

VGI

Österreichische Zeitschrift für VERMESSUNG & GEOINFORMATION

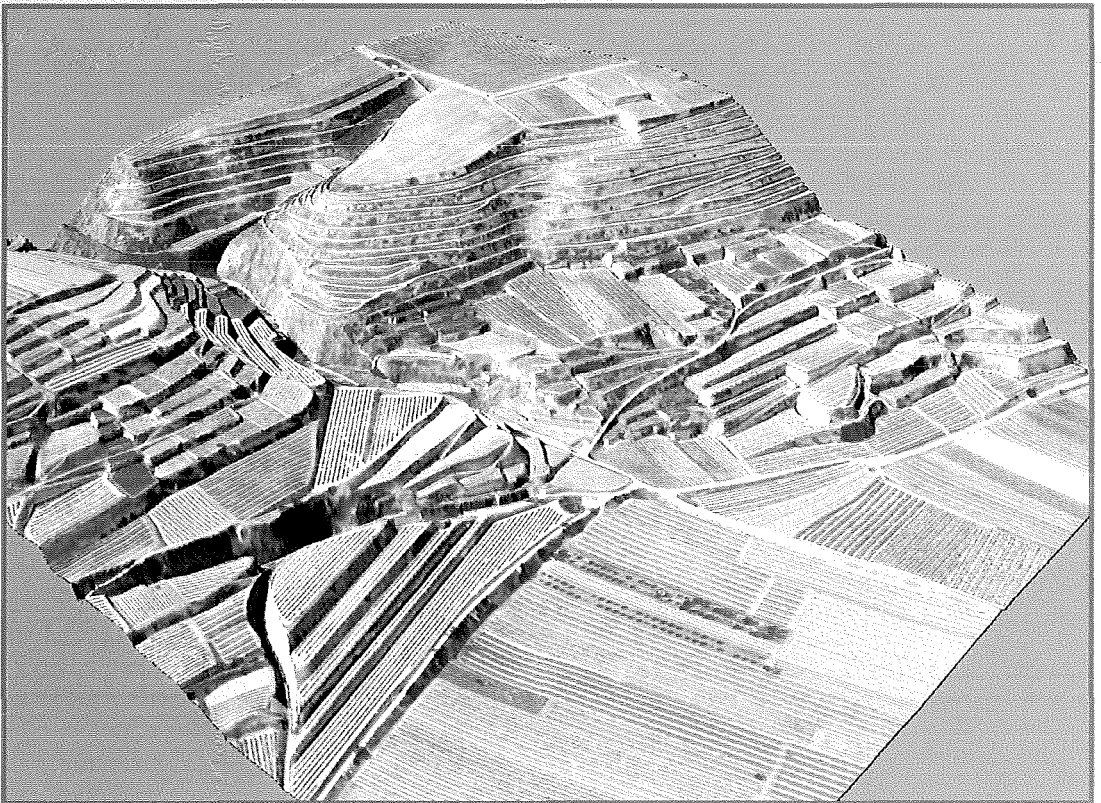
91. Jahrgang 2003

Heft 3/2003

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

A-1025 Wien, Schiffamtsgasse 1-3

Österreichische Post AG
Info.Mail Entgelt bezahlt



Die neue Generation des digitalen Geländemodells von Österreich

Metro Delhi - Projektmanagement in der Ingenieurgeodäsie

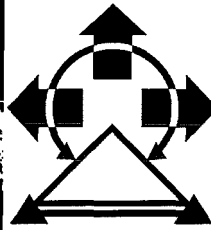
Gebrauchsformeln für die UTM-Projektion nach Krüger

Das russische System der Landadministrierung im Vergleich
zum österreichischen System

Sensitivitätsanalyse beim Ausgleich von Messdaten

Netzwerk-Voronoi-Diagramme





Semesterprogramm Sommer 2004

- Mittwoch,
10. März 2004, 18¹⁵ Uhr "Das WIENSTROM Echtzeitpositionierungssystem"
Vermessung mit einem permanenten DGNSS-Referenzstationsnetzwerk
Dipl.-Ing. Christian KLUG
WIENSTROM GmbH, Digitales Grundplanwerk, NTDG
- Mittwoch,
28. April 2004, 18¹⁵ Uhr "Aktuelle Trends und Entwicklungen in der Vortriebs- und Kontrollvermessung im Hohlraumbau" sowie
"Der Einsatz von Laserscanning und Photogrammetrie für die 3D-Dokumentation des urbanen Straßenraumes"
Dipl. Ing. Gerald POLLAK
Dipl. Ing. Dr. Gerald FORKERT
Geodata ZT GmbH, Leoben - Wien
- ab 15 Uhr
Firmenpräsentation im Seminarraum des Instituts
- Mittwoch,
26. Mai 2004, 18¹⁵ Uhr "Die Realisierung des terrestrischen Referenzsystems durch die Dienste der Internationalen Assoziation für Geodäsie"
Hon.-Prof. Dr.-Ing. Hermann DREWES
Direktor des deutschen Geodätischen Forschungsinstitutes München
- Mittwoch,
23. Juni 2004, 18¹⁵ Uhr "Aktive Fernerkundungsverfahren"
Prinzipien, Synergien und Zukunftsaussichten
Prof. Dr. Wolfgang WAGNER
Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU Wien

Schriftleiter: Dipl.-Ing. Wolfgang Gold
Stellvertreter: Dipl.-Ing. Stefan Klotz
Dipl.-Ing. Ernst Zahn
A-1025 Wien, Schiffamtsgasse 1–3

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

INHALT

	Seite
<i>M. Franzen, G. Mandlbauer:</i> Die neue Generation des digitalen Geländemodells von Österreich	154
<i>K. Bretterbauer:</i> Gebrauchsformeln für die UTM-Projektion nach Krüger	163
<i>M. Graf, St. Winter:</i> Netzwerk-Voronoi-Diagramme	166
<i>H. Späth:</i> Sensitivitätsanalyse beim Ausgleich von Messdaten mit einer Geraden bzw. einer Exponentialfunktion	175
<i>A. Prader, G. Muhr:</i> Metro Delhi – Projektmanagement in der Ingenieurgeodäsie	178
<i>O. Kuzyakina:</i> Das russische System der Landadministrierung – im Vergleich zum österreichischen System	194
Dissertationen und Diplomarbeiten	197
Recht und Gesetz	200
Mitteilungen und Tagungsberichte	209
Veranstaltungskalender	211
Persönliches	212
Impressum	216

Titelbild: Abbildung 8 „Perspektivansicht des neuen DGMs auf Basis eines digitalen Orthophotos“ aus dem Hauptartikel M. Franzen, G. Mandlbauer: Die neue Generation des digitalen Geländemodells von Österreich



Die neue Generation des digitalen Geländemodells von Österreich

Michael Franzen und Gottfried Mandlbürger, Wien

Zusammenfassung

Im Jahr 1976 begann im BEV die Datenerfassung eines ersten flächendeckenden digitalen Geländemodells (DGM) mit photogrammetrischen Methoden. Anlass war der Einstieg Österreichs in die Orthophotoproduktion und der damit verbundene Bedarf an Höheninformation. Der vorliegende Beitrag soll einen kurzen Streifzug durch die Entwicklung der Erfassungs- und Verwaltungsmethoden zu einem hochauflösenden DGM mit universellen Anwendungsmöglichkeiten bieten und die fruchtbringende Zusammenarbeit zwischen Forschung und Verwaltung am Beispiel der beteiligten Institutionen demonstrieren.

Abstract

In 1976 data acquisition for a countywide Digital Terrain Model (DTM) based on Photogrammetry has started at the BEV. With the introduction of orthophotos also height information was needed. In this paper a short summary of the development of acquisition methods and the administration of high resolution DTM with universal applications is presented. Furthermore the fruitful collaboration of the institutions involved is a good example for the co-operation between research and administration.

1. Rückblick

Die Geschichte der photogrammetrischen Datenerfassung für ein DGM von Österreich reicht bis ins Jahr 1976 zurück. Am Kongress der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie (ISP) in Helsinki wurde damals der Prototyp des Wild Avioplan OR1 (Orthophotoprojektor) der Öffentlichkeit vorgestellt. Beim OR1 wurde die Entzerrung von Luftbildern mit elektronischer Steuerung optischer Elemente (Dove-Prisma und Zoom-Einrichtung) gelöst. Der Bildinhalt wurde optisch übertragen. Die Daten zur Steuerung der optischen Elemente waren aus der Geländehöheninformation abzuleiten. Die Software war noch zu entwickeln und mit Daten aus der Praxis zu testen. Die „Gewinner“ dieses Wettrenns waren zwei österreichische Institutionen: das Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU-Wien (I.P.F.) und das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV). Das I.P.F. war für die Softwareentwicklung und Empfehlungen für die Methoden der Datenerfassung verantwortlich, das BEV verpflichtete sich zur Bereitstellung der erforderlichen Geländehöhendaten und sorgte für den Betrieb des Prototypen, der direkt vom Kongressort nach Wien transportiert wurde. Damit war der Grundstein für ein photogrammetrisches Geländemodell von Österreich gelegt.

1.1. Datenerfassung

In der Folge wurden im BEV auf Basis der neuen Gegebenheiten ganze Produktionszweige

neu strukturiert. Ausgehend vom neuen Blattschnitt der Österreichischen Luftbildkarte (ÖLK) wurden fortan Bildflüge nach diesem Blattschnittsystem durchgeführt. Ziel war es, ein Blatt der ÖLK durch zwei photogrammetrische Modelle zu decken, um optimale Voraussetzungen für die Orthophotoproduktion zu bekommen: ein zentrales Bild für das Orthophoto, zwei Bilder am Rand für die Stereoauswertung (Abbildung 1).

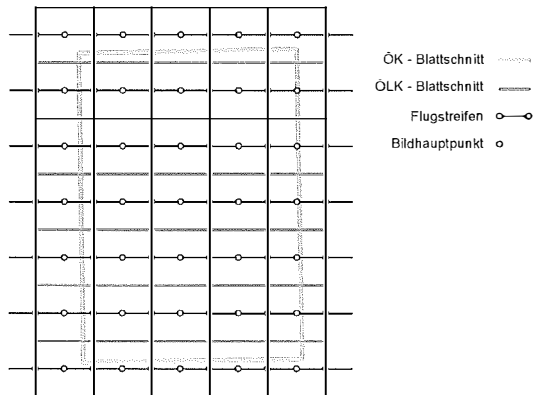


Abb. 1: Bildflug im Blattschnitt

Aus diesen Parametern ergab sich ein mittlerer Bildmaßstab 1:30.000 und eine konstante Basislänge von 2,5 km. Nach diesen Vorgaben wurden daraufhin alle Flüge zur Neuaufnahme oder Fortführung der ÖK 50 durchgeführt. Im weiteren Verarbeitungsprozess erfolgte die Aerotriangulation unabhängiger Modelle kombiniert mit der

Datenerfassung des DGM an anlagen Auswertegeräten (Wild A7 und A8). Diese erfolgte durch Registrierung paralleler Profile mit konstantem Wegintervall, wobei der Profilabstand in Abstimmung mit der Topographie ÖLK-weise festgelegt wurde. Dadurch ergab sich eine Datendichte (ausgedrückt als Abstand der benachbarten Punkte) zwischen 30 m im Gebirge und 160 m im Flachland. In der letzten Phase der ersten Flächendeckung wurden – aufgrund der über das Orthophoto hinaus gestiegenen technischen Anforderungen an das DGM – auch Strukturelemente (Kanten, Strukturlinien und Extremwerte) erfasst. Mitte 1988 konnte diese erste Phase der Datenerfassung abgeschlossen werden.

1.2. Datenverwaltung

Parallel zur Datenerfassung und Softwareentwicklung für den Avioplan OR1 wurden am I.P.F. sehr früh an einem Konzept für die Verwaltung landesweiter Höhendaten gearbeitet. Grund dafür war die Forderung, dass Orthophotos nicht nur einmal aus den ursprünglichen Modelldaten und Bildern zu berechnen sind, sondern im Falle einer zyklischen Befliegung die Entzerrung eines beliebigen Luftbildes mit den vorhandenen Höhendaten möglich sein soll. Der entsprechende

Prototyp eines Verwaltungssystems wurde 1980 in einem Probetrieb beim BEV installiert.

Nach einer durchgreifenden Test- und Aufbauphase wurde dieses Verwaltungssystem, das Programmsystem TOPIAS (Topographische Informations- und Archivierungssoftware), 1984 in die Produktion übernommen. Kern dieses Systems bildete ein Metadatenkatalog für Bildflüge und photogrammetrische Projekte (Passpunkte und Höhendaten), über den Abfragen und Selektionen verfügbarer Daten möglich waren. Ebenso integriert wurde die Berechnung der Steuerdaten für den OR1 aber auch der Export von interpolierten Rasterdaten aus dem DGM. Die Installation erfolgte am Host des Bundesrechenzentrums, da zu diesem Zeitpunkt nur dort die Verwaltung der für damalige Zeiten enormen Datenmenge in Kombination mit einem Massenspeicher möglich war. Die Führung des Systems erfolgte über Datenfernverarbeitung (Metadaten, Import / Export und Start der Berechnung von Folgeprodukten) bzw. über Datenträger (DGM Auswertungsergebnisse).

