementen häufige Auftreten von Mischpixeln, Genauigkeits- und Automatisierungsfragen bei der exakten geometrischen Überlagerung mit dem Kataster sowie die thematische und radiometrische Eichung jeder Szene. Die präsentierten Lösungsansätze beruhen auf Subpixelanalyse zur Gewinnung brauchbarer Information auch von kleinen Parzellen, auf Information Fusion zur Verknüpfung von Satellitenbildern und Katasterkarten sowie auf Verfahren der automatischen Bildkalibrierung zur Minimierung des Bedarfs an Referenzflächen im Gelände.

Abstract

This contribution discusses technical problems concerning the assessment of land use in agricultural areas from satellite images and the combination of these data with the cadastral map. In particular, these problems refer to the frequent occurrence of mixed pixels in case of small parcels and large pixels, to questions of accuracy and automation in the exact superimposition with the cadastral map, and to the thematic and radiometric calibration of each scene. Approaches to solutions are being presented. They are based on subpixel analysis to obtain useful information about small parcels, on information fusion to combine satellite imagery and cadastral map, and on automatic image data calibration to minimize the need for reference parcels in the field.

1. Problemstellung

Landnutzungskartierungen mit Bezug zu Kataster haben eine große praktische Bedeutung zur Gewinnung agrarpolitischer Grundlagendaten, u.a. zur Überwachung von Flächenstilllegungen usw. Es besteht dabei die konkrete Aufgabenstellung, die Landnutzung auf den einzelnen im

Kataster ausgewiesenen Parzellen bzw. auch auf Teilbereichen dieser Parzellen zu ermitteln.

Als Lösungsmöglichkeiten bieten sich an:

- a) Erhebungen im Gelände: Der Aufwand und dementsprechend die Kosten sind beträchtlich. Ein besonders gravierender Nachteil ist die Schwierigkeit einer Kontrolle: Die Erhe-

NEU V*

Standards, die Raum lassen für eigene Lösungen:

DOS-Tachymeter Rec Elta® C

Mit den DOS-Tachymetern
Rec Elta® 13 C und Rec Elta® 14 C
lösen Sie Ihre Meßaufgaben dort,
wo sie anfallen.

Integrierter MS-DOS-Rechner und
PCMCIA-Karten machen ein
Rec Elta® C zu Ihrem „Persönlichen
Tachymeter“. So sicher wie Sie
einen PC bedienen, so sicher
bedienen Sie auch Ihr „PT“:

Karte hineinschieben. Messen,
Rechnen, Speichern erfolgen
unmittelbar auf Tastendruck.
Ebenso einfach nutzen Sie zusätz-
liche Programme. Auch Ihre
eigenen Programme werden
„akzeptiert“. Das Programmieren
in Hochsprachen ist kein Problem. –
Definieren Sie die Benutzerober-
fläche nach Ihren eigenen Vorstel-
lungen.

Beibehalten wurde, was sich seit
Jahren bei Zeiss Instrumenten
bewährt: Menü- und Dialogtechnik
für einfache, schnelle und sichere
Bedienung.

Wir würden gern mit Ihnen über
die offenen, vielseitigen Systeme
Rec Elta® 13 C und Rec Elta® 14 C
sprechen. Rufen Sie uns an oder
faxen Sie.



- I. Rec Elta® RL
- II. DiNi® 10, DiNi® 20
- III. Elta® 50, ETH 50
- IV. GePoS® RS 12

Zeiss Instrumente

Zertifizierte Qualität

gemäß

DIN ISO 9001/EN 29001



Carl Zeiss
150
Jahre
Innovation in Optik

Carl Zeiss GmbH
Modecenterstr. 16
A-1030 Wien
Tel. (1) 02 22/795 18-0
Fax (1) 02 22/795 18-400

...damit es beim Messen
vorwärts geht.

bungen können zu einem späteren Zeitpunkt kaum nachgeprüft werden. Bei Teilnutzungen ist mit erheblichen Fehlern zu rechnen, oder aber es sind zusätzlich Vermessungsarbeiten im Gelände zu leisten.

- b) Luftbildauswertungen: Diese sind ebenfalls mit hohen Kosten verbunden, insbesondere wenn aktuelles Bildmaterial und damit ein eigener Bildflug erforderlich ist, und wenn die zu erhebenden Grundstücke über größere Bereiche versteuert liegen. Der große Vorteil gegenüber Erhebungen im Gelände ist die Überprüfbarkeit: Luftbilder sind objektive Dokumente des Naturzustandes und können auch zu einem späteren Zeitpunkt zu Kontrollzwecken ausgewertet werden.
- c) Satellitenbildauswertungen: Dies ist potentiell die kostengünstigste Lösung, da das Datenmaterial (bezogen auf die abgedeckte Fläche) verhältnismäßig preiswert ist und die Voraussetzungen für eine Automatisierung der Auswertung besser als bei Luftbildern sind. Es gibt allerdings Schwierigkeiten bei kleinräumigen Landnutzungsstrukturen, wie sie in Österreich dominieren.

Der vorliegende Beitrag hat diese Probleme der Satellitenbildauswertung zum Inhalt. Dabei wird von den Forderungen ausgegangen, daß jeweils aktuellstes Bilddatenmaterial möglichst automatisch auszuwerten ist. Die Forderung nach Aktualität bedeutet, daß man bei den in unseren Breiten vorherrschenden Wetterbedingungen hinsichtlich des Sensors nicht allzu wählerisch sein darf: Auch wenn für die kommenden Jahre räumlich hochauflösende Erdbeobachtungssensoren mit Pixelgrößen bis 4m (multispektral) geplant sind, wird man aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und der Ausnützung jeder sich bietenden günstigen Aufnahmegelegenheit mit Bilddaten unterschiedlicher Sensoren und damit auch solcher mit geringerer räumlicher Auflösung arbeiten müssen. Es stellen sich folgende Detailprobleme:

- Exakte geometrische Überlagerung mit Kataster: Konventionelle Lösungen durch Entzerrung der Satellitenbilder auf ein absolutes Geländekoordinatensystem sind mit hinreichender Genauigkeit (wenige Meter zulässiger Fehler) kaum möglich, aber auch nicht in jedem Fall sinnvoll, da Fehler im Kataster trotzdem zu Problemen bei der Überlagerung führen können. Günstiger ist es, direkt auf den Kataster einzupassen, wobei im landwirtschaftlichen Gebiet die Grenzen homogener Flächen als Paßlinien dienen.
- Mischpixel: Bei einer Pixelgröße, die nicht wesentlich unter der durchschnittlichen Breite

landwirtschaftlicher Parzellen liegt, gehört ein großer Prozentanteil der Pixel zu den sogenannten Mischpixeln. Diese Mischpixel enthalten unterschiedliche Nutzungsarten und können daher nicht mit konventionellen Klassifizierungsverfahren behandelt werden, bei denen versucht wird, jedes Pixel auf Grund seiner Spektralsignatur einer Nutzungsart zuzuordnen. Auch bei der Anwendung von konventionellen Segmentierungsverfahren werden Mischpixel nicht berücksichtigt, sodaß diese Verfahren bei einem hohen Mischpixelanteil ungünstig sind bzw. versagen.

- Thematische und radiometrische Eichung jeder Szene: Der Zusammenhang zwischen Nutzungsart im Gelände und Spektralsignatur auf dem Bild ist nicht konstant. Das bedeutet, daß jede Szene geeicht werden muß, was entsprechend aufwendig ist, wenn dazu Referenzflächen im Gelände benötigt werden.

Am Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung laufen diverse Untersuchungen, insbesondere im Rahmen des FWF-Schwerpunktes „Theory and Applications of Image Processing and Pattern Recognition“, die Bausteine zur Lösung dieser Probleme liefern. Diese Lösungsansätze betreffen:

- Subpixelanalyse und Subpixelsegmentierung zur Gewinnung brauchbarer Information auch von kleinen Parzellen,
- Information Fusion zur Verknüpfung von Satellitenbild und Katasterkarte
- automatische Kalibrierung zur Minimierung des Bedarfs an Referenzflächen im Gelände.

Gemeinsamer Ausgangspunkt aller Ansätze ist die Überlegung: Wie würde ein Interpret bei visueller händischer Auswertung vorgehen? Es wird versucht, diese Verfahrensweise eines menschlichen Experten in einem automatischen System zu simulieren.

2. Räumliche Subpixelanalyse und Segmentierung

Der Mensch sieht in Rasterbildern mit großen Pixeln Strukturen mit Subpixelauflösung. Ein Verfahren, das diese Fähigkeit des menschlichen visuellen Wahrnehmungssystems für Fernerkundungsbilder landwirtschaftlicher Flächen (homogene Bereiche, gerade Grenzen) in einem automatischen System simuliert, wurde am Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung entwickelt (Schneider, 1993). Die automatische digitale Bildanalyse ist im Vergleich zur menschlichen visuellen Wahrnehmung zusätzlich quantitativ.

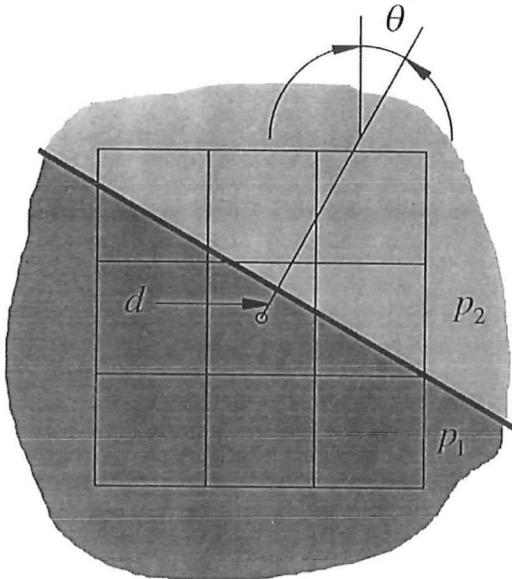


Abb. 1: Subpixelmodell mit 2 homogenen Flächen und gerader Grenze (4 Parameter)

Bei diesem Verfahren wird jedes Pixel in seiner 3×3 -Umgebung betrachtet. Für diese Umgebung wird ein Modell eines Szenenausschnitts angenommen, der aus zwei in sich homogenen, voneinander durch eine gerade Grenze geteilten Bereichen besteht (Abb.1). Dieses Modell wird durch 4 zunächst unbekannte Parameter be-

schrieben: durch die Pixelwerte in den homogenen Flächen, p_1 und p_2 , sowie durch den Normalabstand d der Grenze vom Pixelzentrum und den Winkel θ . Diese 4 Parameter werden aus den 9 Pixelwerten abgeschätzt. Wenn die Residuen zu groß sind, wird das Modell verworfen und das Originalpixel ohne Subpixelunterteilung beibehalten. Andere Subpixelmodelle können ebenfalls angesetzt werden, solange die Zahl der Modellparameter kleiner als die Zahl der in der Umgebung zur Verfügung stehenden Pixel (9) ist.

Als Ergebnis dieser Analyse liegen damit die genauen Positionen der Grenzen zwischen homogenen Bereichen vor, die im allgemeinen landwirtschaftlichen Feldern entsprechen (Abb. 2 und 3). Die Grenzen können automatisch zu längeren geraden Linien zusammengefaßt werden.

Diese Grenzlinien wären auch mit konventionellen Kantenoperatoren – wenn auch mit reduzierter Genauigkeit – zu ermitteln. Die Subpixelanalyse liefert darüber hinaus aber auch die reinen Spektralsignaturen der homogenen Bereiche, die für eine Klassifizierung wesentlich sind. Wenn man nun eine Segmentierung durchführt, d.h. automatisch Bereiche sucht, die in sich homogen sind, so erhält man Flächenobjekte mit zuverlässigen Werten der Spektralsignaturen auch bei einem hohen Anteil von Mischpixeln.

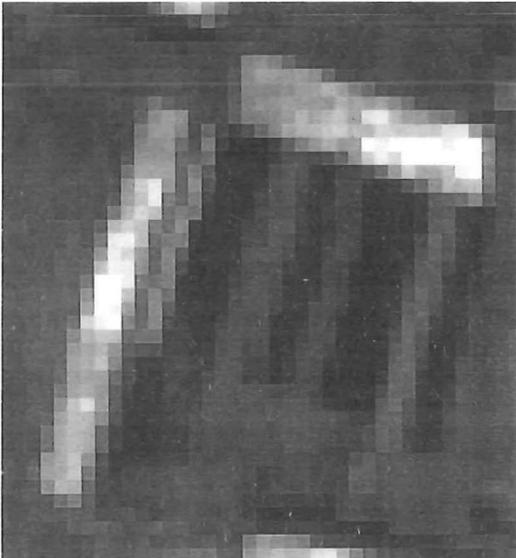


Abb. 2: Ausschnitt aus einer LANDSAT-TM-Szene, Kanal 4 (Pixelgröße 30m)

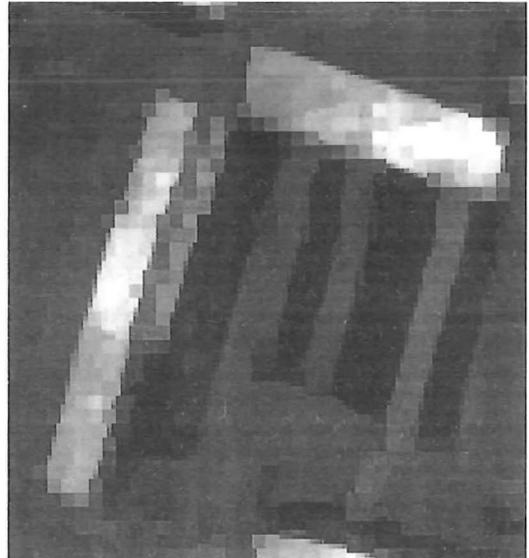
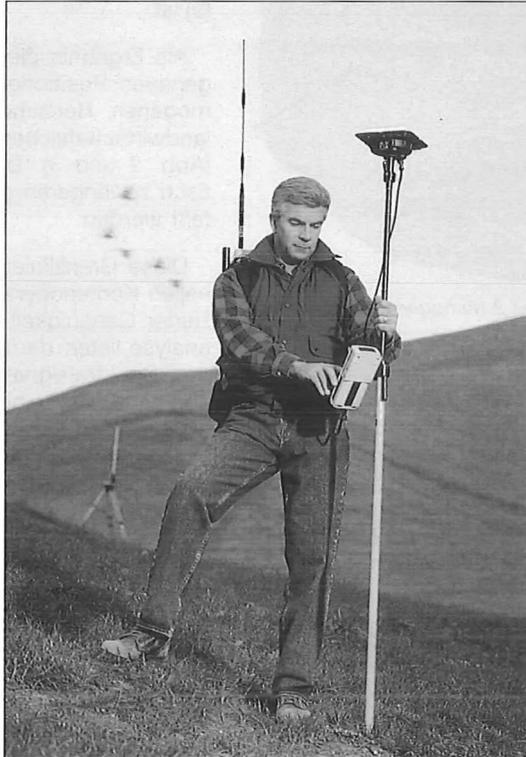


Abb. 3: derselbe Ausschnitt nach Subpixelanalyse gemäß dem Modell von Abb.1 und Resampling mit Pixelgröße 10m



TrimbleNavigation

GPS - Totalstation



- **Einmann-Vermessungssystem**
- **Echtzeit-Auswertung der GPS-Daten**
- **Echtzeit-Gauß-Krüger-Koordinaten und Genauigkeit (Lage und Höhe)**
- **Verkodierung der Punkte für CAD/GIS**
- **Absteckung**
- **Genauigkeit: 1 bis 2 cm (RMS)**

Ersatzgeräte stehen innerhalb kürzester Zeit zur Verfügung.

Service, Beratung, Schulung, Verkauf, Leasing, Vermietung.

AGIS

A-1060 Wien, Linke Wienzeile 4 Tel.: (+43-1) 5879070 Fax.: DW 79

3. Verknüpfung von Satellitenbild und Kataster

Die aus den Satellitenbildern mit Subpixelgenauigkeit ermittelten Kanten sind mit den im Kataster enthaltenen Grenzen zusammenzuführen. Dazu sind die Paare von einander entsprechenden Linien aufzufinden. Das Problem ist nicht trivial, da es in jeder Darstellung Linien (Grenzen) geben kann, die in der anderen Darstellung fehlen: Im Satellitenbild fehlen z.B. Linien dort, wo benachbarte Grundstücke die gleiche Nutzung aufweisen. Sind Teilstücke von Parzellen ungleich genutzt, so gibt es Kanten im Satellitenbild, die keine Entsprechung im Kataster haben.

Ein weiteres Problem liegt darin, daß die Linielänge eine ganz unterschiedliche sein kann: Die Kanten im Satellitenbild sind bei schwachen Intensitätsunterschieden zwischen den homogenen Feldern sowie auch bei Störungen oft nicht in der vollen Länge ausgeprägt. Es gehören also unter Umständen Linien zusammen, deren Anfangspunkte und deren Endpunkte in den beiden Darstellungen, d.h. im Satellitenbild und im Kataster, weit voneinander entfernt liegen.

Diese Probleme lassen sich aber durch eine geeignete Darstellung der Linien sowie durch Anwendung einer geeigneten Suchstrategie lösen.

Wenn Paare von korrespondierenden Linien oder besser von Liniensegmenten gefunden sind, kann die Angleichung der Katasterkarte auf das Bild durch eine geeignete Transformation, deren Parameter automatisch ermittelt werden, durchgeführt werden. Damit sind zusätzlich zu den im Bild gegebenen Kanten auch alle Katastergrenzen in der Geometrie des Bildes vorhanden und können hier für eine Segmentierung verwendet werden. Die bei der Segmentierung erhaltenen Flächen können dann unmittelbar den Parzellen des Katasters zugeordnet werden.

Dieses Zusammenführen von Bild und Karte ist ein gutes Beispiel für die Methodik der Information Fusion in der Bildverarbeitung (Bartl u. Schneider, 1995). Man verzerrt nicht bloß die eine Darstellung auf die andere so, daß an einigen vorgegeben Punkten oder auch Linien Übereinstimmung entsteht, sondern die Bildinformation aus mehreren Quellen wird nach relativ komplexen Argumentationsketten verknüpft: Schon vor der Entzerrung geht man im Satellitenbild zu komplexeren Bildinhalten über, d.h. zu Kanten und zu Flächenobjekten, die durch Segmentierung entstehen. Hierauf führt man dann lokale Anpassungen auf Grund des Vergleichs der

Bild-Kanten mit den Karten-Grenzlinien durch. Die ins Bild transformierten Katastergrenzlinien werden zur Definition weiterer Flächenobjekte im Bild verwendet. Schließlich erfolgt die Verknüpfung Bild-Kataster auf einem sehr hohen Strukturierungsniveau, nämlich zwischen den aus dem Bild durch Segmentierung erhaltenen Flächenobjekten einerseits und den im Kataster enthaltenen Parzellen anderseits.

4. Automatische Kalibrierung

Der Zusammenhang zwischen der Nutzungskategorie einer landwirtschaftlichen Fläche in der Natur und ihrer Erscheinung auf dem Satellitenbild, der Bildsignatur, ist nicht konstant. Dieser Zusammenhang ist zunächst von der Jahreszeit der Aufnahme und der phänologischen Entwicklung der Vegetation zu diesem Zeitpunkt beeinflusst. Je nach Jahreszeit hat eine Fläche mit einer bestimmten Nutzungsart eine Reflexionscharakteristik, die für diese Nutzung zu dieser Jahreszeit typisch ist. Bei der Bildaufnahme bestimmen dann aber auch der Sonnenstand, die Wetterbedingungen (Streuung der Strahlung in der Atmosphäre) und natürlich die Sensoreigenschaften die Bildsignatur. Bei der Bildauswertung müssen diese Einflüsse berücksichtigt werden: Von der Bildsignatur kommt man durch radiometrische Kalibrierung zurück zur Reflexions-signatur, und von hier durch Klassifizierung zur Nutzung jeder Fläche. Eine getrennte thematische Eichung mit Probeflächen bekannter Nutzung für jede Szene berücksichtigt die phänologischen und die atmosphärischen und Sensor-Einflüsse in einem Schritt, ist aber entsprechend aufwendig. Am Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung wird im Rahmen des schon erwähnten FWF-Schwerpunktes eine physikalische Modellierung dieses Aufnahmeprozesses versucht (Schneider u. Bartl, 1995). Dabei wird das Ziel verfolgt, alle Parameter dieses physikalischen Modells, also insbesondere auch die Parameter, die den Atmosphäreneinfluß beschreiben, aus dem Bild selbst zu ermitteln, sodaß diese Eichdaten für die Auswertung zur Verfügung stehen. Im Idealfall ist dann keine Zusatzinformation aus dem Gelände notwendig, und eine vollautomatische Auswertung wird möglich.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Mit den hier dargelegten Methoden sind die wesentlichen Bausteine eines Systems für die katastergenaue Landnutzungskartierung aus Satellitenbildern vorhanden. Obwohl das Problem

hiemit im Prinzip lösbar erscheint, ist für ein operationelles vollautomatisches System noch beträchtliche Entwicklungsarbeit zu leisten. Wenn man aber einige Abstriche in Bezug auf den Grad der Automatisierung toleriert, dann erscheint es durchaus realistisch, schon in naher Zukunft ein entsprechendes Auswerteverfahren verwirklichen zu können.

Literatur

[1] *Schneider, W.*: Land use mapping with subpixel accuracy from LANDSAT TM image data. Proc. 25th Int. Symp. on Remote Sensing and Global Environmental Change, Graz, 4-8 April 1993, p. II-155 – II-161.

- [2] *Schneider, W., Bartl, R.*: Physical Models in Remote Sensing Image Understanding: Model Formulation and First Results. In: Solina, F., Kropatsch, W.G.: Visual Modules, Proc. 19th ÖAGM and 1st SDRV Workshop, Schriftenreihe der OCG Band 81, R. Oldenbourg, Wien-München, 1995, p. 59-67.
- [3] *Bartl, R., Schneider, W.*: Satellite Image Registration Based on the Geometrical Arrangement of Objects. In: Proc. European Symposium on Satellite Remote Sensing II, 15-28 September 1995, Paris, France, in Druck.

Anschrift der Autoren:

Univ.-Doz. Dr. Werner Schneider, Joachim Steinwendner, Renate Bartl, Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung, Universität für Bodenkultur Wien.



Klassifikation des Waldzustandes für das Bundesland Kärnten mittels Satellitenbilddaten

Mathias Schardt, Ursula Schmitt, Graz

Zusammenfassung

Für das Bundesland Kärnten wurde eine flächendeckende Klassifikation des Waldzustandes aus Satellitenbilddaten durchgeführt. Der Artikel beschreibt wesentliche Aspekte der Datenaufbereitung, der Merkmalsauswahl sowie der Klassifikation unter besonderer Berücksichtigung der radiometrischen Aufbereitung der Satellitenbilddaten sowie der Signaturanalyse.

Abstract

A classification of the forest state of Carinthia (Austria) has been performed based on satellite images. The paper describes important aspects of pre-processing, feature selection, as well as classification of the satellite images with special focus on radiometric correction and signature analysis.

1. Einleitung

Zur Unterstützung der forstlichen Rahmenplanung des Landes Kärnten wurde mit Hilfe von Satellitenbilddaten eine Waldklassifikation durchgeführt, die den Istzustand der Bestockungsverhältnisse für das gesamte Bundesland festhalten soll. Satellitenbilddaten eignen sich besonders gut für diese Aufgabenstellung, da aus ihnen forstliche Parameter abgeleitet werden können, die entweder überhaupt nicht oder nicht in einem geeigneten Maßstab durch Karten oder andere Informationsquellen verfügbar sind. Die Parameter, die durch die Klassifizierung erfaßt werden sollen, sind die aktuelle Waldgrenze, die Zusammensetzung Nadel/Laubwald (4 Klassen), das Baumalter (3 Klassen) sowie die Überschirmung (2 Klassen).

Die Ergebnisse der Klassifizierung sollen später gemeinsam mit anderen Informationen, die

für die forstliche Rahmenplanung benötigt werden, wie digitale Höhenmodelle und geologische Karten, in einem geographischen Informationssystem integriert und zu Planungs- bzw. Analysezielen kombiniert verarbeitet bzw. verschritten werden. Die Klassifizierungsergebnisse bieten sich hierbei als aktuellste GIS-Ebene an. Die für die Realisierung dieser Aufgabenstellung durchzuführenden Arbeitsschritte und die verwendeten Methoden werden im folgenden dargestellt.

2. Datenvorverarbeitung

Die Auswertung basierte auf Landsat TM Daten, welche flächendeckend und fast wolkenfrei im Zeitraum zwischen 1991 und 1993 verfügbar waren. Zur Optimierung der Klassifizierung waren zunächst verschiedene Vorverarbeitungs-

schritte notwendig, die die geometrische als auch die radiometrische Qualität der Daten verbesserten.

Aufgrund der enormen Höhenunterschiede im untersuchten Gebiet erschien eine atmosphärische Korrektur der Satellitenbilddaten notwendig. Diese wurde auf Basis des LOWTRAN 7 Modells sowie meteorologischer Daten durchgeführt. Die Geokodierung, die eine wesentliche Voraussetzung für die Überlagerung der verschiedenen Satellitenszenen untereinander, die Mosaikbildung sowie die spätere Überlagerung mit ortsbezogener Zusatzinformation im GIS ist, erfolgte unter Verwendung eines digitalen Höhenmodells mittels des am Institut entwickelten Softwarepakets RSG (Remote Sensing Software Graz).

Den Einfluß des Reliefs auf die Signatur von Satellitenbilddaten zeigten beispielsweise Untersuchungen von Schardt (1987) anhand von Fichten- und Buchenbeständen im Schwarzwald, deren Ergebnisse für den Kanal TM4 (nahes Infrarot) anhand der Regressionen in Abbildung 1 dargestellt sind.

Zur Minimierung des in Abbildung 1 dargestellten Reliefeinflusses wurden die Satellitenbilddaten einer radiometrischen Korrektur mit Hilfe des Minneart-Korrekturmodells (Colby, 1991) unterzogen. Die dadurch erzielte Normalisierung der topographischen Effekte wird sehr gut ersichtlich in Abbildung 2, in der ein unkorrigierter Bildausschnitt einem radiometrisch korrigierten Bildausschnitt aus dem Bereich Seebachtal (Mallnitz) gegenübergestellt wird.

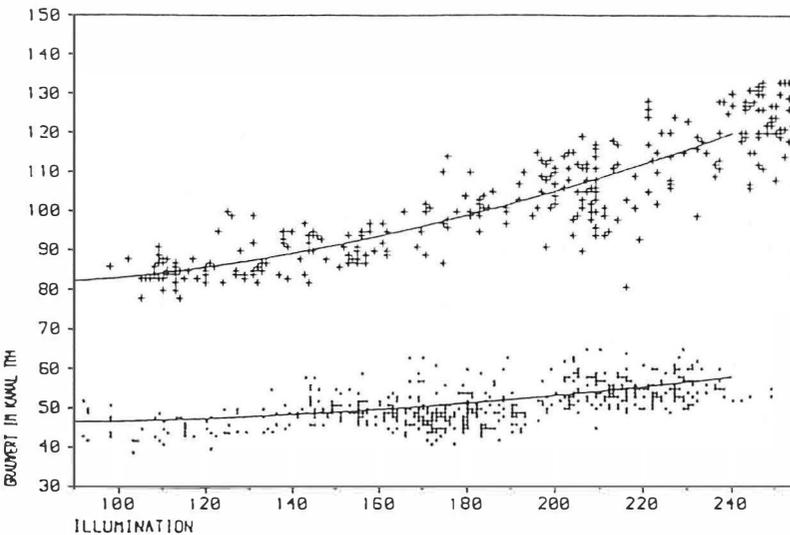


Abb. 1: Abhängigkeit der Signatur geschlossener Buchen- und Fichtenbestände von der Illumination (Beleuchtung) im Kanal TM4 (+ = Buche, · = Fichte).

3. Signaturanalyse und Merkmalsauswahl

Zur Beurteilung, inwieweit mit Hilfe der Thematic Mapper Daten die vorgegebene Aufgabenstellung realisierbar ist, wurde im Vorfeld der Untersuchung auf Ergebnisse von Signaturanalysen, die von anderen Untersuchungen vorlagen, zurückgegriffen. Grundsätzlich sind die für die Klassifikation von Waldparametern geeignetsten Merkmale bereits aus der Literatur bekannt (Coenradie, 1992; Horler & Ahern, 1986; Schardt, 1990). Die Spektralbänder TM1 und TM3 haben eine größere Chlorophyllabsorption, daher nimmt die Rückstrahlung mit zunehmender Vegetationsbedeckung in diesen Spektralbereichen ab, während sie in Band TM2 und TM4 zunimmt. Die Bänder TM5 und TM7 sind empfindlicher gegenüber der gesamten Biomasse und dem Blattwassergehalt als gegenüber der grünen Vegetation. Auch hier nimmt die Rückstrahlung mit zunehmender Vegetationsbedeckung ab. Da das Spektralband TM1 aufgrund seiner stärkeren Beeinflussung durch die Atmosphäre weniger geeignet ist und die Korrelation zwischen den beiden Bändern TM5 und TM7 sehr stark ist, ergeben sich die Spektralbänder TM2, TM3, TM4 und TM5 als die besten Merkmale für Waldanwendungen.

Daneben lagen der Auswahl der für die einzelnen Klassifikationen am besten geeigneten Merkmale weitere Untersuchungen, wie die Analyse von Clusterdiagrammen, die Berechnung von Korrelationen (zwischen Waldparametern und es) und die Auswertung der statistischen Ergebnisse von Klassifikationstests mit verschiedenen Merkmalskombinationen zugrunde.

4. Klassifikation

Als Grundlage für die digitale Klassifizierung wurden repräsentativ für die zu erhebenden Waldparameter Referenzgebiete aufgenommen, welche für Training sowie Qualitätskontrolle der Klassifikation herangezogen wurden. Die Klassifikation der Waldpara-

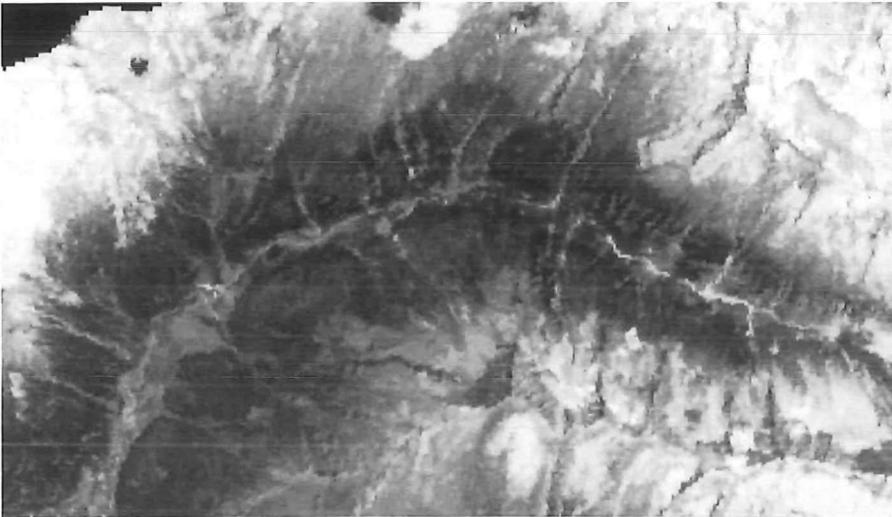
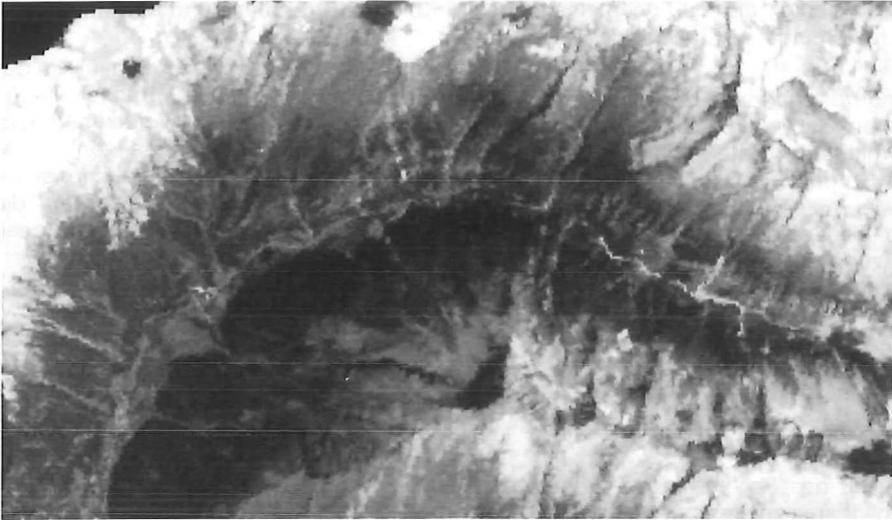


Abb. 2: Normalisierung der topographischen Effekte: a) unkorrigiert, b) radiometrisch korrigiert.

meter erfolgte jeweils separat in vier voneinander unabhängigen Klassifikationen. Vorteil dieses Ansatzes ist, daß speziell für jeden Parameter die geeignetsten Klassifikationsmerkmale gewählt werden können.

Zur Feststellung der aktuellen Waldgrenze, d.h. zur Trennung von Wald- und Nichtwaldgebieten, wurde eine logische Verknüpfung von Schwellwertverfahren in den Spektralbändern TM2 (Trennung von Wald und anderer Vegetation sowie vegetationslosen Flächen) und TM4 (Trennung von Wald und Gewässern) verwendet. Für die Feststellung des Waldtyps und damit die Trennung von Laub- und Nadelwald eignen sich am besten die Bänder TM4 und TM5 als Merk-

male (Schardt, 1990). Aufgrund der berechneten Korrelationen sowie der Ergebnisse verschiedener Klassifikationsversuche wurde jedoch auch das Band TM3 in die Klassifikation miteinbezogen. Auch das Baumalter beeinflusst vor allem die Rückstrahlung in den Bändern TM4 und TM5. Junge, dichte Bestände weisen in Band TM4 eine höhere Rückstrahlung auf, während Altholz generell eine geringere Rückstrahlung hat. Aufgrund besserer Ergebnisse der Testklassifikationen wurden für die Klassifikation jedoch die Merkmale $TM5_j$ und $Ratio\ TM4_j/TM3_j$ eingesetzt. Für die Klassifikation der Überschirmung in zwei Klassen (Überschirmung 0–6 und Überschirmung 7–10) erwies sich schließlich eine Zu-

sammenstellung mehrerer Spektralbänder (TM2, TM3, TM4 und TM5) als beste Merkmalskombination.

5. Schlußbemerkung

Da die Spektralsignatur der Altersklassen durch den Waldtyp beeinflusst wird und umgekehrt, wäre es sinnvoll, diese Parameter in Abhängigkeit voneinander zu klassifizieren. Aufgrund einer ungünstigen Verteilung der Referenzdaten auf die so definierten Unterklassen war dies jedoch nicht möglich, so daß die Klassifikation von Waldtyp und Baumalter in zwei getrennten Arbeitsschritten erfolgen mußte. Aus denselben Gründen konnten auch weitere Faktoren, wie etwa die Höhenlage oder der Unterwuchs, der vor allem bei geringer Überschr-

mung die Spektralsignatur stark beeinflusst, nicht berücksichtigt werden.

Literatur

- [1] Coenradie B., 1992: Waldklassifizierung und Totholzkartierung im Nationalpark Bayerischer Wald unter Verwendung von Landsat-TM- und digitalen Zusatzdaten. Diplomarbeit Universität Bonn, 199 S.
- [2] Horler D.N.H., Ahern F.J., 1986: Forestry Information Content of Thematic Mapper Data. Int. J. Remote Sensing, 1986, vol. 7, no. 3, pp 405-428.
- [3] Schardt M., 1990: Verwendbarkeit von Thematic Mapper-Daten zur Klassifizierung von Baumarten und natürlichen Altersklassen. Diss. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 200 S.

Anschrift der Autoren:

Dr. Mathias Schardt, Mag. Ursula Schmitt, Institut für Digitale Bildverarbeitung, Joanneum Research, Wastiangasse 6, 8010 Graz.



Forstliche Planungsgrundlagen aus Luftbildzeitreihen

Wolfgang Kusché, Michael Siegl, Wien

Zusammenfassung

Die Erfassung der Bestandesentwicklung stellt ein wesentliches Kriterium bei der Planung und Dringlichkeitsreihung von forstlichen Maßnahmen im Schutzwald dar. Durch den Einsatz von historischem Luftbildmaterial kann der Mangel an zuverlässigen terrestrischen Inventurdaten ausgeglichen werden. Die stichprobenweise Erfassung und einzelpunktweise Auswertung von Bodenbedeckungskategorien (Fels, Gras, Jungwuchs, Dichtung/Stangenholz, Altholz und Windwurf) gibt einen sehr guten Einblick in die Entwicklung der einzelnen Bestände.

1. Einleitung

„Die Schutzfunktion, das ist insbesondere der Schutz vor Elementargefahren und schädigenden Umwelteinflüssen sowie die Erhaltung der Bodenkraft gegen Bodenabschwemmung und Verwehung, Geröllbildung und Hangrutschung,“ stellt für 30,7% der österreichischen Wälder die „Leitfunktion“ dar (BMLF 1995).

Für eine nachhaltige Bewirtschaftung dieser Waldbereiche müssen die Planungsgrundlagen erst sukzessive durch spezielle Schutzwaldinventuren aufgebaut werden, da die herkömmlichen Forstinventuren (sowohl die betrieblichen als auch die überregionalen) wenige zuverlässige Daten lieferten. Luftbilder können nun in zweierlei Hinsicht bei der Datenerfassung für Schutzwaldinventuren eingesetzt werden:

- Aktuelles FIR-Luftbildmaterial zur Erfassung von Bestandesdaten (Schutzwaldentwicklungsphasen) und zur Unterstützung der Geländearbeiten.
- Historisches Luftbildmaterial zur Erfassung der Bestandesentwicklung.

2. Schutzwaldphasenkartierung aus FIR-Luftbildern

Schutzwaldentwicklungsphasen sind typische Bestandesbilder, die nicht durch ein absolutes Alter oder einen bestimmten Holzvorrat definiert, sondern durch verschiedene Merkmale (standortsbedingte Baumhöhe, Kronenzustand, Kronenschlußgrad, usw.) charakterisiert sind. Die Einteilung der Schutzwaldentwicklungsphasen erfolgte nach den von Mayer-Ott, (1991) angege-

benen Kriterien. Im Rahmen der Pilotstudie „Höllengebirge“ (im Auftrag der Österreichischen Bundesforste) wurden Methoden zur Erfassung der Schutzwaldphasen durch Auswertung von Luftmeßbildern entwickelt und auf ihre Zuverlässigkeit untersucht (Kusché, Schneider, Mansberger 1994).

Ein Verfahren zur Schutzwaldphasenermittlung aus Luftbildern stellt die **visuelle Meßinterpretation** dar (Kusché Schneider, Mansberger 1994). Dabei wurden die Merkmale Geländehöhe (aus der Karte), Standort (Ebene, Graben, usw.), Baumartenanteil (in Zehntel der Schirmfläche), Mischungsform, Bestandeshöhe (Minimum, Mittel und Maximum), Kronendurchmesser, Schlußgrad (geschätzt in Zehntel), Bestandesgefüge horizontal und vertikal, Kronenzustand (Bestandesbeurteilung), Wuchsklasse und Besonderheiten (z.B. Windwurf) erfaßt. Die Bestimmung der Phasen erfolgte durch die statistische Auswertung (lineare Diskriminanzanalyse) der Einzelmerkmale. In Tabelle 1 wird die Übereinstimmung der verschiedenen Merkmals-

3. Luftbildzeitreihen

Die Entwicklungsdynamik (Veränderung der Phasen in Raum und Zeit) der einzelnen Bestände ist für die Planung einer nachhaltigen Bewirtschaftung der Schutzwälder ein wesentlicher Faktor. Die zyklische Abfolge der Entwicklungsphasen, wie sie von Mayer und Neumann (1981) für Fichten-Tannen-Buchenurwälder publiziert wurde, konnte durch Darstellung von zwei charakteristischen, aber möglichst wenig korrelierenden Merkmalen in zweidimensionalen Merkmalsräumen (siehe Abb. 1) auch für den Schutzwald bestätigt werden. Bei der Erfassung aus einem Luftbildjahrgang wird die Phasendynamik aus dem räumlichen Nebeneinander der Einzelbestände des gesamten Untersuchungsgebietes abgeleitet. Aussagen über die Geschwindigkeit des Ablaufes sowie die Entwicklung eines bestimmten Bestandes können daraus nicht unmittelbar getroffen werden. Dies ist nur durch Auswertung von historischem Luftbildmaterial möglich.

	Merkmalskombinationen							
Baumhöhe Minimum	x				x			
Baumhöhe Mittel	x	x		x	x	x		x
Baumhöhe Maximum	x				x			
Kronenschlußgrad	x	x	x	x	x	x	x	
Kronenzustand	x	x	x	x			x	
Wuchsklasse	x	x	x		x	x		x
Kronendurchmesser	x				x			
Kronenschlußgrad/Kronenzust.								x
korrekt (feine Phaseneinteilung)	49%	45%	43%	41%	41%	35%	33%	38%
korrekt (grobe Phaseneint.)	63%	61%	60%	56%	52%	49%	44%	55%
max.Abw. ± 1 Stufe (feine Eint.)	72%	69%	67%	68%	63%	63%	55%	65%

Tab. 1: Klassifikationsgüte bei linearer Diskriminanzanalyse mit unterschiedlichen Merkmalen

kombinationen mit der terrestrischen Erfassung dargestellt.

Das Resultat ist bei Verwendung aller wesentlichen Merkmale deutlich besser als jenes bei einer visuell-integralen Interpretation (Bestimmung der Schutzwaldentwicklungsphase durch den Interpreten ohne explizit angegebene Entscheidungskriterien). Läßt man den Kronenzustand weg, so wird das Ergebnis zwar schlechter, die Daten sind aber durchaus noch brauchbar. Dies ist insofern von Bedeutung, da alle Merkmale mit Ausnahme des Kronenzustandes auch auf S/W-Luftbildern meß- bzw. interpretierbar sind (Kusché, Schneider, Mansberger 1994).

4. Auswertung von historischem Luftbildmaterial

4.1 Datenmaterial und Auswertemethode

Als Datenmaterial standen S/W-Luftbilder aus dem Waldstandsflug 1953 (mittlerer Maßstab 1:17000), S/W-Luftbilder aus dem ÖK-Revisionsflug 1965 (mittlerer Maßstab 1:15000) sowie FIR-Luftbilder aus dem Jahr 1989, die im Zuge der Pilotstudie „Höllengebirge“ von den Österreichischen Bundesforsten in Auftrag gegeben wurden, zur Verfügung.

Die Datenerfassung erfolgte in den zwei Teilgebieten Wimmersberg und Langbathsee, die

auch Gegenstand der oben angeführten Pilotstudie waren. Jedes der beiden Gebiete hat eine Fläche von rund 100 ha. Im Gebiet Wimmersberg herrscht eine sehr kleinflächige Bestandesstruktur vor, flächige Veränderungen durch Nutzung oder Katastrophen (Windwurf) gibt es hier keine. Das Gebiet Langbathsee weist größere durch Nutzung bzw. Windwürfe geprägte Bestände auf.

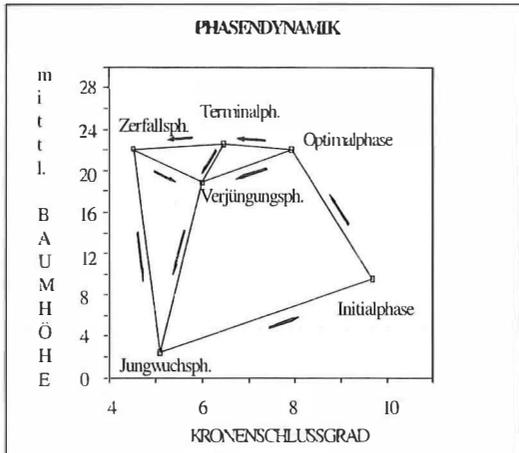


Abb 1: Phasendynamik; dargestellt in einem zweidimensionalen Merkmalsraum

Die Interpretation erfolgte stichprobenweise in einem 25m x 25m Raster (in der Natur), der mit dem Programm MONOMAP (Einbildkartiersystem des Instituts für Vermessungswesen und Fernerkundung auf der Basis von Auto-Cad. Schneider, Bartl 1994) in die Geometrie der jeweiligen Luftbildjahrgänge verzerrt und auf einer Transparentfolie zu den Luftbildern ausgeplottet wurde. Die äußere Orientierung des FIR-Bildmaterials konnte aus einer bestehenden Aerotriangulierung übernommen werden. Bei den Jahrgängen 1953 und 1965 wurden Paßpunkte aus den 1989-Bildern übertragen und mittels räumlichem Rückwärtsschnitt die äußere Orientierung bestimmt. Die Übereinstimmung der Punktraster lag zumeist unter 5m, wodurch das Aufsuchen identer Punkte in den verschiedenen Luftbildjahrgängen mit ausreichender Genauigkeit ermöglicht wurde.

An den jeweiligen Rasterpunkten wurden 6 Kategorien der Bodenbedeckung erfaßt:

- 1 Fels/Geröll
- 2 Gras
- 3 Jungwuchs
- 4 Dickung/Stangenholz
- 5 Altholz
- 6 Totholz liegend

Da es sich bei den angeführten Merkmalen um Flächenmerkmale handelt, mußte auch die Umgebung des Rasterpunktes in die Interpretation einbezogen werden (z.B. die Kategorie Jungwuchs wurde auch dann interpretiert, wenn der Rasterpunkt nicht unmittelbar auf eine Forstpflanze gefallen ist, sondern nur in der näheren Umgebung welche vorhanden waren).

4.2 Interpretationsergebnisse

Vor dem Vergleich der einzelnen Luftbildjahrgänge wurden die Interpretationsergebnisse auf Plausibilität überprüft und etwaige Interpretationsfehler, die sich vor allem an Bestandesrändern aufgrund der unterschiedlichen Bildstürze ergaben, bereinigt.

Wimmersberg

Beim Vergleich von Häufigkeiten der einzelnen Bodenbedeckungsklassen ergab sich in den drei Luftbildjahrgängen kein eindeutiger Trend. Bei der einzelpunktweisen Analyse der Bodenbedeckung der Jahre 1953, 1965 und 1989 zeigte sich beispielsweise, daß ein Großteil der Bestände die 1953 Dickung/Stangenholz waren, in den folgenden Jahrgängen erwartungsgemäß in Altholz übergegangen sind, ohne daß es zu einem Auffüllen dieser Kategorie gekommen wäre.

Langbathsee

Im Untersuchungsgebiet Langbathsee konnten nur die Luftbildjahrgänge 1953 und 1989 ausgewertet werden, da im Jahrgang 1965 große Teile des Gebietes aufgrund von Schlag Schatten nicht interpretierbar waren. In diesem Gebiet fällt der Abbau des Altholzes zugunsten der restlichen Kategorien besonders auf. Analysiert man die Rasterpunkte, welche im Jahre 1953 Altholz waren, im Detail, so zeigt sich, daß die Kategorien Fels/Geröll und Gras mehr zunahmen als Jungwuchs und Dickung/Stangenholz.

4.3 Datenauswertung

Aus den angeführten Beispielen der Interpretationsergebnisse können in Kombination mit terrestrischen Daten folgende planungsrelevante Schlußfolgerungen gezogen werden:

- Tritt in einem Gebiet der Übergang von Altholz zu Gras häufig auf, so sind in diesem Bereich Aufforstungsmaßnahmen dringlicher als in jenen Bereichen, die über den gesamten Beobachtungszeitraum Gras waren.

- Geht die Bodenbedeckungsklasse Dichtung/Stangenholz im Laufe der Zeit in Altholz über, ohne aus dem Jungwuchs aufgefüllt zu werden, so sind dringend Verjüngungsmaßnahmen (Förderung von bestehenden Jungwuchshorsten durch Vergrößerung von Bestandeslücken, Klärung des Wildeinflusses, u.ä.m.) zu setzen.

5. Schlussfolgerung

Die Verwendung von aktuellen FIR-Luftbildern zur Bestandesdatenerfassung im Schutzwald hat sich bewährt und kann operationell eingesetzt werden. Die Bildqualität der historischen Luftbilder (Waldstandsaufnahme, ÖK-Revisionsflüge) ist mit Ausnahme von kleineren Bereichen mit Schlagschatten und Wolken für die Interpretation der Bodenbedeckungsklassen (Fels/Geröll, Gras, Jungwuchs, Dichtung/Stangenholz, Altholz und Totholz liegend) ausreichend. Die mit dem Programm MONOMAP in die verschiedenen Luftbildjahrgänge verzerrten Punktraster sind genau genug, um die identen Punkte aufzufinden. Die Schwierigkeit bei der Interpretation lag vor allem darin, daß die erhobenen Merkmale nicht über den gesamten Bestand homogen sind und daher das Problem der Bestandesabgrenzung nicht völlig umgangen werden kann. Ein weiteres Problem bei der Interpretation stellten die unterschiedlichen Bildstürze dar, die sich vor allem an Bestandesrändern negativ auswirken.

Die ersten Ergebnisse der Auswertung historischer Luftbilder sind vielversprechend. Vor allem

die Analyse der Entwicklungstendenz einzelner Bestände erscheint als wesentlicher Faktor zur Planung und Dringlichkeitsreihung forstlicher Maßnahmen.