1.3. Erste grobe Qualitätskontrolle

Als die Orthophotoproduktion in größerem Umfang angelaufen war, zeigten sich auch bald

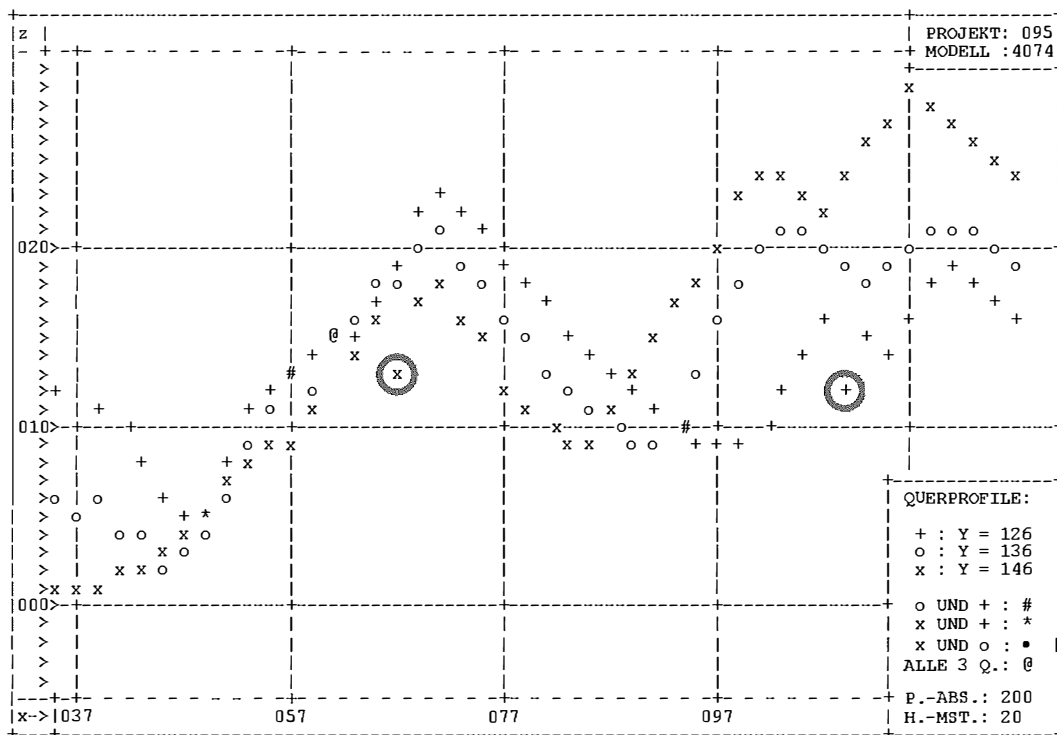


Abb. 2: Querprofile für die Qualitätsprüfung

Probleme in den Ausgangsdaten. Durch die Erfassung der Profildaten in relativ orientierten Modellen war keine Möglichkeit der Kontrolle während der Auswertung gegeben. Auf der einen Seite war durch die dynamische Datenerfassung die Gefahr systematischer Scanfehler gegeben – ein Profil bergauf ist grundsätzlich zu tief, ein Profil bergab zu hoch. Andererseits zeigte sich aber auch im Laufe der Zeit eine hardwarebedingte Fehlerquelle durch unvorhersehbare falsche Registrierungen an den Koordinatenregistriergeräten. In Ermangelung geeigneter online Kontrollmöglichkeiten wurde vor der Übernahme der Auswertergebnisse in die Datenbank ein statistisches Kontrollverfahren eingeschaltet, welches als Basis für die Qualitätsprüfung alphanumerische Ausdrücke von Querprofilen lieferte (Abbildung 2). Erst nach der Kontrolle dieser Ausdrücke und Korrektur aufgedeckter Fehler wurden die Originaldaten ins Landeskoordinatensystem transformiert und in die Datenbank übernommen.

Nach Abschluss dieser ersten Phase der Geländemodellerfassung waren 1988 ca. 80.000 Passpunkte und über 50.000.000 Massenpunkte in TOPIAS enthalten [6].

2. Die neue Generation des DGM

Nach Abschluss der ersten Flächendeckung des DGM kamen bereits neue Anforderungen an den Datenbestand in Form des „neuen Berghöfekatasters“ hinzu. Gemeinsam mit Vertretern des BMLF wurde ein Konzept zur Objektivierung der Ermittlung der Grundlagen für die Bergbauernförderung erarbeitet. Wesentliche Aufgabe des BEV war es, für landwirtschaftliche Grundstücke die Zuordnung zu Hangneigungsklassen zu ermitteln. Voraussetzung für ein automationsunterstütztes Verfahren war dazu ein verfeinertes DGM in Verbindung mit der Digitalen Katastralmappe (DKM). Durch Verschneidung der förderungswürdigen Teilflächen aus der DKM mit einem aus dem DGM abgeleiteten digitalen Neigungsmodell (DSM) sollten die entsprechenden Parameter ermittelt werden.

2.1. Planungsparameter

Da sich die vorhandenen Grundlagen für dieses Unterfangen nicht eigneten, wurde beginnend mit dem Flug der gesamte Prozess von der Anlegung der DKM bis zur Erfassung eines verfeinerten DGM neu konzipiert.

Ausgangspunkt in diesem neuen Konzept waren Bildflüge mit einem mittleren Bildmaßstab

1:15.000 mit CIR (Farbinfrarot)-Film und einer Längsüberdeckung von 80%, um zwei unabhängige Sätze einerseits für die Luftbildinterpretation der landwirtschaftlichen Nutzflächen für die Anlegung der DKM und andererseits für die photogrammetrische Auswertung von Katasterbestand und DGM zu gewinnen. Im Hinblick auf den großen Gebirgsanteil wurde der Einsatz von Objektiven mit 21 cm Brennweite vorgesehen. Für die einzelnen Flugblöcke wurde eine durchschnittliche Ausdehnung von 30 km in W-O-Richtung und 20 km in N-S-Richtung vorgesehen. Die Blöcke wurden in einem 8-jährigen Befliegungsplan gleichmäßig über das Erhebungsgebiet verteilt, um die Risiken unterschiedlicher meteorologischer Verhältnisse zu vermeiden. Für die Aerotriangulation wurden Punkte des Festpunktfelds vor dem Flug signalisiert. Damit war es möglich, die Koordinaten der Verknüpfungspunkte mit einer durchschnittlichen Genauigkeit von ± 10 cm in der Lage und ± 15 cm in der Höhe zu bestimmen.

2.2. Datenerfassung für das neue DGM

Besonders für die Auswertung des DGM aber auch für die erforderliche Katasterauswertung wurde die Anschaffung von analytischen Auswertegeräten mit Einspiegelungssystem ausgeschrieben. In zwei aufeinander folgenden Jahren (1989 und 1990) wurden insgesamt 18 Geräte vom Typ Leica BC3 angeschafft. Aufgrund dieser Voraussetzungen konnte auch die Erfassungsmethode neu konzipiert werden. Für die Erfassung der Massenpunkte wurde eine statische Rastermessung mit 50 m Punktabstand (runde Koordinatenwerte) vorgesehen. Zusätzlich sollten markante Geländestrukturen wie Geländekanten, Strukturlinien und markante Einzelpunkte (lokale Extremwerte) erfasst werden. Durch die absolute Orientierung der Modelle war die eindeutige Anschlussmöglichkeit auch über Blockgrenzen hinweg gegeben, Überlappungen in der Datenerfassung waren ausgeschlossen. Die Vollständigkeit konnte während der Arbeit über die Einspiegelung kontrolliert werden. Zur Qualitätskontrolle wurde das Programmpaket SCOP (Stuttgarter Contour Programm, I.P.F., TU-Wien und INPHO GmbH, Stuttgart) in die BC3-Softwareumgebung von Dr. Kreiling (Aviosoft) integriert, um nach der Datenerfassung Höhenschichtlinien den Auswertungsergebnissen überlagern zu können (Abbildung 3). Dadurch war zusätzlich zur Kontrolle der Vollständigkeit auch noch die Möglichkeit gegeben, Schwachstellen oder Fehler aufzudecken und zu bereinigen. Somit konnten nach

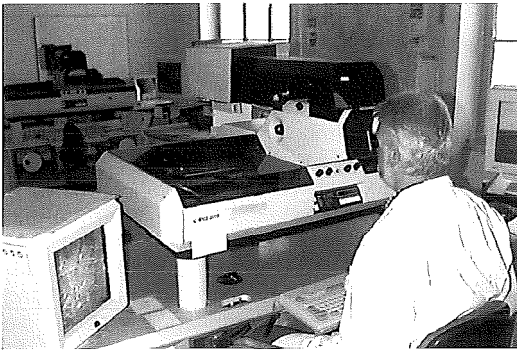


Abb. 3: Analytisches Auswertegerät mit Einspiegelungssystem

Abschluss der Kontrolle bereits weitgehend bereinigte Daten zur Archivierung und weiteren Verarbeitung bereitgestellt werden.

Hohe Anforderungen wurden aber auch an die Logistik gestellt, da oft Blöcke aufgrund der Dringlichkeit der Bearbeitung auf mehrere Geräte aufgeteilt werden mussten. Schließlich sollte gewährleistet werden, dass bereits vorhandene Ergebnisse als Anstoßdaten für die noch fehlenden Gebiete herangezogen werden. Gerade in diesem Punkt ist derzeit noch Überarbeitung erforderlich, da unter dem gegebenen Zeitdruck der eine oder andere Fehler passierte.

2.3. Die neue Datenverwaltung

Mitten in die Erfassungsperiode hinein fiel ein notwendiger Umstieg in der Datenverwaltung. TOPIAS war als Hostanwendung auf einem Großrechner konzipiert, was bei lokalen Anwendungen die Datenbeschaffung sehr aufwendig gestaltete. Auf der einen Seite stieg die Nach-

frage nach abgeleiteten Produkten aus dem Geländemodell (Höhenschichtlinien, Perspektivansichten, Sichtbarkeitskarten, etc.), die lokal über SCOP erstellt wurden. Andererseits fand aber auch das digitale Orthophoto Einzug in die Produktion im BEV. Es mussten also immer wieder Daten aus der Datenbank extrahiert und zur Dienststelle „übertragen“ werden. Da Netzwerke Mitte der 90-er Jahre ausschließlich lokal über eine akzeptable Bandbreite verfügten, mussten zunächst Magnetbänder und später auch transportable Festplatten zu diesem Zweck verwendet werden. Der damit verbundene Aufwand sorgte immer wieder für zeitliche Verzögerungen. Abhilfe konnte nur mit einer dem Stand der Technik entsprechenden lokal eingerichteten Datenbank geschaffen werden. Die Lösung bot sich 1995 durch das vom I.P.F. neu entwickelte Verwaltungssystem SCOP.TDM (Topographic Data Management) [3], welches im Bereich der Abteilung Photogrammetrie auf einer UNIX Workstation implementiert wurde. Dabei handelt es sich um ein Programmsystem zur Verwaltung landesweiter Geländehöhendaten auf der Basis der relationalen, geometriefähigen Datenbank TOPDB [4]. Nachdem weitere Korrekturen von groben Messfehlern in den Profildaten vorgenommen wurden (Abbildung 4), konnte schließlich Mitte 1996 die Übernahme der Daten abgeschlossen werden. Für das gesamte Bundesgebiet wurde schließlich auch ein Höhenraster mit 25 m Punktabstand interpoliert, wobei über die eingesetzte lineare Prädiktion auch systematische Scanfehler in den Profildaten durch Filterung weitgehend beseitigt werden konnten.

Schließlich gelang es, nach einem 10-jährigen Bearbeitungszeitraum die Datenerfassung in Bergbauerngebieten (das sind etwa 70% der

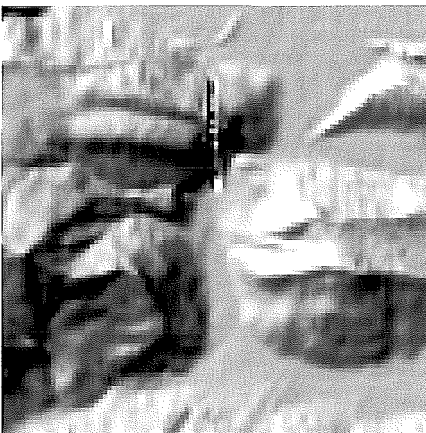


Abb. 4: Reliefschummerung zur Fehlerkorrektur



Fläche Österreichs, da immer ganze Blöcke und nicht nur Gemeinden mit Bergbauerngebieten erfasst wurden) Mitte 1999 abzuschließen. Der Abschluss des flächendeckenden Erfassungsstandes wird für Ende 2003 erwartet.

3. Die Neuberechnung eines flächendeckenden 10m-DGMs

Speziell bei der Berechnung von Neigungsmodellen zur Verschneidung mit der DKM ergaben sich immer wieder Probleme durch inhomogene Verteilung der Stützpunkte und Strukturinformationen. Zusätzlich stellten auch Kunden immer höhere Anforderungen an das DGM, vor allem im Hinblick auf die Datendichte.

Nachdem im BEV die Entscheidung gefallen war, das landesweite DGM komplett neu zu berechnen, wurde das I.P.F. mit einer Pilotstudie zur optimalen Parameterwahl für die DGM-Interpolation beauftragt [2]. Dafür wurden 14 über ganz Österreich verteilte Gebiete mit unterschiedlichem und repräsentativem Datenbestand ausgewählt. Ziel der Studie war es, einen „workflow“ zu erarbeiten, welcher eine systematische Abarbeitung aller Kartenblätter und schließlich die DGM-Interpolation mit einem einheitlichen Parametersatz ermöglicht.

Die Punktabstände bei der Gittermessung betragen zwischen 30 und 500m.

Tabelle 1 enthält eine Zusammenstellung der Datencharakteristik einzelner repräsentativer Kartenblätter. Daraus ist ersichtlich, dass der mittlere Punktabstand meist um oder sogar unter 20m liegt. Bei der Wahl der DGM-Gitterweite sollte man sich an den Gebieten mit der größten Datendichte orientieren, um möglichst alle in den Auswertungen enthaltenen Details zu erhalten. Vor allem auch die hohe Punktdichte entlang der Bruchkanten war ausschlaggebend für die Wahl von 10m als DGM-Gitterweite.

3.2. Problembereiche

Im Zuge der Untersuchungen sind einige Probleme aufgefallen. Diese betreffen einerseits das Datenmaterial selbst und andererseits traten Schwierigkeiten auf, die sich bei der DGM-Interpolation mit SCOP ergaben.