Literatur

- [1] *BMLF* (1995): Der Wald- das grüne Herz Österreichs. Broschüre des BMLF. Wien.
- [2] *Kusché, W., R. Mansberger, W. Schneider* (1995): GIS-Datenerfassung aus Luftbildern. 1. BOKU-GIS Userkonferenz; Tagungsband, BOKU.
- [3] *Kusché, W., W. Schneider, R. Mansberger* (1994): Schutzwaldphasenkartierung aus Luftbildern. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 111. Jg., Heft 1.
- [4] *Mayer, H., M. Neumann* (1981): Struktureller und Entwicklungsdynamischer Vergleich der Fichten-Tannen-Buchen-Urwälder Rothwald/Niederösterreich und Corkova Uvala/Kroatien. In: Mayer, H. (1989): Urwaldreste, Naturwaldreservate und schützenswerte Naturwälder in Österreich. 2. Auflage. Institut für Waldbau, BOKU.
- [5] *Mayer, H., E. Ott* (1991): Gebirgswaldbau und Schutzwaldpflege. 2.Auflage. Gustav Fischer Verlag; Stuttgart, New York.
- [6] *Pitterle, A.* (1990): Schutzwaldsanierung Höllengebirge. Interner Projektsbericht. Institut für Waldbau, BOKU; unveröffentlicht.
- [7] *Pitterle, A., G. Herzog, W. Urban* (1990): Schutzwaldsanierungsprojekt Höllengebirge, Kartierung der Entwicklungsphasen. Interner Projektsbericht. Institut für Waldbau, BOKU; unveröffentlicht.
- [8] *Schneider, W., R. Bartl* (1994): Forstliche Kartierung und GIS-Datenerfassung aus Luftbildern nach dem Monoplotting-Verfahren. In: Photogrammetrie & Forst. Tagungsband S. 317 ff. Herausgeber: Forstwissenschaftliche Fakultät, Abt. Luftbildmessung und Fernerkundung. Freiburg.

Anschrift der Autoren:

Dipl.-Ing. Wolfgang Kusché, Michael Siegl, Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung, Peter-Jordan-Straße 82, 1190 Wien.

Das CORINE Landcover Projekt der EU

Günter Liebel, Peter Aubrecht, Wien



Zusammenfassung

Das Umweltbundesamt Wien nimmt im Rahmen des CORINE Programmes der EU am CORINE Landcover Projekt teil. Ziel dieses Projektes ist eine Erhebung der Bodenbedeckung bzw. Landnutzung nach einheitlichen Richtlinien für Europa im Maßstab 1:100,000 sowie der Aufbau und die Weiterentwicklung einer CORINE Landnutzungsdatenbank.

Summary

The Federal Environmental Agency Vienna carries out the EU-project CORINE Landcover. The aim of the project is to map the landcover of whole europe in the scale of 1:100,000 following standardized instructions and building up a CORINE Landcover database.

1. Corine Landcover Projekt

Das Umweltbundesamt führt im Rahmen des CORINE (COordinated INformation on the Environment) Landcover Projektes eine österreichweite Erhebung der Bodenbedeckung bzw. Landnutzung durch.

CORINE Landcover ist ein Teilprojekt des CORINE Programmes der Europäischen Union, welches im Jahr 1985 gestartet wurde. Das CORINE Programm wird nunmehr von der Europäischen Umweltagentur, welche Ende 1993 mit Sitz in Kopenhagen errichtet wurde, betreut. Für die Koordination und fachliche Betreuung des CORINE Landcover Projektes wurde ein „European Topic Centre on Landcover“ unter der Leitung von MDC-Sweden (Centre for Environmental Satellite Data) eingerichtet. Sowohl aus internationaler als auch aus österreichischer Sicht ist eine Teilnahme an dem CORINE Landcover Projekt von Bedeutung. Der Europäischen Kommission dienen die Ergebnisse des CORINE Programmes nicht nur für die Ausarbeitung umweltpolitischer Maßnahmen, sondern auch für die Überprüfung der Effizienz von Förderungsprogrammen.

Österreich ist mit der Teilnahme am CORINE Programm an einem EU-weiten Umweltinformationssystem beteiligt, welches nunmehr durch die EU-Verordnung 1210/90 zur „Schaffung der Europäischen Umweltagentur und die Errichtung eines Europäischen Umweltinformationsnetzes“ rechtlich verankert ist.

Am CORINE Landcover Projekt nehmen sowohl west- und osteuropäische als auch nordafrikanische Staaten teil. In Portugal, Spanien,

Luxemburg, den Niederlanden, Irland, Dänemark, Belgien, Andorra und Tschechien wurde das Projekt bereits abgeschlossen. Derzeit befinden sich 11 Staaten in Arbeit und 8 Staaten in der Vorbereitungsphase. In Österreich soll das Projekt Ende 1996 abgeschlossen sein. Derzeit sind bereits rund 40% der österreichischen Staatsfläche bearbeitet.

2. Ziele des Corine Landcover Projektes

Die Hauptaufgabe des Projektes liegt in der Erhebung der Bodenbedeckung bzw. Landnutzung in Europa nach einheitlichen Kriterien. Bisher verwendete Datensätze über die Bodenbedeckung von Europa waren nach unterschiedlichen Kriterien aufgebaut und ließen daher keine vergleichbaren Auswertungen zu. Seitens der EU wurde daher eine spezielle Vorgangsweise zur Erhebung der Landnutzung ausgearbeitet, welche sich im wesentlichen auf eine Nomenklatur mit 44 Klassen (3 Ebenen) stützt. Auf der Basis dieser Nomenklatur, einem Maßstab von 1:100,000 und exakt vorgegebener Arbeitsschritte wird für Europa eine CORINE Landcover Datenbank aufgebaut und weiterentwickelt.

3. Vorgangsweise und Methodik

Das CORINE Landcover Projekt basiert auf einer computerunterstützten manuellen Photointerpretation von Satellitendaten unter Verwendung von zusätzlichen Hilfsmitteln wie topographischen Karten und Luftbildern.

Unter Verwendung von Landsat TM Daten und eines Höhenmodells werden die Satellitendaten geometrisch entzerrt, in der Folge auf Negativ abgespielt und auf Farbphotopapier im Maßstab 1:100,000 vergrößert. Nach Hochzeichnung der Bodenbedeckung bzw. Landnutzung auf eine Transparentfolie, wobei die kleinste zu kartierende Einheit 25 ha beträgt, und Setzung eines Codes nach der CORINE Landcover Nomenklatur wird die Linienfolie gescannt und digital nachbearbeitet. Um eine optimale Übersicht über die Auswertungen zu gewährleisten, werden diese analog zum ÖK50 Blattschnitt aufgeteilt und abgespeichert.

4. Bewertung der Interpretationsresultate

Da die Nomenklatur für das CORINE Landcover Projekt bereits im Jahr 1986 ausgearbeitet wurde, konnte auf österreichische Besonderheiten keine Rücksicht genommen werden. Dies führte im Zusammenhang mit der Projektentwicklung zu Problemen, die im Zusammenwirken mit dem European Topic Centre gelöst werden sollen. Weiters ergaben sich auf Grund des Reliefs und der dadurch entstehenden Licht/Schatten

Bereiche einige Schwierigkeiten hinsichtlich der Erkennbarkeit von Landnutzungen und deren Abgrenzung zueinander. Mit Hilfe von topographischen Karten und Luftbildern konnten diese Probleme teilweise gelöst werden.

5. Schlußbemerkungen

Die im Rahmen des Projektes erhobenen Daten stellen eine wichtige Basisinformation in Bezug auf eine Bodenbilanz dar.

Mit den erfaßten Daten können Veränderungen der Landnutzung registriert werden. Die Verknüpfung der CORINE Auswertungen mit anderen thematischen Datensätzen wie Höhenmodell, schützenswerte Gebiete, Klima, Boden etc. erlauben komplexe Analysen durchzuführen.

Alle 10 Jahre soll eine Revision der CORINE Landcover Datenbank durchgeführt werden und dadurch die Veränderungen der Landnutzung registriert werden.

Anschrift der Autoren:

Dipl.-Ing. Günter Liebel, Mag. Peter Aubrecht, Umweltbundesamt Wien, Spittelauer Lände 5, 1090 Wien.



Ein flächendeckendes Landnutzungsmodell von Österreich aus Fernerkundungsdaten

Klaus Steinnocher, Seibersdorf

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschreibt die Erstellung eines flächendeckenden Landnutzungsmodells für Österreich basierend auf Landsat-TM Aufnahmen. Die ausgewiesenen Nutzungsarten basieren auf der Ebene 2 der CORINE land-cover Nomenklatur. Im Gegensatz zum CORINE land-cover Projekt der EU, das auf der visuellen Interpretation von Luft- und Satellitenbildern basiert, wird beim vorliegenden Ansatz eine automationsgestützte Vorgangsweise gewählt. Die Auswertung erfolgt in mehreren Schritten, wobei sowohl spektrale Charakteristika als auch räumliche Muster in den Bilddaten berücksichtigt werden. Das Ergebnis ist ein flächendeckendes Landnutzungsmodell von Österreich im Rasterformat. Die räumliche Auflösung beträgt 100x100m pro Rasterzelle, 15 Landnutzungsklassen werden ausgewiesen.

Abstract

The presented paper describes the establishment of a nationwide land-use model of Austria derived from Landsat-TM data. The land-use classes refer to level 2 of the CORINE land-cover nomenclature. In contrary to the CORINE land-cover project, where landuse is derived from visual interpretation of analogue satellite imagery and aerial photographs, the presented approach applies automated image processing techniques. The classification is performed in several steps, taking into account spectral characteristics as well as spatial patterns in the image data. The result is a raster-model of Austria with a resolution of 100x100m per raster cell, each representing one of 15 land-use classes.

1. Einleitung

Die Kenntnis der räumlichen Verteilung der Landnutzung stellt eine entscheidende Grundlage bei der Bewertung umweltrelevanter Problemstellungen dar. Die bestehenden Landnutzungsmodelle erfüllen nur zum Teil die Anforderungen, die im Sinne einer effizienten Umweltplanung und -kontrolle gestellt werden, nämlich Aktualität, digitale flächendeckende Repräsentation und eine adäquate räumliche sowie thematische Differenzierung der Nutzungsarten. Multispektrale Fernerkundungsdaten werden den genannten Anforderungen gerecht und bieten sich dementsprechend als Datengrundlage für die genannte Problemstellung an.

2. Aufgabenstellung

Ziel der vorliegenden Arbeit war die Erstellung eines Landnutzungsmodelles, das den Anforderungen an eine Datenbasis für regionale bzw. nationale Modellierungen im Umweltbereich genügt. Da die Ausgangsdaten im Rasterformat vorliegen, wurde für das Modell dasselbe Format gewählt. Als räumlichen Auflösung wurde eine Rastergröße von 100×100 m definiert. Diese Auflösung führt auch bei österreichweiten Modellierungen zu einer noch verwaltbaren Datenmenge (ca 8.4 Megabyte), ohne jedoch relevante Strukturen zu unterdrücken.

durchgängig städtische Prägung	Ackerflächen	Wald
nicht durchgängig städtische Prägung	Weinbauflächen	Felsflächen
Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen	Grünland	Gletscher
Abbauflächen, Deponien, Baustellen	Heterogene landwirtsch. Nutzung	Feuchtfleichen
Künstliche Grünflächen	Kraut- und Strauchvegetation	Wasserflächen

Tab. 1: Landnutzungsklassen

Um die Kompatibilität mit bestehenden Landnutzungerhebungen zu wahren, wurde die Nomenklatur des CORINE land-cover Programmes der EU als Referenz herangezogen (EC DG XI, 1993). Diese Nomenklatur definiert ein hierarchisches Schema von Landbedeckungs-/nutzungs-klassen in drei Ebenen. Für die vorliegende

Arbeit wurde die Ebene 2 als Grundlage gewählt, die sich aus 15 Landnutzungsklassen zusammensetzt. Der im CORINE Programm empfohlene Maßstab von 1:500.000 für diesen Grad der thematischen Differenzierung entspricht auch der angestrebten räumlichen Auflösung.

Tab. 1 zeigt die gewählten Nutzungsklassen, die zum Großteil der Ebene 2 der CORINE Nomenklatur entsprechen. Die Nutzungsarten Feuchtfleichen in Küstengebieten und Meeresflächen treten in Österreich nicht auf und werden daher nicht berücksichtigt. Ausnahmen bilden die beiden Klassen städtische Prägung bzw. die Klassen Felsflächen und Gletscher, die der Ebene 3 entnommen sind.

3. Methodik

Die eingesetzte Methodik besteht im wesentlichen aus zwei Verarbeitungsschritten. Zuerst wird eine unüberwachte Klassifikation durchgeführt, die 50 spektrale Klassen ausweist, denen mittels Referenzdaten thematische Inhalte zugeordnet werden. Durch die hohe Auflösung der Ausgangsdaten – 25×25 m – repräsentieren diese Primärklassen Oberflächenbedeckungsformen und nicht zwingend die gesuchten Landnutzungsklassen. Diese können jedoch aus der räumlichen Zusammensetzung der Primärklassen abgeleitet werden. Zu diesem Zweck wurde ein Postklassifikationsalgorithmus entwickelt, der im Zuge von Pilotprojekten ausgetestet und auch im Projekt „Landnutzung für den Mobilfunk“ erfolgreich eingesetzt wurde. Eine detaillierte Beschreibung des Verfahrensablaufes und der eingesetzten Algorithmen findet sich in Steinnocher (1994) und Ecker et al. (1995). Im Gegensatz zu den bisherigen Arbeiten erfordert die vorliegende Zielsetzung aufgrund der feineren thematischen Auflösung ein differenzierteres Vorgehen bei der Postklassifikation, auf das im nächsten Kapitel näher eingegangen wird.

4. Klassifikation

Als Grundlage wird der Datensatz von Orthophotos aus Landsat Thematic Mapper Aufnahmen des Jahres 1991 herangezogen, der im Zuge des Projekts „Landnutzungsdaten für den Mobilfunk“ erstellt worden war (Ecker et al., 1995). Dieses flächendeckende Satellitenbildmosaik von Österreich beinhaltet die Kanäle 1–5 und 7 der Thematic Mapper Aufnahmen und hat eine räumliche Auflösung von 25×25 m pro Pixel.

Da die gesamte Datenmenge im Gigabyte-Bereich liegt, wird der Ausgangsdatensatz in einzelne zusammenhängende Gebiete zerlegt. Diese Stratifizierung basiert auf den räumlichen Mustern von Landschaftskomponenten. So werden z.B. das Waldviertel oder der agrarisch intensiv genutzte Raum östlich von Wien als Bearbeitungsgebiete definiert. Der Vorteil dieser Vorgangsweise besteht in der Aufteilung landschaftlich inhomogener Regionen in homogen genutzte Gebiete, die ähnliche Ausprägungen von Landnutzung aufweisen. Innerhalb eines Bearbeitungsgebietes reduziert sich dadurch die Anzahl der potentiellen Landnutzungsarten und die Zuverlässigkeit der ausgewiesenen Klassen steigt. Da eine scharfe Abgrenzung der Bearbeitungsgebiete thematisch nicht sinnvoll möglich ist, werden Überlappungsbereiche definiert, die von mindestens zwei Bearbeitungsgebieten abgedeckt werden. Diese Bereiche dienen zugleich als Kontrolle, ob die Klassifikationen benachbarter Gebiete idente Ergebnisse aufweisen.

Jedes Bearbeitungsgebiet wird einer unüberwachten Klassifikation unterworfen. Da bei diesem Ansatz die Klassen nicht a priori definiert, sondern aus den Daten abgeleitet werden, besteht die Möglichkeit, daß spektral ähnliche Bedeckungsarten in eine Klasse fallen. Um auch in diesen Fällen eine Klassentrennung durchführen zu können, wird als zusätzliche Informationsebene der normalized differential vegetation index berechnet und mit dem Klassifikationsergebnis verschnitten. Danach erfolgt die Zuweisung der Oberflächenbedeckungsklassen anhand der ÖK 50 und, soweit verfügbar, anhand analoger KFA-1000 Aufnahmen aus dem Projekt AUSTRO-MIR. Das Ergebnis dieses Arbeitsschrittes repräsentiert die Oberflächenbedeckung des Bearbeitungsgebietes anhand sogenannter Primärklassen.

Der Postklassifikationsalgorithmus analysiert nun die Zusammensetzung dieser Primärklassen innerhalb einer lokalen Umgebung. Die Zuordnung der gesuchten Landnutzungsklassen erfolgt über ein hierarchisches Regelsystem, das interaktiv erstellt wird. Neben den Regeln, die den thematischen Kontext repräsentieren, sind zwei räumliche Parameter entscheidend für die Postklassifikation. Zum einen ist dies die Größe der untersuchten Umgebung, also die Anzahl der Bildelemente, die zur Analyse herangezogen werden. Wählt man eine kleine Umgebung, so werden nur hochfrequente Muster erkannt, mit zunehmender Größe werden niedrigfrequente Muster dominanter und bewirken eine stärkere Generalisierung. Das Maß der Generalisierung kann

auch über die Pixelgröße des postklassifizierten Bildes gesteuert werden. So kann z.B. eine 8×8 Umgebung auf die mittleren 4×4 oder 2×2 Pixel abgebildet werden (Steinnocher 1994).

Bei der vorliegenden Arbeit wurde die Postklassifikation in zwei Schritten durchgeführt. Im ersten Schritt werden nur die künstlichen Oberflächen (Tab. 1 linke Spalte), Wald und Wasser extrahiert, wobei eine lokale Umgebung von $200 \times 200\text{m}$ herangezogen wird. Die Ausweisung der übrigen Flächen erfolgt auf einem höheren Generalisierungsniveau. Dazu werden die bereits postklassifizierten Gebiete aus der Primärklassifikation ausmaskiert, und die übrigen Flächen mit einer Umgebung von $400 \times 400\text{m}$ analysiert. Diese Vorgangsweise erlaubt es, bei landwirtschaftlicher Nutzung, natürlicher Vegetation und natürlichen vegetationslosen Flächen dominante Verteilungsmuster zu erkennen, und trotzdem kleinräumige Strukturen von bebautem Gebiet, Wald- oder Wasserflächen zu erhalten. Die Größe der Bildelemente im Ausgabebild beträgt in beiden Fällen $100 \times 100\text{m}$.

Im Anschluß an die Postklassifikation wird der Ergebnislayer noch einem Glättungsalgorithmus unterworfen, der die Unterdrückung punktuell auftretender Fehlklassifikationen bewirkt. Als Ergebnis liegt nun das geforderte Landnutzungsmodell vor (siehe Abbildung Titelseite, Legende dazu auf Seite 27).

5. Das Landnutzungsmodell

Das erstellte Modell weist 15 Landnutzungsklassen aus, auf die im folgenden näher eingegangen wird. Durchgängig städtische Prägung beschreibt dicht bebaute Gebiete, wie sie im Zentrum größerer Städte vorkommen. Sobald die Bebauung signifikant durch Grünflächen unterbrochen ist, wird die Klasse nicht durchgängig städtische Prägung zugeordnet. Die Klasse Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen zeichnet sich durch große Gebäude und offene Flächen aus, die einen hohen Versiegelungsgrad aufweisen. Eine ähnlich spektrale Charakteristik weisen Abbauflächen, Deponien und Baustellen auf, so daß bei dieser Klasse in einzelnen Fällen eine interaktive Nachbearbeitung notwendig war. Die Klasse Künstliche Grünflächen umfaßt in erster Linie städtische Grünanlagen, sofern sie eine ausreichende Größe aufweisen.

Die Klasse Wald wird all jenen Gebieten zugeordnet, in denen Waldflächen dominant auftreten. Kleine Baumgruppen und Einzelbäume wer-

den nicht ausgewiesen. Wasserflächen beinhalten fließende und stehende Gewässer.

Da die bisher beschriebenen Klassen aus einer 200 × 200 m Umgebung extrahiert wurden, ist ihre räumliche Abgrenzung gegenüber benachbarten Klassen unter Berücksichtigung der gegebenen Auflösung als scharf anzusehen. Es ist jedoch zu beachten, daß durch die Auflösung von 100 × 100 m im Übergang zwischen zwei Klassen unweigerlich Mischpixel auftreten. Hierbei entscheidet grundsätzlich die Majorität der Primärklassen (> 50%). Die erwartete Lagegenauigkeit der Klassengrenzen liegt also in der Größenordnung von 100 m. Eine Ausnahme stellen Wasserflächen dar, die bereits ab 40% als dominant definiert wurden. Der Grund dafür liegt in der linearen Natur von Fließgewässern, die sonst in zu hohem Maße eliminiert würden, da lineare Strukturen erst ab einer Breite von mehr als 100 m ausgewiesen werden.

Bei den restlichen Klassen handelt es sich um offenes Gelände, das mit einem höheren Generalisierungsniveau bearbeitet wurde. Bereits klassifizierte Bereiche bleiben dabei unberücksichtigt. Durch das räumlich höhere Aggregationsniveau von 400 × 400 m werden Kleinstrukturen nicht mehr erkannt, sondern nur flächig dominante Bereiche klassifiziert. Die Klassen Ackerflächen, Weingarten und Grünland werden überall dort ausgewiesen, wo die jeweilige Nutzungsart über 70% auftritt. Ist in landwirtschaftlich genutzten Gebieten keine der drei Nutzungen dominant, wird die Klasse heterogene landwirtschaftliche Nutzung zugeordnet. Diese Klasse kommt auch zum Tragen, wenn landwirtschaftliche Nutzung mit naturnahen Flächen durchsetzt ist.

Kraut- und Strauchvegetation beschreibt Flächen mit natürlicher Vegetation, vorwiegend im Hochgebirge, die keiner landwirtschaftlichen Nutzung unterliegen. Bereiche mit spärlicher bis keiner Vegetation im Hochgebirge und blanker Fels sind in der Klasse Felsflächen erfaßt. Gletscher und Dauerschneegebiete fallen in die Klasse Gletscher. Die Klasse Feuchtfächen repräsentiert nicht bewaldete, feuchte Flächen.

6. Ausblick

Das beschriebene Modell steht als Datengrundlage für ein GIS zur Verfügung. Zur Zeit wird durch Verschneidung mit zusätzlichen Informationslayern die thematische Differenzierung der Landnutzung verfeinert, wobei, soweit möglich, die räumliche Auflösung des Modells von 100 × 100 m erhalten wird. Als zusätzliche Datenlayer stehen der Feuchtfächenkataster, ein Gewässernetz und das Netzwerk der Bundesstraßen zur Diskussion.

Um die Qualität des Landnutzungsmodelles zu überprüfen, werden die Ergebnisse mit Ausschnitten aus der am Umweltbundesamt erstellten CORINE land-cover Kartierung verglichen (Liebl und Aubrecht, 1996). Diese Landnutzungs-kartierung entsteht durch visuelle Interpretation von analogen Satelliten- und Luftbildern. Sowohl die räumliche als auch die thematische Auflösung dieser Kartierung sind höher als beim vorliegenden Projekt, allerdings beträgt der Aufwand einer solchen Vorgangsweise ein Vielfaches im Vergleich zur vorgestellten automatischen Verarbeitung. Das Ziel des vorliegenden Projektes bestand daher nicht zuletzt auch in der Demonstration der Vorteile und Grenzen einer rechnergestützten Erstellung eines Landnutzungsmodelles aus Fernerkundungsdaten.

Literatur

- [1] *EC DG XI (Hrsg.)* (1993): EUR12585 – CORINE land cover project – Technical guide. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- [2] *Ecker R., Kalliany R. und Steinnocher K.* (1995): Fernerkundung für die Planung eines Mobilfunknetzes. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation. Vol. 83, Nr. 1+2, pp. 14 – 25.
- [3] *Liebl G. und Aubrecht P.* (1996): Das CORINE land-cover Projekt der EU. Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation. Vol. 84, Nr. 1, (in Druck).
- [4] *Steinnocher K.* (1994): Methodische Erweiterung der Landnutzungsklassifikation und Implementierung auf einem Transputernetzwerk. Geowissenschaftliche Mitteilungen, Heft 40, Technische Universität Wien.

Anschrift des Autors:

Dr. Klaus Steinnocher, Abteilung Umweltplanung, Forschungszentrum Seibersdorf, 2444 Seibersdorf.



Change Detection in urbanen Räumen

Florian Kressler, Seibersdorf

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit zeigt, wie eine Change Detection anhand von Satellitendaten, die mit der Spectral Mixture Analysis transformiert wurden, durchgeführt werden kann. Die so gewonnenen Informationen können für die Aktualisierung von bestehenden Datenbeständen herangezogen werden, wodurch, im Vergleich zu konventionellen Methoden, erhebliche Kosten- und Zeiteinsparungen entstehen.

Abstract

The following paper shows how satellite data, transformed by a spectral mixture analysis, may be used to carry out a change detection. The results may then be used to aid the update of existing data bases, resulting in considerable savings in cost and time, compared to conventional methods.

1. Einleitung

Verschiedene Institutionen und Behörden haben den Auftrag, den Ist-Zustand der Umwelt zu erfassen und Veränderungen festzustellen. Landschafts- und Stadtplaner sind vor das Problem gestellt, daß aktuelle Daten oft nur sehr schwer und mit einem erheblichen finanziellen Aufwand erhoben werden können. Die hier vorgestellte Methode soll zeigen, wie es unter Verwendung von Satellitendaten möglich ist, schnell und kostengünstig Veränderungen zu erfassen. Dies wird anhand der Ausweisung von Gebieten in Wien demonstriert, in denen zwischen 1986 und 1991 Bauaktivitäten stattgefunden haben. Damit ist es möglich, existierende Datenbestände rasch und kostengünstig zu aktualisieren, da sich Kontrollen vornehmlich auf die ausgewiesenen Gebiete beschränken können. Die Arbeit gliedert sich in 2 Teile. Der erste beschäftigt sich mit der Transformation des Satellitenbildes durch die Spectral Mixture Analysis (SMA). Der zweite verwendet die Ergebnisse der SMA, um die Change Detection durchzuführen. Zwei Satellitenbilder, die mit dem Landsat TM am 5. Juni 1986 bzw. am 1. Juli 1991 aufgenommen wurden, stehen für diese Arbeit zur Verfügung. Die geometrische Auflösung beträgt $30 \times 30\text{m}$. Der Sensor erfaßt reflektierte Strahlung in 6 Spektralbereichen, sogenannten Kanälen, die Teile des sichtbaren Lichts und des Infrarots umfassen.

2. Spectral Mixture Analysis

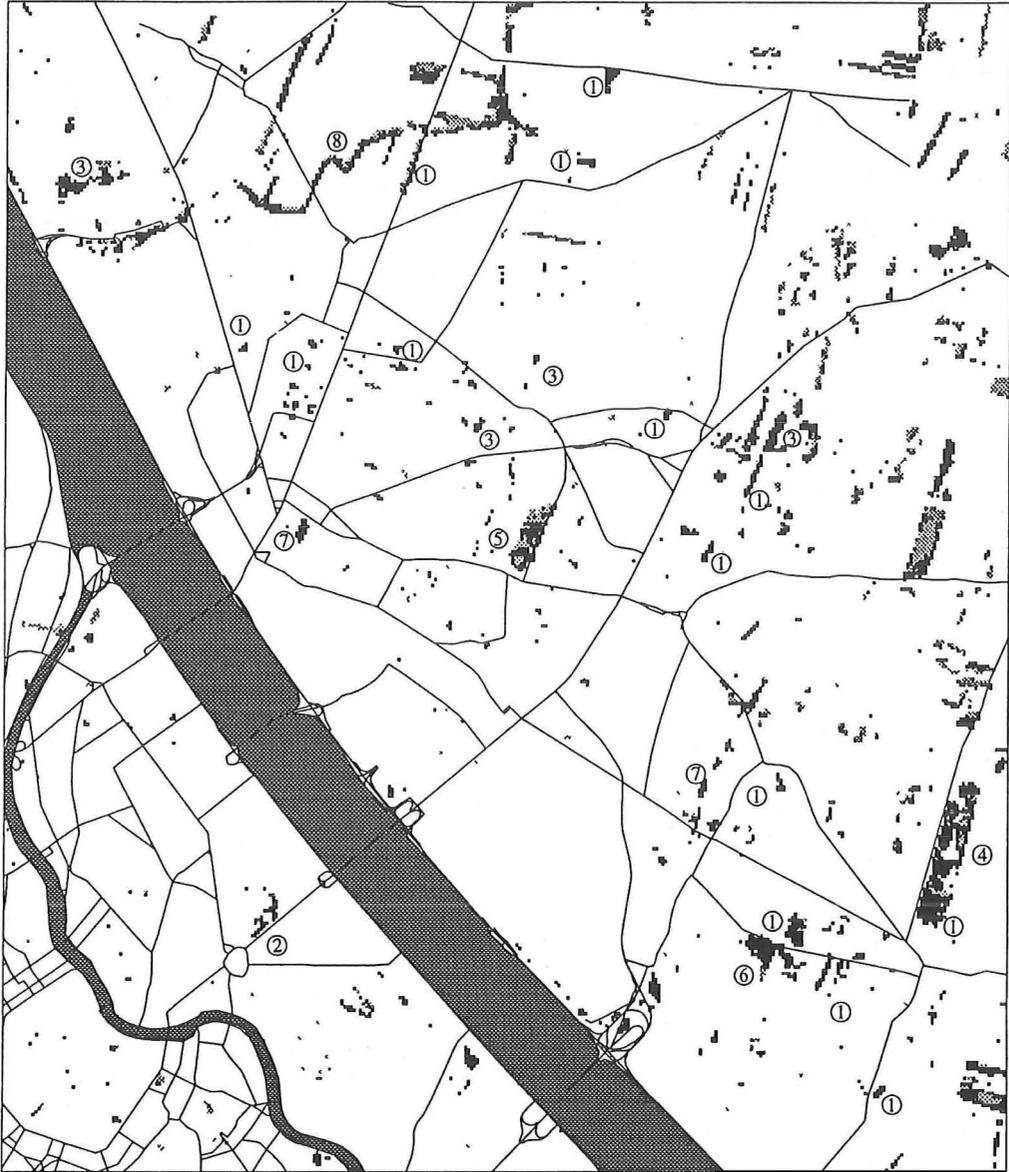
Wegen der Auflösung der Satellitenbilder von $30 \times 30\text{m}$ je Pixel, kommt in einem Pixel normalerweise mehr als nur eine Oberflächenkompo-

nente vor. Dadurch ist eine eindeutige Zuordnung eines Pixels zu einer bestimmten Klasse nicht immer möglich. Je heterogener ein Gebiet ist, desto schwerer ist eine Analyse, ein Problem, das besonders in Stadtgebieten auftritt. Die SMA erlaubt es, ein Satellitenbild so zu transformieren, daß man als Ergebnis für jedes Pixel die Anteile der verschiedenen auftretenden Oberflächenkomponenten erhält. Die SMA wurde ursprünglich für geologische Fragestellungen herangezogen (Shipman und Adams 1987, Adams und Smith 1986) aber auch erfolgreich in anderen Bereichen eingesetzt. Diese reichen von der Analyse von Sedimentkonzentrationen im Amazonas (Mertes et al. 1993), über die Feststellung von Vegetation in Halbwüsten (Smith et al. 1990) bis zur Analyse von thermalen Infrarotbildern von Death Valley (Gillespie 1992).

Die gesuchten Oberflächenkomponenten werden vor der Analyse durch jeweils ein Pixel definiert, in dem die Bedeckungsart ausschließlich bzw. fast ausschließlich vorkommt. Die spektralen Werte, die diese Pixel aufweisen, werden in den sogenannten Endmembers festgehalten. Die Anzahl der Endmember, die festgelegt werden können, sind durch die Anzahl der spektralen Kanäle begrenzt, in denen das Satellitenbild aufgenommen wurde. Da manche Kanäle miteinander korrelieren, ist normalerweise nicht die maximal mögliche Anzahl von Endmembers notwendig, um ein Bild ausreichend zu erklären. Wenn die Endmember definiert sind, wird das Satellitenbild anhand folgender Formel in die verschiedenen Komponenten aufgespalten (Adams et al. 1989):

$$DN_c = \sum_{n=1}^N F_n \cdot DN_{n,c} + E_c \quad (1)$$

Verbauungsänderungen 1986 – 1991 in Wien



-  Sichere Verbauungsänderung
-  Mögliche Verbauungsänderung
-  Wasser



0 600 1500m



SEIBERSDORF

Abb. 1: Verbauungsänderungen 1986–1991

Der Grauwert eines Pixels in einem Kanal (DN_c) setzt sich aus der Summe der Anteile der verschiedenen Oberflächenkomponenten (F_i) zusammen, die durch die Endmemberwerte bestimmt werden ($DN_{i,c}$). Zusätzlich wird noch der Fehlerwert E_c eingeführt, der für den Grauwertanteil steht, der nicht über die Endmember definiert werden konnte. Die Formel wird für jedes Pixel angewendet. Das Ergebnis besteht aus den sogenannten Fraction Images, eines für jeden Endmember. Die Fraction Images zeigen den Anteil, den der jeweilige Endmember in jedem einzelnen Pixel hat.

Die beiden vorliegenden Satellitenbilder sind unabhängig voneinander analysiert worden. Um die Bilder zu erklären wurden drei Endmember definiert, die für Vegetation, Verbauung und Wasser stehen. Für jede dieser Bedeckungsarten wurde in jedem Image ein Pixel gesucht, das die jeweilige Komponente möglichst gut repräsentiert. Das Ergebnis der anschließend durchgeführten Analyse besteht aus 2 Fraction Images je Endmember, eines für 1986 und eines für 1991. Diese werden im nächsten Abschnitt für die Change Detection herangezogen.

3. Change Detection

Ziel der Change Detection ist es, die Zunahme der Verbauung zwischen 1986 und 1991 in Wien festzustellen. Im ersten Schritt wird die Differenz zwischen dem Fraction Image für Verbauung 1986 und dem Fraction Image für Verbauung 1991 gebildet. All jene Pixel, die eine positive Differenz haben, weisen damit auf eine Verbauungszunahme hin. Da die Trennung von Gebäuden und landwirtschaftlichen Flächen, die einen hohen Anteil an sichtbarer Erde aufweisen, nicht immer eindeutig möglich ist, wird zur besseren Unterscheidung zusätzlich das Fraction Image für Wasser 1991 herangezogen. Es hat sich gezeigt, daß die Pixel, die aufgrund der Differenzberechnung auf eine Verbauungszunahme schließen lassen, aber gleichzeitig einen sehr niedrigen Wert im Wasser Fraction Image haben, mit hoher Wahrscheinlichkeit unter landwirtschaftliche Flächen fallen.

Um die Ergebnisse zu visualisieren, wurde ein Gebiet im NO Wiens gewählt (Abb. 1). Dies ist ein Stadterweiterungsgebiet und eignet sich daher sehr gut für die Demonstration der Methode. Zur besseren Orientierung wurde ein Teil des Straßennetzes über das Ergebnis gelegt. Grau sind jene Pixel, die sowohl einen hohen positiven Differenz bei der Verbauung als auch einen sehr

niedrigen Wert im Fraction Image für Wasser 1991 aufweisen. Diese Pixel lassen daher landwirtschaftliche Flächen vermuten. Die schwarzen Pixel haben nur eine hohe positive Differenz bei den Fraction Images für Verbauung und stellen damit Verbauungszunahmen dar.

Um die Richtigkeit der Ergebnisse zu überprüfen wurde ein Ground-Truthing durchgeführt. Die in der Natur verifizierten Veränderungen der Change-Detection-Karte sind in Tabelle 1 durch Zahlen gekennzeichnet. Jede Zahl korrespondiert mit einer bestimmten Art der Verbauungszunahme, die der Tabelle 1 entnommen werden kann.

1,10-11, 13	Industriegebiet
2	Marchfeldkanal in Bau
3-9, 12, 14, 17, 20, 22-23	Wohnhäuser
15	Verwaltung
16	Uni für Veterinärmedizin in Bau
18	Bürobauten
19	Sozialmed. Zentrum Ost
21	Kleingartensiedlung

Tab.: Zunahme der Verbauung von 1986-1991 im NO Wiens

4. Zusammenfassung und Ausblick

Die vorgestellte Methode bietet die Möglichkeit innerhalb einer untersuchten Region diejenigen Gebiete zu erkennen, in denen im Zeitablauf Veränderungen stattgefunden haben. Im Gegensatz zur konventionellen Vorgangsweise, bei der die gesamte Region überprüft wird, reduziert sich damit der Vergleich der beiden Zeitpunkte auf die gefundenen Gebiete. Wird bei der Aktualisierung bestehender Datenbestände diese Methode vorab eingesetzt, sinkt der eigentliche Aktualisierungsaufwand signifikant. Da die Methode selbst weder zeit- noch kostenintensiv ist, ergeben sich in Summe deutliche Einsparungsmöglichkeiten. Dadurch ist auch eine Aktualisierung in kürzeren Zeitabständen möglich, was wiederum zu aktuelleren Datenbeständen führt.

Hochauflösende Satellitenbilder, die in absehbarer Zeit zur Verfügung stehen werden, können zusätzlich herangezogen werden, um mehr Informationen über die Art der Änderungen zu erhalten. Die Anwendungsmöglichkeiten der vorgestellten Methode sind nicht auf Verbauungszunahmen in urbanen Räumen beschränkt, sie kann vielmehr für verschiedenste Fragestellungen eingesetzt werden.

Literatur:

- [1] Adams, J. B. und Milton O. S. (1986), Spectral Mixture Modeling: A New Analysis of Rocks and Soil Types at the Viking Lander 1 Site, Journal of Geophysical Research, Vol. 91, No. B8, pp 8098 – 8112.
- [2] Adams, J. B., Smith, M. O und Gillespie, A. R. (1989), Simple Model for Complex Natural Surfaces: A Strategy for the Hyperspectral Era of Remote Sensing, Proceedings of IGARSS'89, Vol. I, pp 16 – 21.
- [3] Gillespie, A. R. (1992), Spectral Mixture Analysis of Multispectral Thermal Infrared Images, Remote Sensing of Environment, 42:137 – 145.
- [4] Mertes, L. A. K., Smith, M. O. und Adams, J. B. (1993), Estimating Suspended Sediment Concentrations in Surface Wa-

- ters of the Amazon River Wetlands from Landsat Images, Remote Sensing of Environment, 43:281 – 301.
- [5] Shipman, H. und Adams, J. B. (1987), Detectability of Minerals on Desert Alluvial Fans using Reflectance Spectra, Journal of Geophysical Research, Vol. 92, No. B10, pp 10.391 – 10.402.
- [6] Smith, M. O., Ustin, L. S., Adams, J. B. und Gillespie, A. R. (1990), Vegetation Deserts: I. A Regional Measure of Abundance from Multispectral Images, Remote Sensing of Environment, 31:1 – 26.

Anschrift des Autors:

Florian Kressler, Abteilung Umweltplanung, Forschungszentrum Seibersdorf, 2444 Seibersdorf.



Anwendungen der Fernerkundung für die Schneehydrologie

Helmut Rott, Thomas Nagler und Dana-Marie Floricioiu, Innsbruck

Zusammenfassung

Es wird ein Überblick über Anwendungen satellitengetragener Sensoren zur Erfassung von Ausdehnung und Eigenschaften der Schneedecke gegeben. Ein Verfahren zur Schneekartierung im Hochgebirge wird vorgestellt, das auf multitemporalen SAR Aufnahmen basiert. Das Potential von Schneeanalysen aus SAR-Daten wird anhand einer Fallstudie nachgewiesen, bei der tägliche Abflüsse zufolge Schnee- und Gletscherschmelze berechnet werden.

Abstract

Possibilities and applications of spaceborne sensors for monitoring extent and properties of the snow cover are discussed. A method for snow mapping in mountain areas by means of multitemporal SAR data is presented. The usefulness of SAR-derived snow maps for runoff modelling is demonstrated based on calculations of daily runoff due to snow- and glacier-melt in an Alpine drainage basin.

1. Sensoren zur Erfassung von Schnee und Eis

Für die Erfassung von Schnee und Eis bietet sich eine Vielzahl von Sensoren im Sichtbaren, im Infraroten und im Mikrowellenbereich an. Einige der wichtigsten Sensoren sind in Tab. 1 verzeichnet. Aus Bilddaten des AVHRR auf NOAA-Satelliten mit 1 km räumlicher Auflösung werden seit zwei Jahrzehnten operationell Schneekarten erstellt, die für Klimastudien und für die Modellierung von Schneeschmelz-Abflüssen in großen Einzugsgebieten genutzt werden (Rango, 1986). Für kleinere Einzugsgebiete im Gebirge ist die Auflösung von AVHRR nicht ausreichend. Höher auflösende Systeme im optischen Bereich (Landsat TM, SPOT HRV) sind für die Schneekartierung in Einzugsgebieten ab Größen von einigen Quadratkilometern gut geeignet; Nachteile für operationelle Anwendungen resultieren jedoch aus den zeitlichen Abständen zwischen zwei Aufnahmen, die neben dem Aufnahmezyklus auch

von der Bewölkung abhängen. SPOT HRV und Landsat TM bieten auch gute Möglichkeiten zur Kartierung von Gletschergrenzen und von Schnee- und Eisflächen auf Gletschern. In TM Bildern kann man Schnee und Wolken eindeutig trennen, da das Reflexionsvermögen von Schnee in den Spektralkanälen 5 (1.55–1.75 μm) und 7 (2.08–2.35 μm) nur wenige Prozent beträgt, während das Reflexionsvermögen von Wolken hoch ist (Rott and Markl, 1989; Rott, 1994).

Mikrowellen dringen in Schnee und Eis ein und liefern deshalb Information über Eigenschaften des Schneevolumens; außerdem kann man mit Mikrowellensensoren die Erdoberfläche unter allen Wetterbedingungen beobachten. Wegen der starken dielektrischen Verluste von Wasser wird das Reflexions- und Emissionsverhalten der Schneedecke im Mikrowellenbereich wesentlich vom Gehalt an flüssigem Wasser beeinflusst. Bei nassem Schnee dringen die Mikrowellen im C-Band ($f=5.3$ GHz, SAR auf ERS-1 und RADAR-

Satellit	Sensor	Auflösung	zeitl. Folge	Schneeparameter
AVHRR	NOAA	1 km	12 h	Fläche, Albedo, Temp.
Radiometer	Meteosat	2.5/5 km	0.5 h	Fläche, Albedo, Temp.
TM	Landsat	30 m	16 d	Fläche, Albedo, Temp.
HRV	SPOT	10/20 m	3 d*	Fläche, Albedo
SAR	ERS-1 / -2	25 m	17/35 d	Fläche ¹
SAR	RADARSAT	25 m	3 d*	Fläche ¹
SSM/I	DMSP	12.5/25 km	12 h	Fläche ² , WE

Tabelle 1: Satellitensensoren für Analysen der Schneebedeckung.

* Kürzest mögliche Aufnahmefolge in mittleren Breiten bei entsprechender Programmierung.

¹ Nur für nassen Schnee.

² Nur für trockenen Schnee.

AVHRR – Advanced Very High Resolution Radiometer

TM – Thematic Mapper

HRV – High Resolution Visible

SAR – Radar mit synthetischer Apertur

SSM/I – Special Sensor Microwave/Imager

ERS – European Remote Sensing Satellite

DMSP – US Defense Meteorological Satellite Program

WE – Wasseräquivalent

SAT) nur wenige Zentimeter in die Schneedecke ein, das rückgestreute Signal ist schwach. Dies ermöglicht die Kartierung schmelzenden Schnees. Für trockenen Schnee ist die Eindringtiefe um etwa zwei Zehnerpotenzen größer. Bei Frequenzen $f < 10$ GHz ist die trockene Schneedecke weitgehend transparent; trockene Schneeflächen sind deshalb in SAR Bildern im allgemeinen nicht zu erkennen. Eine Ausnahme sind Firngebiete auf Gletschern (Rott and Nagler, 1994).

Bei höheren Frequenzen ($f > 20$ GHz) wird die Mikrowellenstrahlung durch trockene Schneedecke zufolge Volumsstreuung erheblich modifiziert. Aus technischen Gründen sind bei diesen Frequenzen jedoch keine SAR-Systeme im Einsatz, sondern nur abtastende Mikrowellenradiometer wie das SSM/I, mit denen man von Satelliten aus bestenfalls eine Auflösung im Bereich von mehreren Kilometern erreicht. Aus Messungen satellitengetragener Mikrowellenradiometer kann man das Wasseräquivalent einer trockenen Schneedecke bestimmen (Nagler and Rott, 1992); in Kanada werden derartige Verfahren operationell eingesetzt (Goodison, 1989). Wegen Einflüssen der Morphologie der Schneedecke auf die Streuung von Mikrowellen müssen die Verfahren zur Bestimmung des Wasseräquivalents regional geeicht werden (Nagler and Rott, 1992).

2. Ein Verfahren zur Schneekartierung im Gebirge mittels SAR

Die zeitliche Dynamik der Schneeflächen während der Schmelzperiode ist für hydrologische

Anwendungen besonders interessant. Wegen des deutlichen Kontrasts im Rückstreuvermögen zwischen feuchtem Schnee und schneefreien Oberflächen kann man mit satellitengetragenen SAR im C-Band und X-Band schmelzende Schneeflächen kartieren. Für die Schnee-Erkennung ist es im allgemeinen ausreichend, wenn eine Schicht der Schneedecke feucht ist. Bei Vergleichen von Tag- und Nachtaufnahmen des SAR auf ERS-1 war für nassen Frühjahrsschnee kein nennenswerter Einfluß der gefrorenen Kruste auf das Rückstreuverhalten erkennbar (Rott and Nagler, 1993; 1994).

Wegen der starken geometrischen Verzerrung in SAR Bildern zufolge der Topographie sind mehrere Arbeitsschritte notwendig, um aus SAR Daten digitale Schneekarten zu erstellen (Rott and Nagler 1994; 1995). Unser Klassifizierungs-Algorithmus, der auf multitemporalen SAR-Daten beruht, wurde mit ERS-1 SAR-Daten des Ötztals entwickelt und im Rahmen mehrerer Meßkampagnen verifiziert. SAR Bilder von Terminen ohne Schneebedeckung oder mit trockener Schneedecke werden als Referenz verwendet. Es wird die Ratio der Rückstreuoeffizienten σ° aus dem Bild mit feuchter Schneedecke zu σ° des Referenzbildes berechnet. Als Schwellwert der Ratio wird -3 dB zur Trennung der Schneeflächen und schneefreien Flächen verwendet. Um die Informationsverluste zufolge Bildüberlagerung auf Berghängen, die in Richtung SAR orientiert sind, zu reduzieren, werden für die Erstellung einer Schneekarte ERS SAR Bilder von aufsteigender (Überflug 11:00 MEZ) und absteigender (22:30 MEZ) Umlaufbahn kombiniert. Ein wichtiger Schritt ist weiters die Geokodierung

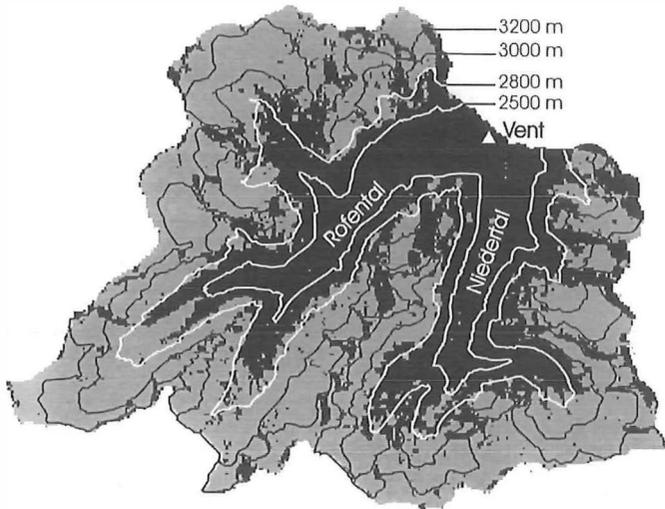


Abb. 1: Karte der Schneebedeckung des Einzugsgebiets der Venter Ache am 1. Juni 1992 aus ERS-1 SAR Daten. Die eingezeichneten Schichtlinien entsprechen den Grenzen der einzelne Höhenzonen für die Abflußberechnungen

der SAR Daten unter Berücksichtigung der Topographie; dafür wird neben Sensorparametern ein hochauflösendes digitales Höhenmodell benötigt. Vergleiche der SAR-Schneekarten mit Analysen aus Landsat TM-Daten und aus Bodenmessungen zeigen gute Übereinstimmung.

3. Abflußmodellierung unter Verwendung von Schneekarten aus SAR-Daten

Die Nutzung von Karten der Schneebedeckung aus SAR-Daten wurde an Hand von Abflußberechnungen in den Einzugsgebieten der Venter Ache (164 km²) und Rofenache (98 km²) oberhalb von Vent im Ötztal überprüft. 38% des Einzugsgebiets der Venter Ache sind vergletschert; der gesamte Höhenbereich erstreckt sich von 1890 m bis 3771 m. Die Schneekarte für den 1. Juni 1992 (Abb. 1) wurde aus den ERS-1 SAR Bildern von aufsteigender und absteigender Umlaufbahn erstellt. Die Schneegrenze variierte zwischen 2600 m und 2900 m, die Gletscher waren vollständig schneebedeckt.

Die täglichen Abflüsse wurden für die Periode vom 1. Mai 1992 bis 30. September 1992 berechnet. Die Berechnungen beruhen auf dem Schneeschmelz-Abflußmodell (SRM) (Martinec et al., 1994). Der Abfluß eines Tages wird jeweils

aus dem gemessenen oder berechneten Abfluß des Vortages und aus den Beiträgen von Schnee- und Gletscherschmelze und von Regen berechnet. Grundlage für die Berechnung der Schneeschmelze waren die Karten der Schneebedeckung auf Gletschern und auf unvergletscherten Flächen sowie Meßwerte der Lufttemperatur. Für die Berechnungen wurde das Einzugsgebiete in insgesamt 5 Höhenzonen und weiters in vergletscherte und unvergletscherte Gebiete unterteilt. Zur Abschätzung des Gebietsniederschlags standen lediglich Messungen an der Station Vent zur Verfügung, was wegen der räumlichen Variabilität zur erheblichen Fehlern führen kann. Insgesamt standen Schneekarten aus SAR-Daten von 5 Terminen im Abstand von jeweils 5 Wochen zur Verfügung. Die Abnahme der Schneebedeckung zwischen diesen Terminen wurde für die einzelnen Teilflächen linear interpoliert.

Die berechneten und gemessenen Abflüsse für das Einzugsgebiet der Rofenache (Abb. 2) zeigen gute Übereinstimmung ($R^2=0.885$; volumetrische Differenz zwischen gemessenem und berechnetem Abfluß für die gesamte Periode: 2.39%). Ausgangswert für die Simulationsrechnungen war der gemessene Abfluß am 30. April 1992, als weitere Eingabedaten dienten die SAR-Schneekarten und die täglichen Messungen von Lufttemperatur und Niederschlag an der Station Vent (Rott and Nagler, 1995). Abgesehen von kurzfristigen Ereignissen zufolge von Niederschlägen wird der Abflußverlauf von den Berechnungen gut wiedergegeben, einschließlich des starken Anstiegs Mitte Juli und des Abfalls Ende August. Für den operationellen Ein-

fluss

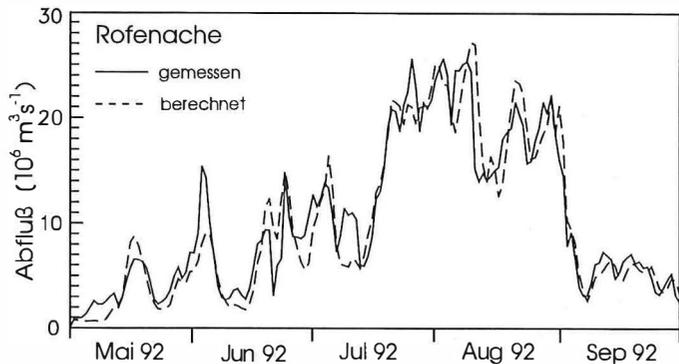


Abb. 2: Tageswerte des berechneten und gemessenen Abflusses für das Einzugsgebiet der Rofenache

satz werden Karten der Schneebedeckung in zeitlichen Abständen von etwa 7 bis 10 Tagen benötigt. Da diese Aufnahmefolge in Hinkunft bei Nutzung von ERS und RADARSAT gesichert ist, bietet satellitengetragenes SAR eine wertvolle Datenquelle für die operationelle Hydrologie.

Dank

Die Untersuchungen mit ERS SAR werden im Rahmen der Nationalen Programme der Weltraumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften gefördert.

Literatur

- [1] Goodison B.E. (1989) Determination of areal snow water equivalent on the Canadian praries using passive microwave satellite data. Proc. IGARSS'89, IEEE, 1243-1246.
- [2] Martinec J., Rango A. and R. Roberts (1994) Snowmelt Runoff Model (SRM) User's Manual. Geographica Bernensia P29, Univ. Bern, 65 pp.
- [3] Nagler T. and H. Rott (1992) Development and intercomparison of snow mapping algorithms based on SSM/I data. Proc. IGARSS'92, IEEE, 812-814.

- [4] Rango A. (1986) Progress in snow hydrology remote sensing research. IEEE Trans. Geosc. Rem. Sens. 24, 47-53.
- [5] Rott H. (1994) Thematic studies in Alpine areas by means of polarimetric SAR and optical imagery. Adv. Space Res. 14(3), 217-226.
- [6] Rott H. and G. Markl (1989) Improved snow and glacier monitoring by the Landsat Thematic Mapper. Monitoring the Earth's Environment, ESA SP-1102, 3-12.
- [7] Rott H. and T. Nagler (1993) Snow and glacier investigations by ERS-1 SAR - first results. Proc. of First ERS-1 Symp. - Space at the Service of our Environment, ESA SP-359, 577-582.
- [8] 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.
- [9] Rott H. and T. Nagler (1995) Monitoring temporal dynamics of snowmelt with ERS-1 SAR. Proc. IGARSS'95, IEEE, 1747-1749.

Anschrift der Autoren:

Helmut Rott, Thomas Nagler und Dana-Marie Floricioiu, Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck.



Landnutzungserhebungen aus Luftbildern als Grundlage für wasserbautechnische Planungen

Renate Bartl, Eva-Maria Eichinger,
Werner Schneider, Wien

Zusammenfassung

Ein hydrologisches Modell zur Abflußabschätzung benötigt als Eingangsdaten die Landnutzung in den entsprechenden Einzugsgebieten. Diese wird auf Farb-Infrarot-Luftbildern interpretiert, die eine gute Differenzierung von verschiedenen Vegetationstypen und/oder von vegetationslosen Flächen erlauben. Da nur die Flächenbilanz, nicht aber die Lage der Einzelflächen von Interesse ist, bietet das Rasterstichprobenverfahren eine effiziente und zuverlässige Auswertemethode. Dabei wird die Landnutzung an allen Punkten eines im Gelände regelmäßigen Rasters interpretiert. Daraus werden im Anschluß die Flächenanteile der einzelnen Landnutzungskategorien berechnet.

Abstract

A hydrological model for runoff estimation requires landuse data of catchment areas as input. The interpretation of colour infrared aerial images is useful since they allow to differentiate reliably several vegetation types and/or areas without vegetation. The total area of each land use category is required for each catchment area, not the position of specific areas. Statistical raster sampling therefore seems to be an adequate method. It yields the land use class for each point of a grid regular in the terrain. From these data, the areas required are deduced.

1. Einleitung

Um Überdimensionierungen bei wasserbautechnischen Planungen wie z.B. für Kanalanlagen zu vermeiden, werden möglichst exakte Daten über den maximal zu erwartenden Wasserabfluß gebraucht. Entsprechende hydrologische Modelle benötigen als Eingangsdaten die Landnutzung der Wassereinzugsgebiete in bestimmten, vorgegebenen Kategorien:

- Versiegelte Flächen
- Landwirtschaftliche Flächen mit Maisanbau
- Wiesen
- Wald (eventuell getrennt nach reinem Nadelwald und Mischwald/Laubwald)
- Sonstige landwirtschaftliche und unversiegelte Flächen.

Das vorliegende Projekt wurde im Auftrag der oberösterreichischen Landesregierung in Zusam-

menarbeit mit einem Ingenieurbüro durchgeführt. Die Erhebung der Landnutzung erfolgte nach den oben angeführten Kategorien auf einer Fläche von knapp über 270 km², eingeteilt in 49 Einzugsgebiete. Eine solche Aufgabe kann mit Luftbildern besonders effektiv durchgeführt werden.

2. Interpretation von Farb-Infrarot-Luftbildern

Farb-Infrarot-Luftbilder zeigen das Gelände in einer Farbwiedergabe, die Art und Dichte der Vegetation besonders gut erkennen lassen. Insbesondere sind vegetationslose Flächen von vegetationsbedeckten klar zu trennen, auch Laubwald von Nadelwald. Entsprechend den Kategorien der Landnutzung liegt besonderes Augenmerk auf der Unterscheidung folgender Flächentypen:

- Versiegelte Flächen von sonstigem vegetationslosen Boden (Schotterstraßen etc.): Bei nicht zu kleinen Maßstäben (größer als etwa 1:15000) und guter fotografischer Qualität (keine Überbelichtungen) bestehen hier keine Probleme.
- Mais von sonstigen Ackerflächen: Mais wird erst im Mai gepflanzt. Daher liegt der Boden während der im Frühjahr üblichen Starkregen brach [4, 5]. Daraus ergibt sich ein spezielles Abflußverhalten, weshalb Maisflächen gesondert berücksichtigt werden müssen. Die Erkennbarkeit von Mais hängt von der Jahreszeit ab. Der Befliegungszeitpunkt bestimmt daher die Interpretierbarkeit bzw. die Interpretationsmerkmale wesentlich.
- Wiesen von Ackerflächen mit dichter grüner Vegetation: Auch hier differiert das saisonale Erscheinungsbild. Eventuelle Mähspuren können als Unterscheidungsmerkmale dienen. Verwechslungen dieser beiden Flächentypen sind jedoch nicht allzu problematisch.

Im gegenständlichen Projekt wurden einerseits Luftbilder des Bundesamts für Eich- und Vermessungswesen vom Mai 1992 und andererseits Luftbilder aus einer Neubefliegung vom August 1995 verwendet.

Zur Erstellung eines Interpretationsschlüssels für die einzelnen Kategorien wurden Feldvergleiche zwischen den Farb-Infrarot-Luftbildern und der Natur aufgestellt. Für die Bilder vom August 1995 war dies eindeutig möglich, für jene vom Mai 1992 ergaben sich Probleme aufgrund der Fruchtfolge, derzufolge die Felder anders bepflanzt bzw. in Brache gelassen wurden. Bei einer Befragung der Landwirte der Gegend war es manchen nicht mehr möglich, exakte Angaben

über den Anbau vor 3 Jahren zu machen. Trotzdem gelang es, eine ausreichende Anzahl von Vergleichsflächen für jede einzelne Kategorie zu bestimmen.

3. Flächenermittlung nach dem Rasterstichprobenverfahren

Im Rahmen des Projektes war gefordert, eine Flächenbilanz für jedes Einzugsgebiet zu erstellen. Es wäre sehr aufwendig für diesen Zweck eine konventionelle Kartierung durchzuführen. Außerdem entstünden Probleme mit versiegelten Flächen: Für kleinsträumige Strukturen ist eine Kartierung im einzelnen nicht möglich bzw. mit unrealistischem Aufwand verbunden. Eine Lösungsmöglichkeit ist, Siedlungsgebiete in Kategorien unterschiedlicher Bebauungsdichte zu kartieren und dann jedem Siedlungsgebiet einen entsprechenden „Versiegelungsfaktor“ zuzuordnen, mit dem der Anteil von versiegelter Fläche an der Gesamtfläche abgeschätzt werden kann (vergl. hierzu auch Kapitel 6).

Da jedoch nicht die genaue Lage der einzelnen Flächen, sondern nur die Gesamtflächenanteile der Landnutzungskategorien in den Einzugsgebieten benötigt werden, erscheint die Verwendung eines Rasterstichprobenverfahrens angebracht [1]. Die Grundidee dabei ist, daß Landnutzungskategorien an Rasterpunkten erhoben werden. Damit ist auch die direkte Ermittlung der versiegelten Fläche möglich, da für jeden einzelnen Punkt entschieden wird, zu welcher Kategorie er gehört, unabhängig wie groß die Struktur ist.

Bei der Auswertung mit einem Raster repräsentiert jeder Rasterpunkt eine bestimmte Fläche. Wenn der Raster im Bild regelmäßig ist, kann der Anteil der Rasterpunkte einer Landnutzungskategorie an der Gesamtanzahl der Rasterpunkte als Schätzwert für den Flächenanteil im Gelände genommen werden. Es können dabei jedoch systematische Fehler auftreten, wenn eine statistische Abhängigkeit zwischen dem Vorkommen einer Nutzungskategorie und der Geländehöhe besteht. Wenn z.B. versiegelte Flächen bevorzugt in Tallagen vorkommen, wo die Rasterweite für einen am Bild regelmäßigen Raster im Gelände größer ist, so sind die betreffenden Gebiete in der Rasterstichprobe unterrepräsentiert. Im vorliegenden Projekt wird daher mit einem im Gelände regelmäßigen Raster gearbeitet.

Die Genauigkeit des Verfahrens hängt von der Feinheit des Rasters ab. Nimmt man eine Binomialverteilung der Anzahl n_i der auf eine bestimmte Nutzungskategorie fallenden Punkte

an, so gilt für die Varianz s^2 des Anteils $p_i = n_i / n$ (n ist die Gesamtanzahl der Rasterpunkte)

$$s^2(p_i) = \frac{p_i(1-p_i)}{n}$$

Für die Angabe von Vertrauensintervallen genügt es, die Binomialverteilung durch eine Normalverteilung anzunähern. Angenommen man hat eine Gesamtfläche von 10 km², die interessante Kategorie hat daran einen ungefähren Anteil von 10% und man fordert eine Flächengenauigkeit von 1% bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,3%, so muß $3 \cdot s(p) \leq 0.01$ gelten. Der Faktor 3 rührt daher, daß bei der Normalverteilung 99,7% der Werte innerhalb der dreifachen Standardabweichung liegen. Mit obiger Gleichung ergibt sich, daß eine Rasterweite von 35 m die Anforderungen erfüllt. Ist die Wahrscheinlichkeit groß, daß zwei benachbarte Rasterpunkte entweder beide auf die zu ermittelnde Fläche fallen oder beide nicht (d.h. handelt es sich um große, zusammenhängende Flächen), so wird der Flächenfehler mit obiger Gleichung überschätzt, vorteilhafterweise aber nie unterschätzt [1].

4. Interpretationsrasterherstellung mit MONOMAP

Der im Gelände regelmäßige Raster wird mit dem am Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung entwickelten Programm MONOMAP in die Geometrie des Luftbildes verzerrt. Dazu sind folgende Daten erforderlich:

- die innere Orientierung der Bilder, die aus dem Kalibrierungsprotokoll der Meßbildkameras abgelesen werden kann,
- die äußere Orientierung der Bilder, die durch „Räumlichen Rückwärtsschnitt“ aus 5-7 Paßpunkten pro Bild ausreichend genau berechnet werden kann,
- das digitale Geländemodell (im 50 m Raster), das vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen angeboten wird.

Mit Hilfe dieser Eingangsdaten wird der Raster zusammen mit den Grenzen der Einzugsgebiete mit MONOMAP nach dem Monoplottingprinzip ins Bild verzerrt [3]. Aufgrund der unterschiedlichen Geländehöhen ergeben sich mit zunehmender Entfernung vom Bildmittelpunkt lokale Verschiebungen der Rasterpunkte.

5. Erstellung der Flächenbilanz

Nun wird der Raster einem Luftbild unterlegt und die Interpretation für jeden Rasterpunkt

durchgeführt. Die Auswertung erfolgt stereoskopisch, da verschiedene Vegetationsarten sich nur aufgrund der Fruchthöhe unterscheiden lassen. Das Ergebnis der Interpretation wird in einer Liste gesammelt. Der relative Anteil an Punkten einer Kategorie entspricht dem Anteil an der Gesamtfläche. Somit kann unter Berücksichtigung der Gesamtfläche eines Einzugsgebietes die zugehörige Flächenbilanz erstellt werden.

6. Schlußfolgerungen und Ausblick

Die Verwendung von Farb-Infrarot-Luftbildern ist besonders für solche Interpretationen geeignet, bei denen verschiedene Vegetationstypen erkannt und/oder von vegetationslosen Flächen unterschieden werden sollen. Ist im Rahmen einer solchen Erhebung nur die Flächenbilanz und nicht die Lage der Einzelflächen von Interesse, so bietet das Rasterstichprobenverfahren eine effiziente und zuverlässige Methode. Dabei wird die Landnutzung an den Punkten eines im Gelände regelmäßigen Rasters erhoben.

Zu Vergleichszwecken mit der hier vorgestellten Erhebung wird gegenwärtig die Brauchbarkeit von Satellitenbilddaten (z.B. LANDSAT TM) für die Abschätzung des Anteils an versiegelten Fläche untersucht. In der Literatur (z.B. [2]) sind entsprechende Kanalkombinationen beschrieben, die zur Bestimmung des Anteils der versiegelten Fläche herangezogen werden. Es ist mit verminderter Genauigkeit des Ergebnisses zu rechnen, allerdings ist der Aufwand gegenüber der Luftbilddauswertung auch wesentlich geringer.

Literatur

- [1] Kölbl, O.: Stichprobenweise Luftbilddauswertung zur Erneuerung der Arealstatistik: Geometrische Aspekte und Genauigkeitsanalyse. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 10 (1982) p. 317-322.
- [2] American Society of Photogrammetry: Manual of Remote Sensing, Volume II. 2nd edition, 1983.
- [3] MONOMAP: Kartierung und GIS-Dateneingabe aus Luftbildern. Informationsbroschüre des Instituts für Vermessungswesen und Fernerkundung, BOKU, Wien. 1994
- [4] Beiträge zu Oberflächenabfluß und Stoffabtrag bei künstlichen Niederschlägen. Hrsg: Dt. Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V. (DWWK). Hamburg. Parey (1985).
- [5] Jung, L., Brechtel, R.: Messung von Oberflächenabfluß und Bodenabtrag auf verschiedenen Böden der Bundesrepublik Deutschland: Ergebnisse von 1956 - 1968. Fachausschuß Bodenerosion im Dt. Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau. Schriftenreihe des Dt. Verbands für Wasserwirtschaft und Kulturbau, 48. Hamburg. Parey (1980).

Anschrift der Autoren:

Renate Bartl, Eva-Maria Eichinger, Werner Schneider, Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung, Universität für Bodenkultur Wien, Peter-Jordan-Straße 82, A-1190 Wien.



Die digitale ebene Entzerrung – ein „Low Tech“ Auswerteverfahren der Photogrammetrie

Lionel Dorffner, Gerald Forkert, Wien

Zusammenfassung

Die aktuellen Entwicklungen auf dem Gebiet der digitalen Kameras ermöglichen heute den Einstieg in die digitale Photogrammetrie mit vergleichsweise geringem Hard- und Softwareaufwand. Dies soll am Beispiel der digitalen ebenen Entzerrung demonstriert werden. Das Verfahren wird anhand von zwei praktischen Anwendungen veranschaulicht. Zur Fehlerabschätzung wird eine Formel für die Berechnung der Bildneigung gegenüber der Objektebene angegeben.

Abstract

Recent developments in the field of digital cameras render possible the utilisation of digital photogrammetry with comparatively little hard- and software effort. This shall be demonstrated by digital planar rectification applied to two examples from practice. As a prerequisite for accuracy estimation, a formula for the determination of image tilt with respect to the object plane will be given.

1. Einleitung

Photogrammetrische Methoden im Nahbereich werden in der Praxis von Geodäten nur selten eingesetzt. Die Ursachen dafür liegen teilweise in den hohen Anschaffungskosten für terrestrische Meßkameras und analytische Auswertegeräte. Abhilfe könnten die seit Ende der siebziger Jahre entwickelten Bündelblockausgleichsprogramme (z.B. Bingo, Cap, Orient) schaffen, mit deren Hilfe auch Amateuraufnahmen präzise ausgewertet werden können. Zum Teil wird sogar die Auswertung von Papiervergrößerungen auf Digitalisieretafeln unterstützt. Den geringeren Hardwarekosten steht jedoch ein hoher Personalaufwand zur Einarbeitung in die komplexen Bündelblockausgleichsprogramme gegenüber. Diesen Aufwand kann sich der Geodät in der Praxis meist nur bei Aussicht auf regelmäßigen Eingang einschlägiger photogrammetrischer Aufträge leisten.

Mit Hilfe der digitalen Photogrammetrie kann nun geringer Geräteaufwand mit einer der einfachsten photogrammetrischen Auswertemethoden, der ebenen Entzerrung, kombiniert werden. Allerdings sollte man die Gefahr von systematischen Fehlern wegen Unebenheit des Objektes stets im Auge behalten. Dennoch sind die Verfasser der Ansicht, daß es in der Praxis durchaus sinnvolle Anwendungsbereiche für dieses – im Sinne des mathematischen Modells – „Low-Tech“-Verfahren gibt.

Die im folgenden beschriebenen Anwendungsbeispiele wurden im Rahmen der Photogramme-

trie Feldübungen im Juni 1995 bearbeitet; für die Studenten bildet diese Lehrveranstaltung den Abschluß ihrer einsemestrigen Grundausbildung in Photogrammetrie. Die digitalen Aufnahmen erfolgten mit der Kodak DCS 200 des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, die dem Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Wien für die Feldübungen freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurde.

2. Digitale Aufnahmen mit der DCS 200

Ein digitales Bild erhält man durch Scannen eines herkömmlichen Photos oder durch eine digitale Aufnahme mit einer CCD-Kamera (Charged Coupled Device), wie zum Beispiel die verwendete DCS 200. Diese Kamera besteht aus einem handelsüblichen Spiegelreflex-Kameragehäuse mit einem 28mm Objektiv. Anstelle des photographischen Films befindet sich in der Bildebene ein $13.7 \times 9.1 \text{ mm}^2$ großer CCD-Flächensensor mit 1524×1012 Bildelementen („Pixel“). Der Öffnungswinkel beträgt ± 15 gon in Breite und ± 10 gon in Höhe; das entspricht einem $36 \times 24 \text{ mm}^2$ Kleinbildfilm mit 70mm Objektiv. Der Bildhauptpunkt befindet sich ungefähr in Bildmitte, die Kammerkonstante beträgt 28mm oder 3166 Pixel.

Die Aufnahmen werden zunächst intern auf einer Festplatte mit einer Kapazität von 80MByte abgespeichert, dies entspricht ungefähr 50 Bildern. Nach Beendigung der Feldarbeiten erfolgt die Datenübertragung auf einen PC über die

SCSI-Schnittstelle. Dazu wird eine geeignete Software, zum Beispiel Adobe Photoshop oder Aldus Photostyler, benötigt. Diese Programme kosten jeweils ca. 15.000,- ÖS; sie stellen auch einige wichtige Basisroutinen für die digitale Bildverarbeitung zur Verfügung (z.B. Kontrastverbesserung, Verspeicherung in verschiedenen Dateiformaten, etc.).

Die verwendete DCS 200 wird nicht mehr angeboten; die zur Zeit erhältlichen Nachfolgermodelle DCS 420 und DCS 460 haben eine verbesserte interne Stromversorgung, einen Wechselspeicher und unterstützen bei der SCSI-Schnittstelle den TWAIN Standard. Die DCS 460 hat außerdem einen größeren CCD-Sensor (27.6 × 18.4mm² mit 3060 × 2036 Pixel). Die DCS 420 kostet zur Zeit (November 95) ca. 200.000,- ÖS, die DCS 460 ca. 480.000,- ÖS. Inzwischen gibt es vergleichbare Digitalkameras auch von anderen Herstellern, zum Beispiel die Fujix DS-505 (1280 × 1000 Pixel im Kleinbildformat) um ca. 22.000,- DM. Alle oben angeführten Richtpreise sind inklusive Mehrwertsteuer.

3. Theorie der digitalen ebenen Entzerrung

Die Zentralprojektion eines Punktes (ξ,η) einer Ebene B auf eine andere Ebene F läßt sich mit Hilfe der Gleichung der kollinearen Abbildung beschreiben [4]:

$$\begin{aligned} X &= \frac{a_1 \xi + a_2 \eta + a_3}{c_1 \xi + c_2 \eta + 1} & \xi, \eta \in B \\ Y &= \frac{b_1 \xi + b_2 \eta + b_3}{c_1 \xi + c_2 \eta + 1} & X, Y \in F \end{aligned} \quad (1)$$

Im Falle einer photogrammetrischen Aufnahme (digital oder analog) eines ebenen Objektes liegen die Punkte (ξ,η) in der Bildebene B, während die entsprechenden Punkte (X,Y) die Objektpunkte der aufgenommenen Ebene F (Fassade, Straße) beschreiben.

Für die Bestimmung der notwendigen 8 Parameter (a₁, a₂, a₃, b₁, b₂, b₃, c₁, c₂) der Gleichung (1) ist also die Kenntnis von Bild- und Objektkoordinaten von mindestens 4 Punkten notwendig. Bei mehr als 4 Paßpunkten werden die Parameter durch eine Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt.

Durch Umformung von (1) erhält man:

$$\begin{aligned} X &= a_1 \xi + a_2 \eta + a_3 - c_1 \xi X - c_2 \eta X \\ Y &= b_1 \xi + b_2 \eta + b_3 - c_1 \xi Y - c_2 \eta Y \end{aligned} \quad (2)$$

Daraus ergeben sich für das Verbesserungsgleichungssystem (v = Ax - l) einer Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen folgende

Elemente für die Designmatrix A und die Vektoren x und l:

$$A = \begin{pmatrix} \xi_1 & \eta_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -\xi_1 X_1 & -\eta_1 X_1 \\ 0 & 0 & 0 & \xi_1 & \eta_1 & 1 & -\xi_1 Y_1 & -\eta_1 Y_1 \\ \dots & & & & & & & \end{pmatrix}$$

$$x = \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ c_1 \\ c_2 \end{pmatrix} \quad l = \begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ \dots \end{pmatrix} \quad (3)$$

Mit $x = (A^T A)^{-1} A^T l$ kann man die 8 unbekanntenen Transformationsparameter bestimmen. Damit kann für jeden Punkt (ξ,η) der Bildmatrix der entsprechende Objektpunkt (X,Y) berechnet werden. Bei der digitalen Entzerrung erfolgt die Transformation zweckmäßigerweise nicht von der Bildebene, in dem das Objekt verzerrt abgebildet ist, in die unverzerrte Objektebene, sondern umgekehrt. Man legt im Objektkoordinatensystem einen rechteckigen Ausschnitt fest und definiert in diesem eine Bildmatrix mit einer sinnvollen Auflösung. Durch die Wahl der Auflösung wird die Größe der entzerrten Bildelemente in der Objektebene festgelegt. Aufgrund der perspektiven Verzerrung ist die Auflösung einer geneigten Originalaufnahme im Bildvordergrund höher als im Hintergrund. Will man keinerlei Information verlieren, so sollte man für die Entzerrung eine Bildelementgröße entsprechend der höchsten Auflösung des Originalbildes wählen. Allerdings wirkt dann der Hintergrund des Originalbildes in der Entzerrung unscharf. Für eine gleichmäßig scharfe Entzerrung sollte man sich daher an der geringsten Auflösung im Originalbild orientieren.

Der unverzerrte Raster wird durch Umkehrung der Transformation (1) in die Bildebene abgebildet und damit verzerrt. Dabei kommen die einzelnen Rasterpunkte im allgemeinen zwischen die Mittelpunkte der Bildelemente des digitalen Originalbildes zu liegen, so daß die Grauwerte des entzerrten Bildes durch Interpolation ermittelt werden müssen („Resampling“). Eine Möglichkeit besteht darin, den Grauwert eines Rasterpunktes durch bilineare Interpolation aus den vier nächstgelegenen Pixel zu bestimmen [5].

Auf diese Art erhält man ein digitales Bild der entzerrten Objektebene. Zu beachten ist dabei allerdings, daß alle Punkte, die außerhalb der an-

genommenen Objektebene liegen, im Bild versetzt abgebildet werden. Mit α als Winkel zwischen Abbildungsstrahl und Objektebene beträgt die Versetzung ΔS eines um ΔH aus der Ebene ragenden Teiles (vgl. Abb. 1):

$$\Delta S = \Delta H \cdot \cot \alpha \quad (4)$$

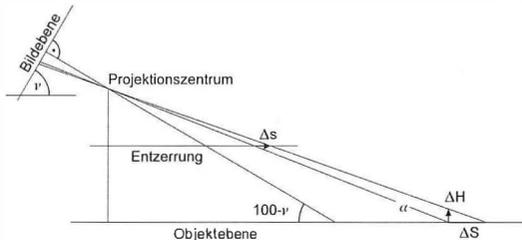


Abb. 1: Lageversetzung von Elementen außerhalb der Objektebene.

Kennt man Näherungswerte für die innere Orientierung der verwendeten Kamera (Kammerkonstante c , Hauptpunktversetzung ξ_0, η_0), so kann – ausgehend von den perspektiven und den kollinearen Abbildungsgleichungen – zunächst die Bildneigung v mit folgender Formel abgeschätzt werden (Herleitung siehe Anhang):

$$\cos v = \frac{1}{\sqrt{\frac{c^2 \cdot (c_1^2 + c_2^2)}{(c_1 \cdot \xi_0 + c_2 \cdot \eta_0 + 1)^2 + 1}}} \quad (5)$$

Der Bildhauptstrahl schneidet die Objektebene unter dem Winkel $\alpha = 100 - v$, für die Schnittwinkel am Bildrand muß zusätzlich noch der maximale Öffnungswinkel der Kamera beachtet werden.

Für die Programmierung der oben beschriebenen Algorithmen würde ein erfahrener Programmierer ungefähr zwei bis vier Wochen benötigen, je nachdem wie flexibel und komfortabel die Steuerung durch den Benutzer sein soll. Am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung stand das Bildverarbeitungssystem IDL (Interactive Data Language) mit einigen wertvollen Basisfunktionen, wie etwa Bildkoordinatenmessung, Zoom, Resampling, etc., zur Verfügung. Außerdem unterstützt dieses System die Gestaltung einer Windows-orientierten Benutzeroberfläche; die Programmroutine zur digitalen ebenen Entzerrung konnte damit innerhalb von drei Tagen erstellt werden. Die PC-Version von IDL kostet zur Zeit etwa 25.000 ÖS.

4. Praktische Beispiele

4.1. Entzerrung eines Straßenstückes

Photos stellen einen wesentlichen Teil der Beweissicherung nach Verkehrsunfällen dar. Auf-

nahmen knapp nach einem Unfall dokumentieren die Endstellung der beteiligten Fahrzeuge samt deren Reifenspuren, Öllachen und Glassplitterfelder sowie Bodenmarkierungen und Fahrbahnzustand [2]. Die in der Straßenoberfläche liegenden Details können durch eine ebene Entzerrung metrisch richtig dargestellt werden, vorausgesetzt die Straßenfläche ist tatsächlich hinreichend eben. Für diese Entzerrung benötigt man mindestens vier Paßpunkte, die in der Straßenebene liegen und die den Interessensbereich umschließen. In der Praxis kann man sich jedoch kaum darauf verlassen, genügend „natürliche“ Paßpunkte an den Straßenrändern zu finden; es sollten daher Signale (z.B. dunkle Tafeln auf der hellen Randlinie) verwendet werden.



Abb. 2: Aufnahme des ersten Teilstückes

Im vorliegenden Beispiel erstrecken sich die zu rekonstruierenden Reifenspuren über eine Länge von ungefähr 60 m. Dieser gesamte Straßenbereich wurde mit der DCS 200 in zwei Teilen jeweils von einer Stehleiter aus aufgenommen (Abb. 2). Das Ziel dieser Vorgangsweise ist eine möglichst geringe Neigung der Bildebene gegenüber der Straßenebene um, wie eingangs beschrieben, die Lageversetzung von Teilen die nicht genau in der Straßenebene liegen zu reduzieren. Zwischen den Signalen wurden mit dem Maßband Sperrmaße gemessen und daraus Paßpunktkoordinaten abgeleitet (Abb. 3).

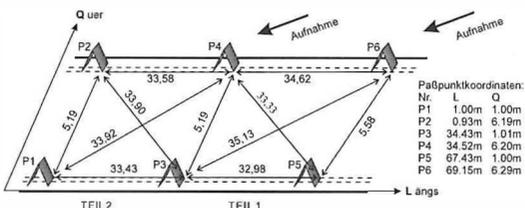


Abb. 3: Aufnahmeorientungen, Sperrmaße und Paßpunktkoordinaten.

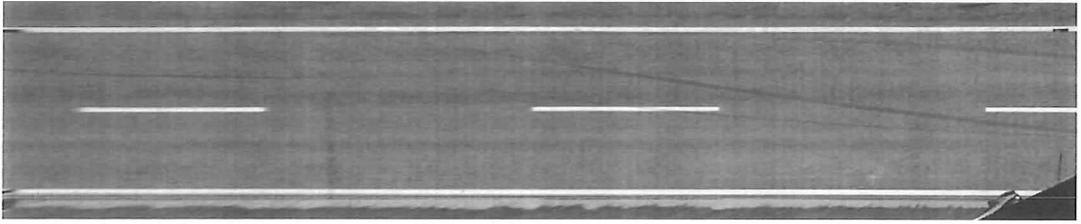


Abb. 4: Entzerrung des ersten Teiles, Bildgröße ca. 1800 × 360 Pixel

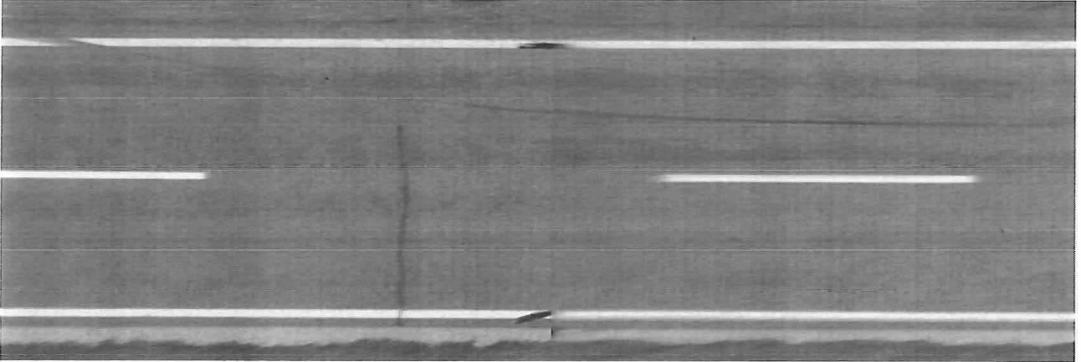


Abb. 5: Übergang von Teil 1 zu Teil 2

Die Abbildung 4 zeigt die Entzerrung des ersten Teiles, Abbildung 5 den Übergang zum zweiten Teil. Die Bildelementgröße entspricht $2 \times 2\text{cm}^2$ in der Natur.

Zur Kontrolle sollten von jedem Straßenteil unbedingt mehrere Photos mit entgegengesetzten Blickrichtungen aufgenommen und entzerrt werden. Aus dem Vergleich der beiden Entzerrungen wird die Lageversetzung wegen Unebenheit der Straße sichtbar.

Im vorliegenden Fall ergibt sich mit der Formel (5) für das erste Teilstück eine Bildneigung (von 91gon). Der Öffnungswinkel zum nächstgelegenen Signal beträgt ungefähr -6gon , zum weitest entfernten $+5\text{gon}$. Die theoretische Fehlerabschätzung nach der Formel (4) zeigt, daß bei einer angenommenen Spurrillentiefe von 5cm Lageversetzungen zwischen 20cm und 80cm auftreten.

Ein wichtiges Ziel der Verkehrsunfall-Photogrammetrie ist die Ermittlung der Länge der Bremsspuren, wovon auf die Fahrzeuggeschwindigkeit geschlossen werden kann [3]. Je kürzer die Bremsspur und je größer der Haftbeiwert der Fahrbahn, desto stärker wirkt sich ein Fehler in der Spurlänge auf die errechnete Geschwindigkeit aus. Bei trockener, griffiger Fahrbahn bewirkt ein Fehler von $\pm 80\text{cm}$ bei einer 15m langen Bremsspur (das entspricht 57km/h) einen Geschwindigkeitsfehler von $\pm 1.5\text{km/h}$, bei 30m Länge (80km/h) einen Fehler von $\pm 1\text{km/h}$.

4.2 Fassadenentzerrung

Bei architektonisch interessanten Gebäuden stellt die Fassadendokumentation eine wertvolle Informationsquelle für etwaige spätere Renovierungen oder Umbauten dar. Für die schnelle und kostengünstige Erfassung des Fassadenlitzustandes bieten sich photographische Aufnahmen an [1, 7]. Bei ebenen Fassaden mit nur gering herausragenden Zierelementen kann durch die digitale Umbildung in die Fassadenebene auf einfachem Wege eine metrisch richtige Dokumentation erzeugt werden.

Die Originalaufnahme sollte idealerweise möglichst frontal zur Fassade erfolgen; mit dem schmalen Öffnungswinkel der DCS 200 läßt sich dies jedoch selten verwirklichen. Im vorliegenden Beispiel ist die Fassade ungefähr 5m hoch, eine querformatige Frontalaufnahme in Augenhöhe mit der DCS 200 müßte demnach aus einer Entfernung von 20m erfolgen. Die Straße war im vorliegenden Fall jedoch nur 11m breit; daher wurde die Fassade schräg, sowohl von links als auch von rechts, aufgenommen (Abb. 6).

Aus den Originalaufnahmen läßt sich erkennen, daß die Fassadenfläche im wesentlichen in zwei Ebenen unterschiedlicher Tiefe gegliedert ist: die eine Ebene enthält die obere und die untere Fensterreihe, die andere Ebene liegt 3cm davor und enthält Mauerband zwischen den beiden Fensterreihen. Die Ebene der Fensterreihen



Abb. 6: linke und rechte Fassadenaufnahme

ist flächenmäßig größer und enthält außerdem die meisten Fassadendetails, sie wurde daher als Bezugsebene für die Entzerrung gewählt. In dieser Fassadenebene wurden 6 Paßpunkte (z.B. Fensterecken oder Flecken im Verputz) ausgesucht und von drei Theodolitstandpunkten aus durch einen räumlichen Vorwärtsschnitt bestimmt.

Abbildung 7 zeigt die entzerrte rechte Fassadenaufnahme. Die Bildmatrix besteht aus 800×360 Bildelementen, jeweils mit einer Größe von $2 \times 2 \text{ cm}^2$ in der Natur. Die Parallelität und die Rechtwinkeligkeit der Fassadenelemente ist ein

für die rechte Aufnahme. So extreme Bildneigungen könnten mit analogen Umbildegeräten für die optische Entzerrung nicht mehr nachgebildet werden; die Grenze liegt bei diesen Geräten üblicherweise bei 15 gon . Zur Vermeidung extremer Lageungenauigkeiten sollte jedoch auch bei der digitalen ebenen Entzerrung die Bildneigung möglichst klein gehalten werden. Der ungünstigste Schnittwinkel α am Fassadenrand beträgt in diesem Beispiel ca. 31 gon , woraus sich für das um 3 cm hervorstehende Mauerband zwischen den Fensterreihen eine maximale Lageversetzung von 6 cm ergibt.



Abb. 7: Entzerrung der rechten Aufnahme

gutes Plausibilitätskriterium für die Entzerrung. Zusätzlich empfiehlt sich die Entzerrung mehrerer Aufnahmen mit unterschiedlicher Perspektive. In unserem Fall ergab die Überlagerung eine Differenz von maximal einem Pixel.

Die errechneten Bildneigungen betragen bei diesem Beispiel 52 gon für die linke und 58 gon

5. Resumee

Dank der permanenten Weiterentwicklung der digitalen Kameras gibt es heute Modelle mit guter Auflösung und einfacher Bedienung die, wie sich im Rahmen der Feldübungen gezeigt hat, auch für den photogrammetrischen Feldeinsatz geeignet sind. Solche Digitalkameras werden

bereits von mehreren Firmen angeboten; das Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung hat sich für die Anschaffung einer Kodak DCS 460 entschlossen. Wer die Anschaffungskosten einer digitalen Kamera scheut und stattdessen lieber längere Filmentwicklungszeiten in Kauf nimmt, der kann sich zum Beispiel über Photo-CD digitale Bilder von seinen herkömmlichen Photos beschaffen [6].

Auch die Verarbeitung von digitalen Bildern wurde im Verlauf der letzten Jahre immer einfacher und kostengünstiger: Einerseits ist die Speicherung von mehreren – im Falle der DCS 460 bis zu 6MBytes großen – digitalen Bildern auch auf PC's kein Problem mehr. Andererseits gibt es bereits kostengünstige Software mit Basisroutinen für die digitale Bildverarbeitung. Für die die punkt- und linienweise Auswertung digitaler Bilder existieren inzwischen einige „Low-Cost“ Photogrammetrie-Programme auf PC (z.B. Simplex von Digicorp, PhotoModeler von EOS). Eine Programmroutine zur digitalen ebenen Entzerrung kann um wenige 1000 ÖS zu einem Bildverarbeitungssystem wie z.B. IDL hinzugefügt werden.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß heute bereits mit vergleichsweise geringem Hard- und

Softwareaufwand der Einstieg in die digitale Photogrammetrie möglich ist.

Literatur

- [1] Forkert, G.: „Photogrammetrische Dokumentationsverfahren für Fassaden“, 4. Wiener Sanierungstage, Österr. Bauinstitut, Wien, Nov. 1995.
- [2] Kager, H.: „Die photogrammetrische Rekonstruktion von Verkehrsunfällen mit dem Programmsystem ORIENT“, in Der Sachverständige, Österreichischer Wirtschaftsverlag, Wien, Heft 2, S. 6–15.
- [3] Kirschner, H.: „Ein Beitrag zur Verkehrsunfall-Photogrammetrie“, Diplomarbeit am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Wien 1982.
- [4] Kraus, K., Waldhäusl, P.: „Photogrammetrie Band 1“, Dümmler Verlag, Bonn 1994.
- [5] Kraus, K., Jansa, J., Schneider, W.: „Fernerkundung Band 2“, Dümmler Verlag, Bonn 1990.
- [6] Thomas, P. R., Mills, J. P., Newton, I.: „An Investigation into the use of Kodak Photo CD for Digital Photogrammetry“, Photogrammetric Record, 15 (86), Photogrammetric Society, London, Okt. 1995, pp. 301–314.
- [7] Waldhäusl, P.: „Photogrammetric Heritage Recording: Standard and Emergency Approaches“, APT-Bulletin, Special Issue on Computers in Conservation, Albany, N.Y., Jan 1995, pp. 20–22.

Anschrift der Autoren:

Dipl.-Ing. Lionel Dorffner, Dipl.-Ing. Dr. Gerald Forkert, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Wien, Gußhausstraße 27–29, A-1040 Wien

Anhang

Bei einer digitalen ebenen Entzerrung fallen nach Lösung des Gleichungssystems (3) die acht Parameter der kollinearen Transformation, $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3, c_1$ und c_2 , an. Daraus soll nun für die Fehlerabschätzung die Neigung ν der Bildebene gegenüber der Objektebene berechnet werden. Der Bildwinkel ν ist einer von neun Orientierungsparametern der perspektiven Abbildung, für seine Berechnung aus den acht Transformationsparametern muß zumindest ein anderer Orientierungsparameter vorgegeben werden. Kennt man das bei der Aufnahme verwendete Kameramodell, so kann man Näherungswerte für die drei Parameter der inneren Orientierung (Kammerkonstante c , Hauptpunktversetzung ξ_0, η_0) vorgeben. Die Gleichung für die perspektive Abbildung einer Ebene ($Z=0$) lautet:

Die Bildneigung kann daher mit $\nu = \arccos r_{33}$ berechnet werden. Nach einer Idee von H. Kager erhält man r_{33} durch Gleichsetzung der kollinearen Abbildung (1) mit der perspektiven Abbildung (6). Der Vergleich der jeweiligen Terme im Nenner ergibt zunächst:

$$X = \frac{(X_0 r_{31} - Z_0 r_{11})\xi + (X_0 r_{32} - Z_0 r_{12})\eta + (Z_0(r_{11}\xi_0 + r_{12}\eta_0 + r_{13}c) - X_0(r_{31}\xi_0 + r_{32}\eta_0 + r_{33}c))}{r_{31}\xi + r_{32}\eta - (r_{31}\xi_0 + r_{32}\eta_0 + r_{33}c)} \quad (6)$$

$$Y = \frac{(Y_0 r_{31} - Z_0 r_{21})\xi + (Y_0 r_{32} - Z_0 r_{22})\eta + (Z_0(r_{21}\xi_0 + r_{22}\eta_0 + r_{23}c) - X_0(r_{31}\xi_0 + r_{32}\eta_0 + r_{33}c))}{r_{31}\xi + r_{32}\eta - (r_{31}\xi_0 + r_{32}\eta_0 + r_{33}c)}$$

X_0, Y_0 und Z_0 sind die Objektkoordinaten des Projektionszentrums; die r_{ij} sind die Elemente der räumlichen Drehmatrix R , die aus dem Richtungswinkel α , der Bildneigung ν und der Kantung κ wie folgt aufgebaut wird:

$$r_{31} = c_1 \varphi, r_{32} = c_2 \varphi, r_{33} = \frac{c_1 \xi_0 + c_2 \eta_0 + 1}{c} \varphi \quad (8)$$

$$\text{mit } \varphi = - (r_{31} \xi_0 + r_{32} \eta_0 + r_{33} c)$$

Aus den Orthogonalitätsbedingungen für die Drehmatrix (7) folgt:

$$r_{31}^2 + r_{32}^2 + r_{33}^2 = 1 \Rightarrow r_{33}^2 = 1 - \varphi^2 (c_1^2 + c_2^2) \quad (9)$$

Mit Hilfe der Gleichungen (8) und (9) kann schließlich r_{33} berechnet werden:

$$r_{33} = \pm \frac{1}{\sqrt{\frac{c^2 \cdot (c_1^2 + c_2^2)}{(c_1 \cdot \xi_0 + c_2 \cdot \eta_0 + 1)^2} + 1}} \quad (10)$$

$$R = \begin{pmatrix} \cos \alpha \cos \kappa - \sin \alpha \cos \nu \sin \kappa & -\cos \alpha \sin \kappa - \sin \alpha \cos \nu \cos \kappa & \sin \alpha \sin \nu \\ \sin \alpha \cos \kappa + \cos \alpha \cos \nu \sin \kappa & -\sin \alpha \sin \kappa + \cos \alpha \cos \nu \cos \kappa & -\cos \alpha \sin \nu \\ \sin \nu \sin \kappa & \sin \nu \cos \kappa & \cos \nu \end{pmatrix} \quad (7)$$



CCD und Geodätische Astronomie – Zur Nutzbarkeit von CCD für Lot- und Azimutmessungen

Gottfried Gerstbach, Wien

Zusammenfassung

Aufgrund der Erfahrungen von Astronomen und Geodäten bei Richtungsbeobachtungen hoher Satelliten und von Tests mit Videotheodoliten wird abgeschätzt, ob astrogeodätische Messungen (Lotabweichung, Azimut) mittels CCD-Technik zu automatisieren und zu beschleunigen sind. Ersteres ist zu bejahen, letzteres hängt stark vom Beobachtungsvorgang ab. Beim Einsatz üblicher Instrumente sind Kompromisse bei Größe, Kühlung oder Auslesung der CCD-Elemente einzugehen. Liniensensoren bieten Vorteile gegenüber Flächensensoren. Genaueste visuelle Messungen lassen sich noch nicht ersetzen, doch dürfte die absehbare Pixel-Verkleinerung in 5–10 Jahren etwa $\pm 0.2''$ ermöglichen.

Summary

Based on the experiences of astronomers and geodesists observing distant satellites and first tests of videotheodolites the author analyses the use of CCD for astro-geodetic measurements (vertical deflections, azimuths). Automation will be possible, but the speed of measurements depends on the observation scheme. Compromises in size, cooling or reading the devices will be necessary. Using transportable instruments with line sensors, the CCD accuracy will be less than the visual one but may reach $\pm 0.2''$ within 5–10 years assuming the development of smaller pixels.

1. Einleitung und Motivation

Die Bedeutung astrogeodätischer Messungen erreichte zwischen etwa 1970 und 1985 einen Höhepunkt, nahm aber seither langsam ab. Die Gründe hierfür sind mehrere:

- a) Geoidbestimmung: flächendeckende Genauigkeiten von ± 5 – 10 cm sind in vielen flacheren Ländern erreicht (oft GPS-gestützt), gelten aber im Gebirge und für ± 1 – 5 cm als aufwendig.
- b) Terrestrische Netze und ihre Orientierung nehmen wegen GPS und anderen Techniken etwas an Bedeutung ab – und parallel dazu das Bewußtsein, daß viele terrestrische Meßgrößen wegen Lotabweichung zu reduzieren sind.
- c) Beobachtungserfahrung in astro-geodätischen Methoden kann wegen GIS und anderer neuer Studieninhalte nicht mehr an allen Hochschulen erworben werden.
- d) Moderne Gravimetrie scheint etwa 10mal wirtschaftlicher als Lotabweichungsmessung zu sein – im Gebirge kehrt sich das Verhältnis jedoch um [Gerstbach 1990].
- e) Inertialmethoden haben zwar hohe Lagegenauigkeiten gebracht, die Hoffnung auf Lotabweichungen besser als $1''$ haben sich jedoch nicht erfüllt [Schwarz 1995].

- f) Digitale Terrainmodelle: vielfach besteht die Ansicht, daß Lotabweichungen mit DTM auf mindestens $\pm 1''$ interpolierbar sind; tatsächlich bewirken Dichteanomalien weitere 1 – $5''$.

Aus diesen und weiteren Gründen ist die vor 1960 festzustellende Scheu vor astrogeodätischen Messungen wieder im Zunehmen. Ermutigt durch erfolgreiche Astrometrie mit CCD an großen Teleskopen und durch geodätische und militärische Entwicklung von Star-Trackern, möchte ich daher zu entsprechender Weiterentwicklung astrogeodätischer Feldmethoden beitragen. Einschlägige Diplomarbeiten und Dissertationen sind an der TU Wien und anderen Hochschulen im Gange. Ich nehme an, daß damit die Gründe a, c, d und f wegfallen werden und die Wirtschaftlichkeit genauer terrestrischer Netze steigt.

2. Einführung in die CCD-Technik

Das Prinzip „Charge-Coupled Device“ wurde von W. Boyle und G. Smith 1969 erfunden und 1974 patentiert. Starke Entwicklungsimpulse gab die Entscheidung, die Galileo-Jupitersonde und das Hubble Space Telescope mit großflächigen CCDs für Videobilder auszurüsten.

CCD-Systeme wandeln Lichtquanten in Ladungen um und bestehen aus Sensor, Auslese-

vorrichtung, Schnittstelle zum PC und Software. Meist gehören auch Kameragehäuse und Objektiv(e) dazu. Sehr verbreitet sind z.B. die Kameras ST-4 und ST-6 [Sütterlin, Köberl 1994] und DCS von Kodak. Größere Sensoren werden u.a. von den Firmen Dalsa, EEV, Fairchild, JVC, Kodak, SITe-Tektronix, Sony, TI und Thomson hergestellt [Gruen/Kahmen 1993–95, Deuerling 1995]. Sie bestehen aus tausenden kleinen „Pixeln“ (35–150 pro mm), sind aber derzeit auf einige cm bzw. cm² Größe beschränkt.