- Scanfehler

Einige der alten Profilauswertungen weisen nach wie vor einen erheblichen Scanfehler auf, welcher bis zu 20m in der Höhe beträgt. In der Schummerung ist dieser Effekt als Streifen in Profilrichtung deutlich zu erkennen (siehe Abb. 5). Im Programmsystem SCOP kann dieser

Kartenblatt	Gebiet	Punktabst. Kanten [m]	Punktdichte [m]	Beschreibung der Daten *)
2121	Sölden	11,58	26	Gk + Gi, teilweise nur Pr
2422	Brenner	10,32	17	dichte Gk, Gi (25 - 50m)
2624	Innsbruck	9,92	23	durchgehend Gk, Gi (40m-50m), teilweise Pr
5128	Bad Aussee	11,78	21	durchgehend Gk, teilweise Str
5326	Hohe Tauern	10,44	19	Gi (50m homogen), durchgehend Gk
5336	Eferding/Linz	24,26	20	Gi (30m homogen), durchgehend Gk
7638	Laa/Thaya	27,79	40	Gi (25-125m), Gk vorhanden
7929		148,94	80	Gi (50-500m), teilweise Gk

*) Gk ..Geländekanten, Str .. Strukturlinien, Gi .. Gitter (neu), Pr .. Profilauswertung (alt)
 Punktdichte ... mittlerer Abstand benachbarter Punkte (Geländekanten und Gitter)

Tabelle 1: Datencharakteristik ausgewählter Kartenblätter

3.1. Datengrundlage

Wie in den vorangegangenen Abschnitten ausgeführt wurde, stammen die DGM-Auswertungen aus unterschiedlichen Bildmaßstäben und von unterschiedlichen Auswertegeräten. Die Palette der zur Verfügung stehenden Daten reicht dabei von alten Profilauswertungen bis zu modernen photogrammetrischen Auswertungen, welche neben Gittermessungen auch detaillierte Geländekanten, Formlinien und Höhenkoten enthalten. In Abhängigkeit von der Topographie variiert auch die Datendichte stark. Dies betrifft Gittermessungen wie auch Kantenauswertungen.

Scanfehler eliminiert werden. Dabei wird die bei der linearen Prädiktion verwendete rotierende Glockenkurve in Profilrichtung gestaucht, sodass die Flanken der Glockenkurve quer zum Profil flacher sind als in Profilrichtung. Dadurch ergibt sich zwischen den einzelnen Profilen eine stärkere Korrelation und es kommt quer zur Profilrichtung zu einer stärkeren Glättung.

- Unterschiedliches Bildmaterial

In vielen Fällen stammen Gitter- und Kantenauswertungen aus unterschiedlichen Bildflügen und Auswertungen. Aufgrund von Restfehlern in

der Bildorientierung, Beobachterkonstanten oder weiterer Einflüsse, passen Gitter- und Kantenmessungen oft höhenmäßig auf bis zu 5m nicht zusammen. Durch eine geeignete Wahl der Filterbeträge werden diese Stellen bei der DGM-Interpolation geglättet.

- Dateninhomogenität

Wie oben erwähnt variiert die Datendichte stark. Zur Ableitung eines homogenen engmaschigen DGMS ist daher eine vorherige Homogenisierung der Datendichte erforderlich. Das Auffüllen von stützpunktlosen Räumen kann durch eine vorgeschaltete Berechnung eines etwas größeren DGM-Gitters (25m) erfolgen.

- Kantenauswertungen

Die aktuellen Kantenauswertungen weisen oft eine sehr hohe Datendichte auf (siehe Tabelle 1), was an manchen Stellen Probleme bei der DGM-Interpolation aufgrund von Programmbeschränkungen in der SCOP-Software mit sich bringt. Durch entsprechende Wahl der Größe der Teilberechnungsgebiete (Recheneinheiten) kann die-

ses Problem aber umgangen werden. Voraussetzung ist allerdings eine einigermaßen homogene Stützpunktverteilung.

3.3. Drei-Stufen-Plan für die DGM Berechnung

Die im vorigen Abschnitt besprochenen unterschiedlichen Problembereiche machten einen mehrstufigen Prozess für die Ableitung eines homogenen 10m-DGMS erforderlich. Dieser wurde in Form des folgenden dreistufigen Ablaufplanes realisiert:

1. Elimination des Scanfehlers;
2. Homogenisierung der Datenverteilung
3. Interpolation des 10m-DGMS

3.3.1. Elimination des Scanfehlers:

In der ersten Phase wurden alle Profildaten getrennt in die einzelnen photogrammetrischen Modelle aus der TopDM-Datenbank extrahiert. Die Selektion der Daten erfolgte durch Formulierung einer entsprechenden SQL-Bedingung, wobei es sich als vorteilhaft erwies, dass bei der

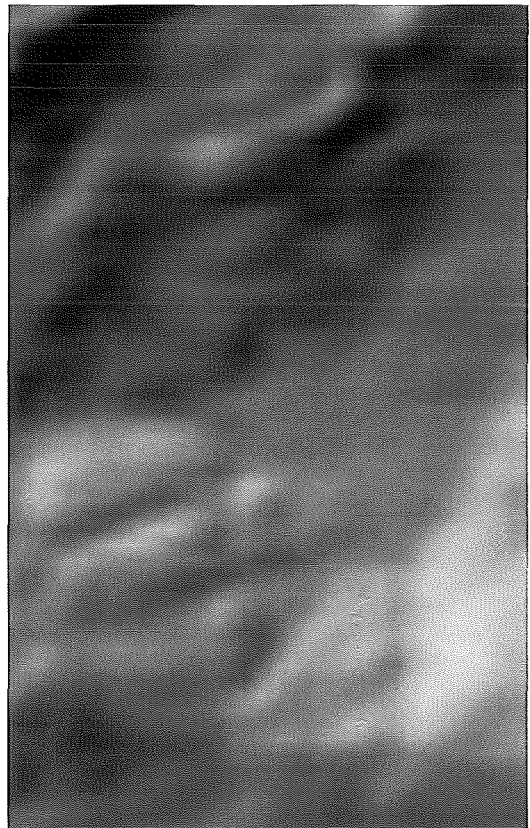
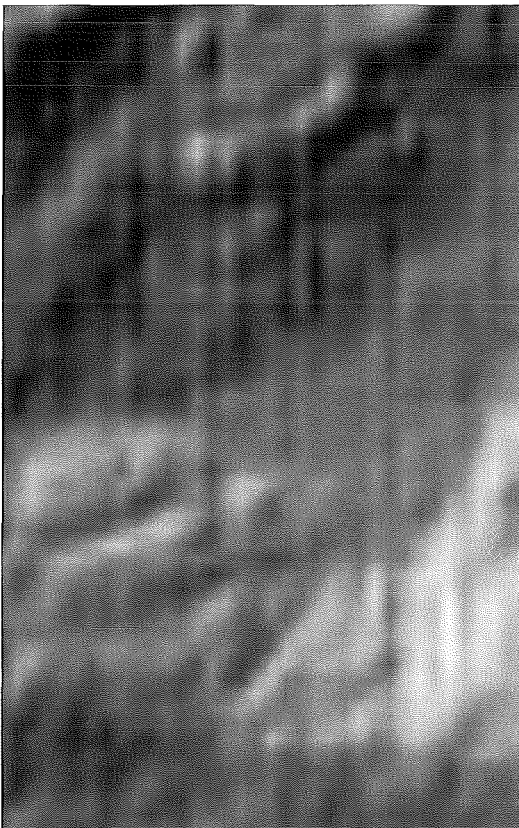


Abb. 5: Reliefschummerung vor und nach der Elimination des Scanfehlers

Verwaltung der Höhendaten – neben der Geometrie – auch zusätzliche Attribute mitgeführt werden. Die eigentliche Bereinigung des Scanfehlers erfolgt dann modellweise durch Berechnung eines DGMs unter Verwendung einer asymmetrischen Kovarianzfunktion. Die Aufteilung in die einzelnen photogrammetrischen Modelle war notwendig, da die Elimination des Scanfehlers in SCOP nur auf Basis von parallelen Profilen funktioniert. Als Ergebnis der ersten Phase wurden die verbesserten, aus dem DGM gewonnenen Höhen der ursprünglichen Profilkpunkte wieder in die Datenbank zurückgespielt. In der Abbildung 5 sind die Schummerungen vor und nach der Elimination des Scanfehlers einander gegenübergestellt.

3.3.2. Homogenisierung der Datenverteilung

Zur Überbrückung von stützpunktlosen Räumen in Gebieten mit geringer Punktdichte wurde in einem zweiten Schritt ein vom I.P.F. entwickeltes Verfahren eingesetzt. Als Basis dient dabei ein Abstandsgraph (distance map), welcher für ein vorgegebenes Raster jeweils die Entfernung zum nächsten Stützpunkt angibt. Übersteigt in einer Rasterzelle die Entfernung ein gewisses Maß, so wird für diese Rasterzelle ein Stützpunkt aus einem größeren DGM interpoliert. Damit wird erreicht, dass nur in den Gebieten verdichtet wird, wo dies aufgrund der fehlenden Stützpunktinformation auch wirklich notwendig ist. Auf diese Weise wurde die Datendichte auf maximal 25m Punktabstand homogenisiert.

3.3.3. Interpolation des 10m-DGMs

Durch die vorangegangenen Vorverarbeitungsschritte waren nun die Grundlagen geschaffen, um das landesweite DGM kartenblattweise in einer Auflösung (Gitterweite) von 10m zu interpolieren. Dabei wurden neben Massenpunkten auch alle Geländekanten, Strukturlinien und markante Höhenpunkte bei der Interpolation berücksichtigt und ins DGM hineinverkettet. Beim österreichischen DGM handelt es sich also um ein hybrides Geländemodell, welches auf Basis eines 10m-Gitters auch alle morphologisch relevante Strukturinformation enthält. Die Berechnung erfolgte mit dem Programmsystem SCOP unter Verwendung der linearen Prädiktion [1].

4. Anwendungsmöglichkeiten

Ein DGM dieser Qualität bietet eine Fülle von Anwendungsmöglichkeiten in unterschiedlichen Bereichen. Exemplarisch sein dabei genannt:

- Höhengrundlage für Orthophotoproduktion
- Hangneigungsberechnung als Basis für Förderungen in landwirtschaftlichen Bereichen (Berghöfekataster)
- Expositionsrechnungen für Gefahrenzonenpläne (Erosion) und landwirtschaftliche Planung
- Reliefschummerung für die Produktion digitaler Karten
- Profilschnitte aller Art (Planungsgrundlage für Tiefbauten, Rad- und Wanderkarten, hydrologische Anwendungen, ...)

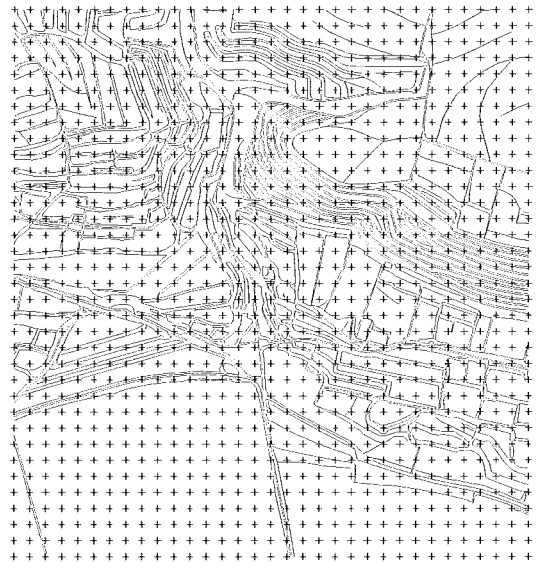


Abb. 6: Datenverteilung vor und nach der Homogenisierung der Punktdichte

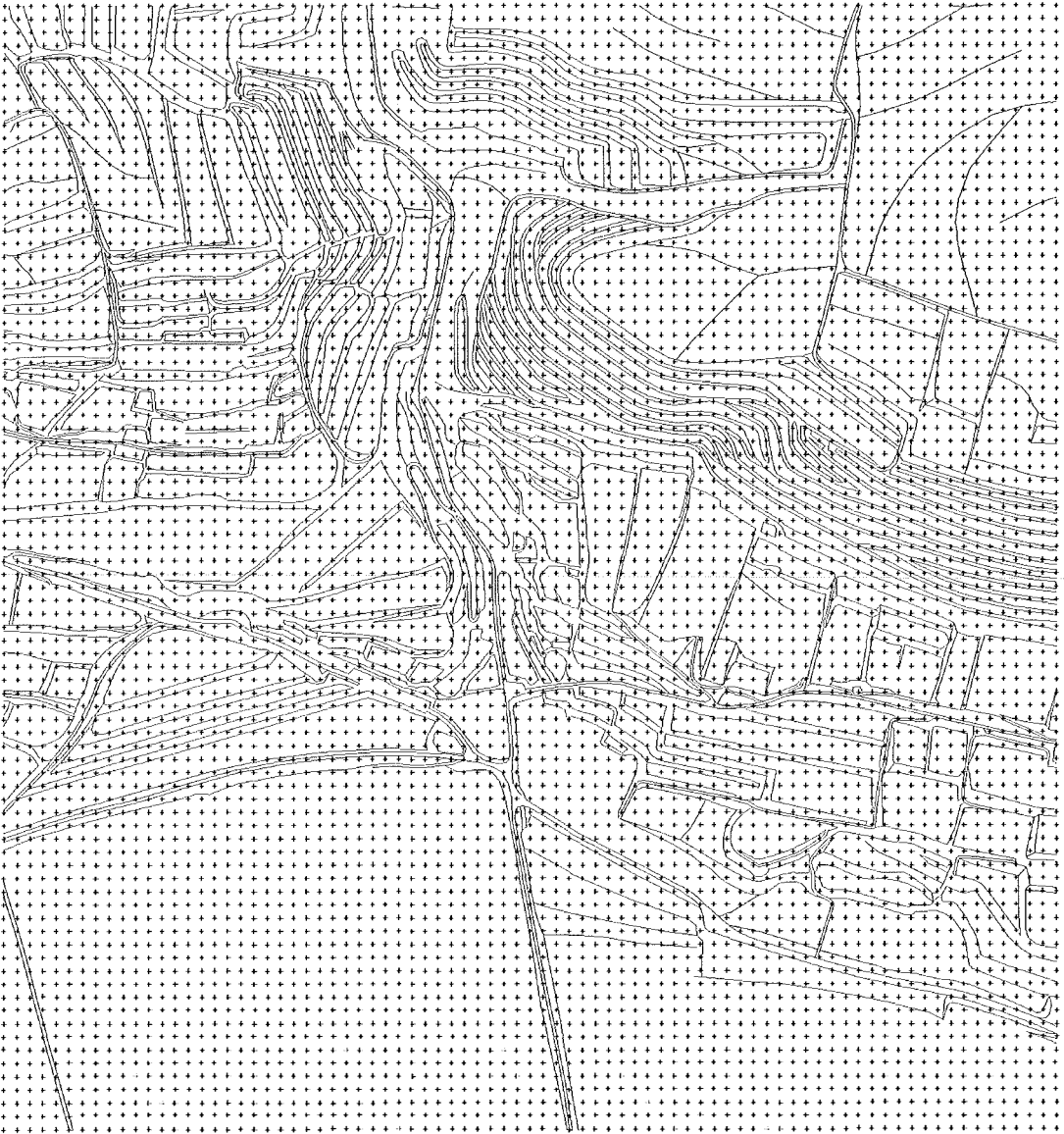


Abb. 7: 10m-DGM

- Höhengrundlage für 3D Visualisierungen (Perspektiven, virtuelle Geländeüberflüge)
- Wildbachverbauung
- Gefahrenzonenpläne

Grundsätzlich kann das DGM als Datenebene in geographischen Informationssystemen auch zur Analyse, Simulation und Planung eingesetzt werden. Als Beispiele möglicher Visualisierungen des DGMs sind in Abbildung 8 zwei Perspektivansichten aus SW dargestellt. Die Ansichten basieren einerseits auf einer Höhenkodierung

und andererseits auf dem digitalen Orthophoto, wobei beide mit einer Schräglightschattierung aus NW überlagert sind.