Prinzipiell könnten statt CCD auch „position sensitive devices“ [Reider 1995], Fotomultiplier oder Lawinendiioden [z.B. Weilguny 1986] verwendet werden, doch sind dabei Empfindlichkeits-, Kühlungs- und andere Probleme zu lösen. Transfer Devices (CTD) hätten gegenüber Ladungskopplung den Vorteil direkter Pixel-Adressierung, brauchen aber Kühlung und längere Auslesezeit [Dittrich 1990].

CCD-Systeme gibt es als Fläche („array“, bis 100.000 S/cm²) oder als Linie (Zeilensensor, „strip“, bis ca. 20.000 S/Zoll). Die Sensoren bestehen aus dem Halbleitermaterial Silizium, dessen regelmäßige Kristallstruktur durch die eng aneinanderliegenden Elektronenschalen auf Lichtquanten mit feinen Potentialänderungen reagiert (Valenz- und Leitungselektronen). Dieses p- und n-dotierte Si ist durch eine Isolatorschicht (SiO₂) getrennt. Jeder Bildpunkt („Pixel“, etwa 6–30 µm) hat 3 winzige n-Si-Elektroden und wird vom nächsten Pixel durch „channel stops“ abgegrenzt. An die mittleren Elektroden wird positivere Spannung als an die Außenelektroden angelegt, was „Potentialtöpfe“ mit Elektronendefizit erzeugt.

Dringt nun ein Photon in das Silizium ein, ändern sich diese Potentiale. Da die gleichartigen Elektroden jeder Reihe verbunden sind, können belichtete Stellen an ihrer Spannung erkannt und mit Dioden und Analog-Digital-Wandler (Schieberegister, Abb.1) zeilenweise ausgelesen, d.h. gezählt werden. Die Auslesezeit beträgt etwa 10⁻⁵ s pro Pixel, kann aber bei großen Sensoren fast 1 Minute dauern [Deuerling 1995].

Gegenüber fotografischen Filmen erreicht CCD Ähnliches bei Auflösung (einige µm) und Dynamikumfang (10³ bis 10⁵), aber wesentlich höhere Empfindlichkeit (Quanteneffizienz 40–85% statt 1–5%), Linearität und automatischen Datenfluß [Kahmen/Gruen 1995, Claus 1995]. Daher sind viele Anwendungen bei Prozeßsteue-

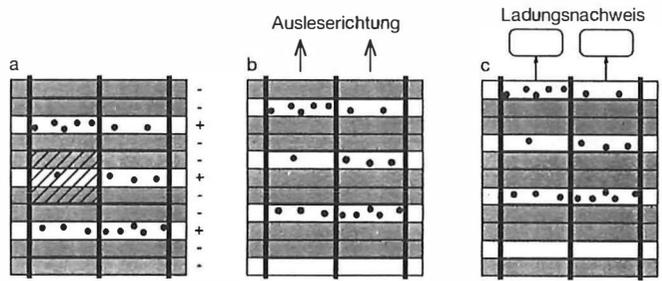


Abb. 1: Auslesen (Verschieben) der Elektronen durch Umpolen der Spannung nach der Belichtung des Sensors. Schraffiert: Potentialtopf (Pixel)

rung und Überwachung möglich (z.B. Objekterkennung auf Fließbändern; Kontrolle von Produkten, Hangrutschungen), was die (noch) hohen Preise weiter senken wird.

Nachteilige Effekte gibt es wohl, sie können aber teilweise gut beherrscht werden: Dunkelstrom (thermisches Elektronen-Rauschen) durch Kühlung, Statistik und Reduktion; ungleiche Pixelempfindlichkeit durch „flat field reduction“ (gleichmäßig leuchtende Fläche); Auflösung durch Bildverarbeitungsprogramme („Zentroid“) auf etwa 0.1 Pixel oder 1–2 µm (bei 7–30 µm Pixelgröße); unsymmetrische Ziele aber etwa 0.2 Pixel [Prinz 1995]. Für ruhende Bilder eventuell Microscanning [Claus 1995]. Kleines Gesichtsfeld (einige cm²) durch variable Vergrößerung, Steuerungssoftware oder Macroscanning [diverse Firmen; Lenz 1993]. Zeitregistrierung (ungleichmäßiges Öffnen und Schließen des Verschlusses, bis 10 ms) durch Hardware-Software-Kombinationen wie z.B. Shutter-Temperaturfühler, Timing Card oder Signalprozessor-Zeitnehmung durch Verschieben einiger CCD-Zeilen [Schildknecht 1994, Zeiß BMK, Ploner 1995]. Übliche PC-Uhren (auch mit DCF-Funk) haben nach Untersuchungen des Autors quasizufällige Fehler um ±0.05s, die aber mit GPS-Zeitsignalen auf einige µs reduzierbar sind. Fehlende Farbe (einige Dutzend bis 2¹⁶ Graustufen) wenn nötig durch Filteraufnahmen, aber spektral beschränkt auf 0,4–1 µm [Kraus 1990] bzw. 0,5–0,9 µm [Fritsch/Hobbie 1995]. Manche dünne „backside (illuminated) Chips“ erreichen 0,3 µm [Fa. SITe 1994]. Leserauschen (Ladungstransport, Verstärkung, Digitalisierung; etwa 5–50 Elektronen/Pixel) nur teilweise vermindert durch statistische Methoden und gute Wahl von Quantifizierung (Graustufen), Dynamikumfang und Auslesezyklus[Ge1] [Deuerling, Ploner 1995]; Photon Noise oder Shot Noise (proportional $\sqrt{\text{Photonenzahl}}$ wegen Poissonverteilung);

nicht verminderbar; begrenzender Faktor bei kurzen Belichtungszeiten [Schildknecht 1994].

Die Pixelmatrix hat hohe Regelmäßigkeit ($< 0.1 \mu\text{m}$), sodaß Verzerrungseffekte entfallen. Die Effizienz des Ladungstransports liegt bei 99.999%, wird allerdings durch das o.a. Lese-rauschen im A-D-Wandler relativiert. Einziges Problem ist manchmal die trotz kleinem Gesichtsfeld hohe Datenrate, die schnelle Computer und Speicher ab 500 MB benötigt. Bei Zeilenelementen ist der Datenfluß wesentlich geringer, was für manche geodätische Meßmethoden zu idealen Verhältnissen führt (Kapitel 5).

3. Zur CCD-Astrometrie an mittleren und großen Teleskopen

In letzter Zeit sind einige CCD-Projekte bekannt geworden, die neben astrophysikalischen Beobachtungen auch präzise Richtungsmessungen zum Gegenstand haben. Demnach erbringen Teleskope mit Brennweiten von 1–5 m Genauigkeiten weit unter $\pm 1''$, die bei passender Hintergrundbeleuchtung und Kühlung auch an schwachen Objekten (Sterne und hohe Satelliten jenseits 15^m) erzielbar sind. So berichtet T.Schildknecht [1994, 1995], daß der 50cm-Cassegrainspiegel in Zimmerwald/Schweiz erlaubt, Synchronsatelliten auf $0.2''$ einzumessen und niedrige (rasch bewegte) Satelliten auf immerhin $0.5''$. Genauigkeiten um $0.3''$ erzielen Meyer und Raab [1995] auch an Kometen oder Planetoiden mit dem 30/150 cm-Reflektor der Privatsternwarte Davidschlag (OO). Die Reichweite umfaßt Objekte bis zur Magnitudo 17–19, also ca. 100mal schwächere Objekte, als sie in diesem Teleskop visuell sichtbar wären. Ploner [1995] belegt diese Genauigkeit auch bei Meteoriten (37.000 km Höhe, 14–16^m), der sich wie andere Synchronsatelliten um $< 0.1''/s$ bewegt.

Generell werden die Meßfehler an größeren Teleskopen weniger von der Apertur als vom Seeing bestimmt. Mit Ausnahme klimatisch extrem günstiger Standorte kann der Einfluß der Luftunruhe mit 1–3'' veranschlagt werden, läßt sich jedoch wegen seiner eher zufälligen Natur durch längere Meßdauer vermindern. Einen gewissen positiven Effekt hat das Seeing dadurch, daß jeder Stern mehrere bis Dutzende Pixel beleuchtet und daher die Zentroide durch spezielle Verfahren auf Zehntel oder weniger der Pixelgröße meßbar sind. Die theoretische 2%-Genauigkeit vieler Algorithmen [Gruen/Kahmen 1993] kann allerdings in der Praxis (Referenzbild-, Kontrastprobleme, unsymmetrische Ziele . . .) 10mal schlechter sein.

Durch weiter fortgeschrittene Mittel der digitalen Bildverarbeitung [Buil 1991, Köberl 1994, Prinz 1995] lassen sich Kontrast, Rauschen und systematische Bildfehler optimieren bzw. reduzieren. Einen gewissen Engpaß stellt hierbei der Rechner dar, doch sind bei nicht allzuhoher Datenrate (Bewegung) moderne Notebooks mit 500MB-Platte für Speicherung von Einzelbildern gerade ausreichend. Ein bekanntes, vielfältiges Bildverarbeitungsprogramm ist MIDAS von ESO (europ. Südsternwarte), das u.a. unter Linux läuft [Köberl 1994]. Es enthält neben Routinen zur geometrisch-radiometrischen Reduktion und Analyse von CCD-Bildern (Kapitel 2) auch Datenbank-, statistische und grafische Funktionen. Zum Datenaustausch wird das genormte FITS-Format verwendet.

Die Astronomie entwickelte automatische Meßverfahren wegen ihrer Großteleskope schon seit Jahrzehnten, z.B. lichtelektrische Fotometer (1912), Fotomultiplier, Komparatoren und selbsttätige Meridiankreise [Herrmann 1993]. Demgegenüber ist in der Geodäsie die visuelle Messung schwieriger ersetzbar – einerseits wegen der kleineren Instrumente, andererseits wegen interaktiver Arbeits- und Entscheidungsschritte. Auch wird die Automatisierung eher durch Verringerung der Fehler als der Meßdauer motiviert. So beeinflußt die Reaktionszeit des Beobachters astronomische Längen um 0.1–0.4 s, je nach Personentypus. Sie bleibt zwar innerhalb etwa ± 0.03 s konstant [Bretterbauer/Gerstbach 1983], wird aber durch „unpersönliche Mikrometer“ auf etwa 0.05 ± 0.01 s verkleinert. Neben anderen lichtelektrischen Methoden dürfte daher auch CCD in 5–10 Jahren die Geodätische Astronomie befruchten.

Die astrometrischen Video-Anwendungen haben gegenüber Tagesbeobachtungen etwa in der Ingenieurgeodäsie [Wieser 1995] den Vorteil höheren Kontrastes, weshalb die Anforderungen an Kühlung und andere Hardwarekomponenten geringer sind. Deshalb wird der astro-geodätische Einsatz kleiner, feldtauglicher Instrumente sinnvoll. Von den CCD-Meßsystemen geodätischer Hersteller scheiden aber jene aus, die zur Zielsuche Reflektoren benötigen. Auch starke Nachvergrößerung oder Infrarot-Sensibilisierung ist für Gestirnmessungen ungünstig.

4. Geodätische Anwendung an transportablen Instrumenten

In der Geodäsie werden meist tragbare Instrumente kleiner Öffnung (4–5cm) eingesetzt. Diese stellen bei CCD-Anwendung hohe Anforderun-

gen an Signalqualität, -kontrast und Rauschen sowie an Miniaturisierung, Wetterfestigkeit und geringen Energieverbrauch aller Hardwarekomponenten. Die Ingenieurgeodäsie verwendet CCD zur Steuerung im Maschinen- und Tunnelbau (auch Infrarot) und zur Bauwerks- oder Hangüberwachung [Gruen/Kahmen 1993, Katowski 1989, Leica 1995]. Messungen bei Tageslicht sind freilich wegen Kontrast und hohem „Dunkel“ Strom schwieriger und erfordern spezielle Methoden der Bildverarbeitung, Rektifizierung und/oder Sensibilisierung. An der TU Wien werden automatische Ziel- und Meßmethoden mit motorisierten Videotheodoliten entwickelt [Mischke, Wieser 1995], unter anderem für Monitoring im Bergbau.

Neuere GIS-Meßsysteme wie das kanadische VISAT [Schwarz 1995] verwenden mehrere zueinander fixierte Videokameras auf bewegten, GPS- und inertial gestützten Plattformen. Die bildverarbeiteten Schnitte sind cm-genau bis 50 m Distanz, doch dauert die Nachbearbeitung der enormen Datenmengen (viele GByte pro Häuserblock) noch etwa 50mal länger als die Meßfahrt.

Astro-geodätische Messungen zu Sonne oder Sternen setzen zwar auch gewisse Erfahrung voraus, sind aber wegen guter Kontraste und definierter Ziele einer Automatisierung durch CCD eher zugänglich. Bei mittleren Ansprüchen (1–3 mgon) ist astronomische Orientierung mit der Sonne sehr ökonomisch, wenn bei Polygonzügen, freier Stationierung oder kleinen Netzen Sichthindernisse oder Festpunkt mangel auftreten [Gerstbach / Peters 1985]. Mit Theodolit und Armbanduhr in wenigen Minuten durchführbar, verbessern sie auch die Netzgüte. Die Wetterbedingungen Mitteleuropas lassen die visuelle Methode an 50–70 % der Außendiensttage zu. Ihre Automatisierung mit Notebook oder Palmtop scheint bis 1998 möglich. Sie erfordert Servotheodolite mit Routinen u.a. zur Zielung bei variablem Kontrast und Spiegelungen.

Höhere Genauigkeiten (0.3–1.5" oder 0.1–0.5 mgon) sind mittels Sterne zu erzielen. Für Orientierungen ist der Polarstern optimal (bei klarem Himmel oft auch tagsüber meßbar), zur Lotabweichungsbestimmung die Methode gleicher Höhen (Theodolit oder Ni2-Astrolab). Pixelgrößen von 7 µm entsprechen bei solchen Instrumenten (Brennweiten um 30 cm) etwa 5". Geeignete Sterne sind auf 0.1 Pixel zentrierbar [Schildknecht, Ploner 1995], sodaß derartige Entwicklungen etwa $\pm 0.5''$ erwarten lassen (die 0.3"-Genauigkeit leicht diffuser Objekte bei 1.5 m Brennweite [Meyer/Raab 1995] ergäbe im

Theodolit 0.5–1"). Mit 10–20 gemessenen Sterndurchgängen wären also Ergebnisse auf $\pm 0.3''$ möglich.

Wie diese Abschätzung zeigt, erreicht CCD die Güte visueller Beobachtungen noch nicht ganz (ähnliches gilt bei Richtungsmessungen am Distanzsignal [Aeschlimann 1992]). Für cm-Geoidbestimmung oder Orientierung großer Netze [Bretterbauer/Gerstbach 1983, Gerstbach 1990] sind $\pm 0.2''$ optimal, um trotz genauer, rascher Messung typische Interpolationseffekte von 0.3–1" [Bauer 1995] zu berücksichtigen. Visuell lassen sich 0.15" durch Optimierung von Beobachtungsanordnung und Auswertemodell in 40–60m erzielen [Gerstbach 1976], was bei CCD mehrere Stunden Meßdauer [Dittrich 1990] oder weitere Miniaturisierung und Automatisierung erfordern würde.

Während der Arbeit an diesem Artikel erschien die Dissertation [Schirmer 1994]: ein Universaltheodolit DKM3-A (kompaktes 8 cm-Spiegellinsensfernrohr; samt Zubehör von 2–3 Personen tragbar) wurde auf CCD umgebaut, kalibriert und an Lot- und Azimutmessungen erprobt. Die Genauigkeit erreicht $\pm 0.4''$ und könnte bei Motorisierung und vollelektronischer Ablesung noch etwas steigen. Auch von dieser Seite her sind demnach mit üblichen Informatiktheodoliten $\pm 0.5''$ zu erwarten, wenn die mechanische Stabilität der Videometrie ausreicht.

5. Entwicklungsarbeiten an der TU Wien

Das Institut für theoretische Geodäsie und Geophysik der TU Wien erforscht seit längerem die Möglichkeiten, das Geoid von 5 cm auf 1 cm-Genauigkeit zu bringen: durch Optimierung der Lotabweichungsmessung, gravimetrisch-geologische Modellbildung, FFT und GPS [Bretterbauer/Gerstbach 1983, Gerstbach 1976/90, Walter/Weber 1993, Bauer 1995]. Hinsichtlich CCD laufen derzeit Entwicklungen zur Astrometrie hoher Satelliten [Ploner 1995], Software-Kooperationen mit der Universität Bern [s. Schildknecht 1995] und Arbeiten des Verfassers zur Geodätischen Astronomie mit Zeilensensoren [Deuerling 1995].

Das nächste Ziel ist die halbautomatische Lotabweichungsmessung nach der Methode gleicher Höhen auf $\pm 0.5''$ (über Ergebnisse wird Ende 1996 berichtet). Visuell sind mit tragbaren Astrolabien $\pm 0.15''$ erreichbar, wenn systematische Fehlerquellen in Messung und Auswertung vermieden werden [Gerstbach 1976]. Mit CCD

ist diese Genauigkeit in 5–10 Jahren (weitere Pixelverkleinerung, bessere Software) möglich.

Bei der Methode gleicher Höhen genügen Zeilen- statt Flächensensoren, weil Sterndurchgänge in konstanter Zenitdistanz gemessen werden. Die Auflösung von 10 μm -Pixeln ist 6–8", läßt sich aber bei guter Optik durch Methoden der Bildverarbeitung auf mindestens 1" steigern, bei Zeilendurchgängen auf 1–2". Durch die ohnehin nötige Überbestimmung (15–20 statt 3 Sterne) sind die erwähnten 0.3–0.5" in knapp einer Stunde erreichbar. Bei automatischem Datenfluß zu einem Notebook oder Palmtop und guter Auswertesoftware kann man sicher sein, den Meßpunkt erst bei gewünschter Güte der Lotabweichung zu verlassen [Zahradnik/Weber 1986].

In späteren Projektstadien ist an automatische Ansteuerung der Sterne mit Schrittmotoren oder motorisierten Theodoliten gedacht, wodurch die Genauigkeit und Methodenvielfalt jene bei [Schirmer 1994] übertreffen könnte. Die vollautomatische Sternauswahl ist wegen verschachtelter Entscheidungsprozesse zwar schwierig zu programmieren [Gerstbach 1976], aber durch vorbereitete Ephemeriden ersetzbar. Astrolabmessungen könnten ferner durch mehrere parallele Zeilensensoren verbessert oder beschleunigt werden. Die Verwendung kurzer Zeilen braucht zwar gute Steuerung, ermöglicht aber raschere Auslese- und Meßzyklen.

Die hohe Lichtempfindlichkeit von CCD-Sensoren reicht bei genügendem Kontrast (Sternbeobachtung nach der Dämmerung) bis Magnitudo 6 (Grenze der freizügigen Sicht), sodaß zweimal mehr Sterne zur Verfügung stehen, als für zügiges Messen nötig sind. Bei 3^m [Grenzhelligkeit Weißgony 1986] fallen etwa 10^8 Photonen pro Sekunde ein, also in z.B. 10^{-4} s immer noch viel mehr, um auch ohne Kühlung das Rauschen zu übersteigen. So kann der Fokalbereich den Sensor ohne wesentlichen Umbau aufnehmen; die Instrumente bleiben kompakt, thermisch stabil und handlich.

Zusammenfassend sei festgestellt, daß die CCD-Technik den visuellen Methoden in Meßgenauigkeit und -dauer noch etwas unterlegen ist. In einigen Jahren kann sie jedoch zur Automatisierung und breiten Anwendung astro-geodätischer Methoden führen. Ohne die eingangs genannten Einschränkungen werden daher Lot-, Azimut- und Geoidbestimmungen rasch und wohl auch bei Tag möglich sein, was die Attraktivität terrestrischer Präzisionsnetze wieder heben und ihre sinnvolle Kombination mit GPS weiter fördern wird.

VGI 1/96

GPS SHOW

**Trimble-
Vermessungstechnik
kommt
in Ihre
Nähe**



-  **Sie sehen Trimble-Vermessungsprodukte.**
-  **Sie testen Trimble-Vermessungsprodukte.**
-  **Fachleute erläutern Ihnen alles über Trimble-Vermessungstechnik und sagen Ihnen, wie Sie sie in Ihrem Arbeitsbereich am besten einsetzen.**

Trimble GPS-Show 1996 in:

■ Egerkingen (CH) 27. Febr.	■ Frankfurt/M. 23. April
■ Stuttgart 29. Febr.	■ Köln 25. April
■ Augsburg 12. März	■ Hannover 07. Mai
■ Leipzig 14. März	■ Hamburg 08. Mai
■ Linz (A) 19. März	■ Berlin 09. Mai
■ Klagenfurt (A) 21. März	

Am besten, Sie faxen/schicken uns die ganze Anzeige. Die genaue Anschrift des Veranstaltungsortes und das Tagesprogramm des von Ihnen gewünschten Termins erhalten Sie dann umgehend per Fax oder per Post.



Trimble

DIE GPS LÖSUNG

Trimble Deutschland GmbH
Moselstr. 27 - 63452 Hanau (Nord)
Tel. (06181) 90020 - Fax 900222

Ja, ich komme zur Trimble GPS-SHOW

am _____ in _____

Name _____

Anschrift _____

Tel.: _____ Fax: _____

Literatur

- [1] *Aeschlimann H., Clement A., 1992*: Die automatische Meßanlage Vicosoprano. Vermessung, Fotogrammetrie, Kulturtechnik 7/92, S. 392–397, Luzern.
- [2] *Bauer Ch., 1995*: Diplomarbeit „Bestimmung eines Geoidprofils in Tirol mit GPS und Nivellement“. Inst. für Theoret. Geodäsie und Geophysik, TU Wien.
- [3] *Bretterbauer K., Gerstbach G., 1983*: Die astro-geodätischen Arbeiten der TU Wien. Das Geoid in Österreich, ÖKIE neue Folge Band III, S. 61–72, Graz.
- [4] *Buil C., 1991*: CCD-Astronomy – Construction and Use of an Astronomical CCD-Camera. Willmann-Bell Inc., Richmond.
- [5] *Claus M., 1995*: Demands on Elektro-optical Cameras for Sensing and Mapping. Photogr.Week '95, S. 37–44, Wichmann/Heidelberg.
- [6] *Deuerling W., 1995*: Einsatzmöglichkeiten von CCD-Sensoren in geodätischen Instrumenten. Vortrag 24.4.95, Erdmessungsseminar der TU Wien.
- [7] *Dittrich J., 1990*: Automatisches Sternsensor-System auf der Grundlage von Charge Transfer Devices (CTD). Vermessungstechnik 38/4, S. 143, Berlin.
- [8] *diverse Firmen, 1994/95*: Prospekte, Datenblätter etc. zu CCD-Arrays und zu Linienelementen. EU und USA.
- [9] *Fa. Leica, 1995*: Prospekte und Datenblätter der Systeme TM3000, TPS, APS und Space. Heerbrugg.
- [10] *Fritsch D., Hobbie D. (Hsg) 1995*: Photogrammetric Week '95. Tagungsband (Univ. Stuttgart Okt.95), Wichmann-Verlag Heidelberg.
- [11] *Gerstbach G., 1976*: Beiträge zur Optimierung von Astrolab-Beobachtungen. Geowiss.Mitt. Band 7, S. 103–134, TU Wien.
- [12] *Gerstbach G., Peters K., 1985*: Astronomische Orientierungen in der Kataster- und Ingenieurvermessung. Vermessungswesen und Raumordnung 47/1, S. 20–38, Bonn.
- [13] *Gerstbach G., 1990*: Ein Weg zum Zentimeter-Geoid in Österreich. Wie GPS und „Astro-geologisches Geoid“ das Nivellement ersetzen können. ÖZVuPh 78/1, S. 14–38, Wien.
- [14] *Gruen A., Kahmen H. (Hsg) 1993*: Optical 3-D Measurement Techniques II. Wichmann, Karlsruhe.
- [15] *Herrmann J., 1993*: Atlas zur Astronomie. 11. Auflage, dtv-Verlag München.
- [16] *Kahmen H., Gruen A. (Hsg) 1995*: Optical 3-D Measurement Techniques III. Tagungsband, Wien – Zürich.
- [17] *Katowski O., 1989*: Deformationsmessung an Bauwerken mit dem automatischen Theodolitmeß-System ATMS. Opt.3-D-Measurement Techniques I, Wichmann, Karlsruhe.
- [18] *Köberl Th., 1994*: Elektronische Datenerfassung in der Astronomie: Wesen und Ergebnisse der CCD-Technik. Sternbote 37/5, S. 86–98, Wien.
- [19] *Kraus K. et al., 1990*: Fernerkundung, Band 1 und 2. Dümmler-Verlag, Bonn.
- [20] *Lenz R. und U., 1993*: New developments in high resolution image acquisition with CCD area sensors. Opt.3D-Measurement Techniques II, S. 53–62, Wichmann, Karlsruhe.
- [21] *Meyer E., Raab H., 1995*: Persönliche Mitteilungen zu CCD-Astrometrie; Sternfreundeforum etc., OÖ / Wien.
- [22] *Mischke Alfred, 1995*: Persönliche Mitteilungen; Vorarbeiten zur Dissertation über ein dynamisches ing.-geodätisches Meßsystem mit Videotheodoliten.
- [23] *Ploner M., 1995*: Persönliche Mitteilungen; Vorarbeiten zur Dissertation über Bahnbestimmung von Synchronsatelliten durch CCD-Astrometrie, TU Wien.
- [24] *Prinz R., 1995*: Persönliche Mitteilungen u. Diplomarbeit „Aerotriangulation mit digitalen Bildern“. Inst. für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU Wien.
- [25] *Reider Georg, 1995*: Persönliche Mitteilungen zu CCD- und verwandten Techniken. Elektrotechn. Institut, TU Wien.
- [26] *Schildknecht Th., 1994*: Optical Astrometry of Fast Moving Objects using CCD Detectors. Geodät.-geophys. Arb. Schweiz, Band 49, Dissertation ETH Zürich.
- [27] *Schildknecht Th., 1995*: CCD-Astrometrie von Objekten im geostationären Ring. Vortrag 9.3.95, TU Wien
- [28] *Schirmer W., 1994*: Universaltheodolit und CCD-Kamera – ein unpersönliches Meßsystem für astronomisch-geodätische Beobachtungen. DGK Reihe C/427, München.
- [29] *Schwarz K.-P., 1995*: VISAT – ein kinematisches Meßsystem für hochgenaue GIS-Anwendungen. Vortrag 18.10.95 TU Wien, sowie persönliche Mitteilungen.
- [30] *Sütterlin P., 1994*: Neue Verarbeitungstechniken für CCD-Bilder. Sterne und Weltraum 33/4, S. 311–313, München.
- [31] *Walter G., Weber R., 1993*: Geoidstudie Imst. Bericht an die ÖKIE-Geoidkommission, TU Wien/Graz.
- [32] *Weilguny Roland, 1986*: Aufbau eines piezoelektrischen Positionsdetektors zur automatischen Registrierung von Sterndurchgängen. Dissertation, Fak.f.Elektrotechnik bzw. Naturwiss., TU Wien
- [33] *Wieser Andreas, 1995*: Persönliche Mitteilungen zur Diplomarbeit „Entwicklung und Programmierung eines automatischen Meßsystems mit Videotheodolit“. Abt.Ingenieur-geodäsie, TU Wien.
- [34] *Zahradnik D., Weber R., 1986*: Eine automatisierte Zeitnehmung für astronomische Feldbeobachtung nach der Methode gleicher Höhen. ZfV 9/1986, S. 432–435, Stuttgart.

Anschrift der Autoren:

Univ.-Doz. Dr. Gottfried Gerstbach, Institut für Theoretische Geodäsie und Geophysik, TU Wien, Gußhausstraße 27–29, 1040 Wien.



Ordnung am Rande des Chaos: ein neues Naturgesetz

Adrian E. Scheidegger, Wien

Zusammenfassung

In der Natur gibt es unzählige Beispiele der Entstehung von relativ stabilen, selbststrukturierten geordneten Zuständen am Rande von Chaos. Diese Selbststrukturierung der Systeme war bislang eine vollkommen empirisch gestützte Beobachtung: Computer-Simulationen von vielen nichtlinearen Systemen ergaben die Entstehung von solchen geordneten Zuständen; sie sind zeitlich durch $1/f$ -Rauschen in der spektralen Leistungsdichte und räumlich durch Fraktalität charakterisiert; letztere beinhaltet auch ein Exponentialgesetz für räumliche Untermengen. Die Regelmäßigkeit, mit der solche geordnete Zustände immer wieder entstehen, hat zur Vermutung eines neuen Naturgesetzes geführt:

„Offene nicht-lineare komplexe Systeme erreichen quasi-stationäre Zustände am Rande von Chaos, deren zeitliche Signatur ($1/f$ -Rauschen und deren räumliche Signatur Fraktalität mit einer viel kleineren Dimension als die des Phasenraumes ist“.

Damit aber ein Satz als Naturgesetz erkannt und akzeptiert wird, genügt es nicht, daß er *wahr* ist, – man muß auch *wissen*, daß er wahr ist und man muß erklären können, *warum*. Wir unternehmen in dieser Arbeit, diese Forderungen zu erfüllen, so daß die vermutete Existenz eines neuen Naturgesetzes endlich theoretisch begründet werden kann.

Abstract

Order at the Edge of Chaos: a New Natural Law. – In Nature, there are innumerable examples of the emergence of relatively stable self-organized ordered states at the edge of chaos. The emergence of such states had heretofore been an entirely *Empirically* observed occurrence: Computer simulations of many nonlinear systems have led to the establishment of order whose fingerprint is temporally $1/f$ -noise and spacially fractality (the latter implying a power-law for the number of spacial subsets). The frequency of the occurrence of such states has led to the conjecture of the existence of a new natural law.

„Nonlinear open complex systems develop quasi-stationary ordered states whose temporal signature is $1/f$ -noise and whose spacial signature is fractality with a dimension vastly lower than that of the phase space“.

However, for a natural law to be recognized as such it is not enough that it is true, one must also *know* that it is true and be able to explain *why*. We propose to fulfill these requirements in this paper, so that the conjecture of the existence of a new Law of Nature can at last be considered as theoretically substantiated.

1. Einleitung

In der Natur gibt es unzählige Beispiele von Selbststrukturierung von Elementen in Systemen am Rande des Chaos. Beispiele dafür findet man in der Astrophysik bezüglich Galaxien und Sonnenfackeln [1]; in der Geophysik bezüglich der fraktalen Dynamik von Erdbeben [2]; in der Geomorphologie bezüglich Minirutschungen an Sandhaufen [3] und in den Biowissenschaften bezüglich der „Darwinschen“ Theorie der Evolution [13]). Der gegenwärtige Autor kam auf die Häufigkeit von solchen Selbststrukturierungen vor allem aus dem Studium von Landschaften (Geomorphologie): Ein geordneter Zustand entsteht von selbst in einem komplexen System allein auf Grund der (meist sehr nichtlinearen) Wechselbeziehungen zwischen den Elementen des Systems und nicht auf Grund eines „äußeren“ Ordnungsprinzips.

2. Systemtheorie

Die Grundlage für die weiteren Ausführungen bildet die Kenntnis der Theorie der komplexen Systeme: Ein *System* [4] besteht aus einer Menge von Elementen, die durch variable Attribute gekennzeichnet sind, deren Werte den Zustand des Systems charakterisieren. Die Evolution des Systems ist dann die Folge der Existenz einer Reihe von Beziehungen zwischen den einzelnen Attributen untereinander und zwischen den Attributen und der „Umgebung“; sie ist durch eine Trajektorie im Phasenraum (d.h. im Raum, in dem eine Axe oder Dimension jedem Attribut entspricht) beschrieben; die schlußendliche Evolution jedes Systems ist durch Attraktoren bestimmt, gegen welche zu die Trajektorien konvergieren. Solche Attraktoren sind manchmal reguläre Kurven (Kreise, Schlaufen) im Phasenraum; – dann tendieren die Systeme zu absoluter

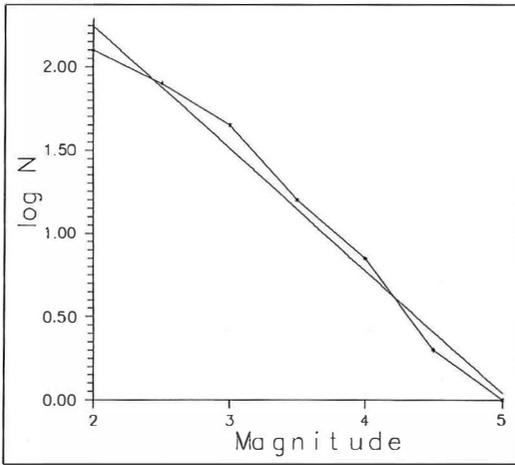


Abb. 1: Gutenberg-Richter Kurve für die 126 Erdbeben der Jahre 1971–1980 in Österreich mit Magnitude $M > 2$, berechnet aus Daten publiziert von Drimmel und Trapp [6].

Stabilität; – oder aber „seltsame“ Attraktoren: Kurven (Punktmengen), die nirgendwo differenzierbar sind und eine fraktale Dimension haben.

Die Wechselwirkung eines *offenen* Systems mit der „Umgebung“ ist durch eine Reihe von Parametern bestimmt, die die Grenz- und Anfangsbedingungen (wie etwa die Temperatur oder den Energiefluß an der Grenze) festlegen. Die Parameter-Werte (die innerhalb eines mehrdimensionalen Parameter-Raumes variieren können) geben an, welche Attraktoren im Phasenraum den Systemzustand kontrollieren; verschiedene Regionen des Parameter-Raumes können ganz verschiedene Abläufe des Systems in vollkommen von einander getrennten Regionen des Phasenraumes bewirken.

3. Empirische Beobachtungen

Wie schon erwähnt, haben unzählige Beobachtungen von komplexen Systemen zur Feststellung einer oftmals von selbst entstehenden geordneten quasi-stationären Strukturierung am Rande der Kritikalität geführt. So wurde z.B. gefunden, daß die charakteristischen Parameter in solchen quasi-stationären Zuständen, wie sie durch die Höhenverteilung in einer bestimmten Landschaft, durch die Massenverteilung im Universum oder diejenige in einem Sandhaufen repräsentiert sind, räumlich und zeitlich Maßstabunabhängig sind: sie sind fraktal verteilt. In einer fraktalen Menge der Dimension D gibt es ein Exponentialgesetz für Untermengen: Die Zahl N von Untermengen der (linearen) „Größe“ L ist

proportional zu $L \exp(-D)$. Solche Exponentialgesetze wurden in der Tat auch in komplexen natürlichen Systemen gefunden: Am berühmtesten ist wohl das Gesetz von Gutenberg und Richter [10] für die Zahl N von Erdbeben mit einer Magnitude $> M$ für einen gegebenen Zeitraum und ein gegebenes Gebiet (a und b sind Konstanten; a hängt von der Größe des Zeitraumes und der gewählten Region ab; b ist ein „tektonischer Parameter“ mit $0,7 < b < 1,2$)

$$\log N(M) = a - bM$$

Wenn diese Beziehung mit Bezug auf die Energie E ($M = c \log E$) ausgedrückt wird, ergibt sich ein Exponentialgesetz: Abb. 1 zeigt die Gutenberg-Richter Kurve für die 126 Erdbeben Österreichs der Jahre 1971–1980 mit $M > 2$, konstruiert aus Daten publiziert von Drimmel und Trapp [6]. Für die Koeffizienten findet man $a = 3,71$; $b = 0,73$.

Wie gesagt, ist alles Obige eine „induktive“ Vermutung aus Beobachtungen und Experimenten. Es gibt keine eigentliche Theorie, warum

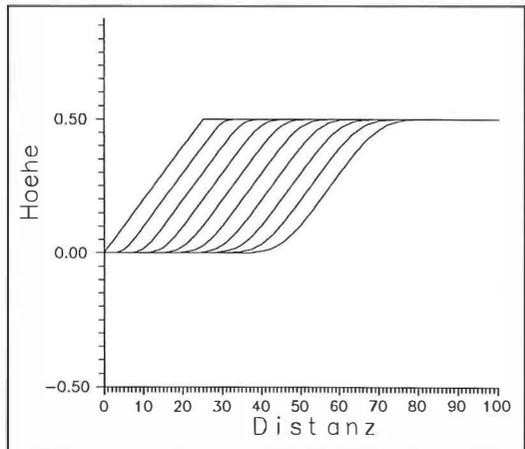


Abb. 2: Geordnete Entwicklung einer einfachen Hangstufe, berechnet nach den Gleichungen von Scheidegger [18]

komplexe Systeme fraktal sein sollen und warum sich eine Selbststrukturierung ihrer Elemente immer nur am Rande des Chaos entwickeln soll. Die Prozesse (von Landschafts-Entwicklung, Sandhaufen-Bildung, Erdbebenherdbildung usw.) wurden auf Computern nachgebildet; wenn man mit den Wechselwirkungen zwischen Elementen eines hypothetischen Systems lange genug herumspielt, kann man in der Tat auf Attraktoren kommen, die eine Selbststrukturierung am Rande der Kritikalität darstellen: dabei bedeutet das Wort „Kritikalität“, daß sehr geringe

Änderungen in den Anfangsbedingungen oder in den Werten der „Parameter“ eine Instabilität bewirken. Als Beispiel zeigen wir hier (Abb. 2) die geordnete Entwicklung einer einfachen Hangstufe, berechnet nach den Gleichungen von Scheidegger [18]; sobald man aber an der oberen Kante eine kleine Kerbe einfügt, also die Anfangsbedingungen etwas ändert, wird die Entwicklung instabil (Abb. 3).

So scheint sich die „Ordnung“ immer am „Rande des Chaos“ auszubilden, und man vermutet, daß diese Entstehung von Ordnung am Rande des Chaos ein allgemeines Naturprinzip [12,16,13] darstellen könnte. Bak et al. [3] haben bemerkt, daß derartige geordnete Zustände am Rande des Chaos zeitlich durch $1/f$ -Rauschen [7] und räumlich durch eine skaleninvariante (fraktale) Struktur gekennzeichnet sind; bezüglich von „Lebensystemen“ hat Kauffman diese Vermutung sogar als Hypothese ausgesprochen ([13] S. 232): „Lebensysteme existieren im zusammenhängenden Regime am Rande des Chaos, und natürliche Selektion bewirkt und unterhält einen derartigen kritischen Zustand.“ Kauffman [13] gründete diese Hypothese auf das empirische Verhalten von Systemen mit Booleschen Attributen: Er fand durch unzählige Computersimulationen, daß Systeme von N Elementen mit Booleschen Attributen, wo jedes Attribut durch genau $K=2$ Elemente mittels zufallsmäßig vorgegebenen Booleschen Funktionen (so daß das System durch ein zufallsmäßiges Boolesches Netz repräsentiert wird), sich zu wohlgeordneten Systemen entwickeln, die wenige Attraktoren besitzen, die ziemlich (bezüglich der Auslassung eines Elementes oder der Änderung einer Booleschen Funktion) stabil sind.

4. Vermutung eines „Naturgesetzes“

So entspricht die spontane Entstehung von „Ordnung am Rande von Chaos“ Beobachtungstatsachen; die charakteristischen Züge des Phasenraumes am Rande des Chaos sind Erfahrungstatsachen; sie sind auch unzählige Male für nichtlineare Systeme auf Computern simuliert worden. Nichtsdestoweniger können Computer-Simulationen die Beobachtungen immer nur a posteriori nachvollziehen: Sie können *nie* einen Grund angeben, *weshalb* eine derartige beobachtete Entwicklung immer wieder stattfinden soll: Es kann lediglich gezeigt werden, daß derartige Selbststrukturierungen *möglich* sind, niemals aber, daß sie sich ereignen *müssen*. Das häufige Entstehen von selbst-strukturierten kritischen Zuständen in der Natur und, in der Tat,

Zeigen Sie's allen!

WinGIS™

Einfach in der Bedienung

- ▶ Offenes System
- ▶ Objekt orientiert
- ▶ Funktionell
- ▶ optimales Preis/Leistungsverhältnis



Das professionelle Geographische Informationssystem, um Daten auf Karten zu visualisieren.

- Leitungsbetreiber (Öl, Gas, Wasser, Elektrizität etc.)
- Ökologie-Ökonomie-Techn. Büros
- Business Geographie
- Handel-Gewerbe-Industrie
- Statistiken-Universitäten

- 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 (Archnfo, Sicaad, ASCII, DXF, ALK-GIAP, DKM, GRIPS, Intergraph), um Daten zu importieren und zu exportieren.
- Sehr hohe Geschwindigkeit durch objektorientierte Programmierung



PROGIS w. H. M.™
Software, die's zeigt!

WinGIS™, WinMAP™, WinMAP LT™, WinGIS™ Entwicklungsstation,
Russische Satellitenfotos mit 2-5m Auflösung

Österreich Tel:+ 43(0)42 4726332, Fax:+43(0)42 47263327 / USA Tel:+1 (360)738-2449, Fax:+1 (360)738-2798 / Singapur Tel:+65 286-4445, Fax:+65 282-3126 / Moskau Tel:+Fax: +7 (095)3325471

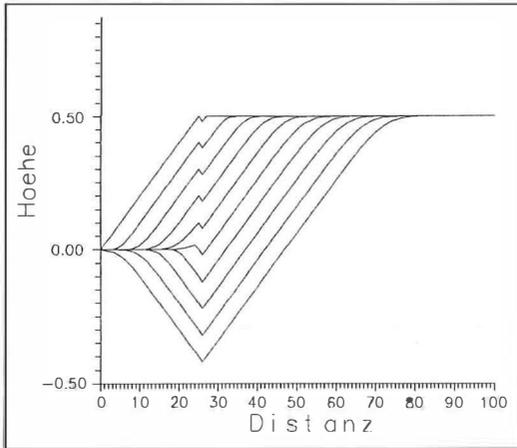


Abb. 3: Wirkung einer kleinen Kerbe an der oberen Hangkante: Die Hangentwicklung wird instabil

auch in anthropogenen (wie z. B. sozialen oder ökonomischen) Systemen suggeriert aber die Existenz eines entsprechenden universellen Naturgesetzes:

„Offene nicht-lineare komplexe Systeme erreichen quasi-stationäre Zustände am Rande von Chaos, deren zeitliche Signatur $(1/f)$ -Rauschen und deren räumliche Signatur Fraktalität mit einer viel kleineren Dimension als die des Phasenraumes ist“.

Daher ist es erforderlich, grundlegendere Einsichten als Computersimulationen in die Bedingungen, welche die Selbststrukturierung komplexer Systeme bewirken, zu erhalten. Damit ein Satz als „Naturgesetz“ erkannt und akzeptiert wird, genügt es nach Cohen und Stewart [5] nicht, daß er *wahr* ist; man muß auch *wissen*, daß er wahr ist, und man muß obendrein noch erklären können, *warum* er wahr ist. Wir nehmen uns vor, diese Bedingungen zu erfüllen: Die zwei grundlegenden Ideen, die dazu notwendig sind, wurden schon vom Autor in einer Kurzfassung publiziert [19]; hier wollen wir eine volle Beschreibung des Gedankenganges geben.

5. Notwendige Bedingungen

Man kann vorerst nach Bedingungen suchen, die für die spontane Entstehung eines quasi-stationären, geordneten Zustandes in einem nichtlinearen, komplexen System *notwendig* sind.

Die meisten der betrachteten Systeme (Landschaften, Galaxien, „Leben“ an sich) sind in einem gewissen Sinne „evolutionär“: Sie entstehen und vergehen; ihre Elemente werden „geboren“ und „sterben“. Offensichtlich muß die Ge-

burtsrate der Elemente gleich der Sterberate sein, damit sich ein (quasi-)stationärer Zustand entwickeln kann; andernfalls hätte man eine totale Vernichtung oder exponentielle Explosion des Systems: Man sieht, daß der quasistationäre Zustand ein kritischer ist.

Weiters müssen alle evolutionären Systeme offen und dissipativ sein; daher gelten die „normalen“ thermodynamischen Gesetze (die für geschlossene Systeme konzipiert wurden) nicht: Die Prozesse, die in solchen Systemen ablaufen, sind grundsätzlich irreversibel und es gelten die Gesetze der Thermodynamik irreversibler Prozesse; – insbesondere gilt der zweite Hauptsatz der Thermodynamik *nicht* in seiner üblichen Form: Prigogine [17] hat bemerkt, daß die Entropie in offenen Systemen sehr wohl während der Annäherung an einen stationären Zustand *abnehmen* kann, – d.h ihr Wert im stationären Zustand kann sehr wohl kleiner sein als im „absoluten“ Gleichgewichtszustand (Tod). In der linearen Theorie besteht ein Theorem der minimalen Entropieproduktion für stationäre Zustände: Jede (kleine) Störung klingt in solchen stationären Zuständen immer ab, die stationären Gleichgewichtszustände sind im Wesentlichen im Raum gleichverteilt, falls die äusseren Bedingungen dies zulassen. Die spontane Entwicklung von geordneten Zuständen, bei denen die räumlichen oder zeitlichen Abläufe vom endgültigen Gleichgewicht (Tod) verschieden sind, ist bei solchen Systemen unmöglich. Obendrein wird jegliche andere Art von Ordnung, die durch die Anfangsbedingungen dem System aufgezwungen worden war, während der Evolution zum stationären Zustand hin zerstört ([16], S. 46). Somit ist Nichtlinearität der Beziehungen zwischen den Elementen eine notwendige Bedingung für die Möglichkeit der spontanen Entstehung von Ordnung.

6. Kausative Bedingungen

Ein Versuch, grundlegende Bedingungen für die Entwicklung von spontaner Ordnung in komplexen Systemen zu formulieren, wurde von Haken [11, 12] mit seinem „Versklavungs-Prinzip“ gemacht. Dieses Prinzip beinhaltet, daß das Gelingen eines komplexen Systems in der Umgebung von kritischen Stellen vollkommen durch wenige kollektive Parameter, die sogenannten Ordnungs-Parameter, bestimmt ist, welche alle anderen Parameter „versklaven“. In der Tat kann man zeigen, daß das Versklavungsprinzip von Haken der Aussage äquivalent ist, daß für einen geordneten Zustand der entsprechende (seltsame) Attraktor eine Dimension hat, die sehr

viel kleiner ist als die des gesamten Phasenraums: dies verhindert, daß das System über den gesamten Phasenraum wandert (= komplettes Chaos) und engt es auf eine kleine Region desselben ein (= „relative“ Ordnung oder „niedrig-dimensionales Chaos“; siehe Kauffman [13], S. 178–179). In der Tat verlangt der Begriff Ordnung an sich, daß von allen möglichen Zuständen des Systems nur wenige erlaubt sind.

Als Nächstes kann man sich fragen, warum ein stationärer Zustand am Rande des Chaos einen fraktalen Attraktor hat. Wir haben oben gesehen, daß „Ordnung“ ex definitione verlangt, daß der entsprechende Attraktor eine Dimension haben muß, welche sehr viel kleiner ist als die Dimension



Abb. 4: Guslarspitze im Rofental ob Vent in Tirol, als Beispiel der Wirkung des Selektionsprinzips in der Landschaft: Die Pyramide ist eine statisch stabile Form und wird daher immer wieder bei der Erosion „herausselektioniert“. – Photo AES 12/07/1987-LJ22

des gesamten Phasenraumes; es besteht jedoch keine Bedingung, daß diese Dimension ganzzahlig sein sollte: wenn sie nicht ganzzahlig ist, dann ist sie eben fraktal; – eine andere Möglichkeit gibt es nicht. Und da die Menge der nicht-ganzen Zahlen sehr viel größer ist als diejenige der ganzen, ist es natürlich auch sehr viel wahrscheinlicher, daß die besagte Dimension im Allgemeinen fraktal und nur ganz zufällig ganzzahlig ist.

Der geordnete Zustand am Rande des Chaos muss wenigstens eine Zeit lang (quasi-) stationär bleiben; – sonst kann er gar nicht „gesehen“ (beobachtet) werden: er darf also bei kleinen Änderungen der Parameter nicht gerade auf einen *vollkommen* anderen Attraktor springen. Instabilitäten innerhalb des (seltsamen) Attraktors können durch zufallmäßige Fluktuationen oder durch externe Wirkungen hervorgerufen werden. Letztere wurden oft als „Schmetterlings-Effekte“ bezeichnet: Ein Schmetterling, der seine Flügel in Peking schlägt, bewirkt einen Luftzug, der eine Instabilität in der Atmosphäre erzeugt, welcher schluß-

endlich ein Gewitter in New York zur Folge hat [14]. In mathematischer Terminologie ist dies das Resultat einer Lyapunov-Instabilität [15]: die (kleinen) anfänglichen Distanzen zwischen Trajektorien auf dem betreffenden Attraktor wachsen exponentiell mit der Zeit (dies ist der Fall beim Lorenz Attraktor [14], der Wettersysteme modelliert); der betreffende Koeffizient heißt „Lyapunov Koeffizient“ (Dimension 1/T): wenn er positiv ist, ist das System instabil. Eine drastischere Instabilität entsteht, wenn die Veränderung der Parameter-Werte das System von einem Attraktor auf einen anderen befördert: dies bedeutet eine „Katastrophe“ im Sinne von Thom [20]. So ersieht man, daß geordnete Zustände die *Einzigen* sind, welche eine gewisse Dauer haben: es gibt sozusagen eine „Darwinsche Selektion“ mit Beziehung auf solche geordnete Zustände, die ähnlich wie die statisch stabilen Formen in Landschaften nach dem Selektionsprinzip von Gerber [8] selektioniert werden: Das klassische Beispiel hierfür ist das Matterhorn in der Schweiz; das Selektionsprinzip wird aber auch durch viele „Spitzen“ in Österreich vor Augen geführt: die Pyramide ist eine statisch stabile Form und wird daher immer wieder bei der Erosion „herausselektioniert“; als Beispiel diene die Guslarspitze im Rofental ob Vent in Tirol (Abb. 4). Ganz generell können in einem System nur diejenigen Zustände „gesehen“ (und beobachtet) werden, die von einer gewissen Dauer sind. Dies ist auch die Erklärung dafür, warum Evolutionen jeglicher Art „punktuerte Gleichgewichtszustände“ [9] durchlaufen: Terrassen werden in Landschaften gebildet, biologische Arten ändern sich manchmal sehr rasch, um dann Hunderte von Jahrillionen (primitive Insekten) stabil zu bleiben etc. Somit ist erklärt, *warum* Ordnung aus Chaos entsteht, und man kann das oben vermutete Naturgesetz gemäß den Kriterien von Cohen und Stewart [5] als *gesichert* betrachten.

Literatur

- [1] Bak, P. „Self-organized criticality in astrophysics“, in A. Lejeune and J. Perdang J. (eds.) „Cellular Automata Models for Astrophysical Phenomena“. Singapore: World Scientific Press, 1993.
- [2] Bak, P., Tang, C. „Earthquakes as self-organized critical phenomenon“. J. Geophys. Res., 94: 15635–15637, 1989.
- [3] Bak, P., Tang, C., Wiesenfeld, K. „Self-organized criticality“. Phys. Rev. A38: 364–374, 1988.
- [4] Bertalanffy, L.v. „Theoretische Biologie“. Berlin: Springer, 170 S., 1932.
- [5] Cohen, J., Stewart, I. „The Collapse of Chaos“. New York: Viking Press 495 S. 1994.
- [6] Drimmel, J., Trapp, E. „Die Erdbeben Österreichs 1971–1980“. Sitz.-ber. Österr. Akademie Wiss., Math.-natw. Kl., Abt.I, 191(1-4): 73–102, 1982.
- [7] Dutta, P., Horn, P.M. „Low-frequency fluctuations in solids: 1/f noise“. Revs. Mod. Phys. 53(3): 497–516, 1981.

- [8] Gerber, E.K. „Bildung von Gratpfeln und Felswänden in den Alpen“. Z. Geomorph. Suppl. 8: 94–118, 1969.
- [9] Gould, S.J., Eldredge, N. „Punctuated equilibrium comes of age“. Nature 366: 233–227, 1993.
- [10] Gutenberg, B., Richter, C.F. „Seismicity of the Earth and Associated Phenomena“. Princeton: Princeton University Press, 211 S., 1949.
- [11] Haken, H. „Generalized Ginzburg-Landau equations for phase transition-like phenomena in lasers, nonlinear optics, hydrodynamics and chemical reactions“. Z. Physik B21: 105–114, 1975.
- [12] Haken, H., Wunderlin, A. „The slaving principle of synergetics“. In: Lundqvist, S., March, N.H. and Tosi, M. (Eds.) „Order and Chaos in Nonlinear Physical Systems“. New York/London: Plenum Press S. 467–463, 1988.
- [13] Kauffman, S.A. „The Origins of Order: Self-Organization and Selection in Evolution“. Oxford: Oxford University Press, 709 S., 1993.
- [14] Lorenz, E.N. „Deterministic nonperiodic flow“. J. Atmosph. Sci. 357: 130–141, 1963.
- [15] Monin, A.S. „Union Lecture: Predictability of chaotic phenomena“. Chronique de l'Union Geodesique et Geophysique Internat. 208: 268–282, 1991.
- [16] Nicolis, G., Prigogine, I. „Self-Organization in Non-Equilibrium Systems.“ 8th printing, New York: Wiley 491 S., 1977.
- [17] Prigogine, I. „Etude thermodynamique des phenomenes irreversibles“. Liege: Desoer, 143 S., 1947.
- [18] Scheidegger, A.E. „Mathematical models of slope development“. Bull. Geological Society Am., 72: 37–50, 1961.
- [19] Scheidegger, A.E. „Order at the edge of chaos in geophysics“. Abstracts IUGG XXI General Assembly 1: A-11, UA51A-10, 1995.
- [20] Thom, R. Stabilität Strukturelle et Morphogenese. Reading, Pa.: Benjamin 362 S., 1972.

Anschrift des Autors:

Em. o. Univ.-Prof. Dr. Adrian E. Scheidegger, Technische Universität Wien, Abteilung Geophysik, Guss-
hausstraße 27–29/128, A-1040 Wien

Dissertationen und Diplomarbeiten

3D-Gleiserfassung mit einem Multisensorsystem und linearen Filterverfahren

Günther Retscher

Dissertation: Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie, Abteilung Ingenieurgeodäsie, TU Wien, 1995. Begutachter und Betreuer: o.Univ.-Prof. Dr. H. Kahmen, 2. Begutachter: o.Univ.-Prof. Dr. E. Brückl.

Große Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Verfahren zur Bestimmung, Kontrolle und Absteckung von Gleisen werden insbesondere bei der Neuverlegung von Schienensträngen für Hochgeschwindigkeitsbahnen oder beim Bau der sog. Festen Fahrbahn gestellt. In erster Linie führten wirtschaftliche Überlegungen zur Entwicklung eines neuen Aufnahme- und Auswertekonzepts für die Gleisvermessung, da herkömmliche Verfahren einen geringen Grad an Automation und Flexibilität aufweisen und einen relativ hohen Meßaufwand erfordern.

Das Prinzip des neuen Verfahrens beruht auf der Bestimmung des gesamten Gleisstreifens mit seinen Kenngrößen 3D-Position der Gleisachse bzw. einer Fahrkante, Spurweite und Überhöhung. Das Meßsystem besteht im wesentlichen aus einer dreidimensionalen Positionierungseinheit und elektronischen Meßwertgebern in Verbindung mit einem Prozeßrechner. Die einzelnen Komponenten befinden sich auf einem eigens entwickelten Meßwagen, der sich in dem zu untersuchenden Gleiskörper bewegt. Der Meß- und Auswerteprozess läuft rechnergesteuert in einem Regelkreis weitgehend automatisch ab.

Die 3D-Aufmessung des Gleisstreifens ermöglicht die Durchführung der Lage- und Höhenaufnahme sowie der absoluten und relativen Gleisaufnahme in nur einem Arbeitsablauf. Neben elektronischen Meßrobotern können auch Systeme für GPS-Echtzeitvermessung (Real Time Kinematic GPS) eingesetzt werden. Aus einem Vergleich der berechneten Istlage mit der Soll-Gleislage

im 3D-Raum gewinnt man absolute Verschiebewerte zur Gleiskorrektur. Mit dem Shannonschen Abtasttheorem kann ein optimales Abtastintervall gefunden werden, das durch eine Genauigkeitsanalyse von Meßergebnissen bestätigt wird.

Für die Auswertung werden Algorithmen eingesetzt, bei denen die Meßdaten wahlweise direkt während der Aufnahme (on-line) als auch im nachhinein (off-line) verarbeitet werden. Eine Anwendung der Kalman-Filterung wird für den on-line Betrieb und die Wiener-Filterung bzw. Kollokation für off-line Auswertungen vorgeschlagen. Ausgehend von den theoretischen Grundlagen erfolgt eine Modifizierung und Anpassung der mathematischen Modelle an die Besonderheiten für die Auswertung einer 3D-Gleisaufnahme. Die Umsetzung der Algorithmen erfolgt durch die Entwicklung einer neuen Software.

Im Zuge der Auswertung einer Reihe von Gleisaufnahmen kann die hohe Genauigkeit des modernen Aufnahmeverfahrens sowohl für die Bestimmung der absoluten als auch der relativen Gleislage bzw. Krümmung nachgewiesen werden. Das Verfahren ist universell für die Überprüfung der Gleislage von bestehenden Eisenbahntrassen sowie bei der Neuverlegung von Schienen einsetzbar. Die Methode kommt ohne kostenintensive betriebliche Sperrpausen aus und erreicht hohe Meßgeschwindigkeiten und Streckenleistungen. Im Vergleich zu den herkömmlichen Verfahren kann eine 3- bis 4-fache Leistungssteigerung erwartet werden. Durch den modularen Systemaufbau sind eventuellen Erweiterungs- und Ausbaumöglichkeiten keine Grenzen gesetzt.

Radiometrische und geometrische Untersuchung des PhotoScan PS1

Anna Fellhofer

Diplomarbeit: Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung TU Wien, 1995. Begutachter: o.Univ.-Prof. Dr. K. Kraus, Betreuer: Dr. R. Ecker.

Ein Photoscanner stellt für die digitale Photogrammetrie ein wichtiges Werkzeug zur Beschaffung von digitalem Bildmaterial dar. Es ist deshalb sehr zu begrüßen, daß das Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Wien - gemeinsam mit drei Partnern - einen PhotoScan PS1 (Zeiss/Intergraph) beschafft hat. Das Gerät ist am Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen installiert.

Das Hauptaugenmerk der Diplomarbeit bestand auf der Untersuchung des geometrischen und radiometrischen Verhaltens des Scanners. Die geometrische Kalibrierung, die mit einer Gitterplatte durchgeführt wurde, bestätigte die vom Hersteller angegebene Koordinatengenauigkeit von $\pm 1 \mu\text{m}$. Die Grenze der geometrischen Auflösung des PhotoScan PS1 wurde auf visuellem Weg mit Testmustern ermittelt; sie ergab sich zu $10 \mu\text{m}$, ein Wert für die Detaillierbarkeit, der nur geringfügig schlechter als das kleinste Digitalisierungsintervall ($7.5 \mu\text{m}$) ist. Die mit Hilfe von Graukeilen durchgeführte radiometrische Untersuchung ergab ein von einigen Scanparametern und vor allem von der Vorlagedichte abhängiges Rauschen. Dieses wurde durch die Bestimmung der Standardabweichung für 1) die Grauwerte von Testgebieten mit konstanter Vorlagedichte und 2) für die Grauwerte eines einzelnen Pixels aus 20 Scanvorgängen ermittelt. Bei einer Vorlagedichte von 0.91 D betrug die Standardabweichung für 1) ± 3 bis ± 6 Grauwerte (entspricht einer Standardabweichung der Dichte von ± 0.019 bis ± 0.024 D) und für 2) ± 2 bis ± 3 Grauwerte. Der gefundene Dynamikbereich des Scanners betrug für Schwarzweißfilme 0-1.8 D. Zusätzlich wurden Übertragungsfunktionen für die Abbildung von Vorlagedichten in Grauwerte für verschiedene Scanmodi und Scanparameter ermittelt.

Schlußendlich wurden die im Zuge der Diplomarbeit aufgetretenen Fehler (z.B. Scanstreifen) in den abgetasteten Bildern dokumentiert. In Bereichen mit hoher Dichte wurden Sprünge bis 20 Grauwerte festgestellt. Die Anwendungen des PhotoScan PS1 für die digitale Photogrammetrie (digitale Orthophotos, automatische Aerotriangulation, automatische Ableitung digitaler Höhenmodelle, automationsunterstützte Klassifizierung) ist bei Bildern mit großem Dichteumfang deshalb beeinträchtigt. Da in Luftbildern die Objektkontraste meistens gering sind, treten diese Probleme in der digitalen Aerophotogrammetrie sehr selten auf. Die digitale Auswertung von terrestrischen Aufnahmen, die häufig einen großen Kontrastumfang besitzen, ist aber deutlich eingeschränkt.

Bestimmung eines Geoidprofils mittels GPS und Nivellement

Christian Bauer

Diplomarbeit: Institut für Theoretische Geodäsie und Geophysik, Abteilung Theoretische Geodäsie, TU Wien 1995. Begutachter: o.Univ.-Prof. Dr. K. Bretterbauer, Betreuer: Dipl.-Ing. G. Walter

Die Geoidbestimmung hat durch die Alltagstauglichkeit der Satellitenpositionierung in den letzten Jahren wieder an Bedeutung gewonnen. Für die Umwandlung der geometrisch definierten GPS-Ellipsoidhöhen in physikalische Meereshöhen ist die Kenntnis der Differenzen zwischen Ellipsoid und Geoid (Geoidundulationen) notwendig.

sikalische Meereshöhen ist die Kenntnis der Differenzen zwischen Ellipsoid und Geoid (Geoidundulationen) notwendig.

In dieser Arbeit wird entlang einer Präzisionsnivelellinie ein ca. 60km langes Geoidprofil auf zwei Verfahren bestimmt und mit der Geoidkarte Österreichs verglichen:

1. GPS-Beobachtungen liefern ellipsoidische Höhen H ; mit Hilfe von gemessenen Schwerewerten und nivellierten Höhenunterschieden erhält man durch ein geopotentielles Nivellement geopotentielle Koten. Werden diese durch reduzierte Schwerewerte dividiert, ergeben sich orthometrische Höhen h . Mit der fundamentalen Beziehung $N=H-h$ gewinnt man somit Geoidundulationen N .

2. Die 33 Profilverpunkte und 18 Lotabweichungspunkte (LA-Punkte) als Interpolations-Stützstellen werden auf das Cogeoid reduziert. Die relativen Geoidundulationen dN erhält man aus dem astro-geodätischen Nivellement $dN=de*ds$, d.h. aus der in Profilirichtung liegenden Lotabweichung de und der Punktentfernung ds . Die Relativ-Genauigkeit der berechneten Undulationen beträgt $\pm 2,0\text{cm}$ für das GPS- und $\pm 3,8\text{cm}$ für das Astro-Geoid. Das GPS-Profil zeigt mit Klaffungen von durchschnittlich $\pm 4,1\text{cm}$ die beste Übereinstimmung mit der Geoidkarte (Stand 1987). Das astro-geodätische Profil erreicht aufgrund der geringen Verteilung der LA-Punkte nur $\pm 7,9\text{cm}$, ist aber rechentechnisch weitaus einfacher zu ermitteln.

Ein digitaler Flächenwidmungsplan und digitaler Bebauungsplan

Robert Pfleger

Diplomarbeit: Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie, Abteilung Geoinformation und Landesvermessung, TU Wien. Begutachter: o.Univ.-Prof. Dr. A. Frank, Betreuer: Dipl.-Ing. P. Haunold

Den Entscheidungsträgern - Beamte oder Politiker - müssen für die Erstellung eines örtlichen Raumordnungsprogrammes und für Verwaltungstätigkeiten im Rahmen von Baumaßnahmen umfassende und aktuelle Informationen zur Verfügung stehen. Ein Kommunales Informationssystem ist ein geeignetes Instrumentarium zur Verwaltung und Präsentation der Daten aus unterschiedlichen Sachgebieten und bietet moderne Analyse- und Auswerteverfahren. Konventionelle Planungsgrundlagen - Kopien, Vergrößerungen oder Verkleinerungen der analogen Katastralmappe - können den Anforderungen einer zeitgemäßen Informationsverwaltung nicht mehr genügen. Das Ziel dieser Arbeit ist das konzeptionelle Modell eines digitalen Flächenwidmungs- und Bebauungsplanes, in dem der Inhalt der Planungsgrundlagen, der Plandokumente und eines Bauaktarchives verknüpft werden. Durch diese gemeinsame Datenführung werden die Gemeinden bei der Ausübung und Vollziehung der örtlichen Raumplanung unterstützt.

Die technischen Voraussetzungen für einen digitalen Flächenwidmungs- und Bebauungsplan sind eine Digitale Katastralmappe und eine digitale Dokumentation der natürlichen (Topographie) und künstlichen (Gebäude, Straßennetz) Gegebenheiten eines Gemeinde-

gebietes. Die rechtlichen Grundlagen für einen Flächenwidmungs- und Bebauungsplan sind die Raumordnungsgesetze und die Bauordnungen der einzelnen Bundesländer. In der vorliegenden Arbeit wurden für konkrete Ausführungen die für das Land Niederösterreich geltenden Gesetze herangezogen.

Die Aufgabe ist, die Gesetzestexte zu formalisieren und ihre Bedeutungen und Anwendungsvorschriften in ein relationales Datenmodell abzubilden. Der rechtlich mögliche (bzw. vorgeschriebene) Inhalt von Plandokumenten wurde in Objektklassen gegliedert und aus den Gesetzen wurden Integritätsregeln für die Beziehungen zwischen diesen Klassen abgeleitet, sowie Integritätsregeln für die Beziehungen dieser Objektklassen zum Inhalt der Planungsgrundlagen. In einem Qualitätsmodell wurde die notwendige Qualität des Datenbestandes für digitale Plandokumente festgelegt. Im Hinblick auf diese Standards wurden Richtlinien für die Erstellung, Verordnung und Nachführung eines digitalen Flächenwidmungs- und Bebauungsplanes aufgestellt. Sämtliche Informationen werden objektstrukturiert in einer Datenbank gespeichert. Zur Darstellung des Datenbankinhaltes in einem gesetzeskonformen digitalen Flächenwidmungs- und Bebauungsplan wurde aus den Planzeichenverordnungen ein kartographisches Modell abgeleitet.

In einem Pilotprojekt für das „Kommunale Informationssystem Wiener Neustadt“ wurde für einen Teilbereich des derzeit rechtsgültigen analogen Flächenwidmungsplanes ein entsprechendes digitales Planwerk gebildet und die Anwendbarkeit des konzeptionellen Modells überprüft. Eine wesentliche Schlussfolgerung ist, daß bloßes Digitalisieren der analogen Plandokumente aufgrund deren mangelnder geometrischen Genauigkeit für einen Übergang auf digitale Plandokumente nicht genügt. Die analogen Plandokumente müssen vielmehr sinngemäß und gesetzeskonform in die digitalen Planungsgrundlagen eingearbeitet werden. Die digitalen Pläne sind anschließend durch ein Verfahren neu zu verordnen.

Durch eine Novellierung der relevanten Gesetze im Hinblick auf digitale Plandokumente kann die bloß sinngemäße Festlegung von Fluchtlinien (z.B. „in den bestehenden Zaun“) durch eine streng geometrische Verortung ersetzt werden. Diese Maßnahme ermöglicht gemeinsam mit einer integrierten Verwaltung der Bauakte eine weitgehende Automatisierung verschiedener Arbeitsschritte. In Zukunft können daher mit Hilfe eines kommunalen Informationssystems Bauverfahren beschleunigt und transparenter durchgeführt werden.

Wiederholbarkeitsgenauigkeit der Positionsbestimmung mit GPS auf Hängen: Mehrwegeeffekte und Meßdauer

Markus Matthias Futvic

Diplomarbeit: Institut für Angewandte Geodäsie und Photogrammetrie, Abteilung für Allgemeine Geodäsie und Ingenieurgeodäsie, TU Graz. Begutachter und Betreuer: o.Univ.-Prof. Dr. F. Brunner

Die erreichbare Genauigkeit in Ingenieurnetzen im alpinen Bereich ist vor allem von Störeinflüssen zufolge

Mehrwegeausbreitung und Troposphäre abhängig. Für die experimentelle Untersuchung der Mehrwegeeffekte wurden Messungen an einer Seilbahnanlage in Ischgl, Tirol durchgeführt. Einerseits können Mehrwegeeffekte an den Meßdaten direkt durch Bildung von Doppeldifferenzen (kurz: DD), andererseits an den Ergebnissen der „pseudo“ kinematischen Auswertung untersucht werden. Grundsätzlich wurde evaluiert, ob bei Messung mit Einfrequenzempfängern gegenüber Zweifrequenzempfängern signifikante Genauigkeitsverluste im Ergebnis zu verzeichnen sind. Es wurde untersucht, ob in Signalen von Satelliten, die in Richtung des Hanges auf- oder untergehen, vermehrt Mehrwegeeffekte nachgewiesen werden können. Dann wurde versucht, durch Abschalten von Satelliten in Hanglage, Verändern der Meßdauer und verschiedenen Meßkonfigurationen, die Genauigkeit zu steigern. Abschließend wurden Hinweise für eine Lösung angegeben, die eine hohe Wiederholbarkeitsgenauigkeit für praktische Anwendungen bieten. Bei kurzen Basislinien konnte gezeigt werden, daß durch die nicht Berücksichtigung der Phasenmessung auf L2 kaum ein Genauigkeitsverlust (15%) auftrat. Bei der Analyse der Doppeldifferenz-Residuen konnten immer wieder Periodenlängen von ca. 17 Minuten gefunden werden. Diese deuten auf starke Reflexionen vom Boden hin. Außerdem konnten Maxima in der Spektralanalyse bei 1-3 Minuten aber auch bei 8-11 Minuten festgestellt werden. Diese resultieren größtenteils aus den Hangreflexionen. Es scheint, daß Signale von Satelliten in Hanglage vermehrt Mehrwegeeffekten ausgeliefert sind. Diese Effekte sind vor allem beim Auf- oder Untergang eines Satelliten in den DD-Residuen gut sichtbar. Zudem sind diese Signale stärker verrauscht, wie Signale von Satelliten mit großem Höhenwinkel. Die Abhängigkeit der Genauigkeit der Ergebnisse von der Satellitengeometrie (RDOP) wurde immer wieder deutlich. Es wurde evaluiert, ob das Ausschalten von Satellitensignalen in Hanglage trotz der schlechter werdenden Geometrie bessere Ergebnisse liefert. Aus dem Ergebnis dieser Untersuchung kann man folgern, daß in alpinen Regionen jeder Satellit für die Verbesserung der Geometrie wichtig ist und nicht abgeschaltet werden sollte. Im nächsten Schritt wurde die optimale Beobachtungsdauer eruiert, die länger als die längste Periode der Mehrwegeeffekte sein sollte. Aus den Ergebnissen der Untersuchung scheint die Beobachtungsdauer von 15 Minuten ein sehr guter Kompromiß zwischen Genauigkeit und Kosten zu sein. Abschließend wurden die Genauigkeiten verschiedener Meßkonfigurationen gegenübergestellt. Die Wahl von einem Referenzpunkt und einem Kalibrierpunkt mit anschließendem Modellansatz, im Hinblick auf die größere Höhengenaueigkeit, scheint im Fall dieses ingenieurgeodätischen Projektes die beste Lösung zu sein.

Wiederholbarkeitsgenauigkeit der Positionsbestimmung mit GPS auf Hängen: Troposphäreneinflüsse

Harald Rührnössl

Diplomarbeit: Institut für Angewandte Geodäsie und Photogrammetrie, Abteilung für Allgemeine Geodäsie und Ingenieurgeodäsie, TU Graz. Begutachter und Betreuer: o.Univ.-Prof. Dr. F. Brunner

Die Genauigkeiten der GPS-Vermessung in Ingenieurnetzen mit großen Höhenunterschieden sind von Störeinflüssen, vor allem Troposphäre und Mehrwegeausbreitung, abhängig. In der Diplomarbeit wurde der Einfluß der Troposphäre auf die Genauigkeit der Punktbestimmung untersucht. Zu diesem Zweck wurden Messungen an einer Seilbahnanlage in Ischgl, Tirol durchgeführt. Insgesamt wurden an zwei Tagen sieben Sessions zu je 1,5 Stunden beobachtet und anschließend die Wiederholbarkeitsgenauigkeit in der Lage und Höhe eines Stützpunktes mit der „Berner Software“ berechnet. Im Detail wurde überprüft, ob die Verwendung von Standardmodellen die geforderten Genauigkeiten der Höhen im mm-Bereich liefern können. Aufgrund der Hanglage und der großen Höhenunterschiede wird diese Genauigkeit mit Standardmodellen nicht erreicht. Deshalb wurde mit speziellen Methoden, wie Schätzen von Troposphärenparametern und Berechnung von lokalen Troposphärenmodellen, versucht eine Genauigkeitssteigerung zu erreichen. Für eine praxisnahe Lösung wurde die Anzahl der Referenzpunkte unter den vorhin genannten Randbedingungen optimiert, wobei als Ergebnis mehr als eine Referenzstation zu verwenden, empfehlenswert ist. Schließlich wurde ein neuer Modellansatz für die Kalibrierung des troposphärischen Einflusses untersucht, der eine höhere Wiederholbarkeitsgenauigkeit liefert und für eine praktische Anwendung geeignet ist.

Aerotriangulation mit digitalen Bildern

Reinhard Prinz

Diplomarbeit: Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU Wien, 1995. Begutachter: o.Univ.-Prof. Dr. K. Kraus, Betreuer: Dipl.-Ing. F. Rottensteiner.

Die Photogrammetrie mit digitalen Bildern gewinnt immer größere Bedeutung. Insbesondere bietet sich die Aerotriangulation an, künftig die Messung der Bildkoordinaten zur Bestimmung der inneren Orientierung und äußeren Orientierung aller Bilder des Bildverbandes automationsgestützt vorzunehmen.

Im Zuge dieser Diplomarbeit war einerseits die aus der Literatur bekannte Methode des „Least Squares Matching (LSM)“ EDV-technisch zu verwirklichen und andererseits war zusätzlich zum LSM eine Korrelationsmethode, die das Maximum der Korrelationsfunktion benutzt, anhand eines Testblocks zu erproben. Der Testblock liegt im Süden Finnlands. Es ist ein umfangreicher Test der Europäischen Organisation für experimentelle photogrammetrische Studien (OEEPE), an dem etwa 20 Institutionen aus Europa und Amerika teilnehmen. Es handelt sich um 28 Luftaufnahmen im Maßstab 1:4000, die mit 15µm und 30µm Pixeln digitalisiert wurden. Eine Paßpunktvariante bestand aus 14 Vollpaßpunkten, eine zweite Paßpunktvariante aus 4 Vollpaßpunkten und 4 Höhenpaßpunkten. Die Anzahl der signalisierten Punkte betrug insgesamt 100; zusätzlich wurden 80 natürliche Verknüpfungspunkte benutzt.

Die wichtigsten Ergebnisse können wie folgt zusammengefaßt werden:

- Die Genauigkeit der Rahmenmarkenmessung betrug bei der LSM-Methode ± 0.06 Pixel (15µm) und ± 0.09 Pixel (30µm).

- Der Gewichtseinheitsfehler, das ist die Genauigkeit einer gemessenen Bildkoordinate eines signalisierten Punktes, war bei der Korrelationsmethode im wesentlichen unabhängig von der Pixelgröße; er betrug $\pm 4\mu\text{m}$. Bei der LSM-Methode war er stark von der Pixelgröße abhängig; er betrug beim 15µm-Block $\pm 3.3\mu\text{m}$ und beim 30µm-Block $\pm 5.3\mu\text{m}$.
- Die absolute Genauigkeit, die anhand der 100 signalisierten Punkte festgestellt wurde, war beim 30µm-Block mit der Korrelationsmethode am besten; sie betrug – bei der Variante mit den 14 Paßpunkten – $\pm 2.8\text{cm}$ in einer Lagekoordinate und $\pm 3.9\text{cm}$ in der Höhe. Beim 15µm-Block hat die LSM-Methode am besten abgeschnitten; sie erreichte Genauigkeiten von $\pm 2.4\text{cm}$ in einer Lagekoordinate und $\pm 3.7\text{cm}$ in der Höhe.

Der Aufwand für die automatische Bildkoordinatenmessung aller Rahmenmarken und aller signalisierten Punkte betrug etwa vier Stunden. Die automationsunterstützte Messung der Bildkoordinaten der etwa 300 natürlichen Verknüpfungspunkte betrug ebenfalls etwa vier Stunden. Die Aerotriangulation auf der Grundlage digitaler Bilder ist heutzutage einer konventionellen Aerotriangulation in der Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit mindestens ebenbürtig.

Ingenieurgeodätische Überwachungsmessung mit Videotheodoliten

Andreas Wieser

Diplomarbeit: Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie, Abt. Ingenieurgeodäsie TU Wien, 1995. Begutachter und Betreuer: o.Univ.-Prof. Dr. H. Kahmen.

Videotheodolite, also motorisierte Theodolite mit eingebauter CCD-Kamera, stellen sehr flexible Meßgeräte dar, insbesondere in Kombination mit einem aufsetzbaren Distanzmesser. Für den Einsatz in der automatischen Überwachung von Deformationen scheinen sie geradezu prädestiniert.

In dieser Diplomarbeit wird ein offenes Konzept zur Einbindung eines Videotheodolits in die Überwachungsmessung entworfen. Anhand der Anforderungen an ein automatisches Meßsystem werden Software und Hardware festgelegt. Die rechnerische Verbindung von Bildinformation und Achsenrichtungen des Theodolits ermöglicht die schnelle und hochgenaue Bestimmung von Punktkoordinaten. In einem besonderen Abschnitt werden die dazu erforderlichen Transformationen ausgearbeitet. Schließlich wird eine Implementierung des Konzeptes erstellt und dazu benutzt, Aussagen über die Leistungsfähigkeit und mögliche weitere Entwicklungen des Meßsystems zu treffen.

Processing seismischer Eisdickenmessungen

Christoph Bachmann

Diplomarbeit: Institut für Theoretische Geodäsie und Geophysik, TU Wien, 1995. Begutachter: o.Univ.-Prof. Dr. E. Brückl, Betreuer: Univ.-Doz. Dr. K.H. Roch

Aus dem Datenmaterial einer seismischen Gletschermessung auf dem Schmiedinger Kees in Salzburg sollen seismische Ausbreitungsgeschwindigkeiten elastischer Wellen analysiert und Tiefenmodelle des Gletschers erstellt werden.

Um systematische Laufzeitfehler aufzudecken, werden die Daten einer gründlichen Qualitätskontrolle unterzogen. Da eine Auswertung der Ersteinsätze allein kein befriedigendes Endergebnis erwarten läßt, werden seismische Filterprozesse angewandt, welche die Zweiteinsätze sowohl der refraktierten als auch der reflektierten p-Welle in den Seismogrammen hervorheben. Die Auswertung der refraktierten p-Welle erfolgt mit Hilfe der GRM-Methode und liefert folgendes Geschwindigkeitsmodell: 2272 m/s (Firnschicht), 3620 m/s (Eisschicht) und 5320 m/s – 5640 m/s (Felsuntergrund). Die Auswertungen der Reflexionen, sowohl Wellenfeld- als auch Laufzeitauswertung, bestätigen die Ergebnisse der Refraktionsauswertung. Eine Abschätzung, inwiefern eine Auswertung der s-Welle aus dem vorliegenden Datenmaterial sinnvoll wäre, beschließt diese Arbeit.

Entwicklung und Erprobung eines Meßsystems zur Aufnahme küstennaher Gewässer mit Hilfe der Echtzeit-Peilung am Beispiel des „Canal Santa Cruz“ in Brasilien

Felix Norman Teferle

Diplomarbeit: Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie, Abteilung Ingenieurgeodäsie, TU Wien, 1995. Begutachter: o.Univ.-Prof. Dr. H. Kahmen, Betreuer: Dr. G. Retscher

Das Projekt „Canal Santa Cruz“ ist aus der Zusammenarbeit der Abteilung für Ingenieurgeodäsie der TU Wien und der Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) in Recife, Brasilien, entstanden. Es sollte ein Vermessungssystem für die Aufnahme des Küstengewässers entwickelt und vor Ort vermessen werden. Die Entwicklung und Erprobung eines solchen Systems ist Ziel dieser Arbeit. Die Vermessung selbst und Auswertung der Daten ist Bestandteil einer weiteren Diplomarbeit.

Die hydrographische Vermessung ist gekennzeichnet durch die Trennung von Ortung und Lotung. Die Ortung wird mit Real Time Differential GPS (DGPS) durchgeführt. Dazu wird der Ashtech LXII als Basisempfänger und der Ashtech Dimension als Rover-Empfänger eines DGPS-Systems eingesetzt. Mit der Datentelemetrie der Abteilung für Ingenieurgeodäsie werden die differentiellen Streckenkorrekturen im RTCM 104 Format zum Rover weitergegeben. (1200 Baud bei Datenübertragungsgeschwindigkeit von 300 Bits/s).

Die Lotung wird mit dem Vertikalecholotsystem ST50 Plus Depth der Firma Autohelm durchgeführt, welches nach Auskunft der Herstellerfirma eine maximale Tiefenabweichung von 5% der Tiefe aufweist. Diese Abweichung läßt sich auf die Differenz zwischen der internen und der wahren Wasserschallgeschwindigkeit zurückführen. Die wahre Ausbreitungsgeschwindigkeit der Ultraschallwellen im Wasser ist sehr stark von der Wassertemperatur und dem Salzgehalt abhängig. Da diese

Einflüsse nur sehr schwer zu diskretisieren sind, wurde eine Kalibrierungsmethode entwickelt, mit welcher tiefenabhängige Korrekturfaktoren bestimmt werden können. Dadurch konnten die Tiefenmessungen verbessert werden. Das Echolot gibt die Tiefenwerte über eine Interfacebox im NMEA Standard 0183 an den Steuerrechner weiter, welcher diese, mit den im selben Format vorliegenden Positionen des Rover-Empfängers, über die Systemzeit verknüpft. Um diese Verknüpfung zu realisieren, wurde am Institut das Programmsystem GPSADD entwickelt. Dieses in Visual C++ verfaßte Programm ermöglicht nicht nur die Echtzeit-Zusammenführung von Ortung und Lotung, sondern auch das Navigieren auf der vorausgerechneten, virtuellen Profillachse. Dazu werden die im WGS84 anfallenden Koordinaten on-line ins Landessystem transformiert und relativ zu zwei gespeicherten Profilkunkten graphisch am Bildschirm des Steuerrechners dargestellt.

Küstengewässer unterliegen dem ständigen Einfluß der Gezeiten. Aufgrund der unzureichenden Höhen Genauigkeit des Rover-Empfängers muß das System durch Wasserstandsbeobachtungen mit Pegel gestützt werden. Mit dem Verfahren von GERKEN und KÖVES, bei welchem die Tidekurve eines Bezugspegels bekannt sein muß, können die Wasserstandsablesungen ohne großen Aufwand auf einen gemeinsamen Bezugshorizont reduziert werden. Ein geometrisch-mathematischer Ansatz zur Reduktion basiert auf Polynomen 3. Grades mit Interpolation.

Um Aussagen über die Zuverlässigkeit des Meßsystems „Echtzeit-Peilung“ zu treffen, wurden verschiedene Testmessungen durchgeführt. Aus der Häufigkeitsverteilung der radialen Abweichungen von einem Sollpunkt bei einer stationären 24-Stunden-DGPS-Messung in Eisenstadt läßt sich schließen, daß 93% der Positionslösungen innerhalb eines Kreises mit 3 m Radius liegen. Aus der Aufspaltung des Ergebnisses nach der Anzahl der in die Positionsberechnung eingehenden Satelliten ist zu erkennen, daß ab 6 Satelliten mit einer erhöhten Genauigkeitssteigerung zu rechnen ist. Besonders für die Anwendung in Brasilien ist dies von Bedeutung, da dort aufgrund der Äquatornähe mit durchschnittlich mehr Satelliten und daher niedrigerem GDOP zu rechnen ist.

Bei simulierten Profilmessungen am Dach der TU Wien und auf einem Feldweg bei Eisenstadt wurde versucht, die Bedingungen für den Einsatz am „Canal Santa Cruz“ nachzustellen. Durch die Meßfahrten auf dem Dach konnte die Aussage, daß für einen Positionierungsfehler <3 m mindestens 6 Satelliten benötigt werden, bestätigt werden. Auch sollten keine Profilmfahrten bei starken Schwankungen der in die Rechnung eingehenden Satellitenanzahl durchgeführt werden. Die Ergebnisse der Messungen auf dem Feldweg zeigen (7–8 Satelliten und HDOP 1.0), daß 97.8% der auf die Profillachse bezogenen Orthogonalabstände unter 1.5 m liegen.

Im Rahmen der Meßübungen der Abteilung für Ingenieurgeodäsie wurden Profilmessfahrten auf der Thaya durchgeführt. In einem Reichweitentest wurde die Zuverlässigkeit der Institutstelemetrie untersucht, welcher äußerst positiv verlaufen ist.

Es ist gelungen, ein Meßsystem für die Aufnahme von Küstengewässern zu konzipieren. Die Ortung er-

folgt mit Real Time DGPS und wird in Echtzeit mit der Lotung verknüpft. Anhand der grafischen Darstellung der Ist-Position am Bildschirm des Steuerrechners ist

die Navigation auf einem Sollkurs ermöglicht. Mit den erreichten Genauigkeiten eröffnet sich ein großes Spektrum an Anwendungsgebieten.

Recht und Gesetz

Verbücherung von Straßenanlagen §§ 15 ff LiegTeilG

Bei der Verbücherung von Eigentumsänderungen im vereinfachten Verfahren nach §§ 15 ff LiegTeilG ist die Mitübertragung von bürgerlichen Rechten bzw Lasten ausgeschlossen. § 3 LiegTeilG ist unanwendbar. Das vereinfachte Verfahren nach den §§ 15 ff LiegTeilG ist verfassungsrechtlich unbedenklich. (OGH 22. 11. 1994, 5 Ob 103/94)

Die Rechtsansicht, daß bei der Verbücherung von Eigentumsänderungen im vereinfachten Verfahren nach §§ 15 ff LiegTeilG die Mitübertragung bürgerlicher Lasten (insbesondere auch von Dienstbarkeiten) ausgeschlossen und § 3 LiegTeilG unanwendbar ist, wird nicht nur von zweitinstanzlichen Gerichten vertreten (Dittrich-Angst-Auer, Grundbuchsrecht 4. Aufl, E 6 und 7 zu § 18 LiegTeilG), sondern entspricht explizit der höchstgerichtlichen Judikatur (EvBl 1982/161 = RPfISig 1962; JBl 1985,368 [vgl ÖZVerm 1987, 69]). Auch die Lehre teilt diesen Standpunkt (Goldschmidt, Die Verbücherung von Straßen- und Wasserbauanlagen, 11; Twaroch, Die Herstellung der Kataster- und Grundbuchsordnung nach Straßen- und Wasserbaumaßnahmen, NZ 1991, 121; Kaufmann, Ab- und Zuschreibung, ÖJZ 1993, 653; vgl auch Hoyer, Bemerkungen zum Liegenschaftsteilungsgesetz, NZ 1930, 229).

Die im Revisionsrekurs geltend gemachten verfassungsrechtlichen Bedenken gegen das vom Obersten Gerichtshof im Einklang mit der Lehre vertretene Auslegungsergebnis können die Rechtsmittelbeschränkung des § 14 Abs 1 AußStrG ebenfalls nicht überwinden, weil sie der erkennende Senat nicht teilt. Es bleibt daran festzuhalten, daß die Regelung der §§ 15 ff LiegTeilG mit dem verfassungsrechtlichen Eigentumsschutz vereinbar ist, weil die Rechte der Beteiligten in diesem grundbücherlichen „Bagatelverfahren“ durch die Möglichkeit der Geltendmachung von Ersatzansprüchen (§ 20 LiegTeilG) hinlänglich gesichert erscheinen (vgl SZ 47/144 ua) und ein allfälliger Schaden nicht erst durch die Verbücherung der Rechtsänderungen, sondern bereits durch die Errichtung der privilegierten Anlage eingetreten ist (vgl Twaroch aaO, 125 mit dem Hinweis auf 294 der BlgNR, 9.GP). Gerade im gegenständlichen Fall kann davon ausgegangen werden, daß der Revisionsrekurswerberin aus dem angeblichen Verlust ihres Wegerechtes kein unersetzbarer Nachteil droht, sind doch durch die neu geschaffene Weganlage adäquate Möglichkeiten des Schadenersatzes keineswegs ausgeschlossen (§ 1323 ABGB).

Ohne Änderung der Eigentumsverhältnisse an den Grundflächen und ohne ihre Verwendung zur Herstel-

lung der Straßenanlage ist die Zu- und Abschreibung im vereinfachten Verfahren nicht zulässig. (OGH 10. 11. 1992, 5 Ob 52/92)

Das Grundbuchsgericht darf das vereinfachte Verfahren nach den §§ 15 ff LiegTeilG nur dann durchführen, wenn

- a) sich die zu verbüchernden Änderungen auf Grundstücke beziehen, die
 1. zur Herstellung, Umlegung oder Erweiterung und Erhaltung einer Straßen-, Weg- oder Eisenbahnanlage etc verwendet worden sind (§ 15 Z 1 LiegTeilG) oder
 2. Teile eines bei der Herstellung einer solchen Anlage aufgelassenen Straßenkörpers, Weges oder Eisenbahngrundstückes oder eines freigewordenen Gewässerbettes sind (§ 15 Z 2 LiegTeilG) oder
 3. als Grundstücksreste durch eine solche Anlage von den Stammgrundstücken abgeschnitten worden sind (§ 15 Z 3 LiegTeilG);
- b) die Vermessungsbehörde auf dem Anmeldungsbogen nach Maßgabe der tatsächlichen Verhältnisse bestätigt, daß es sich um eine Straßen-, Weg-, Eisenbahn- oder Wasserbauanlage handelt (§ 16 LiegTeilG) und
- c) der Wert der von jedem Grundbuchkörper abzuschreibenden in § 15 Z 1 und 2 LiegTeilG bezeichneten Grundstücke 50.000 S wahrscheinlich nicht übersteigt (§ 17 Abs 1 LiegTeilG), es sei denn, daß der Mehrbetrag voraussichtlich durch die Wertsteigerung ausgeglichen wird, welche die bei dem Grundbuchkörper verbleibenden Grundstücke durch die Anlage erfahren haben (§ 18 Abs 3 LiegTeilG).

Die unter lit b und c genannten Voraussetzungen sind nach dem Akteninhalt erfüllt.

Gemäß § 16 LiegTeilG hat die Vermessungsbehörde auf dem Anmeldungsbogen nach Maßgabe der tatsächlichen Verhältnisse zu bestätigen, daß es sich um eine Straßen-, Weg-, Eisenbahn- oder Wasserbauanlage handelt. Im hier zu beurteilenden Fall wurde bestätigt, daß es sich um eine Straßenanlage handelt. Dies könnte so verstanden werden, daß entweder

- a) diese Bestätigung bedeutet, daß für jedes der im Anmeldungsbogen angeführten Grundstücke die Voraussetzungen des § 15 Z 1 LiegTeilG erfüllt sind (so EvBl 1973/222 [vgl ÖZVerm/Mitteilungsblatt 1975, 26] mit der Begründung, es entscheide ausschließlich die für die Errichtung der Anlage zuständige Gebietskörperschaft, welche Grundstücksflächen für die Errichtung der Straßenanlage notwendig seien und wie diese Straßenanlage gebaut

werde, wogegen die Vermessungsbehörde auf dem Anmeldungsbogen nach Maßgabe der tatsächlichen Verhältnisse zu bestätigen habe, daß es sich bei den abzuschreibenden Teilflächen um eine Straßenanlage handle; eine Überprüfung dieser Bestätigung durch das Gericht sei im Gesetz nicht vorgesehen. Es sei daher auch für die Durchführung des vereinfachten Verfahrens nach § 15 ff LiegTeilG ohne Bedeutung, ob für die Verwendung der Teilflächen als Straße ein Rechtstitel vorhanden sei), oder

- b) diese Bestätigung nur den Gesamtcharakter der Anlage (§ 15 Z 1 LiegTeilG) zum Gegenstand hat und daher die selbständige Prüfung der Voraussetzungen des § 15 Z 1 bis 3 LiegTeilG hinsichtlich der im Anmeldungsbogen genannten Grundstücke durch das Gericht nicht ausschließe (so JBl 1985, 368 [vgl. ÖZVerm 1987, 69] mit der Begründung, nur so könne beurteilt werden, ob der Anmeldungsbogen seine gesetzliche Grundlage in den §§ 15 ff LiegTeilG habe oder ob er sich nicht etwa auf Grundstücke beziehe, die ohne Änderung der Eigentumsverhältnisse und ohne Verwendung zur Herstellung einer in § 15 Z 1 LiegTeilG genannten Anlage mit anderen Grundstücken vereinigt werden sollen, sodaß die vom Rekursgericht damals angenommene weitergehende Bedeutung der Bestätigung der Vermessungsbehörde nicht gegeben sei).

Der erkennende Senat schließt sich aus folgenden Erwägungen der in der letztgenannten Entscheidung geäußerten Rechtsansicht an:

Das Liegenschaftsteilungsgesetz hat die grundbücherliche Teilung, Ab- und Zuschreibung von Grundstücken zum Gegenstand und regelt deren Voraussetzungen, deren Vorliegen – mangels anderer gesetzlicher Anordnung – ausschließlich von den zur Durchführung berufenen Grundbuchsgerichten zu beurteilen ist. Dies gilt auch für die Sonderbestimmungen für die Verbücherung von Straßen-, Weg-, Eisenbahn- und Wasserbauanlagen (§§ 15 ff LiegTeilG). Aus der Anführung der zu- und abzuschreibenden Flächen im Anmeldungsbogen allein könnte nicht entnommen werden, um welche Anlage es sich dabei handelt. Im Grundbuchsverfahren, einem Urkundenverfahren, bedarf es daher auch einer beweiskräftigen Urkunde darüber, auf welche Anlage sich die im Anmeldungsbogen angeführten Änderungen beziehen. Anmeldungsbogen und Bestätigung nach § 16 LiegTeilG samt Mappenkopie zusammen bilden die Grundlage für die Beurteilung, ob alle Voraussetzungen des § 15 LiegTeilG gegeben sind: Die Bestätigung der Vermessungsbehörde dafür, um welche Anlage es sich handelt, der Inhalt des Anmeldungs Bogens samt Beilagen dafür, ob sich die Änderungen auf die in § 15 LiegTeilG genannten Grundstücke beziehen. Ergibt sich aus diesen Urkunden selbst, daß einzelne darin angeführte Grundstücke nicht zum Kreis der in § 15 LiegTeilG genannten Grundstücke gehören, so ist insoweit die Verbücherung des Anmeldungs Bogens mangels Erfüllung der gesetzlichen Voraussetzungen nicht durchzuführen. Dies hat nichts damit zu tun, daß das Grundbuchsgericht die Bestätigung des Vermessungsamtes – weil im Gesetz nicht vorgesehen (so EvBl 1973/222) – nicht auf seine Rich-

tigkeit zu prüfen hat: Das Gericht hat lediglich nicht zu prüfen, ob es sich um eine der in § 15 Z 1 LiegTeilG angeführten Anlagen handelt.

Das Trennstück 75 des Grundstückes 526, das teilweise jedenfalls unmittelbar zur Errichtung der Anlage herangezogen wurde (Trennstücke 76 und 77), wurde durch den Weg Grundstück 766 von der Stammliegenschaft abgeschnitten. Es handelt sich daher um einen Grundstücksrest im Sinne des § 15 Z 3 LiegTeilG. Allerdings trat an diesem Restgrundstück keine Besitzänderung ein. Dieses Trennstück bleibt im Eigentum derselben Personen, soll allerdings einem anderen Grundbuchskörper lastenfrei zugeschrieben werden. Es handelt sich also hier um einen Fall, in dem ein Trennstück ohne Änderung der Eigentumsverhältnisse und ohne seine Verwendung zur Herstellung der Straßenanlage nur zur Schaffung einer besseren Übersicht mit dem im gleichen Eigentum stehenden anderen Grundbuchskörper vereinigt werden soll, um gleichsam eine Bereinigung der Grenzen innerhalb der im Eigentum derselben Personen stehenden Grundstücke zu erreichen. In einem solchen Fall erachtete die Rechtsprechung eine lastenfreie Abschreibung für unzulässig (JBl 1985, 368). Der erkennende Senat übersieht nicht, daß sich der in der genannten Entscheidung behandelte Sachverhalt von dem hier zu beurteilenden insofern unterscheidet, als es sich dort um Grundstücke handelte, die keiner der in § 15 Z 1 bis 3 LiegTeilG angeführten Fallgruppen unterstellt werden konnten, insbesondere daher auch nicht um Restgrundstücke. Dennoch verweist der erkennende Senat, den dort allgemein ausgesprochenen Rechtsgrundsatz, daß ohne Änderung der Eigentumsverhältnisse an den Grundflächen und ohne ihre Verwendung zur Herstellung der Straßenanlage – nur zur Schaffung einer besseren Übersicht durch Zusammenziehung mit anderen im gleichen Eigentum stehenden Grundstücken – die Zu- und Abschreibung im vereinfachten Verfahren nicht zulässig ist, auch für den hier zu beurteilenden Fall aufrechterhalten zu können:

Durch die Sonderbestimmungen der §§ 15 ff LiegTeilG sollten die zahlreichen, in der Natur schon vollzogenen geringfügigen Besitzänderungen im Grundbuch nachvollzogen werden. Das grundbücherliche Bagatelverfahren und der damit verbundene Eingriff in die Rechte der Liegenschaftseigentümer und der Buchberechtigten wurde vom Gesetzgeber damit begründet, daß in diesem Fall das strenge Festhalten an den formalistischen Grundsätzen des Grundbuchsrechtes nicht gerechtfertigt sei, weil es sich ausnahmslos um die Verbücherung bereits vollendeter Anlagen handle. Gerade eine solche Besitzänderung ist aber bezüglich des Trennstückes 75 nicht erfolgt. Die Verbücherung des Anmeldungs Bogens in diesem Punkte würde daher nicht einem grundbücherlichen Nachvollzug in der Natur bereits erfolgter Besitzänderungen entsprechen, sondern – im Sinne der Entscheidung JBl 1985, 368 – nur einer Grenzbereinigung innerhalb der denselben Eigentümern gehörenden Grundstücke dienen. Hiefür ist das vereinfachte Verfahren nach den §§ 15 ff LiegTeilG nicht vorgesehen; bloß aus diesem Grund allein darf auch keine Schmälerung der Rechte der Buchberechtigten erfolgen.

Das vereinfachte Verfahren ist nicht anzuwenden, wenn lediglich eine Teilung von Grundstücken erfolgt und die Teilflächen beim gleichen Grundbuchkörper verbleiben.

(LG Leoben 22. 11. 1993, R 839/93)

Gemäß „Gegenüberstellung für die Verbücherung gemäß §§ 15 ff LiegTeilG“ würde in EZ 57 KG H das Grundstück Nr 106/1 Garten im Ausmaß von 3002 m² geteilt und dadurch die Wegparzelle 106/12 im Ausmaß von 465 m² gebildet; die ehemalige Parzelle 106/1 ist nunmehr 2735 m² groß. Eine Ab- bzw Zuschreibung zu einem anderen Grundbuchkörper erfolgte nicht, die Eigentümer blieben dieselben.