5. Ausblick

Nach Abschluss der Erfassungsarbeiten wird naturgemäß der Schwerpunkt weiterer Aktivitäten in der Pflege des Datenbestandes liegen. Neue Anforderungen zeichnen sich auch durch den steigenden Wunsch nach „True Orthophoto-

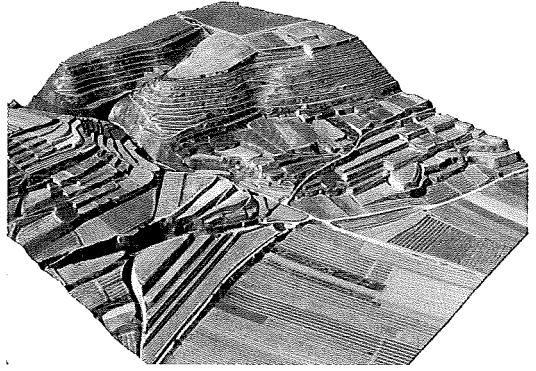
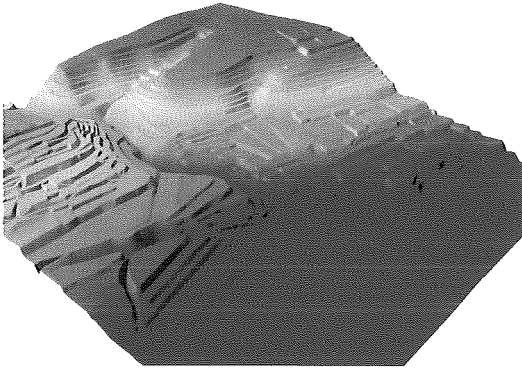


Abb. 8: Perspektivansicht des neuen DGMs auf Basis von Höhenkodierung (links) und digitalem Orthophoto (rechts)

tos“ ab. Besondere Bedeutung hat hier die lagerichtige Darstellung von Brücken, die jetzt noch auf das darunter liegende Gelände projiziert werden. Die Modellierung und Erfassung derartiger Kunstbauten wird eine Herausforderung für die nächsten Jahre sein.

Literatur:

- [1] Kraus K.: Photogrammetrie Band 3, Topographische Informationssysteme, Dümmler Verlag – Köln, 2000
- [2] Mandlbürger G.: Technischer Bericht, Studie zur optimalen Parameterwahl für die Neuableitung des österreichweiten Geländemodells des BEV mit dem Programmsystem SCOP, Institut für Photogrammetrie, 2001 (unveröffentlicht)
- [3] Hochstößer F.: Software for Managing Country-Wide Digital Elevation Data. International Archives for Photogrammetry and Remote Sensing, XXXI, Part B2, Vienna 1996, S. 160 – 163.
- [4] Loitsch J., Molnar L.: A Relational Database Management System with Topological Elements and Topological Operators. Proceedings Spatial Data 2000, Department of Photo-

grammetry and Surveying, University College London, 1991 pp.250-259.

- [5] Kohlhofer G.: Einrichtung einer lokal verwalteten Geländehöhen-Datenbank in der Abteilung Photogrammetrie, in Eich- und Vermessungsmagazin Nr. 83, Wien, 1996, S. 13 – 16
- [6] Franzen M.: Das digitale Geländehöhenmodell von Österreich im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, in Vermessungswesen, Photogrammetrie und Kulturtechnik Nr. 2, Wien, 1992, S. 89 – 91
- [7] Franzen M.: Die GHDB und einige Anwendungen, in Eich- und Vermessungsmagazin Nr. 49, Wien, 1986, S. 10 – 13

Anschrift der Autoren:

Dipl.-Ing. Michael Franzen, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Abteilung Fernerkundung, 1080 Wien, Krotenthallergasse 3, email: michael.franzen@bev.gv.at

Dipl.-Ing. Gottfried Mandlbürger, TU-Wien, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, 1040 Wien, Gusshausstrasse 27–29 / E122, email: gm@ipf.tuwien.ac.at



Gebrauchsformeln für die UTM-Projektion nach Krüger

Kurt Bretterbauer, Wien

Zusammenfassung

Es existieren verschiedene Lösungen der konformen Meridianstreifenprojektion nach Gauss. Die gebräuchlichsten beruhen auf Taylorentwicklungen und sind für 3°-Streifen ausgelegt. Die UTM-Projektion beruht auf 6°-Streifen, was eine Erweiterung der Taylorentwicklung, oder den Rückgriff auf mathematisch anspruchsvollere Lösungen erforderlich macht. Vor bald hundert Jahren hat *Krüger* seine grundlegende Arbeit über die konforme Abbildung des Erdellipsoides veröffentlicht. Sie verdient es, wieder in Erinnerung gerufen zu werden. Die *Krüger'schen* Formeln sind bemerkenswert symmetrisch gebaut und liefern über sehr kurze Reihen mm-Genauigkeit selbst für extrem breite Meridianstreifen. Die Formeln werden ohne Herleitung für den praktischen Gebrauch aufbereitet und wurden bis 50° Längendifferenz getestet.

Abstract

There are several solutions for the conformal meridian strip projection as developed by Gauss in use. Commonly they are based on Taylor expansions for 3°-strips. The UTM-projection, however, demands 6°-strips which fact necessitates an extension of the Taylor series or the employment of mathematically more advanced solutions. Almost a hundred years ago, *Krüger* published his fundamental work on the conformal projection of the Earth ellipsoid. His formulas deserve to be brought back to memory because of their high accuracy even for extremely wide strips and their remarkable symmetrical construction. The formulas are prepared for practical usage without the theoretical background and have been tested up to 50° distance from the initial meridian.

1. Einführung

Die Transformation der ellipsoidischen Koordinaten (B, L) in konforme *Gauss-Krüger*-Koordinaten (x, y) wird meist mit Formeln durchgeführt, die auf Taylorreihen beruhen (siehe z.B. [1], [2]). Diese Reihen konvergieren schlecht, garantieren aber mm-Genauigkeit für die in vielen Ländern üblichen 3°-Meridianstreifen. Diese Reihen sind nicht sehr übersichtlich, weshalb ich selbst immer die auf *Hirvonen* zurückgehenden einfachen, kurzen Näherungsformeln benützt habe [3]. Allerdings können diese ab 2°-Abstand vom Mittelmeridian zu Fehlern von 2 – 3 mm vor allem in der x -Koordinate führen, sind also für die 6°-UTM-Streifen nur bedingt geeignet. Zwar existieren Entwicklungen zur konformen Abbildung sehr breiter Streifen, ja praktisch des ganzen Ellipsoides mit beliebiger Genauigkeit, diese sind mathematisch aber erheblich anspruchsvoller [4], [5], [6]. Es liegt in der Natur des Problems, dass keine dieser Lösungen ohne numerische Approximationen auskommt, wie z.B. die numerische Integration elliptischer Integrale. Das gilt auch für das klassische Werk von *Krüger* [7], des zweiten Namensgeber der Meridianstreifenprojektion aus dem Jahre 1912. Es wurde viel zitiert aber kaum für praktische Berechnungen herangezogen. Der Grund lag in *Krüger's* ausgie-

bigen Gebrauch von Hyperbelfunktionen, deren Berechnung ohne elektronische Hilfsmittel sehr aufwendig ist. Dieses Argument fällt nun weg da jeder bessere Taschenrechner diese Funktionen darstellen kann. Gegenüber anderen Entwicklungen besticht die *Krüger'sche* Lösung durch bemerkenswerte Symmetrien in den Formeln und durch die hohe Genauigkeit selbst für extrem breite Meridianstreifen trotz relativer Kürze der Reihen.

2. Die Formeln von *Krüger*

Im folgenden zitiere ich die Formeln ohne Herleitung; sie kann bei Bedarf in [7] nachgelesen werden. Der Algorithmus ist für die praktische Berechnung bzw. Programmierung aufbereitet. In den Bezeichnungen habe ich leichte Änderungen vorgenommen, da diese in der älteren Literatur manchmal verwirrend sind. Zur besseren Hervorhebung werden die Hyperbelfunktionen in Grossbuchstaben geschrieben. So steht z.B. ATANH für area tan hyp, also die Umkehrfunktion des TANH. Wichtig ist zu beachten, welche Grössen im Winkelmass und welche im Bogenmass einzuführen sind, was aber in jedem Fall leicht einsichtig sein sollte.

Für ein durch die grosse Halbachse a und die 1. Exzentrizität e^2 gegebenes Ellipsoid werden für die konforme Abbildung und ihre Inversion die folgenden Ellipsoidkonstanten berechnet und gespeichert:

$$(1) \quad n = \frac{1 - \sqrt{1 - e^2}}{1 + \sqrt{1 - e^2}}, \quad A = \frac{a}{(1 + n)} \left(1 + \frac{n^2}{4} + \frac{n^4}{64} \right),$$

$$\beta_1 = \frac{n}{2} - \frac{2}{3}n^2 + \frac{37}{96}n^3 - \frac{1}{360}n^4,$$

$$(2) \quad \beta_2 = \frac{1}{48}n^2 + \frac{1}{15}n^3 - \frac{437}{1440}n^4,$$

$$\beta_3 = \frac{17}{480}n^3 - \frac{37}{840}n^4.$$

$$\gamma_1 = \frac{n}{2} - \frac{2}{3}n^2 + \frac{5}{16}n^3 + \frac{41}{180}n^4,$$

$$(3) \quad \gamma_2 = \frac{13}{48}n^2 - \frac{3}{5}n^3 + \frac{557}{1440}n^4,$$

$$\gamma_3 = \frac{61}{240}n^3 - \frac{103}{140}n^4.$$

$$\delta_1 = 2n - \frac{2}{3}n^2 - 2n^3 + \frac{116}{45}n^4,$$

$$(4) \quad \delta_2 = \frac{7}{3}n^2 - \frac{8}{5}n^3 - \frac{227}{45}n^4,$$

$$\delta_3 = \frac{56}{15}n^3 - \frac{136}{35}n^4.$$

2.1. Transformation ellipsoidischer Koordinaten (B, L) in konforme ebene Koordinaten (x, y)

Gegeben seien die ellipsoidische Breite B und die Längendifferenz zum Mittelmeridian ΔL . Es gilt:

$$(5) \quad k = \tan \left(\frac{\pi}{4} + \frac{B}{2} \right) \cdot \left(\frac{1 - e \sin B}{1 + e \sin B} \right)^{e/2}.$$

Achtung! Hierin ist e die Wurzel aus der 1. Exzentrizität und nicht die Basis des natürlichen Logarithmus.

$$(6) \quad b = 2 \arctan(k) - \pi/2,$$

$$(7) \quad \xi = \arctan(\tan b \sec \Delta L), \quad \eta = \text{ATANH}\{\sin \Delta L \cos b\}$$

Damit folgen die gesuchten konformen Koordinaten aus:

$$(8) \quad \begin{aligned} x &= A\{\xi + \gamma_1 \sin(2\xi)\text{COSH}(2\eta) + \gamma_2 \sin(4\xi)\text{COSH}(4\eta) + \\ &\quad + \gamma_3 \sin(6\xi)\text{COSH}(6\eta)\}, \\ y &= A\{\eta + \gamma_1 \cos(2\xi)\text{SINH}(2\eta) + \gamma_2 \cos(4\xi)\text{SINH}(4\eta) + \\ &\quad + \gamma_3 \cos(6\xi)\text{SINH}(6\eta)\}, \end{aligned}$$

Die für das UTM-System charakteristische Reduktion dieser Koordinaten mit dem Faktor 0.9996 und die Begriffe „Northing“ bzw. „Easting“ werden hier, da nicht wesentlich, übergangen.