Das Erstgericht sah die Voraussetzungen für das Vorgehen nach §§ 15 ff LiegTeilG als gegeben und ordnete in der EZ 57 an:

1. Teilung GSt 106/1 Garten in dieses und 106/12 Sonstige (Weg),
2. Dienstbarkeit Gehen und Fahren C-LNR 1–5; Eintragung GSt 106/12 als nunmehriges dienendes Gut.

Gegen diesen Beschluß richtet sich ein rechtzeitiger Rekurs des Dienstbarkeitsberechtigten, der sich im wesentlichen durch die Weganlage beeinträchtigt wähnt, weil sein Wegerecht vom bisher dienenden Grundstück 106/1 auf das nunmehrige Grundstück 106/12 ohne seine Zustimmung eingeschränkt worden sei.

Im Liegenschaftsteilungsgesetz ist das vereinfachte Verfahren nach §§ 15 ff LiegTeilG systematisch unter dem Überbegriff „II. Abschreibung“ eingeordnet. Allein schon daraus erhellt, daß diese Sonderbestimmungen nur dann zum Tragen kommen, wenn Grundstücke bzw Grundstücksteile von einem Grundbuchkörper abgeschieden werden. Im vorliegenden Fall wird aber das Grundstück 106/1 lediglich in dieses und in das neu gebildete Grundstück 106/12 geteilt und verbleibt bei derselben EZ. Die Vereinfachung dieses Bagatelverfahrens besteht ja hauptsächlich darin, daß die Eigentums-(Besitz-)änderungen für die bücherliche Durchführung nicht urkundlich nachgewiesen werden müssen.

Wenngleich nach den dem Rekursgericht bekannten Veröffentlichungen sich weder Lehre noch Rechtsprechung mit einem dem hier zu beurteilenden Fall vergleichbaren Sachverhalt befaßt haben – die mögliche Ursache mag in der oben dargestellten Begründung liegen –, gibt es doch zahlreiche Erkenntnisse, in denen der OGH ausgesprochen hat, „einem Anmeldebogen nach § 15 LiegTeilG fehle die gesetzliche Grundlage, soweit er die Ab- und Zuschreibung eines Grundstückes zu einem anderen Grundbuchkörper desselben Grundeigentümers vorsehe“ (NZ 1985, 74 [vgl ÖZ-Verm 1987, 69]; 5 Ob 52/92 [vgl in diesem Heft der VGJ]), eine Meinung, die auch von der Lehre geteilt wird (Twaroch, Die Herstellung der Kataster- und Grundbuchordnung nach Straßen- und Wasserbaumaßnahmen, NZ 1991, 121).

Wenn also sogar bei Ab- und Zuschreibungen von Grundstücken zu einem anderen Grundbuchkörper desselben Eigentümers die Zulässigkeit des Bagatelverfahrens verneint wird, gilt dies wohl umso mehr für den konkreten Fall, wenn gar keine Abschreibung, son-

dern lediglich eine Teilung von Grundstücken erfolgt und diese darüber hinaus noch bei denselben Eigentümern verbleiben. Hiefür ist das vereinfachte Verfahren nach den §§ 15 ff LiegTeilG nicht vorgesehen.

Grenzverhandlung; Gerichtsverweisung § 25 Abs. 2 VermG

Die – mündliche – Aufforderung, binnen 6 Wochen ein für die Bereinigung des Grenzstreites bestimmtes gerichtliches Verfahren anhängig zu machen, ist ein anfechtbarer Bescheid. Die Frist beginnt erst mit der formellen Rechtskraft dieses Bescheides, also nach Ablauf der Rechtsmittelfrist, zu laufen.

(OGH 18. 3. 1992, 1 Ob 6/92 = ÖJZ 1992/186 (EvBl) = SZ 65/1)

Am 8. 5. 1990 fand gemäß § 25 VermG eine Grenzvermessung zum Zwecke der Umwandlung statt. Eine Einigung über den Grenzverlauf kam nicht zustande. Frau W wurde aufgefordert, binnen sechs Wochen ein für die Bereinigung des Grenzstreites bestimmtes gerichtliches Verfahren anhängig zu machen. Die Klage wurde am 19. 6. 1990 zur Post gegeben und ist am 20. 6. 1990 bei Gericht eingelangt.

Einigen sich bei einer nach den Bestimmungen des Vermessungsgesetzes durchgeführten Grenzverhandlung die Eigentümer benachbarter Grundstücke nicht über den Grenzverlauf, so ist nach § 25 Abs. 2 VermG der Eigentümer, der behauptet, daß die Grenze nicht mit dem sich auf Grund der Behelfe ergebenden Grenzverlauf übereinstimmt, aufzufordern, binnen sechs Wochen ein für die Bereinigung des Grenzstreites bestimmtes gerichtliches Verfahren – Eigentumsklage oder Antrag auf Grenzberichtigung (RV 508 BlgNR 11. GP 19) – anhängig zu machen. Läßt sich auf diese Weise nicht ermitteln, welcher Eigentümer aufzufordern ist, so ist die Aufforderung an den zu richten, dessen Behauptungen nach den sonstigen in der Grenzverhandlung hervorgekommenen Umständen den geringsten Grad der Wahrscheinlichkeit besitzen. Bleibt der derart aufgeforderte Eigentümer untätig, so wird fingiert (RV aaO 20), daß er dem von den anderen Eigentümern behaupteten Grenzverlauf zustimmt (§ 25 Abs. 5 VermG). Leitete der aufgeforderte Eigentümer vorerst ein außerstreitiges Grenzberichtigungsverfahren ein, kann die Geltendmachung des besseren Rechtes im Prozeßweg (§ 851 Abs. 2 ABGB) bei sonstiger Zustimmungsfiktion nur innerhalb von sechs Wochen nach rechtskräftiger Beendigung des außerstreitigen Verfahrens erfolgen (§ 25 Abs. 2 VermG).

Nach § 3 Abs. 1 VermG ist auf das behördliche Verfahren des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen sowie der Vermessungsämter das Allgemeine Verwaltungsverfahrensgesetz anzuwenden. Danach ist zu beurteilen, ob der in der Aufforderung nach § 25 Abs. 2 VermG zu erblickende Verwaltungsakt als Bescheid zu qualifizieren ist. Nach übereinstimmender Auffassung sind Bescheide jene hoheitlichen Erledigungen von Verwaltungsbehörden, durch die in bestimmten einzelnen Angelegenheiten der Verwaltung im Außenverhältnis gegenüber individuell bestimmten Personen in einer formellen und der Rechtskraft fähigen

Weise über Rechtsverhältnisse materieller oder verfahrensrechtlicher Art abgesprochen wird. Es muß eine Rechtsvorschrift vollzogen werden, dieser Vollzug kann auf Feststellung der Rechtsnorm, des Sachverhaltes oder auf die Verhängung einer Rechtsfolge gerichtet sein, Bescheide berühren demnach subjektive Rechte (rechtsunterworfenen) Personen. Gemäß § 58 AVG sind zwar Bescheide ausdrücklich als solche zu bezeichnen, doch kann der Willensäußerung einer Verwaltungsbehörde, die ihrem Inhalte nach einen Bescheid darstellt, der Bescheidcharakter nicht deshalb abgesprochen werden, weil die Behörde selbst sie nicht ausdrücklich als Bescheid bezeichnet hat. Maßgeblich ist nur, ob die Behörde Bescheidwillen hatte. Bescheidwille ist immer dann anzunehmen, wenn der Verwaltungsakt nach seinem Inhalt als Äußerung des autoritativen Behördenwillens zur Regelung einer bestimmten Angelegenheit zu deuten ist. Schon aus Gründen des Rechtsschutzes nehmen die Gerichtshöfe des öffentlichen Rechtes im Zweifel an, es liegt ein Bescheid vor, der von den Parteien zur Klärung der sie treffenden Rechtsfolgen mit Rechtsmitteln bekämpft werden kann.

Eine nach § 25 VermG (mündlich) erlassene Aufforderung der Verwaltungsbehörde, ein bestimmtes gerichtliches Verfahren anhängig zu machen, entspricht allen Anforderungen, die an die materielle Bescheidqualität gestellt werden. Unterläßt es der Aufgeforderte, ein gerichtliches Verfahren anhängig zu machen, hat dies nach § 25 Abs. 5 VermG zur Rechtsfolge, daß fingiert wird, er stimme dem von den übrigen beteiligten Eigentümern in der Grenzverhandlung angegebenen Grenzverlauf zu. Dies ist, wäre seine Antragstellung berechtigt, gleichbedeutend mit dem Rechtsverlust des derart Aufgeforderten. Die Aufforderung greift damit in die subjektiven materiellen Rechte des Aufgeforderten ein. Unbeachtlich ist es dann aber, daß die Verwaltungsbehörde es unterließ, diesen autoritativen Anspruch auch als Bescheid zu bezeichnen und zu begründen und ihm eine Rechtsmittel- und Rechtsfolgenbelehrung beizugeben. Liegt aber ein Bescheid vor, so war dieser – es sollte in die materielle Rechtsposition des Aufgeforderten eingegriffen werden – gemäß § 63 AVG mit Berufung anfechtbar.

Die Kläger ließen den ihnen mündlich verkündeten Bescheid in Rechtskraft erwachsen. Damit wird aber entscheidend, ob die Frist bereits mit dem Tag der Erlassung des Bescheides oder aber erst mit seiner Rechtskraft zu laufen begann. Der erkennende Senat vertritt die zuletzt genannte Ansicht. Obwohl aus der Normierung einer Klagefrist von nur sechs Wochen die Absicht des Gesetzgebers hervorleuchtet, möglichst rasch klarzustellen, ob die Grenzverhandlung unter Zugrundelegung einer Zustimmungsfiktion des untätig gebliebenen Eigentümers beendet werden kann, knüpft er bei dem sich aus § 851 Abs. 2 ABGB ergebenden Vorbehalt, nach Beendigung des außerstreitigen Grenzberichtigungsverfahrens könne der in diesem Verfahren Unterlegene das bessere Recht im Prozeßweg geltend machen, nicht etwa an die Zustellung (Verkündung) des im Außerstreitverfahren ergangenen Beschlusses, sondern ausdrücklich an die Rechtskraft dieses Beschlusses an. Die Regelung des § 25 VermG weist weiters eine gewisse Rechtsähnlichkeit zu den Vorschriften

der §§ 125 ff AußStrG auf. Obwohl die Unterlassung der Erhebung der Erbrechtsklage keinen materiellen Rechtsverlust zur Folge hat, geht einhellige Rechtsprechung davon aus, daß diese vom Richter gesetzte Frist nicht eher zu laufen beginnen kann, als rechtskräftig darüber entschieden wurde, welche Partei die Klägerrolle zu übernehmen hat. Nicht zuletzt ergibt sich aber diese Lösung aus der allgemeinen Erwägung, daß nach herrschender Ansicht die Verbindlichkeit eines Bescheides erst mit seiner formellen Rechtskraft, also erst nach Ablauf der Rechtsmittelfrist eintritt.

Begann aber die sechswöchige Frist nicht bereits mit der Erlassung des Bescheides, sondern erst mit dessen formeller Rechtskraft zu laufen, erfolgte die Einbringung der Klage fristgerecht.

Hat ein innerhalb der sechswöchigen Frist gestelltes Ansuchen ohne Zweifel die Fortsetzung der Grenzverhandlung und deren Erledigung im Sinne des Rechtsstandpunkts der ansuchenden Partei zum Ziel, so kann dieses Ansuchen, wenn es auf eine neue Beweiskunde gestützt ist, zwanglos als Antrag auf Wiederaufnahme des durch die vorangegangene Aufforderung beendeten Verwaltungsverfahrens gemäß § 69 Abs 1 Z 2 AVG aufgefaßt werden, die das Vermessungsamt durch die Erstreckung der Frist „auf unbestimmte Zeit“ bewilligt und den mit der Aufforderung erlassenen Bescheid damit aufgehoben hat. Ist damit die Aufforderung im Wege der Wiederaufnahme beseitigt worden, so ist auch die mit deren Nichtbefolgung verbundene Zustimmungsfiktion nicht eingetreten. (OGH 19. 04. 1994, 1 Ob 12/94)

Bei der vom örtlich zuständigen Vermessungsamt am 22. 7. 1986 durchgeführten Grenzverhandlung entstand ein Streit über den Verlauf der Grenze zwischen den Grundstücken der Streitparteien, weil der Verwalter des öffentlichen Wasserguts der in der Natur vorhandenen Grenze zwischen den Grundstücken die Anerkennung verweigerte. Die umstrittene Grundfläche wurde vorbehaltlich einer anderslautenden gerichtlichen Entscheidung in das Verzeichnis des öffentlichen Wasserguts aufgenommen.

Bei dieser Grenzverhandlung wurden die Klägerinnen vom Vermessungsamt aufgefordert, binnen sechs Wochen ein zur Bereinigung des Grenzstreits bestimmtes gerichtliches Verfahren anhängig zu machen. Nach der Grenzverhandlung überreichten sie dem Vermessungsamt Unterlagen, worauf mit dem Vermessungsamt eine „Vertagung“ der Frist auf unbestimmte Zeit „vereinbart“ wurde. Die Behörde leitete diese Unterlagen an den Verwalter des öffentlichen Wasserguts weiter, der sie indes nicht als Eigentumsnachweis anerkannte. Darauf forderte das Vermessungsamt die Klägerinnen mit Schreiben vom 9.3.1987 „nochmals“ auf, binnen sechs Wochen ab Erhalt dieses Schreibens ein für die Bereinigung des Grenzstreits bestimmtes gerichtliches Verfahren anhängig zu machen.

Die besondere Bedeutung eines Rechtstreits im Zusammenhang mit der Neuanlegung des Grenzkatasters (§§ 15 ff VermG) liegt darin, daß dieser u.a. zum ver-

bindlichen Nachweis der Grenzen der Grundstücke bestimmt ist (§ 8 Z 1 VermG) und ein auf die in der Natur ersichtlichen Grenzen eines Grundstücks gegründeter Anspruch demjenigen nicht entgegengesetzt werden kann, der ein Recht im Vertrauen auf die im Grenzkataster enthaltenen Grenzen erworben hat (§ 49 VermG); auch ist die Ersitzung von Teilen eines im Grenzkataster enthaltenen Grundstücks ausgeschlossen (§ 50 VermG). Bei der Neuanlegung des Grenzkatasters sind demnach, um die erwähnten rechtlichen Wirkungen herbeizuführen, erst zum Zwecke der Festlegung der Grenzen der Grundstücke an Ort und Stelle Grenzverhandlungen durchzuführen, zu denen sämtliche beteiligte Eigentümer zu laden sind (§ 24 VermG). Einigen sich die Eigentümer – wie hier – nicht über den Grenzverlauf und ist noch kein gerichtliches Verfahren anhängig, so ist der Eigentümer, der behauptet, daß die Grenze nicht mit dem sich aufgrund der Befehle ergebenden Grenzverlauf übereinstimme, aufzufordern, binnen sechs Wochen ein für die Bereinigung des Grenzstreits bestimmtes gerichtliches Verfahren anhängig zu machen (§ 25 Abs 2 erster Satz VermG). Bringt der Eigentümer aufgrund einer solchen Aufforderung einen Antrag auf Berichtigung der Grenze nach den §§ 850 ff ABGB ein, so steht den Parteien die Möglichkeit, ihr besseres Recht im Prozeßweg geltend zu machen (§ 851 Abs 2 ABGB), nur innerhalb von sechs Wochen nach rechtskräftiger Beendigung des außerstreitigen Verfahrens offen (§ 25 Abs 4 VermG). Kommt der aufgeforderte Eigentümer der vermessungsbehördlichen Aufforderung nicht fristgerecht nach oder setzt er ein anhängiges gerichtliches Verfahren nicht gehörig fort, so ist er als dem von den übrigen beteiligten Eigentümern in der Grenzverhandlung angegebenen Grenzverlauf oder, wenn eine den Grenzverlauf festsetzende außerstreitige gerichtliche Entscheidung vorliegt, als dem Inhalt dieser Entscheidung zustimmend anzusehen (§ 25 Abs 5 VermG). Die Fristwahrung ist notwendig, um zu vermeiden, daß der Zeitpunkt des uneingeschränkten Inkrafttretens des Grenzkatasters ungebührlich verzögert wird; die Unterlassung der rechtzeitigen Antragstellung bzw Klageführung schafft die unwiderlegbare Fiktion der Zustimmung (SZ 62/59) und hat zur Folge, daß die Voraussetzungen für die Feststellung der Grenze durch das Gericht weggefallen sind.

Nach dem Inhalt der angeschlossenen vermessungsbehördlichen Akten ist in der Niederschrift vom 22. 7. 1986 die an die Klägerinnen gerichtete mündliche Aufforderung beurkundet, binnen der – schon im Gesetz vorgeschriebenen – Frist von sechs Wochen ein für die Bereinigung des Grenzstreits bestimmtes gerichtliches Verfahren anhängig zu machen. Innerhalb dieser Frist unterließen zwar die Klägerinnen die aufgetragenen gerichtlichen Schritte, sie legten dem Vermessungsamt jedoch weitere Unterlagen vor, die ihr Eigentumsrecht beweisen sollten, worauf – so die nicht bekämpfte erstinstanzliche Feststellung – „mit dem Vermessungsamt eine Vertagung der Frist auf unbestimmte Zeit vereinbart wurde“. Das Vermessungsamt leitete auch in der Tat die Unterlagen an den Verwalter des öffentlichen Wasserguts weiter, um dessen Stellungnahme einzuholen, dieser anerkannte indessen die vorgelegten Urkunden nicht als Eigentumsnachweis. Daraufhin forderte

das Vermessungsamt die Klägerinnen mit Schreiben vom 9. 3. 1987 „nochmals“ auf, binnen sechs Wochen ab Erhalt dieses Schreibens ein für die Bereinigung des Grenzstreits bestimmtes gerichtliches Verfahren anhängig zu machen.

Wie der erkennende Senat in seiner Entscheidung vom 18. 3. 1992, 1 Ob 6/92 [vgl in diesem Heft der VGI], aussprach, kommt der Aufforderung gemäß § 25 Abs 2 VermG Bescheidqualität zu.

Ist die vermessungsbehördliche Aufforderung demnach Bescheid, sind dessen Wirkungen an den Eintritt der (formellen) Rechtskraft – mangels Anfechtung daher an den Ablauf der Beruungsfrist – geknüpft, sodaß auch die sechswöchige Frist erst in Gang gesetzt wird, sobald der Bescheid unanfechtbar geworden ist. Nun hat das Erstgericht unbekämpft festgestellt, daß das Vermessungsamt die mit seiner Aufforderung vom 22. 7. 1986 bestimmte sechswöchige Frist über deren Ansuchen, gleichzeitig vorgelegte neue Urkunden in die Grenzverhandlung einzubeziehen, „auf unbestimmte Zeit vertagt“, also erstreckt hat; wengleich in dieser erstinstanzlichen Feststellung von einer „Vereinbarung“ der Klägerinnen mit dem Vermessungsamt die Rede ist, so hat doch die sich darin offenbarende Willensäußerung der Behörde die Aufhebung der (bescheidmäßigen) Aufforderung vom 22. 7. 1986 zum Inhalt und kann daher ihrerseits wiederum nur als Verwaltungsakt mit Bescheidcharakter verstanden werden. Das Ansuchen der Klägerinnen, das ohne Zweifel die Fortsetzung der Grenzverhandlung und deren Erledigung im Sinne ihres Rechtsstandpunkts zum Ziel hatte, kann, da es auf eine neue Beweiskunde gestützt war, zwanglos als Antrag auf Wiederaufnahme des durch die Aufforderung vom 22. 7. 1986 beendeten Verwaltungsverfahrens gemäß § 69 Abs 1 Z 2 AVG aufgefaßt werden, die das Vermessungsamt durch die Erstreckung der Frist „auf unbestimmte Zeit“ bewilligt und den mit der Aufforderung erlassenen Bescheid vom 22. 7. 1986 damit aufgehoben hat (vgl hiezu Ringhofer, Verwaltungsverfahrensgesetze I § 70 AVG Anm 5). Die Vermessungsbehörde hat in der Folge auch die neuen Unterlagen an den Verwalter des öffentlichen Wasserguts zur Stellungnahme übermittelt und das wiederaufgenommene Verfahren nach dessen Äußerung durch die neuerliche („nochmalige“) Aufforderung der Klägerinnen vom 9. 3. 1988 – also durch Erlassung eines dem aufgehobenen Bescheid inhaltsgleichen Bescheids – beendet. Ist damit die Aufforderung vom 22. 7. 1986 im Wege der Wiederaufnahme beseitigt worden, ist auch die mit deren Nichtbefolgung verbundene Zustimmungsfiktion nicht eingetreten; maßgeblich war vielmehr die neuerliche Aufforderung vom 9. 3. 1988, die die Klägerinnen fristgerecht befolgt haben.

Ersitzung von Öffentlichem Wassergut; § 4 Abs.6 WRG

Seit 1. 11. 1934 kann durch Ersitzung Eigentum am öffentlichen Wassergut nicht mehr erworben werden, es müssen aber zuvor erworbene Rechte voll gewahrt werden.

Gegen die Verfassungsmäßigkeit dieses Ersitzungsausschlusses bestehen keine Bedenken.
(OGH 23. 06. 1995, 1 Ob 20/95)

Die Klägerinnen sind je zur Hälfte Miteigentümer einer am Attersee gelegenen Liegenschaft. Bei einer vom örtlich zuständigen Vermessungsamt am 22. Juli 1986 durchgeführten Grenzverhandlung entstand zwischen den Streitparteien eine Meinungsverschiedenheit über den Grenzverlauf, weil der Verwalter des öffentlichen Wasserguts der in der Natur vorhandenen Grenze zwischen deren Grundstücken die Anerkennung verweigerte. Die umstrittene Grundfläche wurde vorbehaltlich einer anderslautenden gerichtlichen Entscheidung in das Verzeichnis des öffentlichen Wasserguts aufgenommen. Das umstrittene Grundstück gehörte ursprünglich zur Seefläche. Nach der zwischen 1823 und 1830 angelegten Urmappe war die aus den nicht umstrittenen Grundstücksteilen bestehende Liegenschaft der Klägerinnen nur etwa halb so breit wie heute; deren Vergrößerung war jedoch bereits eingetreten, als es etwa zwischen 1870 und 1875 zu einer Wiederbegehung durch Vermessungsbeamte zum Zweck der Erneuerung der Katastralmappe gekommen war. Im Verlauf dieser „Reambulierung“ wurde die Grenze des nicht umstrittenen Grundstücks der Klägerinnen auf der Linie der Punkte 1079 – 681 des Plans des Vermessungsamts vom 9. März 1987 festgelegt; die Größe des von den Punkten 681, 1022 und 1079 umschriebenen Grundstücksteils beträgt 22 m². Nicht feststellbar ist dagegen, ob der umstrittene Grundstücksteil, soweit er nicht innerhalb der Punkte 1079, 1022 und 681 liegt, am 31. Oktober 1894 bereits angeschüttet und somit Festland war.

Die Klägerinnen beehrten die Feststellung ihres Eigentumsrechts an dem vorläufig in das Verzeichnis des öffentlichen Wasserguts aufgenommenen Grundstück. Die beklagte Partei wendete im wesentlichen ein: Die gegenwärtige Grenze zwischen dem von der Wasserwelle überspülten Teil des Seebetts und der strittigen Landfläche bilde eine Ufermauer. Der landeinwärts liegende Teil sei eine Anschüttung, die erst nach dem 31. Oktober 1894 ohne Zustimmung der beklagten Partei oder deren Rechtsvorgänger und ohne behördliche Bewilligung vorgenommen worden sei.

Das Erstgericht gab dem Klagebegehren im Umfang des von den Punkten 1079 – 681 – 1022 umschriebenen Teils des Grundstücks laut Plan des Vermessungsamts vom 9. März 1987 statt und wies das Mehrbegehren ab. Es nahm für den von der Klagestattgebung betroffenen Grundstücksteil den Nachweis des Ablaufs der 40-jährigen Ersitzungszeit noch vor dem 1. November 1934 deshalb an, weil diese Teilfläche bereits bei der 1875 durchgeführten Reambulierung als Teil des heute den Klägerinnen gehörenden Grundstücks erfaßt worden sei. Abgesehen davon verneinte das Erstgericht jedoch den Nachweis der Ersitzung, weil nicht feststehe, ob „das Grundstück nördlich der Bootshütte“ am 31. Oktober 1894 bereits existent gewesen sei. Das Berufungsgericht bestätigte diese Entscheidung.

Das öffentliche Wassergut ist für die Wasserwirtschaft, aber auch für die Allgemeinheit von großer Bedeutung und bedarf deshalb besonderen Schutzes.

Dieser Schutz wird auch dadurch verwirklicht, daß gemäß § 4 Abs 6 WRG (§ 4 Abs 5 WRG in der Fassung vor der Wasserrechtsgesetznovelle 1990) das Eigentum oder ein anderes dingliches Recht am öffentlichen Wassergut seit 1. November 1934 durch Ersitzung nicht mehr erworben werden kann. Diesen durch das Wasserrechtsgesetz angeordneten Ersitzungsausschluß hatte der Oberste Gerichtshof bereits mehrmals zu beurteilen, ohne daß er je Bedenken gegen die Verfassungsmäßigkeit dieser Bestimmung gehegt hätte (1 Ob 14/93; 1 Ob 3/93; 1 Ob 597/89; EvBl 1979/213 ua). Verfassungsrechtliche Bedenken wurden auch im Schrifttum nicht geäußert.

Seit 1. 11. 1934 kann durch Ersitzung Eigentum am öffentlichen Wassergut nicht mehr erworben werden, es müssen aber zuvor erworbene Rechte voll gewahrt werden. Durch Ablauf der Ersitzungszeit am 1. 11. 1934 bereits erworbene Rechte können daher auch heute noch geltend gemacht werden. Ersitzungszeiten, die zu diesem Zeitpunkt zwar begonnen, aber noch nicht abgelaufen waren, können hingegen nicht mehr vollendet werden.
(OGH 25. 01. 1994, 1 Ob 28/93)

Der Erstkläger ist Alleineigentümer, die beiden anderen Kläger sind je zur Hälfte Miteigentümer von Grundstücken am Attersee. Nach dem Mappenstand gehören die im Lageplan vom 22. 1. 1951 dargestellten Teile dieser Grundstücke zum öffentlichen Wassergut. Die Kläger begehren die Feststellung, die Grundstücke stünden jeweils zur Gänze in ihrem uneingeschränkten Eigentum.

Das Erstgericht wies das Klagebegehren ab. Es stellte fest, seit 1911 sei es im Bereich dieser Grundflächen wiederholt zu Anschüttungen gekommen. Die Grundstücke seien durch Aufschüttungen im Uferbereich und entsprechende Uferbefestigungsanlagen faktisch vergrößert und die Wasserfläche des Attersees – als öffentliches Wassergut Eigentum der beklagten Partei – insoweit verkleinert worden. Lediglich die erste Anschüttung im Jahre 1911, die aber nur einen Bruchteil der späteren Anschüttungen ausmache, sei von der Bezirksverwaltungsbehörde bewilligt worden. Die weiteren Anschüttungen, die schließlich zu dem im genannten Lageplan dargestellten Zustand geführt hätten, seien nicht ausdrücklich genehmigt worden. Die Kläger, die ihre Seegrundstücke, auf denen – zum Teil auch auf den neu gewonnenen Landflächen – wiederholt um- bzw. gebaute Häuser stünden, voll nutzten, nähmen auch Flächen in Anspruch, die nach dem Mappenstand öffentliches Wassergut seien, und zwar der Erstkläger eine Fläche von etwa 441 m², auf der das von ihm bewohnte Haus zum überwiegenden Teil errichtet sei, die beiden anderen Kläger eine Fläche von etwas mehr als 150 m².

Rechtlich meinte das Erstgericht, die Ersitzung sei nach § 4 Abs. 5 WRG 1959 ausgeschlossen. Auf den Erwerb gemäß § 418 dritter Satz ABGB könnten sich die Kläger schon mangels guten Glaubens nicht berufen, sei doch durch die in der Natur deutlich sichtbare Uferlinie klar erkennbar gewesen, daß fremder Grund beansprucht worden sei. Auf § 47 WRG 1870 könnten sich die Kläger deshalb nicht berufen, weil es nicht Zweck

der Seeanhöhlungen gewesen sei, Schutzeinrichtungen zu schaffen, sondern Grundflächen zu gewinnen.

Das Gericht zweiter Instanz bestätigte das erstinstanzliche Urteil und stellte ergänzend fest, daß am 22. 1. 1951 ein Plan über die Teilung der Grundstücke verfaßt worden sei, der eine Mappenberichtigung und die Einbeziehung von Teilflächen des Attersee-Grundstückes im Ausmaß von 190 m² und 356 m² in die Ufergrundstücke vorgesehen hat. Dieser Teilungsplan ist im Grundbuch nie durchgeführt worden. Mit Bescheid der Bezirksverwaltungsbehörde vom 8. 12. 1951 sei den damaligen Eigentümern gemäß § 34 WRG 1934 die Errichtung einer Bootshütte bewilligt worden; über den in Anspruch genommenen Seegrund ist in Anerkennung des unbeschränkten Eigentums der beklagten Partei ein Pachtvertrag geschlossen worden.

Gemäß § 369 ABGB habe der Kläger den Erwerb des Eigentums vom früheren Eigentümer oder den eigenen ursprünglichen Erwerb zu beweisen. Der Attersee sei öffentliches Gewässer und daher das Attersee-Grundstück gemäß § 4 Abs. 1 WRG 1959 öffentliches Wassergut; der Attersee habe aber schon seit 1875 unbestritten als öffentliches Gut gegolten. Die strittigen Seeanhöhlungen seien öffentliches Wassergut, an welchem gemäß § 4 Abs. 5 WRG 1959 nach dem Inkrafttreten dieses Gesetzes das Eigentum oder ein anderes dingliches Recht durch Ersitzung nicht mehr erworben werden könne. Nur durch Ablauf der Ersitzungszeit bereits vorher erworbene Rechte könnten daher noch geltend gemacht werden. Mit den Anhöhlungen sei aber erst 1911 begonnen worden.

Es ist somit davon auszugehen, daß lediglich die am 7. 4. 1911 bewilligte Seeanhöhlung, die schließlich zur Ausdehnung der Fläche des Grundstücks der Zweitklägerin und des Drittklägers um 288 m² führte, behördlich bewilligt wurde und durch den entsprechenden Grundkauf gedeckt ist. Dagegen blieben die Kläger den Beweis der wasserrechtlichen Bewilligung aller weiteren Aufschüttungen, die erforderlich waren, um die gegenwärtigen und schon im Lageplan vom 22. 1. 1951 ausgewiesenen Grenzen zum Attersee hin herbeizuführen, schuldig.

Der außerbücherliche Erwerb durch Bauführung gemäß § 418 dritter Satz ABGB tritt nur ein, wenn der Grundeigentümer von der Bauführung weiß und diese aus ihm vorwerfbar Grund dennoch nicht untersagt und der Bauführer redlich ist. Den vorinstanzlichen Feststellungen kann aber weder entnommen werden, daß der beklagten Partei die Bauführung der Rechtsvorgänger der Kläger bekannt war, noch daß diese dabei redlich waren. Redlich ist der Bauführer nur, wenn er aus plausiblen Gründen über die Eigentumsverhältnisse am verbauten Grund irrt oder doch annehmen durfte, daß ihm das der Eigentümer gestattet habe.

Auf Seen und Teiche sind die Bestimmungen der §§ 407 bis 411 ABGB nicht anzuwenden; daher kommt auch ein originärer Eigentumserwerb durch Anlandung gemäß des bis zum WRG geltenden § 410 ABGB nicht in Betracht.

(OGH 11. 5. 1993, 1 Ob 14/93 = SZ 66/59)

Der Kläger ist Eigentümer der Liegenschaft EZ X, zu welcher das Grundstück Nr. 297 gehört. Der Kläger betreibt darauf ein gewerbliches Strandbad, dessen Liegewise sich in der Natur bis zum durch eine Steinmauer gebildeten Ufer des O-Sees erstreckt. Die Katastergrenze des Grundstückes Nr. 297 verläuft jedoch tatsächlich nicht ident mit dieser Uferlinie, sondern liegt nördlich davon. Die zwischen Katastergrenze und Uferlinie befindliche annähernd dreiecksförmige Parzelle trägt die Bezeichnung Nr. 1149 Garten und wurde über Antrag der Beklagten in das Grundbuch aufgenommen und im Gutsbestand der neu eröffneten Einlage als „öffentliches Wassergut“ bezeichnet. Im Eigentumsblatt wurde das Eigentumsrecht für die beklagte Partei einverleibt. Der Kläger wurde mit seinem Eigentumsanspruch gemäß § 41 Abs 1 AllgGAG auf den Rechtsweg verwiesen.

In der Sache selbst ist dem Berufungsgericht darin beizupflichten, daß ein konstitutives Anerkenntnis der Beklagten in den Behördenakten der Jahre 1899 und 1929 nicht gesehen werden kann. Weder der im Grundbesitzbogen angegebenen Quadratmeterzahl noch dem Bescheid, mit welchem Einbauten in den See bewilligt wurden, kommt die Wirkung der Bereinigung eines konkreten Streitens oder Zweifels über die Ausdehnung des strittigen Grundstückes zu, da das Einschreiten der Behörde in keinem der beiden Fälle wegen Unstimmigkeiten über die Ausdehnung des Grundstückes in der Natur erfolgte.

Auch für die Anwendung des § 372 ABGB, der „Eigentumsklage aus dem rechtlich vermuteten Eigentume des Klägers“, ist kein Raum, da der außerbücherliche Erwerb gegen den Buchbesitzer nur dann durchdringt, wenn dieser mangels Titels nicht Eigentümer wurde. Gegen den wirklichen Eigentümer kann die publizianische Klage nicht angestrengt werden.

Gemäß § 3 KtnWRG 1870 sind unter anderem auch die nicht zur Fahrt mit Schiffen oder gebundenen Flößen dienenden Seen öffentliches Gut, soweit sie nicht infolge gesetzlicher Bestimmungen oder besonderer Privatrechtstitel jemandem zugehören. Öffentliches Gut aber steht im Eigentum des Bundes oder des Landes. Den Beweis, daß es sich bei dieser Fläche niemals um Seegrund gehandelt habe, konnte der dafür behauptungs- und beweispflichtige Kläger (§ 4 Abs 1 zweiter Satz WRG) bisher nicht erbringen und scheint seine Behauptungen, es habe sich seit jeher um Festland gehandelt, durch das Sachverständigengutachten.

Gemäß § 4 Abs 6 WRG kann durch Ersitzung das Eigentum oder ein anderes dingliches Recht am öffentlichen Wassergut nach dem Inkrafttreten des Wasserrechtsgesetzes (1. 11. 1934) nicht mehr erworben werden. Nur bereits durch Ablauf der Ersitzungszeit vor dem 1. 11. 1934 erworbene Rechte am öffentlichen Wassergut können daher auch heute noch geltend gemacht werden. Die Ersitzungszeit könnte nur dann während der Geltung des WRG vollendet werden, wenn vor dem 1. 11. 1934 infolge originären Eigentumserwerbes, etwa durch Verlandung, kein öffentliches Gewässer vorlag und daher gemäß der vor Inkrafttreten des § 4 Abs 1 WRG in Geltung gestandenen Bestimmung des § 410 ABGB das verlassene Wasserbett

den angrenzenden Uferbesitzern zufällt. Allerdings sind unter dem in §§ 410 bis 411 ABGB vorkommenden Ausdrücke „Gewässer“ nur fließende Gewässer, das sind Bäche, Flüsse und Ströme, zu verstehen. Nicht nur, daß die grammatikalische Bedeutung des in § 411 ABGB verwendeten Wortes „Anspülen“ auf in Bewegung befindliches Wasser hindeutet, spricht § 407 ABGB vom Eigentum der an beiden Ufern liegenden Grundstücke, § 408 ABGB von der Teilung des Gewässers in mehrere Arme und § 409 ABGB von den Grundbesitzern, welche durch den neuen Lauf des Gewässers Schaden leiden. Auf Seen und Teiche, selbst wenn sie durch Zuflüsse gespeist oder von Bächen oder Flüssen durchströmt werden, können daher die Bestimmungen der §§ 407 bis 411 ABGB nicht angewendet werden.

Da somit originärer Eigentumserwerb der Rechtsvorgänger des Klägers auch unter Berücksichtigung der im Gutachten angeführten „Verlandung“ nicht in Frage kommt, kann der Kläger mit seinem Klagebegehren nur dann durchdringen, wenn ihm der Beweis der Ersitzung gelingt, wozu es der Vollendung der 40-jährigen Ersitzungszeit des § 1472 ABGB vor Inkrafttreten des Wasserrechtsgesetzes bedürfte.

Der Tristacher See ist ein Privatgewässer § 3 Abs. 1 WRG

Gehört ein See nicht zu den im Anhang A WRG namentlich aufgezählten Gewässern, wurde er weiters nicht vor Inkrafttreten dieses Bundesgesetzes anlässlich der Erteilung einer wasserrechtlichen Bewilligung als öffentlich behandelt und wird er nicht von einem öffentlichen Gewässer gespeist oder durchflossen, handelt es sich bei diesem See gemäß § 3 Abs 1 lit d WRG um ein Privatgewässer.

(VwGH 14. 12. 1993, 93/07/0100)

Nach § 2 Abs.1 WRG 1959 sind öffentliche Gewässer die im Anhang A zu diesem Bundesgesetze namentlich aufgezählten Ströme, Flüsse, Bäche und Seen mit all ihren Armen, Seitenkanälen und Verzweigungen (lit.a); Gewässer, die schon vor Inkrafttreten dieses Bundesgesetzes anlässlich der Erteilung einer wasserrechtlichen Bewilligung als öffentliche behandelt wurden, von der betreffenden Stelle angefangen (lit.b); alle übrigen Gewässer, sofern sie nicht in diesem Bundesgesetze ausdrücklich als Privatgewässer bezeichnet werden (lit.c).

Der Tristacher See gehört nicht zu den im Anhang A zum WRG 1959 namentlich aufgezählten Gewässern. Im Verfahren vor den Wasserrechtsbehörden wurde - vom Beschwerdeführer unbestritten - festgestellt, daß der Tristacher See auch nicht vor Inkrafttreten des WRG 1959 anlässlich der Erteilung einer wasserrechtli-

chen Bewilligung als öffentlich behandelt wurde. Die Eigenschaft des Tristacher Sees als öffentliches Gewässer könnte sich daher nur aus § 2 Abs. 1 lit.c WRG 1959 ergeben. Diese Bestimmung steht aber unter dem Vorbehalt, daß es sich um ein Gewässer handelt, das nicht in diesem Bundesgesetz ausdrücklich als Privatgewässer bezeichnet wird. Nach § 3 Abs. 1 lit.d WRG 1959 sind, soweit nicht die Bestimmungen des § 2 Abs. 1 lit.a und b entgegenstehen, Seen, die nicht von einem öffentlichen Gewässer gespeist oder durchflossen werden, Privatgewässer.

Unbestritten ist, daß es sich bei dem in Rede stehenden Gewässer um einen See handelt. Zur Frage, ob der Tristacher See von einem öffentlichen Gewässer gespeist oder durchflossen wird, hat die BH in der Begründung ihres Bescheides vom 20. Jänner 1993 unwidersprochen festgestellt, daß der einzige Zufluß zum Tristacher See der Abfluß vom sogenannten Alten See ist. Bei diesem See, so führte die Behörde erster Instanz weiter aus, handle es sich zweifelsfrei um ein im Eigentum des Beschwerdeführers stehendes Privatgewässer, da er weder von einem öffentlichen Gewässer gespeist noch von einem solchen durchflossen werde. Bei den Zuflüssen zum Alten See handle es sich ausschließlich um private Quellen. Auch würden weder der Alte See noch dessen Abfluß im Anhang A zum WRG 1959 als öffentliche Gewässer angeführt und seien diese auch nicht vor Inkrafttreten des WRG (1934) anlässlich der Erteilung einer wasserrechtlichen Bewilligung als öffentliche behandelt worden. Schließlich vereinige sich der ca. 230 m lange Abfluß vom Alten See bis zu seiner Einnündung in den Tristacher See mit keinem anderen öffentlichen Gewässer. In diesen Abfluß mündeten lediglich private Quellwässer, sodaß nach § 3 Abs. 1 lit. e WRG 1959 – nach dieser Bestimmung sind die Abflüsse aus den in den lit. a bis d genannten Gewässern, die nicht von einem öffentlichen Gewässer gespeist oder durchflossen werden, bis zu ihrer Vereinigung mit einem öffentlichen Gewässer Privatgewässer, soweit nicht die Bestimmungen des § 2 Abs.1 lit. a und b entgegenstehen – es sich beim Abfluß vom Alten See, welcher den einzigen Zufluß des Tristacher Sees bilde, um ein Privatgewässer handle. Der Beschwerdeführer hat in seiner Berufung gegen den Bescheid der BH nichts vorgebracht, was gegen die Richtigkeit dieser Feststellungen spräche. Diese Feststellungen wurden von der belangten Behörde ausdrücklich in ihren Bescheid übernommen.

Da der Tristacher See weder zu dem im Anhang A zum WRG 1959 namentlich aufgezählten Gewässern gehört noch vor Inkrafttreten dieses Bundesgesetzes anlässlich der Erteilung einer wasserrechtlichen Bewilligung als öffentlich behandelt wurde und auch nicht von einem öffentlichen Gewässer gespeist oder durchflossen wird, handelt es sich bei diesem See gemäß § 3 Abs. 1 lit. d WRG 1959 um ein Privatgewässer.

Christoph Twaroch

Protokoll über die 38. Hauptversammlung der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation

Ort: Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen,
Vortragssaal, Wien

Zeit: Donnerstag, 11. Jänner 1996, 13.30 Uhr bis
17.45 Uhr

Tagesordnung:

- 1) Genehmigung des Protokolls der 37. Hauptversammlung (ÖZ Heft 4/93)
- 2) Rechenschaftsbericht des Vorstandes
- 3) Bericht der Rechnungsprüfer
- 4) ISPRS'96
- 5) ÖGT'97 in Villach
- 6) ÖGT'99 in Wien
- 7) Gründung einer GmbH
- 8) Änderung der Statuten
- 9) Verleihung einer Ehrenmitgliedschaft
- 10) Wahl des Vereinsvorstandes
- 11) Wahl der Rechnungsprüfer
- 12) Mitgliedsbeiträge – Neuorganisation
- 13) Allfälliges

Präsident Dipl.-Ing. Hochwartner eröffnet um 13.30 Uhr die 38. Hauptversammlung. Da zu diesem Zeitpunkt die notwendige Anzahl der stimmberechtigten Mitglieder nicht anwesend ist wird die Hauptversammlung um eine halbe Stunde auf 14.00 Uhr vertagt. Um 14.00 Uhr begrüßt Präsident Hochwartner die erschienenen Damen und Herrn, insbesondere die Ehrenmitglieder Hofrat Dipl.-Ing. Schuster und Hofrat Dipl.-Ing. Blaschitz und stellt nunmehr die Beschlußfähigkeit gemäß den Statuten (§17 Z.3) fest.

Auf Ersuchen von Präsident Hochwartner erheben sich die Teilnehmer an der Hauptversammlung, um jener Mitglieder zu gedenken, deren Tod seit der 37. Hauptversammlung am 13.10.1993 der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation bekanntgeworden ist. Die Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation wird den verstorbenen Mitgliedern stets ein ehrendes Andenken bewahren.

TOP 1: Genehmigung des Protokolls der 37. Hauptversammlung vom 13.10.1993

Der Bericht über die 37. Hauptversammlung ist in der ÖZfVuPh. 81. Jahrgang/1993/Heft 4 veröffentlicht. Es werden keine Einwendungen erhoben. Das Protokoll wird einstimmig genehmigt.

TOP 2: Rechenschaftsbericht des Vorstandes

Bericht des Präsidenten

Präsident Hochwartner berichtet, daß seit der letzten Hauptversammlung 7 Vereinsvorstandssitzungen statt-

gefunden haben und betont besonders das gute konstruktive Klima im Vorstand.

Der 5. Österreichische Geodätentag 1994 in Eisenstadt war sowohl in der Ausrichtung als auch finanziell sehr erfolgreich. So wurde der Geodätentag von 1522 Teilnehmern besucht, darunter auch von zahlreichen internationalen Gästen. Präsident Hochwartner spricht dem Vorsitzenden des örtlichen Vorbereitungsausschusses Hofrat Dipl.-Ing. Jaendl seinen besonderen Dank aus. Im Rahmen dieses Geodätentages wurde auch an Baurat Dipl.-Ing. Höflinger die Ehrenmitgliedschaft der Österreichischen Gesellschaft verliehen. Der Standort Burgenland sollte auch Aufwind für weitere geodätische Aktivitäten sein, so denkt das Land Burgenland an die Einrichtung eines Landes-GIS.

Eine weitere Aktivität war die Seminarveranstaltung in Kremsmünster, bei der mit Hilfe des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, der Ingenieurkammer und dem Land Oberösterreich der Koordinatenursprung Gusterberg als Punkt „Mitten in der Welt“ geschaffen werden konnte.

Weitere Themen des Berichtszeitraumes sind die Vorberatungen über den Geodätentag 1997 in Villach, über den Deutsch-Österreichischen Geodätentag 1999 in Wien, für den bereits Vorstandsbeschlüsse vorhanden sind und der Versuch die PC-Tagung der FIG 1999 nach Wien zu bekommen. Dies ist nicht gelungen, da Südafrika als (wieder) neuem Mitglied der FIG der Vorzug gegeben wurde.

Für die Bestrebungen der FIG, ein permanentes Büro einzurichten, hat die ÖVG ihr Interesse bekundet. Wien wäre als UN-Standort bevorzugt. Präsident Hochwartner dankt für die Unterstützung seitens des Landes Wien, der BAIK und dem BEV, die die Anbotsstellung ermöglicht hat.

Präsident Hochwartner spricht auch allen Delegierten in internationalen Institutionen seinen besonderen Dank aus.

Im Berichtszeitraum ist es auch bei der Betreuung der Vortragsveranstaltungen zu Veränderungen in den Bundesländern gekommen. So sind in Linz dem Kollegen Hess der Kollege Brandstötter, in Innsbruck dem Kollegen Siegl der Kollege Niedermayer und in Graz den Kollegen Sueng und Koska die Kollegen Fodor und Brunner nachgefolgt.

Die Einflußnahme auf die Novellierung des Ingenieurgesetzes (HTL-Absolventen soll unter bestimmten Voraussetzungen der Titel Dipl.-Ing. verliehen werden) war leider nicht von Erfolg gekrönt. Die Novelle wurde trotz negativer Stellungnahme der ÖVG beschlossen.

Über Ersuchen des Präsidenten berichtet Kollege Steinkellner über die Aktivitäten des „Runden Tisches“. Es wurden vornehmlich die Themen Fachhochschulen und modernes Berufsbild (Allan-Report) behandelt. Zum Thema Fachhochschule wurde 1995 in Anwesenheit von Präsident Prof. Schelling die Notwendigkeit

der Reform des Geodäsiestudiums diskutiert. Präsident Hochwartner dankt allen die am „Runden Tisch“ teilgenommen haben und schließt seinen Bericht.

Der Bericht des Präsidenten wird von der Hauptversammlung zur Kenntnis genommen.

Bericht des Sekretärs

Kollege Muggenhuber berichtet über ein starkes Engagement in der ISPRS und FIG. Seit dem Zuschlag zum ISPRS-Kongreß ist ein großes Interesse verspürbar. Die Besuche bei den Deutschen Geodätentagen in Augsburg und Mainz haben die Ausrichtung des gemeinsamen Geodätentages 1999 in Wien sehr begünstigt. Die Kontakte werden beim Deutschen Geodätentag 1996 in Dresden noch vertieft. Aber auch die inner-österreichischen Kontakte zur Österreichischen-Geographischen Gesellschaft, GEOLIS, AGIT, usw. konnten belebt und vertieft werden. Die Vortragstätigkeit wurde besonders durch österreichweite Themen angeregt. Kollege Muggenhuber dankt allen Mitgliedern für die Unterstützung in seiner zu Ende gehenden Funktionszeit.

Der Bericht des Sekretärs wird zur Kenntnis genommen.

Bericht des Schatzmeisters

Der Schatzmeister legt folgenden Rechenschaftsbericht ab: Zusammenstellung der Gebarungsdaten für den Verrechnungszeitraum 31. Oktober 1993 bis 30. November 1995 für den Kassenbericht zur 38. Hauptversammlung am 11. Jänner 1996:

Kassastand per 31.10.1993	
PSK Sparbuch Nr. 22.243.625	210.894,10
PSK Konto Nr. 1190.933	40.426,03
Vereinsvermögen 31.10.1993	251.320,13
Einnahmen – Ausgaben	
Einnahmen seither	3.891.286,35
Ausgaben seither	-2.781.133,24
Erfolg	1.110.153,11
Kassastand per 30.11.1995	
PSK Sparbuch Nr. 22.243.625	77.057,85
PSK Sparbuch Nr. 203506473	1.222.438,73
PSK Konto Nr. 1190.933	57.246,04
Handkassen	4.730,62
<hr/>	
Vereinsvermögen am 30.11.1995	1.361.473,24

Diese erfreuliche Entwicklung ist dank der Abrechnung der Geodätentage Innsbruck und Eisenstadt möglich geworden, weiters aber auch dadurch, daß es der Schriftleitung gelungen ist, Ausgaben der Zeitschrift kostengünstig zu gestalten. Präsident Hochwartner weist darauf, daß durch diese erfreuliche Bilanz die Beweglichkeit des Vereines wesentlich erhöht wurde.

Der Bericht des Schatzmeisters wird zur Kenntnis genommen.

Bericht des Schriftleiters

Kollege Gissing berichtet, daß seit 1994 die Neugestaltung der Zeitschrift mit neuem Namen begonnen wurde. Moderne Gestaltungsmethoden haben Preis-

senkungen bewirkt. Da nunmehr bei den Themen ein breites Spektrum abgedeckt wird, ist ein großes Angebot an Autoren vorhanden. Die Rubrik „Firmen und Produkte“ hat sich gut bewährt. Die Jobbörse hat bisher nicht gegriffen, wird aber weiter verfolgt. Die Termineinhaltung ist grundsätzlich gelungen. Die Herausgabe von Sondernummern ist durch die Veranstaltungen geprägt. Das Redaktionsteam mußte erweitert werden. Da der Aufwand weiter steigend ist, ist eine Statutenänderung vorgesehen. Kollege Gissing spricht den Dank an Kollegen Höggerl aus, der dem neuen Redaktionsteam nicht mehr angehören wird.

Der Bericht des Schriftleiters wird zur Kenntnis genommen.

Bericht des Bibliothekars

Kollege Imrek berichtet, daß der Bibliotheksbestand zur Gänze erfaßt ist. Ein Datenverwaltungsprogramm steht zur Verfügung. Die Entlehnungen sind aber immer noch sehr wenig. Es ergeht die Anregung, die Bibliothek mehr zu nützen.

Der Bericht des Bibliothekars wird zur Kenntnis genommen.

Berichte der Arbeitsgemeinschaften und Fachsektionen

Präsident Hochwartner entschuldigt den verhinderten Präsidenten der Fachsektion der Ingenieurkonsulenten.

Der Obmann der Arbeitsgemeinschaft der Diplomingenieure im Bundesvermessungsdienst Kollege Abart berichtet, daß die AG besonders an der Ausrichtung des Geodätentages in Eisenstadt mitgewirkt hat. Die AG nimmt auch in Ausbildungsfragen am „Runden Tisch“ teil und ist auch sehr in die Überlegungen einer Neuorganisation des BEV eingebunden. Die AG dankt auch für die Einladung, sich am ISPRS-Kongreß im Rahmen des ÖVG-Standes präsentieren zu können.

Kollege Futter berichtet über die Mitarbeit der Arbeitsgemeinschaft der Studierenden in internationalen Gremien. Weiters berichtet er über Stellungnahmen zu Reformen von Studiengesetzen und bringt die Wünsche zum Ausdruck, daß Praxismöglichkeiten geregelt werden sollen, daß eine Mitgliederwerbung auch über Förderung von Studenten erfolgen soll und daß die Studienberatung intensiviert werden soll. Er regt auch den Anschluß an das Internet an. Als seine Nachfolgerin stellt er cand.ing. Cora Stöger von der TU Graz vor.

TOP 3: Bericht der Rechnungsprüfer

Kollege Grohsnegger berichtet, daß die Gebarung der ÖVG statutengemäß im November 1995 geprüft wurde und dabei eine korrekte Führung festgestellt wurde. Es wird beantragt, den Schatzmeister und die übrigen Mitglieder des Vorstandes zu entlasten. Von der Hauptversammlung wird die Entlastung des gesamten Vorstandes einstimmig ausgesprochen.

TOP 4: ISPRS 1996, 9.Juli bis 19.Juli 1996

Kongreßdirektor Prof. Kraus berichtet, daß die Vorbereitungen von steigender Hektik gekennzeichnet

sind. Die kommerziellen Ziele sind noch nicht erreicht, es besteht aber eine optimistische Entwicklung. Eine besondere Unterstützung (S 250.000,-) durch das BMWA. konnte für österreichische Firmen erwirkt werden. Es ergeht der Appell, dies zu nützen. Ein Kongreßinformationsfalter in großer Auflage soll noch weitere Anmeldungen bewirken. Begünstigte Tarife (Tarifteilung, Halbtages- und Tageskarten) sind besonders zu beachten.

Der Kongreß wird unter dem besonderen Gedenken an Prof. Eduard Dolezal stehen. Der geschichtliche Konnex 1000 Jahre Österreich, Gründung der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie im Jahre 1910 durch Dolezal und die Abhaltung des 1. ISPRS-Kongresses 1913 in Wien sollen eine nostalgische Vermarktung ermöglichen. Dazu hat das Wissenschaftsministerium Freiplätze für Kollegen aus Entwicklungsländern (Dolezal-Preis) zugesagt. Prof. Kraus schließt mit dem Appell, mit großen Anstrengungen mitzuhelfen, ein positives Ergebnis des ISPRS-Kongresses zu erreichen.

TOP 5: ÖGT 1997 Villach, 4.Juni bis 7.Juni 1997

Der Kongreßdirektor Kollege Kubec berichtet, daß die Vorbereitungen planmäßig vor sich gehen. Das Team ist zusammengestellt (TU Graz, Land Kärnten, BAIK, BEV, usw.). Der Tagungsort, das Kongreßhaus Villach ist gebucht. Die Werbung erfolgt auch am Deutschen Geodätentag in Dresden und am ISPRS-Kongreß in Wien. Das Motto des Geodätentages wird „Vermessung ohne Grenzen“ lauten.

TOP 6: ÖGT 1999 Wien, 18. August bis 21.August 1999

Der Kongreßdirektor Kollege Stöhr berichtet über die Vorbedingungen, aus finanziellen Gründen, den Geodätentag in eine Messe einzugliedern. Daher wird die Veranstaltung unter dem Namen INTERGEO Geodätentag 1999 firmieren. Über Wunsch der deutschen Kollegen die Veranstaltungen (Vorträge) und die Messe nicht zu trennen, wird der Tagungsort das Messekongreßzentrum im Prater sein. Es wurden die Grundzüge (Veranstaltungsort, Partner, Idee, Finanzkonzept, usw.) mit den deutschen Kollegen besprochen. Da sich demnächst der Vorbereitungsausschuß konstituieren muß, ergeht an alle Kollegen die Einladung ihre Mitarbeit anzubieten.

TOP 7: Gründung einer GmbH.

Präsident Hochwartner erläutert in einem kurzen Motivenbericht die Überlegungen, die zur Gründung einer GmbH. geführt haben. Der Verein beschäftigt sich seit 1982 mit der Vorbereitung von Großveranstaltungen, jeweils mit der Sorge, als Verein zu haften. Ein mögliches finanzielles Risiko muß durch das Privatvermögen der Vorstandsmitglieder abgedeckt werden. Letztlich, ausgelöst durch den ISPRS-Kongreß wurde im Vorstand im Sommer 1995 beschlossen, einen Gesellschaftsvertrag auszuarbeiten. Die Kollegen Futter und Muggenhuber haben einen Entwurf erarbeitet, der jedem Mitglied mit der Einladung zu dieser Hauptversammlung zugesandt worden war. Weitere Entwurfsexemplare stehen zur Verfügung, als Kollege Futter mittels Overhead den Entwurf des Gesellschaftsvertrages erläutert. Nach den

Punkten I bis III des Vertragsentwurfes lädt Präsident Hochwartner zur Diskussion, besonders über den Unternehmensgegenstand, ein. In dieser Diskussion werden Bedenken über die Sinnhaftigkeit der Gründung wegen mangelnder Bonität einer GmbH. (dahinterstehende Sicherheiten) und hinsichtlich des beabsichtigten Umfanges des Unternehmensgegenstandes geäußert; es wird weiters angeregt, das Geschäftsjahr des Vereines (ÖVG) und der GmbH. zeitlich zu trennen. Es wird auch über die zukünftige Vorgangsweise im Vorstand und der Hauptversammlung des Vereines (ÖVG) diskutiert, wenn Eigentumsverhältnisse geändert und Unternehmensgegenstände ausgeübt werden sollen.

Auf Basis dieser Diskussion schlägt der Präsident der Hauptversammlung vor, den Vorstand zu ermächtigen, eine GmbH. unter folgenden Bedingungen zu gründen: Das Geschäftsjahr der GmbH. soll verschieden vom Geschäftsjahr des Vereines (ÖVG) sein. Die Ausübung (Aktivierung) eines Unternehmensgegenstandes bedarf der ausdrücklichen Zustimmung aller im Vorstand des Vereines vertretenen Arbeitsgemeinschaften und Fachsektionen. Die Abstimmung ergibt einen einstimmigen Beschluß.

TOP 8: Änderung der Statuten

Die Kollegen Blaschitz und Steinkellner haben einen Entwurf der Änderungen der Vereinsstatuten erarbeitet, der jedem Mitglied mit der Einladung zur Hauptversammlung zugesandt worden war. Weitere Entwurfsexemplare wurden ausgeteilt, als Kollege Blaschitz mittels Overhead die Änderungen der Statuten erläutert. Die Hauptgesichtspunkte für die Neufassung der Statuten waren die Änderung des Vereinsnamens, das Gleichbehandlungsgesetz, die beabsichtigte Gründung einer GmbH., Änderungen die sich auf Grund der Praxis ergeben haben und sprachliche Änderungen. Im vorliegenden Entwurf sind daher Änderungen in den Paragraphen 1, 2, 3, 8, 9 und 14 vorgesehen.

Präsident Hochwartner dankt Kollegen Blaschitz für die Überarbeitung und Präsentation der Statuten und bittet um Diskussionsbeiträge.

In der Diskussion wird vorgeschlagen:

- Formalfehler in der Überschrift (Namen), im § 1 Abs.(1) (Trennung in deutsche und englische Bezeichnung) und im § 10 lit.c (... im § 14 lit.c und d genannten ...) zu beheben.
- Der § 4 Abs.(2) soll auf „... Vermessungswesen und anderer mit Geoinformation befäßer Studienrichtungen ...“ geändert werden.
- Der § 8 Abs.(6) soll im ersten Satz auf „... sechs ...“ und in der Aufzählung durch „... – ein Mitglied des Vorstandsrates.“ ergänzt werden.
- Im § 17 Abs.(3) soll der 1. Satz auf „... ist unbeschadet der Anzahl der erschienenen Mitglieder gegeben.“ und der letzte Satz entfallen, wenn die Vereinsbehörde zustimmt.
- Im § 17 Abs.(5) Punkt i soll die Anerkennung von Fachsektionen und Arbeitsgemeinschaften geregelt werden.

Präsident Hochwartner ersucht auf Basis der diskutierten Änderungen um Zustimmung zur Änderung der

Statuten. Die Abstimmung ergibt einen einstimmigen Beschluß für die Änderung der Statuten. Die neuen Vereinsstatuten werden nach Genehmigung durch die Vereinsbehörde veröffentlicht.

TOP 9: Verleihung einer Ehrenmitgliedschaft

Mit Beschluß des Vorstandes vom 26. April 1995 wurde vorgeschlagen der nächsten Hauptversammlung zu empfehlen, Ingenieurkonsulent Baurat h.c. Dipl.-Ing. Rudolf Gutmann, für die Vertretung der Ingenieurkonsulenten im Verein, für die Wahrung der Standesinteressen und der Förderung der Zusammenarbeit der Kollegen der Wissenschaft, des öffentlichen Dienstes und der freien Berufe, die Ehrenmitgliedschaft der Gesellschaft zu verleihen. Über Vorschlag von Präsident Hochwartner erfolgt ein einstimmiger Beschluß, die Ehrenmitgliedschaft zu verleihen.

TOP 10 und 11: Wahl des Vereinsvorstandes und der Rechnungsprüfer

Präsident Hochwartner dankt für die in der abgelaufenen Periode gute Zusammenarbeit und bittet für die Wahl des Vereinsvorstandes und der Rechnungsprüfer um die Übernahme des Vorsitzes durch Kollegen Blaschitz. Kollege Blaschitz übernimmt den Vorsitz und bringt den einzigen Wahlvorschlag, der am 28.12.1995 fristgerecht eingebracht worden ist, zur Verlesung. Der gemeinsame Wahlvorschlag der Arbeitsgemeinschaft der Diplomingenieure des Bundesvermessungsdienstes, der Fachsektion der Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen und der Arbeitsgemeinschaft der Studenten für die Wahl des Gesellschaftsvorstandes und die Wahl der Rechnungsprüfer lautet:

Präsident:	HR Dipl.-Ing. August HOCHWARTNER
Stellvertreter:	o.Univ.-Prof. Dr.-Ing. Karl KRAUS Dipl.-Ing. Manfred ECKHARTER Senatsrat Dipl.-Ing. Erwin HYNST
Vorstandsrat:	Dipl.-Ing. Dr.techn. Bruno BAUER o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerhard BRANDSTÄTTER Rat Dipl.-Ing. Ernst BRANDSTÖTTER o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Kurt BRETTERBAUER o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Fritz BRUNNER OR Dipl.-Ing. Peter FODOR o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Andre FRANK Dipl.-Ing. Bernhard FUTTER HR Dipl.-Ing. Karl GRÜNAUER BR Dipl.-Ing. Rudolf GUTMANN BR Dipl.-Ing. Helmut HAUER BR Dipl.-Ing. Ernst HÖFLINGER o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Bernhard HOFMANN-WELLENHOF o.Univ.-Prof. Dr. Fritz KELNHOFER HR Dipl.-Ing. Rainer KILGA Dipl.-Ing. Wolfgang MEISSL o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Dr. eh. Helmut MORITZ Rat Dipl.-Ing. Gerhard MUGGENHUBER OR Dipl.-Ing. Wolfgang NIEDERMAYER

	o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Günter SCHELLING
	o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans SÜNKEL
	o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Peter WALDHÄUSL
Sekretär:	Rat Dipl.-Ing. Gert STEINKELLNER
Schriftführer:	OR Dipl.-Ing. Walter BERG Dipl.-Ing. Friedrich REICHHART
Schatzmeister:	OKoär Dipl.-Ing. Bernhard MAIRAMHOF Dipl.-Ing. Hubert LEISSLER
Bibliothekar:	OR Dipl.-Ing. Erich IMREK
Schriftleitung:	Rat Dipl.-Ing. Reinhard GISSING OKoär Dipl.-Ing. Wolfgang GOLD Dipl.-Ing. Bernhard JÜPTNER
Rechnungsprüfer:	Dipl.-Ing. Valentin GROHSNEGGER Dipl.-Ing. Herbert EGGER

Nicht in diesen Wahlvorschlag aufzunehmen sind der Präsident der Fachsektion und die Obmänner (Obfrauen) der Arbeitsgemeinschaften, sie sind statutengemäß Mitglieder des Vorstandes. Das sind:

HR Dipl.-Ing. Günther ABART	Obmann der Arbeitsgemeinschaft der Diplomingenieure im Bundesvermessungsdienst
Dipl.-Ing. Hans POLLY	Präsident der Fachsektion der Ingenieurkonsulenten
and.ing. Cora STÖGER	Obfrau der Arbeitsgemeinschaft der Studierenden

Die im Wahlvorschlag angeführten Mitglieder verlassen vor der Abstimmung den Sitzungssaal. Der Wahlvorschlag wird sodann ohne Gegenstimme bei Stimmenthaltung der vorgeschlagenen Rechnungsprüfer angenommen. Der neugewählte Präsident Dipl.-Ing. Hochwartner nimmt im Namen des gesamten Vorstandes die Wahl an und dankt Kollegen Blaschitz für die Leitung der Neuwahlen.

TOP 12: Mitgliedsbeiträge – Neuorganisation

Kollege Muggenhuber präsentiert eine Grafik über die Altersstruktur der Mitglieder. Im Bemühen, den Einstieg junger Kollegen zu erleichtern und den Ausstieg älterer Kollegen zu erschweren wird folgender aufkommensneutraler Vorschlag für eine Neuorganisation der Mitgliedsbeiträge vorgestellt:

Alter	Mitgliedsbeitrag
< 30	S 200,-
30–34	S 300,-
35–60	S 500,-
> 60	S 300,-

Im Jahr des Erreichens einer Altersgrenze fällt der neue Tarif an. Die Verwaltung ist dank der EDV möglich. Der Vorschlag wird ohne Gegenstimme mit 8 Stimmenthaltungen angenommen.

TOP 13: Allfälliges

Da keine Wortmeldungen erfolgen, schließt Präsident Hochwartner die Hauptversammlung um 17.45 Uhr.

Walter Berg

FIG Kommission 7 Seminar über moderne Kataster an der Fakultät für Geodäsie der TU Delft 16. Mai 1995

1. Einleitung

Mitte Mai des Jahres fand in Delft die Jahrestagung der Kommission 7 statt und damit zugleich ein Seminar über moderne Kataster und Katastererneuerung. Das International Journal of Geomatics GIM berichtete in seiner Ausgabe Nr. 9/1995 darüber. Hier ist eine gekürzte Übersetzung des in Englisch geschriebenen Artikels:

2. Moderner Kataster und seine Erneuerung

Das Ziel des Seminars war, die Grundsätze des Katasters zu untersuchen, die Trends in den Katastersystemen in den Entwicklungsländern zu beobachten und der Arbeitsgruppe ihre Vorstellung über „Kataster im Jahr 2014“ zu ermöglichen. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Automatisierung des Katasters gewidmet und seiner Rolle als Teil eines großen Landinformationssystems. Katastersysteme sind heute nicht beliebig übertragbar, sie haben aber alle gemeinsame Grundlagen.

2.1 Möglichkeiten

Es gibt eine große Bandbreite rechtlicher, technischer, administrativer und institutioneller Möglichkeiten in der Anlage und der Errichtung geeigneter Katastersysteme, die alle Formen eines Katasters, vom Einfachsten zum Komplexen umfassen. Katastersysteme, die für Entwicklungsländer bestimmt sind, sollen einfach, flexibel, frei zugänglich und billig sein. Sie sollen ähnlich sein den Methoden ihres informellen Grundverkehrs; während die Katastersysteme in den entwickelten Ländern gewöhnlich komplex, streng, teuer, relativ langsam und mit einem hohen technischen Standard ausgerüstet sind. Der Erfolg der Katastersysteme jedoch hängt nicht ab von ihren technischen und rechtlichen Entwicklungen, sondern vielmehr davon, wie sie geeignet

sind, die Grundstücksrechte zu wahren und erlauben, diese Rechte einfach, rasch, sicher und billig auszuüben. Jedoch, wenn die Mittel oder Systeme nicht verfügbar sind, um Katastersysteme am Laufenden zu halten, gibt es wenig Berechtigungen überhaupt für ihre Errichtung.

2.2 Zunehmendes Interesse

In letzter Zeit konnte eine beachtliche Zunahme des Interesses und der Tätigkeit für die Errichtung und Entwicklung von Katastersystemen beobachtet werden. Besonders in den letzten fünf Jahren war dies aus folgenden Gründen festzustellen: Seit zehn Jahren kann ein zunehmendes Interesse in der Landerfassung, der Grundstücksregulierung und in der Kataster- und Landverwaltung in den internationalen Organisationen, wie die Weltbank und den Vereinten Nationen festgestellt werden. Einflußreiche Publikationen in der letzten Zeit, zum Beispiel in den Ausgaben des World Development Reports, haben im zunehmenden Ausmaß die Wichtigkeit der Katastersysteme hervorgehoben und die Bedeutung der Grundstücksregistrierung. Eine Anerkennung bei der UN Konferenz über Umwelt und Entwicklung (UNCED) oder auch „Earth summit“ genannt, erfuhr die Wichtigkeit von Kataster sowie Land- und geographischen Informationssystemen für das Umweltmanagement und die erträgliche Entwicklung.

Kataster- und Landinformationssysteme werden in zunehmendem Maß gesehen als Basisinfrastruktur, die die erträgliche Entwicklung und das Umweltmanagement, besonders in Entwicklungsländern fördert. In der letzten Dekade wurden die ökonomischen und sozialen Vorteile der Katastersysteme und Grundstücksregistrierungsprojekte zunehmend anerkannt. Zur selben Zeit haben die größeren internationalen Or-

ganisationen ihre Erfahrung und Kenntnisse in diesen Gebieten und die Anwendung für die Unterstützung solcher Initiativen ausgebaut.

2.3 Informationstechnologien

Das Wachstum in den Informationstechnologien, die spezielle Anwendung für die Automatisierung der Katastralsysteme und das damit zusammenhängende, zunehmende Interesse in landbezogene und geographische Informationssysteme, haben den Katasterprojekten ein wesentlich stärkeres Profil und höhere Priorität wegen des Nutzens, den man daraus gewinnen kann, gewährt. In der letzten Dekade konnte man eine dramatische Zunahme der Möglichkeit, die uns die Technologien vermitteln, beobachten, die es gestatten, die Effizienz, die Geschwindigkeit zu erhöhen und die Kosten in der Errichtung und Führung von Katastersystemen zu reduzieren. Einige Beispiele beinhalten Satellitenpositionierungssysteme, digitale Theodolite, sowie Fortschritte in der Auswertung und in der photogrammetrischen Planerstellung.

Seit den 80er Jahren war ein zunehmendes Interesse und Verständnis der Forscher für Kataster- und Landinformationssysteme zu beobachten, mit dem Ergebnis, daß nun eine substanzielle Grundlage in der Kenntnis der Materie vorhanden ist. Zunehmend gibt es viele Tagungen, Konferenzen, Workshops und sonstige Aktivitäten, weiter Forschungsberichte, Bücher, Zeitschriften und Magazine über die Reformen der Katastersysteme und verwandter Bereiche.

Die dramatischen Veränderungen in Ost- und Zentraleuropa, die eine Entwicklung von geplanten zu marktorientierten Wirtschaften gebracht haben, erzeugen einen dringenden Bedarf dieser Länder an Kataster- oder Landinformationssystemen, um den Grundstücksmarkt zu unterstützen für ihre wirtschaftliche Entwicklung.

Diese Bedürfnisse haben das Bewußtsein der Wichtigkeit von Kataster- und Landinformationssysteme-

men weltweit erweckt. Die Wichtigkeit von Katastersystemen und der neueren Land- und geographischen Informationssystemen, die wirtschaftliche Entwicklung, das Umweltmanagement sowie soziale und politische Stabilität wurden gleichermaßen anerkannt und gefördert sowohl vom ländlichen als auch vom städtischen Sektor. Dadurch wurden nationale Katasterreformprogramme möglich gemacht und unterstützt.

2.4 Erfahrungen

Wichtige Erfahrungen konnten gewonnen werden aus der Errichtung und der Fortführung von Katastersystemen in der letzten Dekade. Effizienz erfordert letztlich Anerkennung der individuellen Grundbesitzrechte und die Errichtung von Katastersystemen, dort wo die Bevölkerungsdichte einen Mangel an verfügbarem Land verursacht, wo die Bodenwirtschaft mehr kommerzialisiert wird und wo die Wirtschaftstechnologien zunehmen. Der Entwurf von Katastersystemen muß geeignet und vertretbar sein und angepaßt der Kultur, den Bedürfnissen, den Ressourcen und dem Niveau der Entwicklung im individuellen Land. Das System sollte den Bedürfnissen der Grundstückseigentümer angepaßt sein und nicht denen einer zentralen Regierungsbükratie. Das System sollte auch auf regionaler oder lokaler Ebene laufen. Bedauerlicherweise haben viele Politiker vorgefaßte Meinungen von den idealen Katastersystemen, die von Zeit zu Zeit in die Errichtung ungeeigneter Systeme münden. Es ist genauso wichtig und notwendig, daß eine geeignete Grundkarte für das Katastersystem verwendet werden kann, wie auch für viele andere Zwecke. Es ist wichtig, daß die Basis Karte frei verfügbar ist. Jedoch muß das Katastersystem so entworfen werden, daß das Landregister gleichartige Bedeutung wie die Katastralkarte hat. So sollen das Landregister und die Karte betrachtet werden als die beiden Seiten einer Münze, die als solche nicht voneinander getrennt werden und als verschiedene Systeme betrachtet werden können.

2.5 Die Laufendhaltung

Katastersysteme müssen ständig laufend gehalten werden. Ist das

nicht der Fall, gibt es keine Berechtigung für ihre Errichtung. Es soll eine geeignete Verwendung von neuen Technologien möglich sein, um die Errichtung und die Fortführung der Katastersysteme zu sichern. Während die Benützung von Computern viele Tätigkeiten sehr beschleunigen kann, so zum Beispiel die Errichtung und Führung der Katasterverzeichnisse, kann sie andere Tätigkeiten, so die Errichtung einer Grundkarte verlangsamen, wenn gewünscht wird, daß die Grundkarte voll computerisiert als Teil eines GIS entsteht, bevor das Land eine entsprechende Informationstechnologie innerhalb der Behörden und der Berufstätigen, um das System funktionsfähig führen zu können, eingeführt hat. Das gilt auch für die verwendete Hard- und Software und andere Erfordernisse für eine erfolgreiche Einrichtung.

Katastersysteme sind kein Selbstzweck. Katastersysteme sollten entwickelt werden im Hinblick auf nationale Eigenheiten, sie sollten aber so genügend flexibel sein, um sowohl städtische als auch ländliche Erfordernisse zu berücksichtigen. Sie sind Werkzeuge, die geeignet sein sollen eine Vielzahl von verschiedenen Aufgaben, so auch jene eines effizienten und effektiven Grundverkehrs, zu unterstützen.

2.6 Feststellung zum Kataster 2014

Die Arbeitsgruppe „Kataster 2014“ überprüfte Trends im Katasterbereich und Verfahren für Katastersysteme in den künftigen zwanzig Jahren. Entsprechend „Kataster 2014“ müssen die Vermessungsingenieure weit mehr rechtliche Aspekte berücksichtigen, als sie es jetzt tun und ihre Befugnisse werden wesentlich wichtiger sein als heute.

Die ganze Welt hat mit Problemen des Bevölkerungswachstums, der Wanderung, des Umwelteinflusses und der vernünftigen Landnutzung zu tun. Lösungen können nur gefunden werden auf der Basis von Modellen, die die bestehende Situation berücksichtigen. Ein Kataster hat das Basismodell vorzusehen. Vermessungsingenieure auf der ganzen Welt müssen fähig sein, in diesen Modellen zu denken

und moderne Technologien in der Errichtung dieser Modelle anzuwenden. Karten waren immer Modelle, aber die verfügbare Technologie erlaubte es nicht, diese in einer flexiblen Art zu nutzen. Moderne Technologien gestatten die Erstellung von Karten in verschiedenen Maßstäben und verschiedenen Register aus denselben Datenmodellen. Im Jahr 2014 wird es keine Zeichner und Kartographen im Katasterbereich mehr geben.

In den nächsten zwei Jahrzehnten werden sich die Katastersysteme hinentwickeln zu einem „Kataster 2014“, der wie folgt charakterisiert wird:

- Der Kataster 2014 wird weitgehend privatisiert sein,
- der öffentliche und der private Sektor werden eng zusammenarbeiten,
- der private Sektor wird zunehmende Bedeutung erlangen; der öffentliche Sektor wird sich auf die Überwachung und Kontrolle zurückziehen,
- der Kataster 2014 wird kostendeckend geführt werden,
- die Katastersysteme erfordern große Investitionen,
- Kosten/Nutzen-Analysen werden ein wichtiger Aspekt der Katasterreform sein und die Vermessungsingenieure werden sich wesentlich mehr mit wirtschaftlichen Fragen beschäftigen müssen,
- auf Papier gezeichnete Kataster werden verschwinden,
- die Computertechnologie wird das übliche Werkzeug für die Katasterarbeit werden,
- in den entwickelten Ländern werden nur hochentwickelte Lösungen geeignet sein um den Dienst an der Gesellschaft zu ermöglichen,
- in Entwicklungsländern wird die Reform und die Einführung von geeigneten Katastersystemen Gebrauch machen von den Vorteilen der modernen Technologie,
- die Unterscheidung und Trennung zwischen Karten und Registern wird verschwinden,
- die Unterteilung der Verantwortlichkeit zwischen den Vermessungsingenieuren und den Juristen im Katasterbereich wird sich wesentlich ändern.

2.7 *Schlußbemerkung*

Jedes Katastersystem wird sich von einem benachbarten System unterscheiden an Betrachtung der verschiedenen geographischen Umstände und der Bedürfnisse des jeweiligen Landes. Dazu sind die wesentlichsten Elemente des Katasters und die Mindestanforderungen dieser Elemente aus wirtschaftlicher, rechtlicher und ökonomischer Sicht zu bestimmen.

Die Bemühungen der Kommission 7, die ihren Ausdruck finden in

der Aktivität der Arbeitsgruppe, ist gleichgeschaltet mit den weiträumigeren Zielen der FIG in dieser Richtung. Während des Seminars waren on-line Demonstrationen von automatisierten Katastersystemen aus Schweden, Österreich, Finnland und den Niederlanden zu sehen. Die Diskussion mit den Vortragenden und dem Auditorium, die von Professor Jo Hassen geführt wurde, war ein abschließender wertvoller Beitrag dieses Seminars, das von Ingenieur Jan Sonnenberg des nieder-

ländischen Katasters ausgerichtet wurde.

3. **Schlußfolgerung**

Man sieht, daß wir in Österreich am richtigen Wege sind, denn eine ganze Anzahl der aufgestellten Forderungen wurde bei uns schon erfüllt, dank den für den Kataster Verantwortlichen aber auch jenen Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen, die dazu beigetragen haben.

Ernst Höflinger

2. Internationale Conference on Spatial Information Theory (COSIT'95) Semmering, 21. – 23. September 1995

Die Conference On Spatial Information Theory (COSIT'95) ist ein alle zwei Jahre stattfindendes interdisziplinäres Treffen internationaler Wissenschaftler, die sich mit der Repräsentation räumlicher Information beschäftigen. Nach einer einführenden Konferenz in Pisa 1992 war die erste COSIT 1993 auf Elba. Dieses Jahr fand die zweite COSIT in Semmering statt.

Die Leitung der Konferenz lag in den Händen von André U. Frank und Werner Kuhn (Technische Universität Wien), gemeinsam mit David M. Mark (NCGIA, State University New York, Buffalo). Die Organisation wurde von den Mitarbeitern der Abteilung Geoinformation und Landesvermessung (Technische Universität Wien) durchgeführt. Die Konferenz-*Proceedings* sind im Springer Verlag veröffentlicht: Frank, A.U.; Kuhn, W. (Hrsg.): *Spatial Information Theory – A Theoretical Basis for GIS. – Lecture Notes in Computer Science Vol. 988*, 1995.

115 Wissenschaftler aus verschiedenen Disziplinen – Computerwissenschaften, Geographie, Räumliches Schließen, Kognitive Wissenschaften, Linguistik, Vermessungswesen, Künstliche Intelligenz, Planungswissenschaften, Psychologie, Ingenieurwissenschaften, Kartographie, Philosophie und Management – nahmen an der Konferenz teil. Noch vor der eigentlichen Konferenz boten einige Wissenschaftler Tutorien zu den Themen Voronoi Diagramme (Christopher Gold, Ge-

offrey Edwards), Experientialismus (David M. Mark, André U. Frank), Räumliche Kognition (Stephen Hirtle), Räumlich-zeitliche Informationssysteme (Michael F. Worboys) und Räumliche Datenbanken (Hanan Samet) an.

Als Einleitung zur Konferenz erklärten Max J. Egenhofer und David M. Mark (US) die Konzepte der Naive Geography. Dieses Gebiet beschäftigt sich mit formalen Modellen der alltäglichen geographischen Welt. Es soll eine Basis für das Design von Geographischen Informationssystemen, welche der menschlichen Intuition folgen, sein.

Die erste Sitzung, Qualitatives Räumliches Schließen I, hatte die logische Deduktion räumlicher Information aus räumlichen Fakten zum Thema. Boi Faltings (Schweiz) präsentierte eine Methode, um über die Konsistenz konvexer Regionen zu entscheiden, und zwar mit topologischen anstelle von geometrischen Schlüssen. Mark Gahegan (Australien) zeigte, wie man ein Modell konstruieren kann, das Näherungsoperatoren unterstützt. Ein Modell für die qualitative Darstellung von Distanzen wurde von Daniel Hernandez (Deutschland), Eliseo Clementini und Paolino Di Felice (Italien) gezeigt. Sie argumentierten, daß Distanzkonzepte vom Zusammenhang abhängen: Die Bedeutung von „A liegt in der Nähe von B“ hängt auch von ihren relativen Größen, von der Position anderer Objekte und vom Bezugsrahmen

ab. Deshalb ist es nicht immer erstrebenswert, die komplette Distanzinformation auf eine absolute metrische Skala zu reduzieren. In der Schlußpräsentation dieser Sitzung stellte Kai Zimmermann (Deutschland) den D-Kalkül vor. Dieser erlaubt es, räumliche und zeitliche Messungen in einer kognitiv plausiblen Weise darzustellen.

Die Interaktion zwischen Mensch und Computer ist sicherlich ein heißes Thema in der GIS-Welt. Einige Aspekte davon wurden in der zweiten Sitzung, Benutzerschnittstellen und Metaphern, behandelt. Earl Rennison und Lisa Strausfeld (US) präsentierten das „Millennium Projekt“. Dieses Projekt zeigt durch einen konzeptionellen und rechnerischen Ansatz, wie eine große, multidimensionale Informationsmenge in einer dynamischen virtuellen 3D-Umgebung zu verstehen ist. In diesem System erkunden Benutzer während des Navigierens Verbindungen zwischen Informationsknoten. Dieser virtuelle Raum konstruiert und rekonstruiert sich fortwährend selbst, abhängig von den Bewegungen des Wißbegierigen. Beispiel: Das Näherkommen zu einem Objekt wird als Wunsch nach mehr Detailwissen interpretiert. In Andreas Diebergers (US) Vortrag wurde erklärt, wie man eine textliche virtuelle Umgebung (MOO) mit einem World Wide Web (WWW)-Browser verbindet, um räumliche Navigation für das Web bereitzustellen. Die Struktur des Informationsraums wird hier explizit, während das WWW versucht, sie zu verbergen. May Yuan (US) brachte das Argument, daß geographische Information und GIS-Operationen so strukturiert werden sollten, daß sie

zum konzeptionellen Modell des Benutzers kompatibel und unabhängig von Hard- und Software sind. Dafür identifizierte sie vier verwandte Benutzermodelle. Als letzte Vortragende dieser Sitzung behandelten Jean-Paul Peloux und Philippe Rigaux (Frankreich) das Problem, ein interaktives Fragesystem für räumliche Datenbanken mit offener Architektur aufzubauen.

In den letzten Jahren haben GIS einen gewissen Reifeprozess vollzogen, aber das Fehlen von Funktionalität bei der Generalisierung ist immer noch ein großes Problem. Es war deshalb hochinteressant, den Ideen der Wissenschaftler in der dritten Sitzung, Generalisierung, zu folgen. Die Sitzung startete mit einem Versuch, die derzeitigen Schwierigkeiten beim Wissenserwerb und bei der Repräsentation in der Generalisierung zu überwinden. Robert Weibel, Stefan Keller und Tumasch Reichenbacher (Schweiz) bezogen sich in ihrem Vortrag auf zwei konkrete experimentelle Studien. Emmanuel Fritsch und Jean Philippe Lagrange (Frankreich) schlugen den Gebrauch neuer Repräsentationen von linearen Merkmalen vor, um die Schwäche von klassischen Generalisierungsalgorithmen zu kompensieren. Diese Merkmale werden durch Fourierreihen und Wavelet decomposition entwickelt. Die Sitzung endete mit einer exzellenten Präsentation von John Mark Ware, Christopher B. Jones und Geraint Ll. Bundy (GB) über die Verwendung eines triangulierten räumlichen Modells. Diese sogenannte Simplicial Data Structure (SDS) bietet einen potentiellen Vorteil für die zukünftige Entwicklung auf dem Gebiet der automatischen kartographischen Generalisierung. SDS basiert auf einer gezwungenen Delaunay-Triangulation von polygonalen Objekten und auf dem Raum, in dem sich diese Objekte befinden. Bis jetzt sind Design und Implementierung eines räumlichen Modells, welches die Erhaltung der räumlichen Datenintegrität während der Generalisierung sicherstellt, Hauptziel der Forschung gewesen. SDS erreicht dieses Ziel durch Konservierung von Wissen über topologische und proximale Relationen vor und während der Generalisierung und durch die Anwendung von Conflict resolution – Prozeduren nach der Generalisierung.

In der Sitzung über Wegesuche präsentierten Michel-Ange Amorim, S. Glasauer, K. Corpinot, und A. Berthoz (Frankreich) eine Studie. Sie untersucht den Effekt von zwei verschiedenen räumlichen Informationsverarbeitungsmethoden (objekt- und trajektorienzentriert) auf Objektkoordinierung und Aktualisierung von Erscheinungen. Dies geschieht während eines Experiments, bei dem Testpersonen blind einen vorgegebenen Weg zurücklegen müssen. Dabei haben die Wissenschaftler herausgefunden, daß das Schätzen der zurückgelegten Distanz und räumliche Inferenzprozesse zwei Hauptquellen für Fehler sind. Reginald G. Golledge (US) gab einen Entwicklungsbericht seiner Arbeit über Pfadselektion und Routenpräferenz im Bereich menschlicher Navigation. Im Gegensatz zur traditionellen Ansicht, daß Pfadselektion das Ergebnis von Minimierungsverfahren – zum Beispiel Selektion des kürzesten Weges – ist, definiert Golledge andere mögliche Selektionskriterien (verschieden vom Vorherigen', 'viele Kurven', etc.). In Experimenten mit Routenselektion in Karten und im Feld bestimmte er, welche dieser Kriterien wirklich verwendet werden. Wolfgang Maaß (Deutschland) sprach darüber, wie räumliche Information die visuelle Perzeption und die Generierung natürlicher Sprache in dynamischen Umgebungen verbindet. Er zeigte ein rechnerisches Modell für die Generierung von inkrementellen Routenbeschreibungen. Das Modell unterscheidet zwischen einer visuellen, einer linguistischen und einer konzeptionell-räumlichen Ebene. Emmanuel Stefanakis und Marinos Kavouras (Griechenland) stellten einen neuen Ansatz zur Bestimmung des optimalen Weges im Raum vor. Das Konzept sieht vor, ein Netzwerk, welches eine endliche Anzahl von räumlichen Lokationen verbindet, aufzustellen, sodaß Algorithmen der Graphentheorie einfach angewandt werden können.

Die Sitzung über Multiple Repräsentationen begann mit einer Präsentation von Michela Bertolotto, Leila De Florian, und Paola Marzano (Italien). Sie definierten ein formales Modell für die Repräsentation räumlicher Daten auf verschiedenen Ebenen. Dieses Modell sieht sowohl ein

dimensions- als auch anwendungs-unabhängiges Gerüst für die Beschreibung von Modellen mit verschiedenen Auflösungen vor. Multi-schrieben war auch das Schlagwort im anschließenden Vortrag von Paola Magillo, Leila De Florian und Elisabetta Bruzzone (Italien). Sie beschrieben einen neuen Algorithmus zur Bestimmung der äußeren Enveloppe von Dreiecken und brachten eine Zusammenfassung eines Algorithmus, mit dem die äußere Enveloppe von Segmenten berechnet wird. Beide werden für die Aktualisierung des sichtbaren Bildes und des Horizonts in Geländemodellen unterschiedlicher Auflösung verwendet. Am Ende dieser Sitzung stand eine äußerst klare Präsentation von Bud B. Bruegger (Italien). Er erklärte einige fundamentale Probleme räumlicher Datenintegration (Maßstabs- und Formatunterschiede). Danach zeigte Bruegger, wie man diese Probleme mit einer räumlichen Theorie bewältigen kann, welche auf den Konzepten der formatunabhängigen Modellierung und Konsistenz basiert. Weiters brachte er den Vorschlag eines Maßstabskonzepts als bedeutende Komponente einer solchen Theorie.

In Anbetracht der Wichtigkeit des Themas und der großen Anzahl an eingelangten Papers gab es noch eine zweite Sitzung über Qualitatives Räumliches Schließen. Anthony Cohn (GB) sprach über Darstellungsweisen für die Form einer Region. Er präsentierte eine formale, qualitative Beschreibung des Umrisses, in der er zwei Primitiva verwendet: die Verbindung zweier Regionen und die konvexe Einhüllende einer Region. Wendet man diese Technik rekursiv auch für das Innere einer Region an, so führt dies zu einer hierarchischen Darstellung des qualitativen Umrisses. Stephen Hirtle (US) erörterte das Wesen hierarchischer Strukturen des kognitiven Raumes. Er betrachtete mehrere alternative Darstellungsschemata, namentlich trees, ordered trees und semi-lattices. Die Unterschiede zwischen diesen Schemata wurden durch Beispiele untermauert, die Stephen Hirtle aus Daten, die er gemeinsam mit Studenten in Österreich und Norwegen gesammelt hatte, zusammenstellte. Christoph Schlieder (Deutschland) stellte ein System von Relationen

zwischen Linienabschnitten vor, was eine generalisierte, zweidimensionale Anwendung von Allens Methode der Intervall-Relationen darstellt. Bei einer zweidimensionalen Betrachtungsweise werden die Unterschiede zwischen topologischen und hierarchischen Ausdrucksformen klarer, was für die Formalisierung von Unschärfe in räumlicher Information wichtig ist.

Die nächsten drei Vorträge waren dem Thema Räumliche Analysen gewidmet. Felix Bucher und Andrej Vckovski (Schweiz) berichteten über die Auswahl von geeigneten räumlichen Interpolationsmethoden. Als Beispiel seien hier verschiedene Kriging-Methoden genannt. Das Auswahlkriterium für eine bestimmte Interpolationsmethode war dabei immer die Verwendbarkeit für spezielle Anwendungsfälle. Die Referenten stellten auch ein erweitertes Daten-Analyse-Schema vor. Yue-Hong Chou (US) zeigte die Charakteristik und Evaluation von Modellen, wie sie bei der räumlichen Autokorrelation auftreten. Korrelogramme können demnach auch dafür verwendet werden, um räumliche Relationen höherer Ordnung zu zeigen und systematische Abweichungen aufzudecken.

Antony Galton (GB) war der erste Redner der Sitzung über Zeitliches Schließen. Er entwickelte eine qualitative Theorie über Bewegungsvorgänge, indem er ein formales Zeitmodell, basierend auf einer Gruppe von zeitlich geordneten Momenten, mit einem räumlichen, auf Regionen basierenden Modell, verband. Eric Allen, Geoffrey Edwards und Yvan Bédard (Kanada) beschäftigten sich mit Kausalzusammenhängen und deren Modellierung in einem zeitlichen GIS. Ihr konzeptionelles Datenmodell geht dabei von einer von mehreren philosophischen Richtungen geprägten Kausalitätstheorie aus und bedient sich eines erweiterten Entity-Relationship-Formalismus. Damit werden sowohl räumliche als auch zeitliche Phänomene

modelliert. Philip A. Story und Michael F. Worboys (GB) präsentierten eine Design-Umgebung für Anwendungen von räumlich-zeitlichen Datenbanken. Itzhak Benenson und Juval Portugali (Israel) diskutierten kulturelle Aspekte, wie sie in einer selbstorganisierten Stadt vorkommen.

Der erste Vortragende der Sitzung Kulturelle, Soziale und Linguistische Aspekte des Raumes war Jürgen Broschart (Deutschland). Er sprach über soziale Aspekte bei der Wahrnehmung des Raumes. Als Beispiel führte er die nicht-räumliche Verwendung von Richtungsangaben einer bestimmten Sprache Polynesiens an. Die Regeln, wie Richtungen in dieser Sprache verwendet werden, müssen immer in einem sozialen Kontext und im Zusammenhang mit dem interaktiven Gestaltungsvermögen gesehen werden. Elizabeth Keating (Niederlande) berichtete über räumliche Konzepte in Abhängigkeit der sozialen Hierarchie, wie sie in Pohnpei, Mikronesien, zum Tragen kommen. Sie zeigte, wie Gesprächsteilnehmer ihre kognitiven Vorstellungen über die hierarchische soziale Struktur im Gespräch umsetzen. Barry Smith (US) referierte über beschreibende Ontologie. Basierend auf dem Unterschied zwischen physischen Grenzen und solchen aufgrund menschlicher Abgrenzungsversuche, charakterisierte er die Topologie von räumlichen Grenzen. Daniel R. Montello (US) äußerte sich sehr kritisch über die Signifikanz kultureller Unterschiede bei der räumlichen Wahrnehmung. Seiner Meinung nach ist die Gemeinsamkeit kultureller Aspekte viel signifikanter als ihre Unterschiede. Als Alternative zum traditionellen empirischen Ansatz trat er für einen evolutionären Ansatz ein.

Die nächste Sitzung behandelte Räumliche Relationen. Janice Glasgow (Kanada) zeigte einen Formalismus für modell-orientiertes räumliches Planen. Ihr Formalismus basiert auf der Repräsentation der

Welt durch eine symbolische array representation. Klaus Peter Gapp (Deutschland) erläuterte in seinem Vortrag Kriterien, die berücksichtigt werden können, wenn man zur Lokalisierung bestimmter Objekte andere Referenzobjekte heranzieht. Auf Basis dieser Kriterien konnte er ein berechenbares Modell präsentieren, das es erlaubt, aus dem Kontext das optimale Referenzobjekt einer bestimmten räumlichen Anordnung zu erkennen und auszuwählen. Yannis Theodoridis (Griechenland) und Dimitris Papadias (US) konzentrierten sich auf eine Methode zum Auffinden räumlicher Relationen, in der alphanumerische und räumliche Indizes genutzt werden. Und als letzte Präsentation dieser Sitzung stellten David M. Mark (US), David Comas (Spanien), Max J. Egenhofer (US), Scott M. Freudenschuh (US), Michael D. Gould (Spanien) und Joan Nunes (Spanien) Evaluation und Verbesserungen von rechnerischen Modellen räumlicher Relationen basierend auf multilingualen Tests vor.

Zusätzlich zu den Vorträgen wurden verschiedene Themen in der Poster-Galerie, die sich neben dem Konferenzsaal befand, präsentiert. Das Doctoral Consortium gab am Sonntag einer Gruppe von Dissertanten die Möglichkeit, ihre Arbeiten in einem interdisziplinären Workshop mit etablierten Wissenschaftlern zu diskutieren.

COSIT'95 war eine fruchtbare Konferenz und sicherlich ein Erfolg, der in zwei Jahren in Pittsburgh fortgesetzt werden soll. Die nächste COSIT ist für Herbst 1997 geplant und wird zum ersten Mal in Nordamerika abgehalten. Der Leiter von COSIT'97 wird Stephen Hirtle (Department of Information Science, University of Pittsburgh) sein. Details (Veranstaltungsort und Zeitpunkt) werden Anfang 1996 angekündigt (siehe auch: <http://www.lis.pitt.edu/~cosit97/>).

*Martin Raubal und
Martin Staudinger*

GI-Weiterbildung in Europa on-line beziehen. Dies ist eine Initiative der EUROGI, der europäischen Dachorganisation für Geoinformation, und NexpRI, des niederländischen Fachzentrums für Geoinformationsverfahren. Das World Wide Web

**(EUROGI) European Umbrella Organisation for
Geographical Information
Europäische Dachorganisation für Geoinformation**

Seit Mai kann jeder mit einem Internetanschluß und Interesse an geo-

graphischer Information (GI), Informationen über GI-Forschung und

(WWW)-Interface erlaubt sowohl eine Suche nach geographischen als auch nach thematischen Gesichtspunkten. Die Internetadresse lautet: <http://www.frw.ruu.nl/eurogi/eurogi.html>.

Bei der letzten JEC-GI Konferenz im März 1995 in Den Haag wurde der Prototyp der Datenbank der europäischen GI-Gemeinschaft vorgestellt und in Betrieb genommen. Der Hauptgrund für die Einrichtung dieses Projektes war die Qualitätssicherung der Meta-Information als Teil der europäischen GI-Infrastruktur.

EUROGI's Aufgaben sind: Die Förderung, Anregung und Unterstützung der Entwicklung und der Anwendung von Geoinformationen und Technologien auf europäischer Ebene. Ein wichtiger Bestandteil davon ist die Unterstützung der Anwender durch Zur-Verfügung-Stellung von Meta-Informationen. Gute und leicht zugängliche Meta-Information ermöglicht von anderen Arbeiten zu profitieren, vermeidet doppelten Arbeitsaufwand und regt die Benutzung von Geoinformationen an. In diesem Zusammenhang wurden in den letzten Jahren in Europa sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene Anstrengungen unternommen.

Dieses Projekt soll diese Anstrengungen weder ersetzen noch in Wettstreit dazu treten, sondern versucht, diese zu koordinieren und zu vervollständigen. Dieses Informationssystem, von dem nun schon ein Teil in Betrieb genommen wurde, soll eine Schlüsselrolle in der europäischen GI-Gemeinschaft einnehmen. Um die Qualität der Information zu verbessern, ist die GI-Gemeinschaft dazu aufgerufen, diesen Prototyp zu testen, Stellungnahmen dazu abzugeben und selbst Daten beizutragen. Anregungen und Fragen können an EUROGI oder NexPRI direkt via Internet (E-mail),

Fax oder Post gesendet werden. Informationen über GI-Forschung, Weiterbildung und Schulung können auch direkt ON-LINE oder mittels E-mail übersendet werden. Die Datenbanken und die Installationen im Internet sind von NexPRI angelegt und entworfen.

Die Installation verbindet mehrere WWW-Anwendungsmöglichkeiten:

„Active text pages“

Diese Seiten geben Information über EUROGI. Wenn sie aktiviert werden, verweist Hypertext auf weitgehende Informationen zu bestimmten Themen (z.B. Überblick der EUROGI-Mitglieder).

„Active clickable maps“

Die Suche in der Datenbank beginnt mit einer geographischen Auswahl auf der Europakarte. Man kann die Datenbank für ganz Europa absuchen. Wenn nur ein Land mit einem Klick auf der Landkarte ausgewählt wird, erscheint am Bildschirm eine genauere Karte von diesem Land. Durch einen weiteren Klick auf die Forschungs- oder Bildungseinrichtungen erhält man dann weitere Informationen über diese Institutionen.

„Forms“

Die geographische Auswahl resultiert aus einem Suchraster, der schon teilweise fertiggestellt ist. Der Benutzer kann verschiedene zusätzliche Auswahlkriterien angeben, z.B. Forschungs- oder Bildungstyp und GIS-Software etc.