2.2. Transformation konformer ebener Koordinaten (x, y) in ellipsoidische Koordinaten $(B, \Delta L)$

Berechne die Hilfsgrössen:

$$(9) \quad \xi = x/A, \quad \eta = y/A,$$

und damit zunächst

$$(10) \quad \begin{aligned} \xi^* &= \xi - \beta_1 \sin(2\xi)\text{COSH}(2\eta) - \beta_2 \sin(4\xi)\text{COSH}(4\eta) - \\ &\quad - \beta_3 \sin(6\xi)\text{COSH}(6\eta), \\ \eta^* &= \eta - \beta_1 \cos(2\xi)\text{SINH}(2\eta) - \beta_2 \cos(4\xi)\text{SINH}(4\eta) - \\ &\quad - \beta_3 \cos(6\xi)\text{SINH}(6\eta). \end{aligned}$$

Das gesuchte Endergebnis gewinnt man aus:

$$(11) \quad b = \arcsin \left(\frac{\sin(\xi^*)}{\text{COSH}(\eta^*)} \right),$$

$$(12) \quad B = b + \delta_1 \sin(2b) + \delta_2 \sin(4b) + \delta_3 \sin(6b),$$

$$(13) \quad \Delta L = \arctan \left(\frac{\text{SINH}(\eta^*)}{\cos(\xi^*)} \right).$$

Diese Formeln mögen umständlich erscheinen, vor allem wegen der Berechnung der β , γ und δ . Man bedenke aber, dass diese Grössen Ellipsoidkonstanten sind, die man ein für alle Mal berechnet und speichert. Alles übrige ist sehr einfach zu programmieren, sogar auf einem Taschenrechner. Der besondere Wert dieser übersichtlichen Formeln liegt in ihrer hohen Genauigkeit auch für extrem grosse Abstände vom Zentralmeridian.

3. Numerische Berechnungen

In der Tabelle sind die numerischen Werte der Konstanten für das Ellipsoid von Bessel und für jenes des GRS 80 angegeben. Nach den Formeln (1) – (4) erhält man:

Term	Bessel	GRS 80
A	6 377 397.1550 m	6 378 137.0000 m
e^2	6.674 372 231·10 ⁻³	6.694 380 023·10 ⁻³
n	1.674 184 801·10 ⁻³	1.679 220 395·10 ⁻³
A	6 366 742.5202 m	6 367 449.1458 m
γ_1	8.352 252 72·10 ⁻⁴	8.377 318 25·10 ⁻⁴
γ_2	7.563 05·10 ⁻⁷	7.608 53·10 ⁻⁷
γ_3	1.187·10 ⁻⁹	1.198·10 ⁻⁹
β_1	8.352 256 13·10 ⁻⁴	8.377 321 68·10 ⁻⁴
β_2	5.870 4·10 ⁻⁸	5.905 9·10 ⁻⁸
β_3	1.66·10 ⁻¹⁰	1.67·10 ⁻¹⁰
δ_1	3.346 491 641·10 ⁻³	3.356 551 486·10 ⁻³
δ_2	6.532 540·10 ⁻⁶	6.571 873·10 ⁻⁶
δ_3	1.748 8·10 ⁻⁸	1.764 7·10 ⁻⁸

Als Demonstrationsbeispiel habe ich jenes gewählt, das *Krüger* seinerzeit logarithmisch berechnet hat. Gegeben: $B = 48^\circ$, $\Delta L = 8^\circ$, gesucht: x, y auf Basis des Bessel-Ellipsoides. Zur Erläuterung werden auch die Zwischenergebnisse ausgewiesen. Man erhält:

aus (5) $k = 2.5921839169$,
 aus (6) $b = 47^\circ.8092551995$,
 aus (7) $\xi = 48^\circ.0879361926$,
 $\eta = 0.0937424118$,
 aus (8) $x = 5\,348\,940.146\text{ m}$,
 $y = 596\,724.111\text{ m}$,

in vollkommener Übereinstimmung mit dem Ergebnis von *Krüger*.

Für die umgekehrte Transformation $x, y \rightarrow B, \Delta L$ wird von den soeben errechneten Werten ausgegangen. Man erhält:

aus (9) $\xi = 48^\circ.1363419735$,
 $\eta = 0.0937251833$,
 aus (10) $\xi^* = 48^\circ.0879361929$,
 $\eta^* = 0.0937424118$,
 aus (11) $b = 47^\circ.8092551999$,
 aus (12) $B = 48^\circ 00' 00''.0000$,
 aus (13) $\Delta L = 8^\circ 00' 00''.0000$.

Um die wirkliche Leistungsfähigkeit der *Krügerschen* Formeln zu testen, habe ich ein Programm benützt, das von dem leider zu früh verstorbenen Wiener Mathematiker *Dr. Walter Heindl* erstellt wurde. Am Beginn einer sich anbahnenden Kooperation in kartographischen Fragen hat er mir ein EXE-File seiner Lösung der *Gauss-Krüger* Abbildung übergeben. Sein Verfahren erlaubt die Abbildung nahezu des ganzen Ellipsoides mit extrem hoher Rechengenauigkeit. Leider ist es nicht mehr zur Publikation dieser Lösung gekommen. Vergleichsrechnungen nach obigem Algorithmus und dem Programm von *Dr. Heindl* haben erst bei einem Längenabstand

vom Mittelmeridian $\Delta L = \pm 50^\circ$ Abweichungen von 1 mm in beiden Koordinaten ergeben! Hier das Ergebnis dieser Berechnung:

Ellipsoid Bessel: $B = 48^\circ, \Delta L = 50^\circ$,

Dr. Heindl: $x = 6\,649\,901.177\text{ m}$
 $y = 3\,617\,710.791\text{ m}$

Krüger: $x = 6\,649\,901.176\text{ m}$
 $y = 3\,617\,710.792\text{ m}$.

Wer will, kann also ganz Europa auf einen einzigen Streifen und auf den Millimeter genau konform abbilden.

Literatur

- [1] *Jordan-Eggert-Kneissl*: Handbuch der Vermessungskunde, Bd. IV, Metzler, Stuttgart, 1959.
- [2] *Heck, B.*: Rechenverfahren und Auswertemodelle der Landesvermessung. Wichmann, Karlsruhe, 1987.
- [3] *Bretterbauer, K.*: Die Gauss-Krüger-Abbildung einfach dargestellt. Österr. Zeitschr. f. Verm. u. Geoinformation, Heft 3, 1995.
- [4] *Ecker, E.*: Über die Gauss-Krüger-Abbildung. Österr. Zeitschr. f. Verm. u. Photogrammetrie, Heft 3/4, 1977.
- [5] *Gerstl, M.*: Die Gauss-Krügersche Abbildung mit direkter Berechnung . . . , DGK, Reihe C, Nr. 296, 1984
- [6] *Glasmacher, H.*: Die Gaußsche Ellipsoid-Abbildung mit komplexer Arithmetik. Univ. d. BW. München, Heft 29, 1987.
- [7] *Krüger, L.*: Konforme Abbildung des Erdellipsoides in die Ebene. Veröff. d. königl. Preussischen Geodätischen Instituts, Folge Nr. 52, Teubner, Leipzig, 1912.

Anschrift des Autors:

em. o. Univ. Prof. Dr. Kurt Bretterbauer, Inst. f. Geodäsie u. Geophysik, TU Wien, Gusshausstrasse 27–29, A-1040 Wien, e-mail: kbretter@luna.tuwien.ac.at



Netzwerk-Voronoi-Diagramme

Margot Graf und Stephan Winter, Wien

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird das Netzwerk-Voronoi-Diagramm vorgestellt und seine Implementierung beschrieben. Dazu wird Dijkstra's kürzester-Wege-Algorithmus so modifiziert, dass er kürzeste Wegzeiten von mehreren Voronoi-Generatoren gleichzeitig berechnet. Auf diese Weise erhält man Partitionierungen der Knoten eines Netzwerks. Über diese Knoten-Netzwerk-Voronoi-Diagramme hinaus werden dann auch Kanten den gegebenen Generatoren zugeordnet. Für Kanten-Netzwerk-Voronoi-Diagramme wird eine spezielle Behandlung von Richtungen und unsymmetrischen Kosten im Netzwerk vorgeschlagen. Flächen-Netzwerk-Voronoi-Diagramme bleiben unberücksichtigt, da die betrachteten Anwendungen auf nicht-planaren Netzen beruhen. Drei Anwendungen demonstrieren den Nutzen solcher Netzwerk-Voronoi-Diagramme.

Abstract

This paper presents the Network-Voronoi-Diagram and describes its implementation. Dijkstra's shortest path algorithm is modified in way that it calculates shortest paths from several Voronoi generators at the same time. The result is a partition of the nodes of the network. Additionally the arcs of the network are attributed to the generators, considering especially their direction and unsymmetric costs. Faces are excluded in the diagrams because the considered networks are not planar. Three applications demonstrate the contribution of Network Voronoi Diagrams compared to Voronoi Diagrams.

1. Einleitung

Stellen Sie sich vor, Sie suchen für Ihre Tochter eine neue Schule. Unter den wichtigeren Kriterien befindet sich sicher die Länge des Schulweges. Als räumliches Suchproblem formuliert, suchen Sie, ausgehend von Ihrer Wohnung, die nächstgelegene Schule unter allen Schulen in Ihrer Stadt. Die klassische Methode zur Lösung dieses Problems stellt das Voronoi-Diagramm dar. Das Voronoi-Diagramm grenzt das zu jeder Schule

nächstgelegene Gebiet ein; es wird üblicherweise auf einer ebenen Fläche in der L_2 -Metrik bestimmt (Abb. 1). Ihre Wohnung findet sich also in genau einem (Einzugs-)Gebiet einer Schule.

Für manche Aufgaben der Einzugsgebietsplanung reicht diese Methode nicht aus. Sobald nämlich die Bewegungsmöglichkeiten auf ein Netzwerk eingeschränkt sind, stellt sie nur eine Näherungslösung dar. Mehrere Annahmen des Voronoi-Diagramms sind im städtischen Raum verletzt:

- Die Distanzen sind nicht euklidisch zu betrachten, sondern entlang des Verkehrsnetzwerkes. Muß Ihre Tochter um einen Häuserblock herumwandern, kann sich die Länge ihres Schulwegs selbst bei kurzer Luftlinie erheblich ändern.
- Die Distanzen können unsymmetrisch sein. Für Ihre Tochter ist bei Gefälle die eine Richtung beschwerlicher als die andere, und sollte sie den Bus benutzen, werden die Routen und damit die Fahrzeiten für Hin- und Rückweg durch Einbahnstraßenregelungen variieren.
- Die Distanzen können inhomogen sein. Ihre Tochter wird Teile des Schulwegs zu Fuß zurücklegen, andere Teile mit öffentlichen Verkehrsmitteln. Eine wenige Minuten lange U-Bahnfahrt überbrückt aber Distanzen, die zu Fuß zurückzulegen sehr viel länger brauchen würde



Abb. 1: Drei Schulen und ihre jeweiligen Einzugsgebiete in einem Voronoi-Diagramm.

Welche Schule ist also wirklich die nächstgelegene, das heißt, welche Schule kann unter Berücksichtigung des städtischen Verkehrsangebots in kürzester Zeit erreicht werden? Um diese Frage zu lösen, wird hier und da in der Literatur ein Netzwerk-Voronoi-Diagramm vorgeschlagen. Das Netzwerk-Voronoi-Diagramm betrachtet allein die Kosten in einem Netz, hier also die Reisezeiten entlang des Verkehrsnetzes. Es teilt das Netz selbst in Voronoi-Gebiete ein, das heißt, in Mengen von Knoten und Kanten, die je einem Voronoi-Generator (hier: einer Schule) nächstgelegenen sind (Abb. 2).



Abb. 2: Das Netzwerk-Voronoi-Diagramm von drei Generatoren auf einem Straßennetz.

Relevante Probleme für Netzwerk-Voronoi-Diagramme sind vielfältig. In einer Stadt spielen Einzugsgebiete zum Beispiel für Geschäfte, für Infrastruktureinrichtungen oder für die Rettung eine wichtige Rolle. Die Anwendungen lassen sich in drei Gruppen klassifizieren:

- Im statischen Netzwerk-Voronoi-Diagramm werden Fragen nach dem nächstgelegenen Generator beantwortet. Welche Schule ist die nächstgelegene zur Wohnung? Oder invers: welche Rettungsstation ist die zum Unfall nächstgelegene?.
- Das Netzwerk-Voronoi-Diagramm kann Veränderungen für planerische Zwecke simulieren. Zur Auswahl eines neuen Standorts wird in ein Netzwerk-Voronoi-Diagramm ein neuer Generator eingefügt (zur Schliessung gelöscht). Zur Optimierung des Standorts wird die Lage des Generators variiert, und die (lokalen oder auch globalen!) Veränderungen des Diagramms betrachtet. Fragen wären: Wie verändern sich Einzugsgebiete, wenn eine weitere Schule eröffnet? Wie verändern

sich Einzugsgebiete, wenn eine Baustelle den Verkehr demnächst für einige Monate beeinträchtigt?

- Das Netzwerk-Voronoi-Diagramm kann dynamisch auf Realzeit-Probleme reagieren. Falls in einem Netzwerk Knoten oder Kanten ausfallen, oder ihre Gewichte sich ändern, wie verändern sich Einzugsbereiche? Wenn zum Beispiel in einem Gebäude ein Notausgang durch Feuer blockiert ist, zu welchem Notausgang soll man nun von welchem Bereich des Gebäudes aus leiten?

In dieser Arbeit wird das Netzwerk-Voronoi-Diagramm vorgestellt und seine Implementierung beschrieben. Dazu wird Dijkstra's Kürzester-Wege-Algorithmus so modifiziert, dass er kürzeste Wegzeiten von mehreren Generatoren gleichzeitig berechnet. Auf diese Weise berechnen wir Wälder von kürzesten-Wege-Bäumen, die eine Partitionierung der Knoten des Netzwerks bilden. Über diese Knoten-Netzwerk-Voronoi-Diagramme hinaus ordnen wir auch Kanten den gegebenen Generatoren zu. Für Kanten-Netzwerk-Voronoi-Diagramme werden Richtungen und unsymmetrische Kosten im Netzwerk behandelt. Flächen-Netzwerk-Voronoi-Diagramme bleiben unberücksichtigt, da die betrachteten Verkehrsnetze nicht planar sind. Drei Anwendungen demonstrieren den Nutzen solcher Netzwerk-Voronoi-Diagramme. Der Algorithmus und die flexible Behandlung von Kanten sind in dieser Weise bisher nicht publiziert worden.

2. Literatur

Im folgenden Abschnitt werden die Unterschiede der Berechnung zwischen dem klassischen Voronoi-Diagramm und einem Netzwerk-Voronoi-Diagramm dargestellt. Die relevante Literatur wird dabei berücksichtigt.

2.1. Voronoi-Diagramme

Voronoi-Diagramme [1], [2] werden oft im Zusammenhang mit dem sogenannten *Post-Office-Problem* beschrieben [3]. Auf einer ebenen Fläche gibt es mehrere Postämter. Jedem Postamt soll nun ein Gebiet zugeordnet werden, so dass für jeden Punkt innerhalb dieses Gebietes die Distanz zum zugehörigen Postamt kleiner als zu einem anderen Postamt ist. Das Postamt entspricht einem Voronoi-Generator, die Grenzen der einzelnen Gebiete stellen ein Voronoi-Diagramm dar. Für die Einteilung der Gebiete kann man entsprechend der Aufgabenstellung

verschieden definierte Distanzen verwenden, zum Beispiel die *Euklidische Distanz* (L_2 -Metrik) oder die *Manhattan-Distanz* (L_1 -Metrik).

Die klassische und einfachste Form des Voronoi-Diagrammes sieht man in Abb. 1. Hier wurde als zugrundeliegende Metrik der Fläche die L_2 -Metrik verwendet. In der L_2 -Metrik wird die Distanz für zwei Punkte A und E nach der Formel von Pythagoras (2.1) berechnet. Diese Distanz wird als euklidische Distanz bezeichnet:

$$L_2(A,E) = \sqrt{(x_A - x_E)^2 + (y_A - y_E)^2} \quad (2.1)$$

Diese Wahl bedeutet, dass man sich auf der Fläche in alle Richtungen mit gleicher Geschwindigkeit fortbewegt. Die Punkte gleicher Distanz von einem Startpunkt liegen daher auf einem Kreis. Die Größe dieses Kreises ist abhängig von der Geschwindigkeit, mit der man sich von einem Punkt entfernt und der Zeit, die seit dem Start vergangen ist. Daher wird für diesen Kreis die Bezeichnung *Isochrone* verwendet. Isochrone verbinden Punkte gleicher zeitlicher Distanz von einem oder mehreren Startpunkten. Zeichnet man für die Voronoi-Generatoren die Isochronen für einen bestimmten Zeitpunkt ein, so entstehen dort, wo sich Isochrone zweier Generatoren treffen, Kanten des Voronoi-Diagrammes (Abb. 3).

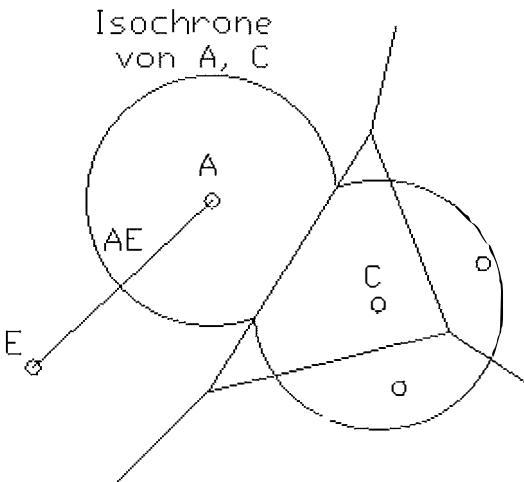


Abb. 3: Die euklidische Distanz AE und die Isochronen für die zwei Voronoi-Generatoren A und C.

Diese Art der Berechnung des Voronoi-Diagrammes ist häufig in Geographischen Informationssystemen implementiert, obwohl die in einem Verkehrsnetz tatsächlich auftretenden Reisekosten, die typischerweise von der L_2 -Metrik erheblich abweichen, nicht adäquat berücksichtigt werden. Je inhomogener die Netzstruktur oder die Gewichte im Netz sind, desto schlechter

wird die Näherung der realen Kosten durch ein Voronoi-Diagramm. Im Kapitel 4, den Anwendungen, wird der Unterschied zwischen einem Voronoi-Diagramm und einem Netzwerk-Voronoi-Diagramm, das die tatsächlich im Netzwerk herrschenden Kosten berücksichtigt, gezeigt.

Die Aufteilung der Fläche, wie sie beim klassischen Voronoi-Diagramm vorgenommen wird, ist in Verkehrsnetzen oft nicht sinnvoll. Verkehrsnetze sind in der Regel nicht planar, haben also nicht immer von Kanten eingeschlossene Flächen. Ferner ist der Zugang zum Netzwerk eingeschränkt und nur an bestimmten Stellen möglich. Für das Straßennetz sind es Häuserblöcke und -eingänge, im öffentlichen Verkehrsnetz sind es die Haltestellen, an denen ein Betreten und Verlassen des Netzes möglich ist. Desweiteren sollen hier verschiedene Fortbewegungsmodi und -geschwindigkeiten modelliert werden. Daher wird das Netzwerk-Voronoi-Diagramm vorgestellt.

2.2. Netzwerk-Voronoi-Diagramme

Ein Netzwerk ist durch die Angabe von *Knoten* und ihren gewichteten und gerichteten Verbindungen, den *Kanten*, definiert. Das Augenmerk bei der Bildung eines Netzwerk-Voronoi-Diagrammes liegt daher nicht auf der Aufteilung der Fläche, sondern dem Aufteilen der Knoten und Kanten zu den Voronoi-Generatoren. Generell gibt es in einem Netzwerk drei verschiedene Arten von Voronoi-Diagrammen [4].

1. Das **Knoten-Netzwerk-Voronoi-Diagramm**: Hier wird jeder Netzwerk-Knoten dem zugehörigen Generator zugeteilt, sodass die Kosten im Netzwerk von einem Knoten zu dem zugehörigen Generator kleiner ist als zu einem anderen Generator.
2. Das **Kanten-Netzwerk-Voronoi-Diagramm**: Hier wird jede Kante dem zugehörigen Generator zugeteilt, oder gegebenenfalls so geteilt, dass die Distanz von einem Punkt auf der Kante zum zugehörigen Generator kleiner ist als zu einem anderen Generator.
3. Das **Flächen-Netzwerk-Voronoi-Diagramm**: Die Begrenzung des Voronoi-Diagramms in der Fläche trennt die Punkte mit minimaler Distanz zu den nächstgelegenen Kanten unterschiedlicher Generatoren. Dieses Diagramm stimmt in der Regel nicht mit dem (flächenhaften) Voronoi-Diagramm der L_2 -Metrik überein, wie es oben beschrieben wurde. Es kann in einem Netzwerk nur dann bestimmt werden, wenn das Netzwerk planar ist.

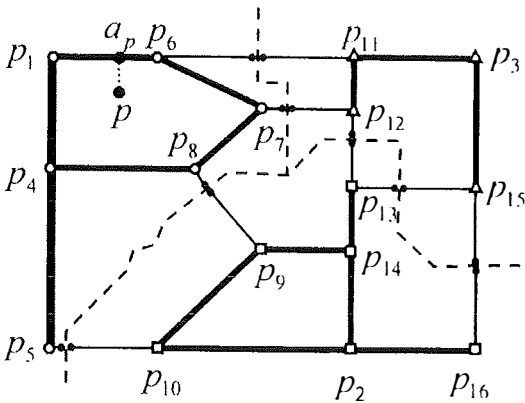


Abb. 4: Die Aufteilung der Knoten, Kanten und Flächen zu den 3 Voronoi-Generatoren p_1 , p_2 und p_3 (aus [4]).

Für die Bildung des Netzwerk-Voronoi-Diagrammes verwendet man einen Algorithmus, der auf dem Kürzesten-Wege-Algorithmus von Dijkstra beruht [5], [6], [7]. Der Dijkstra-Algorithmus bestimmt in einem zusammenhängenden Netz die kürzesten Wege von einem ausgewählten Knoten zu allen übrigen Knoten [8]. Er muss für unsere Zwecke also so modifiziert werden, dass er kürzeste Wege von mehreren Generatoren gleichzeitig berechnet. Jeder Knoten im Netzwerk erhält so eine Wegzeit zum nächstgelegenen Generator, und es entsteht eine Menge von nicht-überlappenden, aber vollständigen Kürzeste-Wege-Bäumen.

In Abbildung 4 wird davon ausgegangen, dass das Gewicht einer Kante identisch ist mit der euklidischen Distanz von Anfangs- und Endknoten. Das gezeigte Netzwerk ist außerdem ungerichtet, das heißt eine Kante repräsentiert eine symmetrische Verbindung der Knoten in beide Richtungen. Für das Kanten-Netzwerk-Voronoi-Diagramm wird daher bei Okabe et al., wenn Anfangs- und Endknoten einer Kante zwei verschiedenen Voronoi-Generatoren angehören, auf dieser Kante der Punkt bestimmt, von dem die euklidische Distanz zu den zwei Generatoren gleich ist. An diesem Punkt entsteht eine Begrenzung des Kanten-Netzwerk-Voronoi-Diagrammes. In dieser Arbeit wird diese Methode erweitert, um auch mit Netzen adäquat umzugehen, in denen Kanten gerichtet oder Kosten unsymmetrisch sind. So kann man jetzt zum Beispiel die unterschiedlichen Geschwindigkeiten verschiedener Fortbewegungsmodi innerhalb eines Netzes oder Einbahnstraßenregelungen modellieren.

Die Bildung des Kanten-Netzwerk-Voronoi-Diagrammes ist für räumliche Fragestellungen in der Regel ausreichend. Durch die Einteilung ei-

ner Kante zu zugehörigen Voronoi-Generatoren ist z. B. in einem Straßennetz auch die Zugehörigkeit für jedes Gebäude entlang einer Straße, bzw. in einem Gebäudenetz die Zugehörigkeit für jedes Zimmer entlang eines Ganges bestimmt. Somit kann für jeden Einstiegs- und Ausstiegspunkt aus dem Netz der Voronoi-Generator bestimmt werden.

3. Methode

In diesem Kapitel werden die Modifikationen des Dijkstra-Algorithmus gezeigt, mit deren Hilfe Knoten- und Kanten-Netzwerk-Voronoi-Diagramm berechnet werden können.

3.1. Berechnung des Knoten-Netzwerk-Voronoi-Diagramms

Wir berechnen das Knoten-Netzwerk-Voronoi-Diagramm für Generatoren, die eine Untermenge der Knoten des Netzes darstellen. Für die Zuordnung der übrigen Knoten zu den Voronoi-Generatoren wurde der Dijkstra-Algorithmus modifiziert.

Der modifizierte Algorithmus berechnet von jedem Voronoi-Generator die (Reise-)Kosten zu benachbarten Knoten. Er weist diesen Knoten die gefundenen Kosten zu. In den folgenden Iterationen wird jeweils der Knoten mit niedrigsten Kosten als ‚gefunden‘ markiert und von ihm die Berechnung der Kosten zu benachbarten Knoten fortgesetzt. Wurde einer der benachbarten Knoten bereits früher von einem anderen Knoten erreicht, so wird ihm der niedrigere Wert der zwei

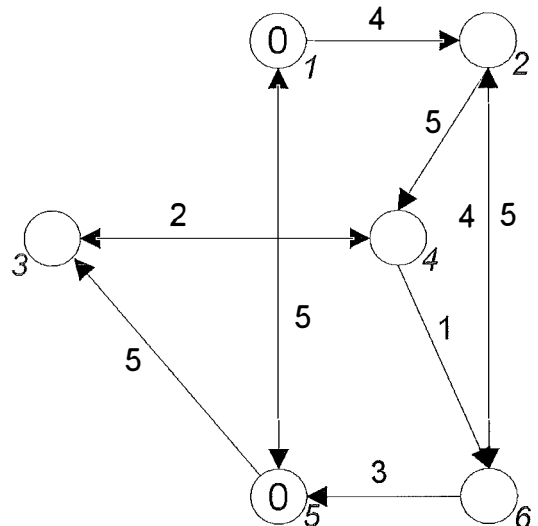


Abb. 5: Beispiel eines einfachen Netzwerkes.

berechneten Kosten zugewiesen. Der Algorithmus endet, wenn alle Knoten gefunden worden sind. Um jedem Knoten einen Voronoi-Generator zuzuordnen zu können, wurde der Algorithmus so modifiziert, dass bei jedem Markieren eines Knoten festgestellt wird, von welchem Knoten er gefunden worden ist, und welchem Voronoi-Generator der Vorgängerknoten zugeordnet war. Dem Knoten wird dann ebenfalls dieser Voronoi-Generator zugeordnet.

Man betrachte das folgende Beispiel. Gegeben ist ein Netzwerk mit sechs Knoten und elf Kanten, dargestellt in Abb. 5. Gesucht ist die Einteilung der Knoten zu den zwei gegebenen Voronoi-Generatoren 1 und 5.