Eine besondere Form wurde für die Erhaltung und den Aufbau der Datenbanken gewählt. Jeder der mit einer Forschungs- oder Schuleinrichtung verbunden ist, welche noch nicht vom EUROGI-Verzeichnis erfaßt ist, kann diese selbst hinzufügen. So können auch schon

enthaltene Informationen ausgetauscht oder ergänzt werden. Wenn die Suche nach den Suchkriterien abgeschlossen ist, erscheint eine Liste von Programmen, die wieder eine Hypertextliste ist. Wenn man nun einen dieser Titel anklickt, erscheint die komplette Information. Diese EUROGI Verzeichnisse werden Ende dieses Jahres als ECHO-Datenbanken übernommen (ECHO = European Commission Host Organisation).

Anstatt einer zentralen Stelle für das Sammeln von Daten, ist die Dezentralisierung geplant, wenn auch die Überprüfung zentral erfolgt. Aus diesem Grund liegt die Verantwortung für vollständige und korrekte Information bei Forschern und Anwendern.

Wenn Sie Ihre Information oder Forschungsergebnisse auf der europäischen Karte installieren wollen, übermitteln Sie Ihre Daten. Wie schon oben erwähnt, handelt es sich bis jetzt um einen Prototyp. Die Datenbank hat nun ein bescheidenes Ausmaß und das Design gibt noch Anlaß zur Kritik. Es bedarf der gemeinsamen Anstrengung der europäischen GI-Gemeinschaft, eine Datenbank von hoher Qualität zu schaffen, von der die ganze Gemeinschaft und alle ihre Mitglieder profitieren können.

Für Beiträge und Informationen:

EUROGI Secretariat, Mr. Christian Chenez / Ms. Gonne-Marieke Lamers, P.O. Box 508, 3800 AM, Amersfoort, The Netherlands, Tel.: +3133 60 4150, Fax: +3133 65 6457, E-mail: eurogi@euronet.nl;

NexPRI, Mr. Coen Wessels / Mr. Johan van Arragon, P.O. Box 80.115, 3508 TC Utrecht, The Netherlands, Tel.: +3130 533 537, Fax: +3130 523 699, E-mail: nexpri@frw.ruu.nl

EUROGI Presseverlautbarung

ESA home page on the World Wide Web

<http://www.esrin.esa.it>

This is the ESA home page, where you can browse through a very large amount of information on the Agency (<http://www.esrin.esa.it/>

[htdocs/esa/descrip/esa.htm](http://www.esrin.esa.it/htdocs/esa/descrip/esa.htm)), the way it is structured, its programmes, its Member States, the different ESA establishments with hyperlinks to their own home pages (see below), ESA press releases

and information notes from 1993 to present day (<http://www.esrin.esa.it/htdocs/tidc/Press/press95b.html>), World Wide Web information on all important space entities (http://www.esrin.esa.it/htdocs/esa/other_agencies.html), and many pointers to other services. Keep an eye on

the „What's New“ link from the ESA home page, for new services which will soon be made available.

ESA Establishments

<http://www.estec.esa.nl> – site information on the European Space Technology Centre in Noordwijk, Netherlands, technical information, programme activity and services available, events and conferences being held at or sponsored by ESTEC.

<http://www.esoc.esa.de> – information on the infrastructure of the European Space Operations Centre in Darmstadt, Germany and on satellites for which operations are carried out by ESOC.

<http://www.esrin.esa.it/htdocs/esrin> – structure, activities and user services at ESA's main data handling and dissemination centre in Frascati, Italy.

<http://www.esrin.esa.it/htdocs/esa/eac.html> - information on the European Astronaut Centre Cologne, Germany.

ESA Programmes

Science: <http://www.esrin.esa.it/htdocs/esa/progs/science.html> – past, current and future scientific missions, with links to various services providing up-to-date information on missions, instruments, relevant meetings and conferences, publications eg, IUE, HST, Ulysses, ISO, SOHO, XMM, FIRST, Integral plus link to ESIS, the European Space Information System, which provides scientists with uniform access to all of ESA's science data centres See Services).

Earth Observation: <http://www.esrin.esa.it/htdocs/esa/progs/eo.html> –

missions such as Meteosat and ERS (European Remote Sensing Satellites) as well as non-ESA missions (Landsat, JERS) with information on ground stations, reports on instrument anomalies, weekly acquisition planning, news on ERS-2, launched earlier this year and nearing the end of its commissioning phase, news of future programmes, plus a link to the Earth Remote Sensing User Services (see Services) and ESA's Guide and Directory Service.

Telecommunications: <http://www.esrin.esa.it/htdocs/esa/progs/telecom.html> – an outline of the Agency's telecommunications programme.

Manned Spaceflight/Microgravity: <http://www.esrin.esa.it/htdocs/esa/progs/mg.html> – overview of the programme plus link to the ESA Microgravity Database, which gives information on all experiments carried out on ESA and NASA missions since 1960s.

Launchers: -<http://www.esrin.esa.it/htdocs/esa/progs/mstp.html> – information on Ariane 1–4, Ariane 5 plus future programmes.

ESA Information Service

<http://esapub.esrin.esa.it> – takes you into the ESA Publications Division page. The server allows quick access to the wealth of information produced by ESA, such as the Annual Report, ESA Bulletin, Earth Observation Quarterly, Microgravity News, etc., with full text of all articles.

<http://www.esrin.esa.it/htdocs/esairs/esairs.html> – gives description of ESA's Information Retrieval Service which provides access to

over 200 databases with bibliographical information on aerospace and related activities.

<http://esapub.esrin.esa.it/pointtotest/test1.htm> – Transferable European Space Technologies address from where to obtain further information, plus full text of the quarterly newsletter „Preparing for the Future“.

<http://services.esrin.esa.it> – The ESA/ESRIN Earth Remote Sensing User Services page provides information on both ESA and non-ESA remote sensing missions, ERS ground stations organisation, satellite coverage, products available, image samples, LBR data, reference documents etc.

<http://gds.esrin.esa.it> – Gets you directly into the „Guide and Directory Services“. From here it's also possible to access other information servers such as CEOS, EEOS, EARSel, the European Union, CEO at JRC, etc and find out what is going in the worldwide Earth Observation community and other information.

<http://www.esrin.esa.it/htdocs/mgdb/mgdbhome.html> – ESA's Microgravity Database

<http://astro.estec.esa.nl> – information on the Astrophysics Division at ESTEC and Astronomical Data Archive.

<http://www.esrin.esa.it/htdocs/esis/esis.html> – European Space Information System (ESIS) and it's catalogue browser, bibliographical service plus list of astronomy institutes worldwide.

ESA press release

Legal protection of geographical information

As stated in the workplan of EUROGI (European Umbrella Organization for Geographical Information), one of the issues that EUROGI is concerned with is „legal aspects of geographical information“. In this context EUROGI has decided to address first of all the legal protection of geographical information: copyright and related rights.

One of the suggested proposals of the document: „GI2000 Towards a

European Geographic Information Infrastructure (EGII), a discussion document for consultation with the European GI Community, 19 June 1995“ is „Develop policy positions on legal issues such as copyright, privacy and liability (which might arise from selling poor quality or otherwise unsuitable data)...“.

Therefore EUROGI has asked its member Ravi (the Dutch council for geographical information) to study

five countries in a pilot inventory. The countries which have been investigated are the Netherlands, United Kingdom, Portugal, Germany and France.

The inventory has been set up to give an overview of the extent to which geographical information is subject to legal protection in European countries, regardless of who is the primary beneficiary of these rights (the public or private sector). Further more the study has been focused on the protectability of data

itself and not on the hardware and software that is used to collect, update, manipulate and retrieve geographical information.

The pilot inventory has resulted in a report, which states:

- an overview of current types of protection in five European countries, including the European Union law

- conclusions and recommendations
- a list of questions that need answering for other countries

One of the recommendations made in the report is to study ten more countries of the European Union to get a more complete picture. This study will also be conducted by Ravi as a project of EUROGI. The

report of the pilot inventory is available at the EUROGI Secretariat. For more information, please contact: EUROGI, Mr. Christian Chenez, Ms. Gonne-Marieke Lamers, P.O. Box 508, 3800 AM Amersfoort, The Netherlands, Tel: +31 33 4604150, Fax: +31 33 4656457, E-mail eurogi@euronet.nl.

EUROGI press release

Österreichische Geodätische Kommission

Die Österreichische Geodätische Kommission (ehemals Österreichische Kommission für die Internationale Erdmessung) vertritt die Belange Österreichs in der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG) und bei zwischenstaatlich vereinbarten Erdmessungsarbeiten, soweit diese nicht in Vollzug des Vermessungsgesetzes erfolgen. Sie ist offizielle Verbindungsstelle Österreichs mit der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG).

Der Kommission obliegt die Auswahl jener Arbeiten, die Österreich aus seiner Beteiligung an der Internationalen Erdmessung zufallen, die Erstellung entsprechender Vorschläge an das Bundesministerium für wirtschaftliche Angelegenheiten sowie die Beratung und Durchführung der von diesem genehmigten Arbeiten. Mit der Funktionsperiode 1996 wurde die Bezeichnung der Kommission auf Österreichische Geodätische Kommission (ÖGK)

geändert. Die Neubezeichnung trägt den technologischen und wissenschaftlichen Entwicklungen Rechnung. Der bisherige Begriff „Erdmessung“ als Definition des Aufgabenprofils war nicht mehr zeitgemäß. Die Funktionsperiode 1996-1999 steht unter der Präsidentschaft von Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Sünkel. Sekretär ist HR Dipl.-Ing. Dr. Erker.

Susanne Fuhrmann

C.F. GAUSS – Gehirnforschung

Anlässlich der Jahreshauptversammlung 1995 der Gauß-Gesellschaft in Göttingen war eine Exkursion in das Institut für „Geschichte der Medizin“ vorgesehen. Im Anatomiekeller dieses Gebäudes sind ungefähr 3000 Gehirne in Glasgefäßen untergebracht, exakt beschriftet, auf weißer Baumwolle gelagert und in Alkohol konserviert. Das Gehirn von C.F. GAUSS (1777-1855) ist in einer eigenen Vitrine ausgestellt. Der Hauptteil dieser Sammlung wurde 1890 angelegt. Damals befaßte man sich eingehend mit Gehirnforschung; der Erfolg dieser Forschungen war enttäuschend. Man konnte zwischen dem Gehirn eines Wissen-

schaftlers, eines Massenmörders und eines Sändlers keinerlei charakteristische Merkmale feststellen. Das einzige sichere statistische Ergebnis war, daß das Gewicht eines weiblichen Gehirns immer durchschnittlich um 200 Gramm leichter ist als das eines männlichen Gehirns.

Prof. Dr. Michael Hagner (seit Juli 1995 an der Universität Berlin mit der Lehrbefugnis „Geschichte der Medizin“ betraut) sprach in einem spannenden Referat über Gehirnforschung – damals und heute. Gegenwärtig hat man den Computerweg mit allen Raffinessen beschritten und erhofft sich damit die Geheim-

nisse der Gehirnfunktionen zu ergründen. Nach dem zweiten Weltkrieg begann man vielversprechende EEG-Untersuchungen zur Messung der Gehirnströme vorzunehmen – das Verfahren war vielversprechend, ist aber heute, nach ungefähr 40 Jahren, bedeutungslos geworden.

Nun versucht man mit Computer-Tomographien dem Geheimnis „Gehirnfunktionen“ näher zu kommen. Die Vielzahl der gespeicherten, exakt beschriebenen und konservierten Gehirne kann der Forschung weiterhelfen. Vielleicht kann damit die überragende Geistesgröße von C.F. GAUSS einer Erklärung zugeführt werden?

Franz Allmer

Vorträge

Anwendung kinematischer Meßverfahren in Geodäsie, Photogrammetrie und Ingenieurvermessung

Vortragender: Univ.-Prof. Dr.-Ing. K. P. Schwarz; University of Calgary, Canada

Ort: Technische Universität Graz

Zeit: 21. November 1995

Der Vortragende gab einen kurzen Überblick über die Entwicklung kinematischer Meßverfahren in den letzten zehn Jahren und zeigte unter welchen Umständen Messungen von bewegten Fahrzeugen aus wirtschaftliche und operationelle Vorteile bieten. Ein allgemeines mathematisches Modell für diese Meßverfahren wurde vorgestellt. Dieses konnte aus den Differentialgleichungen für die Bewegung eines starren

Körpers im dreidimensionalen Raum abgeleitet werden.

Um die Zielgrößen Position und Rotation als kontinuierliche Funktionen der Zeit aus diskreten Messungen zu erhalten, wurden die Zielgrößen aus Zustandsvektoren modelliert und mittels eines Kalmanfilters aus den Meßgrößen geschätzt. Dabei wurden Glattheitsbedingungen für die Zielfunktionen durch statische a priori Information eingeführt. Am

Beispiel von Meßsystemen, die entweder Inertialmessungen (INS) oder Messungen des Global Positioning System (GPS) benutzten, wurde gezeigt, wie eine solche Modellierung erfolgen kann.

Anschließend wurden einige Anwendungen im Detail vorgestellt. Dabei wurde auf die großen Vorteile hingewiesen, die die Kombination von GPS und Inertialsystemen bietet (Multisensoren Systeme).

- Ein Meßsystem für GIS-Anwendungen im Stadtbereich, welches GPS-, INS- (Kreiselmessern) und CCD-Sensoren (Videokameras) verwendete: Diese praktische Anwendung erreichte eine Genauigkeit im Stadtbereich von 0,3 bis 0,5 Meter, wobei Punkte, Linien und Flächen als dreidimensionale Objekte bestimmt wurden. Es wurden gleichzeitig acht Videokameras eingesetzt, so daß eine hohe Überlappung der Bilder und damit eine vollständige Beschreibung des sich bewegenden Meßsystems erreicht werden konnte. In Verbindung mit einer digitalen Karte konnten diese Bilder nach verschiedensten Kriterien aufbe-

reitet und an diverse Interessenten verkauft werden.

- Ein kombiniertes INS/GPS-Meßsystem für Fluganwendungen, welches für die Positionierung der Orientierung digitaler Bildkamern und Pushbroomscannern eingesetzt wurde: Durch die Integration von GPS und INS konnte eine hohe Zuverlässigkeit erreicht werden. Mit dieser Meßanordnung konnte das roll und pitch des Flugzeuges gut erfaßt werden, jedoch war das Azimut wesentlich ungenauer bestimmt worden. Abhilfe wäre durch Verwendung von mehreren Antennen in Längsrichtung des Flugkörpers gegeben! Diese System wird bevorzugt bei Flugstreifen eingesetzt werden. Ein Einsatz bei flächenhaften Blöcken wird keine wesentliche Genauigkeitssteigerung gegenüber einem reinen GPS-Meßsystem mit anschließender Blocktriangulierung bringen.
- Ein Meßsystem, welches für die Lokalisierung von Deformationen in unterirdischen Ölleitungen verwendet wurde, in dem ein INS-System in der Leitung mitgeführt wurde: Die Fließgeschwindigkeit des Öls in den Leitungen beträgt rd. 1 m/sek.

Das INS-System wurde mit dem Öl mitgeführt und die Position des Systems permanent aufgezeichnet. An jener Stelle mit signifikantem Ausschlag war eine Deformation der unterirdischen Ölleitung zu vermuten. Diese Methode wurde mit Erfolg angewandt.

- Ein Schachtmeßsystem für Anwendungen im Bergbau: Hier wurde das Schwingungsverhalten und das seitliche Ausweichen eines Förderkorbes untersucht, der mit hoher Geschwindigkeit vertikal bewegt wurde, um eine Grenzgeschwindigkeit angeben zu können, unter der die Sicherheit von Mensch und Material noch gewährleistet ist.
- Mehrere Systeme für die Fluggravimetrie, die eine Auflösung des hochfrequenten Anteils des Erdschwerefeldes ermöglichen, wobei auch ein Ausblick in die nahe Zukunft gegeben wurde.

Bei allen Beispielen wurde auf den Zusammenhang – die theoretische Idee, deren praktische Umsetzung und deren kommerzielle Nutzung – verwiesen.

Peter Fodor

Persönliches

Ehrungen

Für Verdienste um das Land Wien wurde am 13. Oktober 1995 Herr **Vizepräsident i.R. Dipl.-Ing. Helmut Barth** das Goldene Ehrenzeichen verliehen.

Herrn **wirkl. Hofrat i.R. Hon.Prof. Dipl.-Ing. Franz Allmer** wurde am 19. Jänner 1996 an der Technischen

Universität Wien das Goldene Ingenieurdiplom feierlich überreicht.

Dem ehemaligen Leiter des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, **Präsident i.R. Dipl.-Ing. Friedrich Hrbek**, wurden in Ansehung seiner Verdienste um die jeweiligen Bundesländer folgende Ehrenzeichen verliehen: das Große Verdienstzeichen des Landes Vorarlberg, das Landeshauptmann Purtscher am 8. November 1995 überreichte; das Große Goldene Eh-

renzeichen des Landes Steiermark wurde von Landeshauptmann Krainer am 21. Dezember 1995 verliehen; das Goldene Ehrenzeichen für Verdienste um das Land Wien wird am 27. März 1996 im Wiener Rathaus überreicht werden.

Die Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation gratuliert ihren prominenten Mitgliedern sehr herzlich zu diesen Auszeichnungen.

Veranstaltungskalender

63rd FIG-PC Meeting and International Symposia

15.-19. April 1996 in Buenos Aires, Argentina
Informationen: Comité Organizador, Peru 562 (1068) Buenos Aires, Tel. 343-8407/342-7289, Fax 54-1-343-8423.

Kartographiekongreß '96

12.-18. Mai 1996 in Interlaken, Schweiz
Informationen: Kartographiekongreß '96 Interlaken, Hardstraße 73, CH-5430 Wettingen, Schweiz, Tel. 41 (56) 371 111, Fax 41 (56) 371 344.

GIS/LIS '96 – Central Europe

10.-14. Juni 1996 in Budapest
Informationen: North American Secretariat, P.O. Box 5738, Bethesda, MD 20814, U.S.A., Tel. 1 (301) 951 0480, Fax 1 (301) 951 0499.

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 DW 525, E-Mail: 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 +43-1-505-6268, Email: isprs96@email.tuwien.ac.at

7th Int'l Symposium on Spatial Data Handling

12.-16. August 1996 in Delft, Niederlande
Informationen: Faculty of Geodetic Engineering, Delft University of Technology, P.O. Box 5030, 2600 GA Delft, Niederlande.

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

46. Photogrammetrische Woche

22.-26. September 1997 in Stuttgart
Informationen: Institut für Photogrammetrie der Universität Stuttgart, Keplerstraße 11, D-70174 Stuttgart, Tel. 0711/121-3201, Fax 0711/121-3297.

80. Deutscher Geodätentag/Intergeo

25.-28. September 1996 in Dresden
Informationen: Hinte-Messe, P.O. Box 2948, D-76016 Karlsruhe, Tel. 49 (721) 931 330, Fax 49 (721) 356 659

Eco-Inforna '96, Global Networks for Environmental Information

4.-7. November 1996, Lake Buena Vista, Florida, USA
Informationen (Europa): O. Hutzinger, Universität Bayreuth, Eco-Inforna, Jean Paul Str. 30, D-95444 Bayreuth, Tel. +49 921 55 22 54, Fax +49 921 546 26, E-mail: heidlore.fiedler@uni-bayreuth.de

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 6751, Fax +43 512 507 2910.

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

Fröhlich H.: Vermessungstechnische Handgriffe, Basiswissen für den Außendienst. 4. Auflage, 96 Seiten, DIN A5 Kart., Dümmler's Verlag, Bonn 1995. ISBN 3-427-79074-6.

Dieses Buch wendet sich an alle, die Vermessungen praktisch durchführen. Einer kurzen Beschreibung der prinzipiellen geodätischen Aufgabenstellungen folgt eine Vorstellung der vermessungstechnischen Instrumente. Dabei werden nur die mechanischen Bestandteile der Instrumente beschrieben, elektronische Geräte oder Geräteteile werden nicht dargestellt. Danach folgen Arbeitsanleitungen für die Tätigkeiten: Fluchten, Winkeln, Streckenmessung mit dem Maßband, Aufstellen von Stativen, Nivellement und Vermarkung von Vermessungspunkten.

Offensichtlich wendet sich dieses Buch in erster Linie die „klassischen Geometer“ und zwar insbesondere an die die Messung Ausführenden, wie Maßgehilfen und

Vermessungstechniker. Nichtsdestotrotz findet der mit modernster elektronischer Technologie arbeitende Geodät den einen oder anderen brauchbaren praktischen Tip und eine Erinnerung an die zum Teil schon im Aussterben begriffenen „alten“ Techniken der Geometer.

red

Fröhlich H., Grimm S.: Punktbestimmung mit GPS für Einsteiger. 62 Seiten, DIN A5 Kart., inkl. 3.5., Diskette mit Transformationssoftware, Dümmler's Verlag, Bonn 1995. ISBN 3-427-78231-X.

Dieses Buch beschreibt auf anschauliche, leicht verständliche Weise den Grundaufbau des NAVSTAR GPS, die Signalstruktur und die Positionierung mit GPS. Danach wird das Bezugssystem WGS 84 vorgestellt und der Begriff der ellipsoidischen Höhe erklärt.

Zum Schluß werden die mit den Programmen auf der Diskette möglichen Transformationen zwischen Bezugssystemen beschrieben. Diese Buch richtet sich vor allem an Einsteiger in das Thema GPS und da auch eher an Anwender, die keine geodätische Grundausbildung haben. Jemand, der bereits mit GPS zu tun hatte, oder über eine zeitgemäße geodätische Ausbildung verfügt, wird in diesem Band nichts Neues finden

red

Hennecke F., Müller G., Werner H. (Hrsg.): Handbuch Ingenieurvermessung, Band 7, Verkehrsbau – Straßenbau. 286 Seiten, Geb., Wichmann Verlag, Heidelberg 1995. ISBN 3-87907-241-8.

Dieses Buch stellt die Zusammenhänge bei der Vermessung, dem Entwurf und der Absteckung von Straßen unter Beachtung der deutschen Richtlinien und Vorschriften dar. Begonnen wird mit den Anforderungen an die Verfahren und die Herstellung von Vermessungsunterlagen für den Entwurf von Straßen. Danach folgt ein Kapitel über Planung und Entwurf von Straßenverkehrsanlagen und in weiterer Folge die graphische Entwurfsbearbeitung. Nach den Grundlagen für die Berechnung der Trassegeometrie und der Absteckdaten, sowie der rechnergestützten Straßenplanung und Schnittstellen zur Vermessung, beendet ein Kapitel über die Honorarermittlung auf Basis der deutschen Honorarordnung für Architekten und Ingenieure dieses Buch.

Der Leser findet in diesem Band keine spezielle Darstellung von geodätischen Verfahren, sondern Hinweise auf die für Straßenbauprojekte anzuwendenden Methoden und Vorschriften. Für den Geodäten ist damit die Schnittstelle zur Gedanken- und Sprachwelt der Straßenbauingenieure gegeben. Der Teil über rechnergestützte Straßenplanung ist sehr umfangreich und stellt verschiedene Softwaresysteme vergleichend vor. Das Kapitel über die Honorarermittlung wird für den österreichischen Leser nicht direkt anwendbar und nur von vergleichendem Interesse sein.

red

Oldemeier, R.: Geographische Positionen von Johannes Gigas im Vergleich mit namhaften Autoren. Sonderdruck aus Lippische Mitteilungen aus Geschichte und Landeskunde. 63. Band, 1994.

Reinhard Oldemeier hat sich der mühevollen, aber sehr interessanten Aufgabe unterzogen, acht Quellen über Angaben der geographischen Längen- und Breitenbestimmung zu vergleichen. Diese acht Quellen betreffen, Stöffler Johannes (1524), Gigas Johannes (1615), Kepler Johannes (1627), Varenius Bernhard (1650), Riccioli Battista (1672), Doppelmayr Gabriel (1700), Astronomisches Jahrbuch (1799) und Physikalisches Wörterbuch (1844).

Im besonderen weist der Autor auf Gigas Johannes (1582–1637) hin, der 1607 am Lehrstuhl für Medizin und Mathematik an der Hohen Schule in Steinfurt (Münsterland) tätig war. Die tabellarische Aufzeichnung der Längen- und Breitenunterschiede von einer Vielzahl von Orten brachte auch eine ständige Verbesserung

der Atlaskarten. Parallel zur Verbesserung der Ortsdaten gehen Beobachtungsmethoden und neu erdachte Instrumente chronologisch mit.

Die als Sonderdruck aus den Lippischen Mitteilungen (63. Band, 1994) von Reinhard Oldemeier erschienene Arbeit ist wiederum ein wertvoller Mosaikstein im Bereich der historischen Kartographie. Mögen dieser Arbeit noch viele weitere folgen.

Franz Allmer

Fritsch D., Hobbie D.: Photogrammetric Week '95. Wichmann Verlag; 353 Seiten, ISBN 3-87907-277-9.

Auch die letztjährige „Photogrammetrische Woche“, die vom 11.–15. September 1995 in Stuttgart stattfand, stand im Zeichen von aktuellen photogrammetrischen Themenkreisen der Datengewinnung und deren Einbindung in Geographische Informationssysteme. Das vorliegende Buch zeigt die schriftliche Fassung der Vorträge und ist in drei großen Bereiche Photogrammetrie und Fernerkundung, Digitale Aerotriangulation und Dreidimensionale Geographische Informationssysteme gegliedert.

Direkte digitale photogrammetrische Bildgewinnung scheint derzeit trotz intensiver Forschungen wegen der anfallenden Datenmengen ein Flaschenhals bei der Informationsgewinnung zu sein. Daher wird das Scannen analoger Bilder bis Anfang des nächsten Jahrtausends weiterhin ein Ziel für Verbesserungen bleiben. Digitale Informationsgewinnung aus Satellitendaten ist ohne analog/digital Wandlung zwar Stand der Technik, wird jedoch weiterhin Gegenstand von Untersuchungen und Forschung bleiben. Mit dem Aufkommen von leistungsfähigen digitalen photogrammetrischen Workstations wurde die digitale Aerotriangulation nicht nur möglich gemacht, sondern kann auch automatisch gelöst werden. Die Beiträge in diesem Buch betrachten interaktive Methoden und verschiedene Grade der Automatisierung.

Die Führung dreidimensionaler Objekte ist heute in GIS-Systemen nicht selbstverständlich. Die Photogrammetrie könnte hier ein Antriebsmotor sein, digitale Objekte und Geländemodelle zu erzeugen. Visualisierung und Präsentation dreidimensionaler Topographie in Geographischen Informationssystemen ist ebenfalls Bestandteil dieses Bandes. Beiträge zu diesem Thema findet man in diesem Buch im dritten Abschnitt.

Dem Leser wird in diesem Buch einerseits der letzte Stand der Entwicklung, zukünftige Entwicklungstendenzen, aber auch praktische Einsätze der Photogrammetrie und Fernerkundung präsentiert. Bis auf wenige Ausnahmen sind alle Beiträge in englischer Sprache verfaßt. In Anbetracht der Aktualität und dem Informationsgehalt der Beiträge kann dieses Buch jedem Interessierten wärmstens empfohlen werden.

Valentin Grohsnegger

Dörflinger J., Hühnel H., Kretschmer I.: Atlantes Austriaci. Österreichische Atlanten; Band 1 (1561–1918), 1. Teilband und 2. Teilband, Band 2 (1919–1994), kommentierter Katalog der österreichischen Atlanten von

1561-1994, Verlag Böhlau, Wien-Köln-Weimar 1995, ISBN 3-205-98369-6.

Die „Atlantes Austriaci“ enthalten die gesamte Atlasproduktion auf dem Gebiet der österreichischen Reichshälfte von Österreich-Ungarn in Form eines kommentierten Kataloges. Jeder erschienene oder hergestellte Atlas vom späten 16. Jahrhundert bis zum Jahr 1994 ist nach seinem Inhalt detailliert aufgeschlüsselt und mit einem Kommentar versehen. Die insgesamt mehr als 1600 angeführten Titel verteilen sich auf Weltatlanten, Regionalatlanten, Schulatlanten, Historische Atlanten und sonstige thematische- und fachspezifi-

sche Atlanten. Nach dem Zweiten Weltkrieg kommen Luftbild- und Satellitenbildatlanten als neue Atlantypen hinzu. Neben den zahlenmäßig überwiegend deutschsprachigen Werken, erschienen auch vornehmlich in der Zeit vor dem Ersten Weltkrieg Atlanten in mehr als einem Dutzend anderer Sprachen.

Dieser in drei Bänden vorliegende, sehr umfangreiche und ausführlich kommentierte Katalog, ermöglicht dem interessierten Benutzer mittels chronologischer Listen und Register ein rasches Auffinden einzelner Werke und gibt ihm kompetente Auskunft über deren Inhalt.

Helmut Zierhut

Zeitschriftenschau

AVN – Allgemeine Vermessungsnachrichten

Heft 10/95: *Schnädelbach, K.:* Zur Ausgleichung von GPS-Beobachtungen im System ebener konformer Koordinaten. *Klump, R.:* Eine Kombination von GPS-Messungen der Empfänger Leica System 200 und Trimble 4000 SSE. *Meisenheimer, H.D.:* Prüfung und Untersuchung der EDM-Totalstation Nikon DTM 300. *Grafarend, E.W., Syffus, R., You, R.J.:* Projective heights in geometry and gravity space.

Heft 11–12/95: *Hirsch, O.:* Schwerefestpunktfeld für das Land Berlin, *Aksoy, A., Bautsch, P., Hirsch, O.:* Geodätische Messungen in der Nordanatolischen Verwerfungszone. *Ziegler, C.:* Ein Positionierungssystem für statische und kinematische Anwendungen im Nahbereich. *Dippold, R.:* Zur Verkehrswertermittlung von Mietwohngrundstücken in den neuen Bundesländern. *Mittermayer, E.:* Direkte Transformationen zu den geodätischen Kugelkoordinaten/Sphärische Meridiankonvergenz. *Leismann, M.:* CADdy in der Geodäsieausbildung – Freud und Leid eines CADdy-Anwenders.

DVW – Mitteilungsblatt Landesverein Bayern

Heft 3/95: *Schilcher, M.:* Technologiewandel im Vermessungswesen durch Geoinformationssysteme. *Magel, H.:* Das bewährte Alte erhalten, das gute Neue schaffen – Dorf- und Landentwicklung in Europa. *Frankenberger, J.:* Verwaltungsmodernisierung – Herausforderung für Personalmanagement und I & K-Einsatz. *Simmerding, F.:* Salz macht Geschichte – Vermessungskundliche Aspekte in der Salzgeschichte. *Jahnke, P., Rill, L.:* Dorf- und Flurentwicklung gehören zusammen – Aufgaben, Beispiele, Ausblicke. *Kersting, N.:* Von der Digitalen Flurkarte zum Kommunalen Informationssystem. *Pögl, F.:* Geodaten als Grundlage kommunaler Planungsvorhaben, aufgezeigt am Beispiel der Stadt Ingolstadt. *Gedon, R.:* Digitales Nivellement am Bayerischen Landesvermessungsamt.

GIS – Geo-Informationssysteme

Heft 5/95: *Bieberstein, K., Kranz, K.:* Das Forstliche Geographische Informationssystem Sachsens. *Schiermeier, R.:* Aufbau eines Informationssystems für Forst-

zwecke in Bayern am Beispiel Fichtelgebirge. *Sagischewski, H., Faber, L., Kenneweg, H., Schardt, M.:* Einsatz eines Waldinformationssystems für den niedersächsischen Harz. *Dahm, S., Saborowski, J., Akca, A.:* Kostengünstiges Alternativkonzept für eine Flächen-schätzung mit Hilfe von Satellitenaufzeichnungen im Rahmen der Bundeswaldinventur.

GIM – International Journal of Geomatics

Heft 10/95: *Schenk, T.:* Digital Photogrammetric Workstations – The Photogrammetrist's New Tool. *Kirwan, R.:* Resurveying Ireland – Experiences with Digital Photogrammetry. *Schram, M.:* IRSELCAD – Remote Sensing Data for Cadastral Land Consolidation. *Höhle, J.:* Progress in Photogrammetry – A View from Scandinavia. *Jonge, P., Tiberius, C.:* Introduction to GPS Surveying (Part 4). *Knabenschuh, M.:* Radiometric Correction of Orthophoto Data.

Heft 11/95: *Hansen, L.:* A Cadastre Model for Moscow. *Meyere, J.:* Cadastral Reform in Argentina – An Opportunity for System Development. *Vossen, P.:* Land Information with Remote Sensing in Europe: The MARS Project. *Chung San Han:* Airborne Laser Scanning for Elevation Mapping. *Tarleton, J.:* GI in Hydrocarbon Exploration and Production. *Beser, J., Haunschild, M.:* Advantages of Integrated GPS/GLONASS Operations.

Heft 12/95: *Trinder, J., Fraser, C.:* „Geomatics“ – Surveying into the 21st Century. *Dann, J.W.:* Unique Challenges for GIS Technology in Africa. *Rizos, Ch., Subari, M.:* Weighing Costs and Profits of GPS Systems. *Toth, C.:* Mapping with a Mobile Image Acquisition System. *Mücher, C., Nienwenhuis, G.:* Monitoring Land Cover on a European Scale.

Heft 1/96: *Trinder, J., Donnelly, B.:* Digital Photogrammetry. What It Can Do and How It Will Affect the Future of Photogrammetry. *Simmons, G.:* Orthophotos for Engineering Applications. *A Nwosu, Z.:* Digital Versus Analytical. *Halsema, E., Hanssen, R.:* Radar Interferometry. *Bekkhus, R.:* Digital Mapping in Indonesia. *Sydow, V.:* European Topic Centre on Land Cover.

KN – Kartographische Nachrichten

Heft 5/95: *Endrullis, M. et al.:* Sammlung und Zusammenführung von Verwaltungsgrenzen-Datensätzen der Bundesrepublik Deutschland. *Großer, K., Koch, W.G.:* Eine Befragung zur Nutzung von Flächenkartogrammen und Signaturenkartogrammen. *Mischke, A.:* Die kartographische Darstellung von Isolinien an Unstetigkeitsstellen.

Heft 6/95: *Magyar, M.:* Die Wahrnehmbarkeit von Größenunterschieden geometrischer Signaturenformen – Eine grundlagenorientierte kartographische Wahrnehmungsstudie. *Wirth, K.:* Stadtplanwerk Ruhrgebiet, ein Stadtkartenwerk im Umbruch. *Meier, S., Bethge, F.:* Rechnergestützte Kartometrie. Neue Anforderungen – Neue Formeln.

NÖV – Nachrichten aus dem öffentlichen Vermessungsdienst Nordrhein-Westfalen

Heft 2/95: *Mattiseck:* Zusammenarbeit der Flurbereinigungs- und der Katasterverwaltung in Nordrhein-Westfalen. *Jäger, Rath, Fehres:* Konzept des digitalen Datenaustausches zwischen der Flurbereinigungs- und der Katasterverwaltung. *Rath:* Erweiterung des Programmes FLEDBS. *Jäger, Rath:* Zukünftiger Ablauf der Flurbereinigungsübernahme. *Fehres:* Auswirkungen des digitalen Datenaustausches auf die Flurbereinigungsverwaltung. *Thomas:* Zur Umorganisation der Flurbereinigungsverwaltung des Landes Nordrhein-Westfalen. *Mischke:* Fortführungsmöglichkeiten für das Digitale Landschaftsmodell (DLM 25). *Tipke, Wrage:* Vierte Verordnung zur Durchführung des VermKatG NW – Die Katasterdatenübermittlungs VO – (LiKaDÜV NW). *Grundmann, Mattiseck:* Erneuerung der Katasterkarten im Libanon – Ein Projekt der Weltbank.

Heft 3/95: *Vickus, G.:* Die Expertensystemtechnik und Fuzzy-Logik. *Spata, M.:* Neue Übersichtskarten der trigonometrischen Grundlagen des Katasterkartenwerks in Nordrhein-Westfalen. *Sager, B.:* Zur Weiterentwicklung des Programmsystems KATRIN in den Jahren 1986 bis 1993. *Schönenberg, K.P.:* Sicherheitsvorschriften und Unfallverhütung für den vermessungstechnischen Außendienst beim Landesvermessungssamt Nordrhein-Westfalen. *Wrage, W.:* Nutzungsarten-erlaß 1995. Neue Nutzungsarten im Liegenschaftskataster.

P & R – Photogrammetry & Remote Sensing

Heft 5/95: *Foody, G.M.:* Cross-entropy for the evaluation of the accuracy of a fuzzy land cover classification with fuzzy ground data. *Mason, S.:* Expert system-based design of close-range photogrammetric networks. *Sharma, S.A., Bhatt, H.P., Ajai:* Oilseed crop discrimination: selection of optimum bands and role of middle infrared. *Ulbricht, K.A., Teotia, H.S., Heckendorf, W.D., Civco, D.L.:* International scientific cooperation: application of remote sensing for development purposes.

Heft 6/95: *Walker, A.S., Miller, S.B.:* In memoriam Uki Helava: guest editorial. *Blachut, T.J.:* Uuno Vilho Helava at the National Research Council of Canada from De-

cember 1953 to September 1965. *Colla, A.M.:* Uuno Vilho Helava at Ottico Meccanica Italiana in Rome, Italy. *Miller, S.B., Seymou, R.H.:* Uuno Vilho Helava contributes to photogrammetry in the United States. *Tait, D.A.:* The published work of U.V.Helava.

VPK – Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik

Heft 10/95: *Klöti, Th.:* Die Landtafel des Standes Luzern aus der Werkstatt der Malerfamilie Wägmann. *Martig, P.:* Bernische Grenz- und Gewässerpläne. *Scherstenleib, U.:* Schulkartograph Johann Sebastian Gerster – eine Erinnerung. *Dürst, A.:* Das Projekt einer Sammlung von nachgebauten historischen Vermessungsinstrumenten – Die Zürcher Instrumentenbauer des frühen 17. Jahrhunderts.

Heft 12/95: *Kofmel, P.:* Die Dienstleistungen des Geometers im Zeitalter der Telekommunikation. *Falk, I.:* Chancen der privaten Vermessung – Gedanken aus ost- bzw. gesamtdeutscher Sicht zum volkswirtschaftlichen Nutzen der Amtlichen Vermessung. *Ebneter, F.:* Vermessung Alp Transit – Verfahren zur Wahl der Vermessungsfirmen für die neuen Eisenbahn-Alpentransversalen am Gotthard und Lötschberg. *Seiler, Ch., Vonder Mühl, N.:* Qualitätssicherung von DXF-Daten.

ZfV – Zeitschrift für Vermessungswesen

Heft 9/95: *Galas, R., Reigber, Chr., Baustert, G.:* Permanent betriebene GPS Stationen. *Gendt, G., Dick, G., Reigber, Chr.:* Das IGS-Analysezentrum am GFZ Potsdam: Verarbeitungssystem und Ergebnisse. *Klotz, J., Angermann, D., Reinking, J.:* Großräumige GPS-Netze zur Bestimmung der rezenten Kinematik der Erde. *Hehl, K., Xu, G.:* Nutzung von GPS für die Fluggravimetrie am GFZ.

Heft 10/95: *Caspary, W., Chen, G.P.:* Identifikation stochastischer Prozesse bei Vorhandensein grober Meßfehler – Teil I: AR(p)- und MA(q)-Modelle. *Boljen, J.:* Ein Vorschlag zur Einführung des ETRS89 als neues amtliches Bezugssystem. *Finsterwalder, R.:* Punktbestimmung durch Winkelmessung auf Linien einer Ebene. *Höpfner, J.:* Saisonale atmosphärische und nichtatmosphärische Polbewegungsanteile. *Grafarend, E.W., You, R.J.:* The Newton form of a geodesic in Maupertuis gauge on the sphere and the biaxial ellipsoid – Part two.

Heft 11/95: *Lucht, H.:* Unser Umgang mit dem Grund und Boden – Lebensräume erfassen, werten und gestalten. *Schmidt, H.:* Meßabweichungen, Korrelationen und Meßunsicherheit. *Caspary, W., Chen, G.P.:* Identifikation stochastischer Prozesse bei Vorhandensein grober Meßfehler – Teil II: ARMA (p,q)-Modelle. *Kampmann, G., Krause, B.:* Über die Äquivalenz von Lp-Norm Minimierung und Maximum-Likelihood Methode. *Mittermayer, E.:* Zum Beitrag „Die Gaußschen Koordinaten in sphärischer und ellipsoidischer Approximation“.

**ZPF – Zeitschrift für Photogrammetrie und Fern-
erkundung**

Heft 3/95: *Bähr, H.P.:* Gottfried Konecny – Leben und Werk. *Ackermann, F.:* Digitale Photogrammetrie – Ein Paradigma-Sprung. *Schickler, W.:* Ein operationelles Verfahren zur automatischen inneren Orientierung von Luftbildern. *Wang, Y.:* Ein neues Verfahren zur automatischen gegenseitigen Orientierung der digitalen Bilder. *Gülch, E.:* From control points to control structures for absolute orientation and aerial triangulation in digital

photogrammetry. *Schenk, T.:* Zur automatischen Aero-triangulation.

Heft 5/95: *Brandstätter, G.:* On a Most Uncomplicated Method of Projective Normal Case Transformation. *Vögtle, T., Schilling, K.-J.:* Wissensbasierte Extraktion von Siedlungsbereichen in der Satellitenbildanalyse. *Vogl, W., Martienssen, T.:* Einsatz der digitalen Nahbereichsphotogrammetrie für kinematische Messungen bei bodenmechanischen Modellversuchen.

PHOTOGRAMMETRISCHER AUSWERTER

Mit Erfahrung in analytischer Auswertung (Planicom) bietet nach Bedarf die Hilfe bei Arbeit (Teilzeit im Jahr).

Weitere Informationen und Angebote per Telefon: 0038/51313588 oder 0038/551796034, Kroatien.



XVIII ISPRS-Kongreß

Wien, 9.-19. Juli 1996

**Bildmessung
Und**

räumliche Informationssysteme

Die **Internationale Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung (ISPRS)** lädt Sie zu ihrem XVIII Großkongreß nach Wien ein. Gastgeber ist die Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation. Behandelt werden die Gebiete

Photogrammetrie, Fernerkundung Geo-Informationssysteme, Vision Sciences und verwandte Bereiche

Programmübersicht:

⇒ **9. Juli, abends:**

Eröffnungszereemonie im Festsaal des ehemaligen Kaiserpalastes, der **Hofburg**. Festvortrag von Prof. Gottfried Konecny.

Das Johann-Strauß-Orchester spielt Wiener Musik. Es tanzen Mitglieder des Wiener Staatsopernballets.

⇒ **8. und 9. Juli:**

10 Tutorials (ganztags und halbtags)

⇒ **Ab 10. Juli im Austria Center Vienna:**

11 "Highlight" Vorträge;

81 Technische Sitzungen (Vorträge hauptsächlich in Englisch);

32 Interaktive Poster-Sitzungen (mit kurzer mündlicher Einführung)

⇒ **12. und 13. Juli:**

11 Sondersitzungen, fachübergreifend und verwandte Gebiete betreffend (AARS, CIPA, EARSel, IUSM, OEEPE, UN-AARSE, UN-Themen)

⇒ **Vom 15. bis 19. Juli:**

Große Firmenausstellung, Ausstellung der ISPRS-Mitglieder und wissenschaftliche Ausstellung

Fachbesichtigungen, attraktives Rahmenprogramm, Wochenendausflüge und Vor- und Nachkongreßreisen, umfangreiches Programm für Begleitpersonen

**Der Kongreß-Direktor
Karl Kraus**

Information und Anmeldung:

MONDIAL Congress

ISPRS'96

Faulmanngasse 4

A-1040 Wien, Österreich

Hinweis:

Im **World Wide Web** sind Informationen über den Kongreß an folgender Adresse abrufbar:

<http://www.ipf.tuwien.ac.at/isprs.html>

Tel: +43 1 58804 0

Fax: +43 1 5869 185

Email: congress@mondial.via.at

Redaktionsschluß

für die nächste Ausgabe der VGI (Heft 2/1996)
anlässlich des XVIII. ISPRS-Kongresses in Wien mit dem Schwerpunktthema
„Photogrammetrie und Fernerkundung in Österreich“
ist
Mittwoch, der 15. Mai 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 Hochwartner, 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) 4069992.

Redaktionsbeirat: O.Univ.-Prof. Dr. K. Bretterbauer, o.Univ.-Prof. Dr. K. Kraus, o.Univ.-Prof. Dr. W. Pillewizer, 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, Steyrer Gasse 30, 8010 Graz, HR Dr. J. Bernhard, BEV, Krotenthallergasse 3, 1080 Wien, Dipl.-Ing. M. Eckharter, Friedrichstraße 6, 1010 Wien, HR Dipl.-Ing. K. Haas, Lothringerstraße 14, 1030 Wien, Präsident 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 Hefte). Auflage: 1500 Stück.

Abonnement: Nur jahrgangsweise möglich. Ein Abonnement gilt automatisch um ein Jahr verlängert, sofern nicht bis zum 1.12. des laufenden Jahres eine Kündi-

gung 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-3580 Horn, Wiener Straße 80.

Offenlegung gem. § 25 Mediengesetz

Medieninhaber: Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation (ÖVG), Schiffamtsgasse 1-3, 1025 Wien zur Gänze.

Aufgabe der Gesellschaft: gem. § 1 Abs. 1 der Statuten (gen. mit Bescheid der Sicherheitsdirektion Wien vom 17.2.1986, Zi. I-SD/264-BVP/86): a) die Vertretung der fachlichen Belange der Vermessung und Geoinformation sowie der Photogrammetrie und Fernerkundung auf allen Gebieten der wissenschaftlichen Forschung und der praktischen Anwendung, b) die Vertretung der Standesinteressen aller Angehörigen des Berufsstandes, c) die Förderung der Zusammenarbeit zwischen den Kollegen der Wissenschaft, des öffentlichen Dienstes, der freien Berufe und der Wirtschaft, d) die Herausgabe einer Zeitschrift: Österreichische Zeitschrift für Vermessung & Geoinformation (VGI).

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

DGM

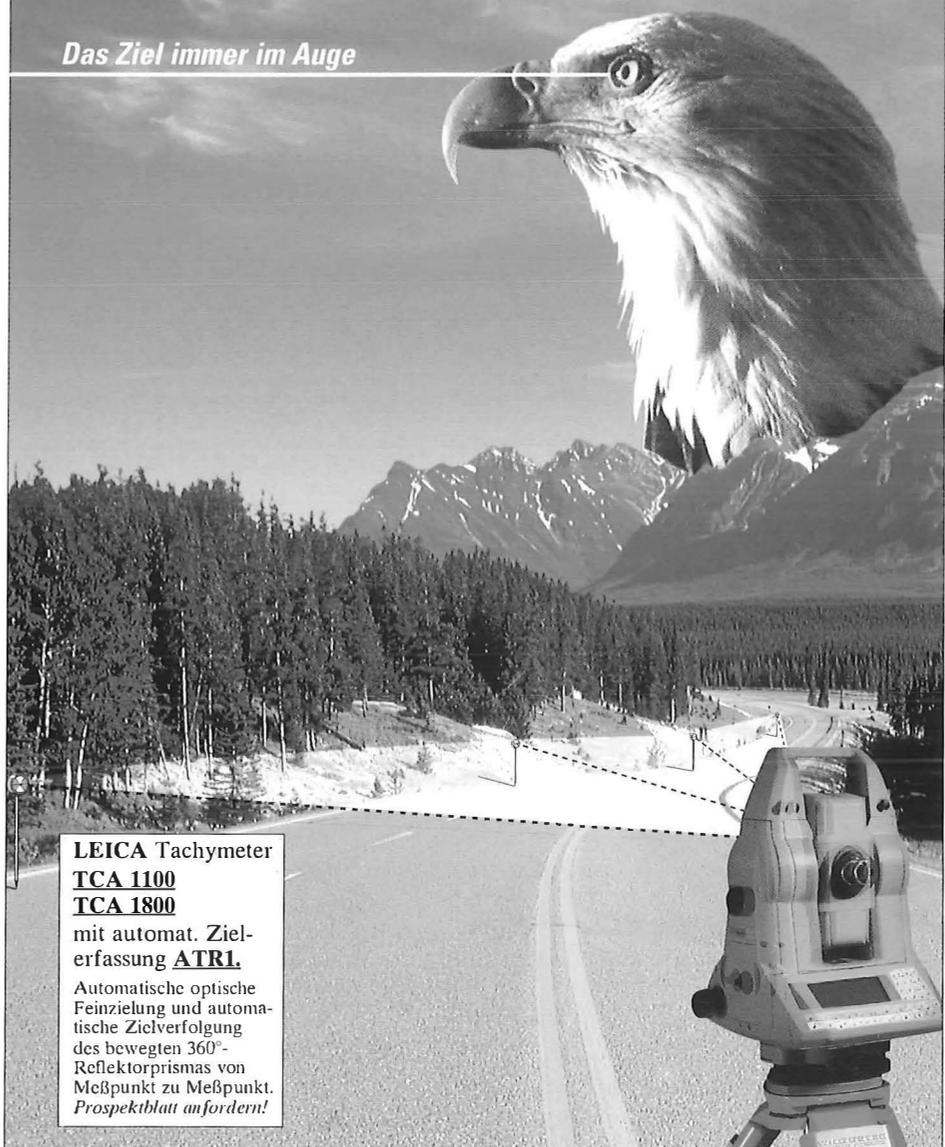
TM

KM

BE - Ihr Partner
V

Neu! ATR1 Automatische Zielerfassung

Das Ziel immer im Auge



LEICA Tachymeter

TCA 1100

TCA 1800

mit automat. Zielerfassung **ATR1**.

Automatische optische Feinzielung und automatische Zielverfolgung des bewegten 360°-Reflektorprismas von Meßpunkt zu Meßpunkt.
Prospektblatt anfordern!



r+a rost

Leica

1150 Wien, Märzstraße 7, Tel. (0222) 981 22-0, Fax (0222) 981 22-50