Der Aufbau dieses Netzwerkes mit Hilfe einer Adjazenzmatrix dargestellt. Das Gewicht einer Kante k , die vom Knoten m zu n führt, steht in der Adjazenzmatrix an der Stelle $[m,n]$. Gibt es keine Verbindung von m zu n steht in der Adjazenzmatrix an der Stelle $[m,n]$ der Wert unendlich:

$$Adjazenzmatrix = \begin{bmatrix} \infty & 4 & \infty & \infty & 5 & \infty \\ \infty & \infty & \infty & 5 & \infty & 5 \\ \infty & \infty & \infty & 2 & \infty & \infty \\ \infty & \infty & 2 & \infty & \infty & 4 \\ 5 & \infty & 5 & \infty & \infty & \infty \\ \infty & 4 & \infty & \infty & 3 & \infty \end{bmatrix}$$

Für den Algorithmus werden die drei Vektoren *Distanz*, *Knoten*, und *KV* (= *Knotenvoronoi*) initialisiert. Der Vektor *Distanz* enthält die momentan bekannten Kosten von den nächstgelegenen Generatoren zu den Knoten. Zur Initialisierung werden die Kosten zu den Generatoren selbst mit 0 angesetzt, und alle übrigen Kosten sind noch unbekannt, also unendlich. Der (binäre) Vektor *Knoten* enthält die Information, ob für einen Knoten die minimale Distanz bereits gefunden worden ist; dann ändert sich der Wert an der entsprechenden Stelle von 1 zu 0. Der Vektor *KV* enthält für jeden Knoten den zugehörigen Voronoi-Generator. Zur Initialisierung sind nur die Generatoren selbst bekannt. Für das Beispiel lauten die drei initialisierten Vektoren:

$$Distanz = [0 \ \infty \ \infty \ \infty \ 0 \ \infty]$$

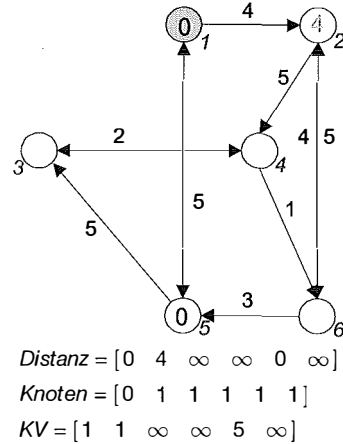
$$Knoten = [1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1]$$

$$KV = [1 \ \infty \ \infty \ \infty \ 5 \ \infty]$$

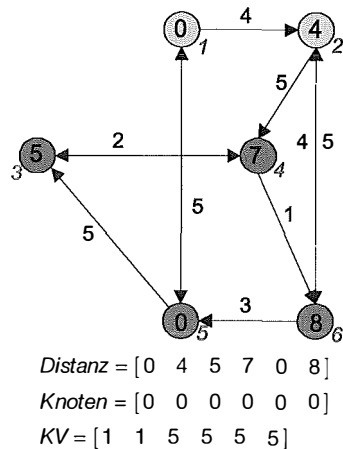
Der Algorithmus wiederholt nun die oben beschriebenen Schritte, bis der Vektor *Distanz* keine endlichen Werte mehr enthält und alle Knoten gefunden worden sind. Für das hier gezeigte Netzwerk endet die Berechnung nach sechs Durchläufen. Für jeden Durchlauf wird zuerst der Knoten *minindex* mit dem minimalen Wert im Vektor *Distanz* und die ihm benachbar-

ten Knoten j (aus der Adjazenzmatrix) bestimmt. Für die Knoten *minindex* und j muss außerdem gelten, dass ihr Wert in *Knoten* 1 beträgt.

1. Durchlauf: *minindex* = 1, j = {2, 5}



Nach sechs Durchläufen erhält man folgendes Ergebnis:



Nachdem so das Knoten-Netzwerk-Voronoi-Diagramm berechnet wurde, kann nun das Kanten-Netzwerk-Voronoi-Diagramm bestimmt werden.

3.1.1. Berechnung des Kanten-Netzwerk-Voronoi-Diagramms

Jede Kante wird nach dem Voronoi-Generator ihres Anfangs- und Endknotens untersucht. Für die Einteilung einer Kante zu einem Voronoi-Generator müssen daher vier verschiedene Fälle berücksichtigt werden (Abb. 6):

1. Anfangs- und Endknoten der Kante gehören zum gleichen Voronoi-Generator im Knoten-

Netzwerk-Voronoi-Diagramm. Dann wird die gesamte Kante ebenfalls diesem Voronoi-Generator zugeordnet.

2. Anfangs- und Endknoten gehören zu verschiedenen Voronoi-Generatoren.

- Die Kante ist nur in einer Richtung begehbar, das heißt es gibt keine Verbindung vom End- zum Anfangsknoten. Dann wird die gesamte Kante dem Voronoi-Generator des Anfangsknotens zugeteilt.
- Die Kante ist in zwei Richtungen zu selben Kosten begehbar (oder es gibt eine Kante vom Anfangs- zum Endknoten und eine Kante vom End- zum Anfangsknoten mit selbem Gewicht), und zusätzlich ist das Betreten des Netzes nur am Anfangs- bzw. Endknoten möglich. Solche Kanten treten zum Beispiel im öffentlichen Verkehrsnetz auf, wo Anfangs- bzw. Endknoten die Haltestellen darstellen. Dann wird die gesamte Kante dem Voronoi-Generator des Knotens zugeteilt, der die niedrigeren Kosten von einem Voronoi-Generator besitzt.
- Die Kante ist in zwei Richtungen begehbar, allerdings möglicherweise zu unterschiedlichen Kosten, und das Betreten der Kante ist an jeder Stelle möglich. Dann muss die Kante an jenem Punkt geteilt werden, an dem die Kosten von den jeweiligen Voronoi-Generatoren gleich groß sind. Eine Teilstrecke x_A wird dem Voronoi-Generator des Anfangsknotens zugeteilt, die andere Teilstrecke x_E dem Voronoi-Generator des Endknotens. Am Teilungspunkt wird ein Knoten zugefügt, der keinem Generator zugeteilt ist.

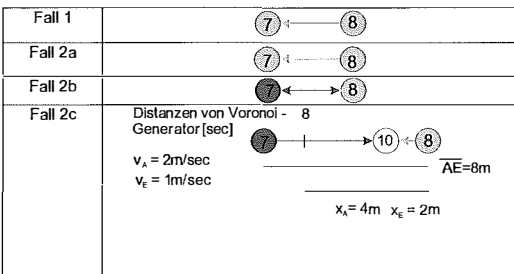


Abb. 6: Die Einteilung einer Kante zu den Voronoi-Generatoren ihrer beiden Knoten.

Man betrachte wiederum das Netz aus Abbildung 5. Für dessen sechs Knoten wurde bereits das Knoten-Netzwerk-Voronoi-Diagramm ermittelt und im Vektor KV festgehalten. Im Vektor $Distanz$ sind die Kosten von den Voronoi-Generatoren zu den zugehörigen Knoten enthalten.

Die Matrix $Koordinaten$ enthält die Koordinaten der Knoten.

$$Koordinaten = \begin{bmatrix} 2 & 10 \\ 5 & 10 \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ 2 & 0 \\ 5 & 0 \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} Distanz = [0 & 4 & 5 & 7 & 0 & 8] \\ KV = [1 & 1 & 5 & 5 & 5 & 5] \end{matrix}$$

In diesem Netzwerk gibt es elf Kanten. Die Anfangs- und Endknoten dieser Kanten sind in den Vektoren A und E festgehalten. A und E werden folgendermaßen gebildet: Die Adjazenzmatrix wird Zeile für Zeile nach endlichen Werten untersucht. Zum Beispiel steht der erste endliche Wert an der Stelle $[1, 2]$, daher ist $A[1] = 1$, und $E[1] = 2$ – die erste Kante führt daher vom Punkt 1 zum Punkt 2. Nachdem die Vektoren A und E gebildet sind, kann man die Vektoren $KV[A]$ und $KV[E]$ bilden. Sie enthalten die Voronoi-Generatoren der Anfangs- bzw. Endknoten.

$$k = 11$$

$$A = [1 \ 1 \ 2 \ 2 \ 3 \ 4 \ 4 \ 5 \ 5 \ 6 \ 6]$$

$$E = [2 \ 5 \ 4 \ 6 \ 4 \ 3 \ 6 \ 1 \ 3 \ 2 \ 5]$$

$$KV[A] = [1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 5 \ 5 \ 5 \ 5 \ 5 \ 5 \ 5]$$

$$KV[E] = [1 \ 5 \ 5 \ 5 \ 5 \ 5 \ 5 \ 1 \ 5 \ 1 \ 5]$$

$$Kantenvoronoi = [\infty \ \infty \ \infty \ \infty \ \infty \ \infty \ \infty \ \infty \ \infty \ \infty \ \infty]$$

Die Berechnung erfolgt nacheinander für $i = 1, 2, \dots, k$. Der Vektor $Kantenvoronoi$ wird daher zuerst an seiner ersten Stelle berechnet, dann an der zweiten und so fort.

Als Ergebnis erhält man

- für jede Kante den zugehörigen Voronoi-Generator, ersichtlich im Vektor $Kantenvoronoi$:
 $Kantenvoronoi = [1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 5 \ 5 \ 5 \ 5 \ 5 \ 5 \ 5]$
- den geänderten Vektor E , indem die neuen Endpunkte für geteilte Kanten eingetragen sind:
 $E = [2 \ 7 \ 4 \ 8 \ 4 \ 3 \ 6 \ 7 \ 3 \ 8 \ 5]$
- den geänderten Vektor $Distanz$, der die Distanz für die neuen Punkte enthält:
 $Distanz = [1 \ 0 \ 4 \ 5 \ 7 \ 2 \ 0 \ 8 \ 2.5 \ 8.5]$
- den geänderten Vektor $Koordinaten$, der auch die neu berechneten Koordinaten dieser Endpunkte enthält:

$$Koordinaten = \begin{bmatrix} 2 & 10 \\ 5 & 10 \\ \dots & \dots \\ \dots & \dots \\ 2 & 0 \\ 5 & 0 \\ \underline{2} & \underline{5} \\ \underline{5} & \underline{1.1} \end{bmatrix}$$

Schliesslich erhält man als Ergebnis das Kanten-Netzwerk-Voronoi-Diagramm in Abbildung 7.

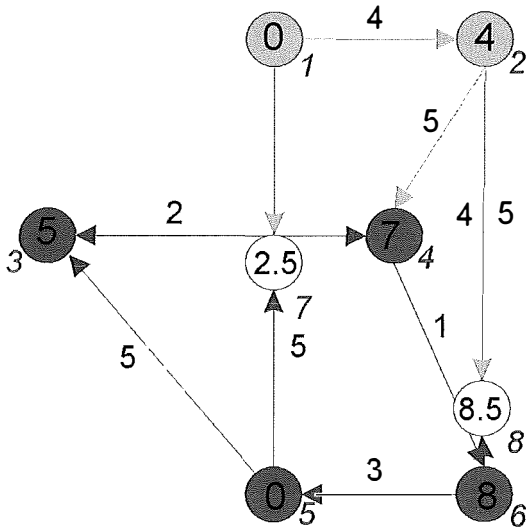


Abb. 7: Das Kanten-Netzwerk-Voronoi-Diagramm zum Netz in Abbildung 5.

4. Implementierung und Tests

Der oben beschriebene Algorithmus zur Berechnung von Knoten- und Kanten-Netzwerk-Voronoi-Diagramm wurde in IDL implementiert, der Interactive Data Language von Research Systems, Inc.. Diese Programmiersprache eignet sich besonders für *Rapid Prototyping* und Testen von Algorithmen, die auf die beigefügte Bibliothek von Matrizen- und Bildverarbeitungsoperationen zurückgreifen. Im vorliegenden Fall waren die Berechnung des klassischen Voronoi-Diagramms, die Isochronen-Berechnung und die einfache Visualisierung des Netzes der Bibliothek entnommen.

Für Tests der Implementierung sind zwei Datensätze herangezogen worden:

- Ein Straßennetzwerk der Innenbezirke von Wien war am Institut vorhanden. Zusätzlich wurden in dieses Netzwerk die U-Bahnlinien U1 bis U4 integriert, um den Algorithmus auch in einem öffentlichen Verkehrsnetzwerk zu testen.
- Ein Netzwerk der Flure des Universitätsgebäudes Gusshausstraße 27–29 wurde aus vorhandenen 2D-CAD-Dateien der einzelnen Stockwerke modelliert, die freundlicherweise von der Bundesimmobilienverwaltung zur Verfügung gestellt wurden.

In Abbildung 8 wurde für vier Voronoi-Generatoren das Netzwerk-Voronoi-Diagramm des Straßennetzes berechnet und durch verschiedenfarbige Gebiete dargestellt. Zusätzlich wurde

das klassische Voronoi-Diagramm mit einer schwarzen Linie eingezeichnet. Die unterschiedlichen Graustufen stellen die Reisezeiten von einem Generator zu den Knoten dar: Punkte innerhalb des weißen Gebietes erreicht man in einer Minute, die nächsten Graustufen stellen Intervalle von 6, 11, 16, ... Minuten dar. Dabei wurde eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 20 km/h angenommen.

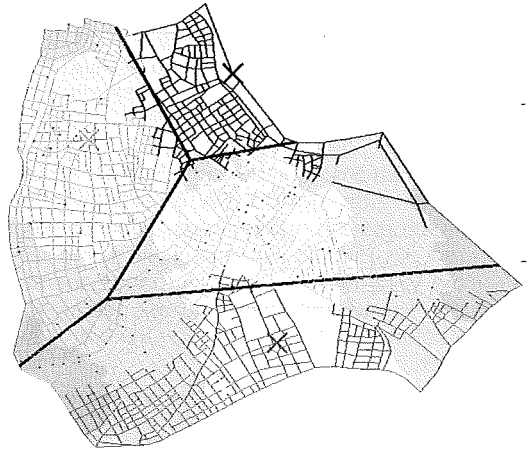


Abb. 8: Netzwerk-Voronoi-Diagramm (farbig) und Voronoi-Diagramm (schwarze Linien) von vier Generatoren.

Der Unterschied zwischen dem klassischen Voronoi-Diagramm und einem Netzwerk-Voronoi-Diagramm wird besonders deutlich, wenn ein Voronoi-Generator in einem inhomogenen Teil des Straßennetzes liegt: Der blaue Generator in Abbildung 8 liegt in einem Gebiet, das im Westen durch Einbahnen und im Osten durch ein Gebiet mit wenig Straßen erschlossen ist. Dadurch verschlechtert sich die Erreichbarkeit der benachbarten Gebiete, und das Einzugsgebiet verkleinert sich zugunsten des orangefarbenen Generators.

In Abbildung 9 wurden für die Standorte von fünf Wiener Schulen die Einzugsgebiete in einem Straßennetz für Fußgänger mit der Möglichkeit der Benützung der U-Bahn berechnet. Die Graustufen stellen Reisezeitintervalle von jeweils fünf Minuten dar. Man erhält die maximale Entfernung von einem Punkt in einem Netzwerk zu 30 Minuten, die durchschnittliche Reisezeit beträgt 14,4 Minuten. Zusätzlich kann man auch die Größe des Einzugsgebietes berechnen: Dem roten Generator sind zum Beispiel 98km Straßenzüge zugeordnet. Das klassische Voronoi-Diagramm ist in Abbildung 9 noch gezeigt, obwohl das Netz hier nicht mehr planar und durch verschiedene Fortbewegungsmodi stark verzerrt ist.

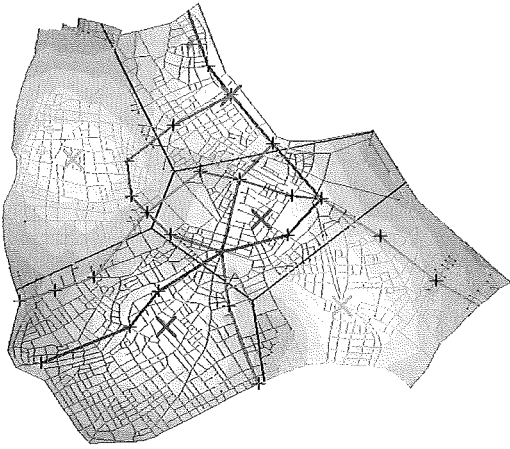


Abb. 9: Netzwerk-Voronoi-Diagramm (farbig) und Voronoi-Diagramm (schwarze Linien) von fünf Generatoren im symmetrischen Fußgängernetz mit U-Bahnen (farbige Linien).

In einem Gebäudenetzwerk spielt die Berechnung des Netzwerk-Voronoi-Diagrammes z. B. im Katastrophenfall eine wichtige Rolle. Angenommen im Institutsgebäude in der Gusshausstrasse bricht beim Haupteingang ein Feuer aus, und Rauch und Feuer breiten sich rasch aus. Das Gebäude muss schnellstens evakuiert werden, aber der Bereich des Haupteingangs ist durch das Feuer gesperrt. Welche Ausgänge sind für die Personen, die sich noch im Gebäude aufhalten, die nächsten?

Aus Abbildung 10 erkennt man für jeden Punkt im Gebäude den nächstgelegenen Ausgang. Durch die Sperre des Haupteinganges wird vor

allem das Einzugsgebiet des schwarzfarbenen Ausgangs vergrößert. Im Normalfall ist er für 308m (15%) der Gänge im Gebäude der nächstgelegene. Wenn der Haupteingang versperrt ist erhöht sich der Wert auf 548m (27%).

Wege aus den Zimmern und Wege zwischen den Zimmern sind in diesem Netz vernachlässigt. Für dieses (nicht-planare) Netzwerk lässt sich kein sinnvoller Vergleich mit einem klassischen Voronoi-Diagramm mehr ziehen.

5. Diskussion und Ausblick

Das klassische Voronoi-Diagramm wurde für Netzwerke mit Knoten und Kanten übertragen. Der Kürzeste-Wege-Algorithmus von Dijkstra konnte für die Berechnung des Netzwerk-Voronoi-Diagrammes modifiziert werden. Der modifizierte Algorithmus berechnet die kürzesten Wegzeiten von ausgewählten Knoten – den Voronoi-Generatoren – zu allen anderen Knoten im Netzwerk und findet für jeden Knoten den nächstgelegenen Generator. Für die Punkte entlang einer Kante des Netzwerkes konnte ebenfalls der nächstgelegene Generator berechnet werden. Somit war das Voronoi-Diagramm in einem Netzwerk für die Knoten und Kanten vollständig bestimmt. Die Modifikation wurde an einem Beispiel erläutert und zum Testen implementiert.

Anwendungen ergeben sich vor allem für inhomogen gewichtete oder multi-modale Netzwerke, für die ein erheblicher Genauigkeitsgewinn gegenüber dem klassischen Voronoi-Diagramm erreicht wird, und für dreidimensionale Netzwerke. Drei Beispiele für solche Netzwerke

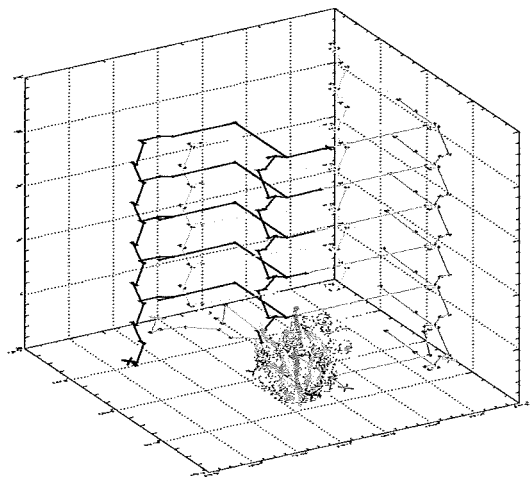
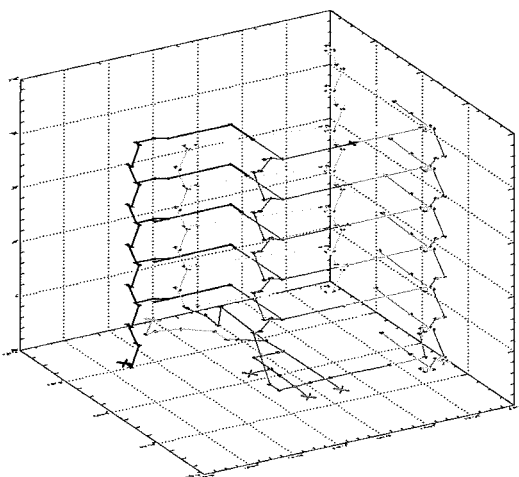


Abb. 10: Netzwerk-Voronoi-Diagramm für ein Gebäudenetz. Links: Generatoren an jedem Ausgang. Rechts: ein Generator fällt aus; das Netzwerk-Voronoi-Diagramm verändert sich daraufhin stark.

sind ein Straßennetz, ein öffentliches Verkehrsnetz und ein Gebäudenetz. In diesen Netzen wurden einige der möglichen Anwendungen gezeigt: die Berechnung des Einzugsgebietes von öffentlichen Einrichtungen im Straßennetz, die Dauer von Schulwegen bei vorgegebenen Schulstandorten und verschiedenen Fortbewegungsmöglichkeiten, und die Evakuierung eines Gebäudes im Katastrophenfall. Die Ergebnisse konnten anschaulich gezeigt werden, für das planare Straßennetz auch im Vergleich mit einem klassischen Voronoi-Diagramm.

Der Algorithmus kann auf jedes Netzwerk angewendet werden. An seiner Implementierung könnte man einige Änderungen anbringen, die die Laufzeit des Algorithmus verbessern. Es sollte auch berücksichtigt werden, dass es in einem Straßennetz Generatoren geben kann, die sich nicht an einem Knoten befinden, und dass es dort offene Gebiete, wie große Plätze und Parks, ohne Knoten und Kanten gibt.

Für jeden Punkt entlang einer Kante wurde der nächstliegende Generator berechnet. Umgekehrt wurden aber die Generatoren immer an der Stelle eines Knoten angenommen. Die Möglichkeit, dass ein Voronoi-Generator auf einer Kante liegen kann, wurde nicht berücksichtigt. Der Algorithmus könnte leicht so modifiziert werden, dass man auch den Generator als Punkt auf einer Kante bestimmt, die Distanz zum Endknoten (oder zu den zwei Endknoten) dieser Kante berechnet, und dann den Algorithmus mit der so gewonnenen Distanz startet. Eine zweite Möglichkeit wäre, an der Stelle eines Generators einen zusätzlichen Knoten einzufügen und von ihm die Verbindungen zu den Endknoten neu zu definieren und in die Adjazenzmatrix einzutragen.

Für Gebiete innerhalb einer Stadt, in denen man sich in jede beliebige Richtung fortbewegen kann, wie zum Beispiel auf großen Plätzen, könnte eine Berechnung des klassischen Voronoi-Diagrammes diese Gebiete aufteilen und den Generatoren zuordnen. Die Zuordnung könnte man so vornehmen: Zu einem Platz führen verschiedene Straßen. Für den Knoten einer Straße, der an den Platz grenzt, wurde die Distanz zu einem Generator bereits berechnet. Von allen Knoten des Netzwerkes, die am Rande eines Platzes sind, starten die Isochronen zu verschiedenen Zeitpunkten, und es ergeben sich für die Schnittlinien der Isochrone von verschiedenen Generatoren hyperbolische Begrenzungen des Voronoi-Diagramms.

Berechnet man das Netzwerk-Voronoi-Diagramm mit dem beschriebenen Algorithmus, könnte man gleichzeitig die kürzesten Wege von

den einzelnen Knoten und Kanten des Netzwerkes zu den Voronoi-Generatoren berechnen. So könnte man häufig frequentierte Straßensegmente erkennen, wenn viele der erhaltenen kürzesten Wege diese Straßensegmente enthalten.

Zusätzlich zur Berechnung des Einzugsgebietes und seiner Größe ist es für viele Anwendungen wichtig, wie viele Menschen in diesem Gebiet wohnen. Wenn diese Daten in einem GIS gespeichert sind (z.B. die Anzahl der Menschen pro Gebäude oder pro Häuserblock), können diese Daten in Kombination mit dem Einzugsgebiet die Anzahl der Menschen pro Einzugsgebiet liefern. Das gleiche gilt für ein Gebäudenetzwerk: Die Kombination des Einzugsbereiches für einen bestimmten Ausgang mit der Anzahl der Personen, die sich in den Zimmern entlang der zugeordneten Verbindungsgänge aufhalten, liefert die Anzahl der Menschen, die im Katastrophenfall diesen Ausgang benützen werden. Die Kombination mit Attributdaten wie Kapazität oder Breite, erlaubte oder mögliche Geschwindigkeit, oder Zeitraum und Standort von Baustellen führt zu einer Verbesserung der Berechnung der kürzesten Wegzeiten und der steuernden Maßnahmen.

Abschließend kann gesagt werden, dass die Berechnung von Voronoi-Diagrammen, wie sie in dieser Arbeit beschrieben wurde, eine Basis für viele weitere Berechnungen, Modellierungen und Analysen darstellt.

Literatur

- [1] *Aurenhammer, F.*: Voronoi Diagrams – A Survey of a Fundamental Geometric Data Structure. *ACM Computing Surveys*, 1991, 23(3): 345–405.
- [2] *Aurenhammer, F.; Klein, R.*: Voronoi diagrams. In: Sack, J.-R.; Urrutia, J. (Hrsg.), *Handbook of Computational Geometry*, Elsevier Science Publishing, Amsterdam, 2000, Seiten 201–290.
- [3] *de Berg, M.; van Kreveld, M.; Overmars, M.; Schwarzkopf, O.*: *Computational Geometry*. Springer, Berlin, 2000, 367 Seiten.
- [4] *Okabe, A.; Boots, B.; Sugihara, K.; Chiu, S.N.*: *Spatial Tessellations: Concepts and Applications of Voronoi Diagrams*. John Wiley & Sons, Chichester, United Kingdom, 2000.
- [5] *Erwig, M.*: The Graph Voronoi Diagram with Applications. *Networks*, 2000, 36(3): 156–163.
- [6] *Okabe, A.; Okunuki, K.; Funamoto, S.; Ishitomi, T.*: A Toolbox for Spatial Analysis on a Network and its Software. In: Zavala, G. (Hrsg.), *GIScience 2002*. University of California Regents, Boulder, CO, 2002, Seiten 124–126.
- [7] *Okabe, A.; Okunuki, K.; Funamoto, S.*: *SANET: A Toolbox for Spatial Analysis on a Network*, Center for Spatial Information Science, University of Tokyo, 2002, <http://okabe.t.u-tokyo.ac.jp/okabelab/atsunet/sanet/sanet-index.html>.
- [8] *Dijkstra, E.W.*: A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik*, 1, 1959: 269–271.

Anschrift der Autoren:

Margot Graf: Große Spertlgasse 41/28, 1020 Wien, email: margot.graf@aon.at
 Stephan Winter, Institut für Geoinformation, Technische Universität Wien, Gusshausstr. 27–29, 1040 Wien, email: winter@geoinfo.tuwien.ac.at



Sensitivitätsanalyse beim Ausgleich von Messdaten mit einer Geraden bzw. einer Exponentialfunktion

Helmuth Späth, Oldenburg

Zusammenfassung

Passt man Messdaten z.B. mit einer Geraden oder einer Exponentialfunktion an, so ist auch eine Frage, wie sich eventuelle Fehler in den Daten auf die zu bestimmenden Parameter auswirken. Es wird eine einfache Methode vorgestellt, die es bei vorliegenden Schätzungen für die (additiven oder prozentualen) Fehler in den Messdaten erlaubt, die Auswirkungen auf die Parameter zu studieren.

1. Problemstellung und Beispiel für die Gerade

Sind Messdaten $(x_i, y_i), i = 1, \dots, m$ in der Ebene gegeben, durch eine Gerade

$$y = ax + b \quad (1)$$

im Sinne der kleinsten Quadrate zu legen, so ist

$$S(a, b) = \sum_{i=1}^m (ax_i + b - y_i)^2 \rightarrow \min \quad (2)$$

zu erreichen. Bekanntlich liefern die notwendigen Bedingungen $\frac{\partial S}{\partial a} = \frac{\partial S}{\partial b} = 0$ für ein Minimum das lineare Gleichungssystem

$$a \sum_{i=1}^m x_i^2 + b \sum_{i=1}^m x_i = \sum_{i=1}^m x_i y_i \quad (3)$$

$$a \sum_{i=1}^m x_i + b m = \sum_{i=1}^m y_i$$

zur Bestimmung der Steigung a und des Achsenabschnittes b auf der y -Achse. Für den Fall, dass mindestens zwei der x_i verschieden sind, ist (3) auch hinreichend. Die dann eindeutig existierende Optimallösung (a^*, b^*) ist dann

$$a^* = \frac{1}{d} \left(m \sum_{i=1}^m x_i y_i - \sum_{i=1}^m x_i \sum_{i=1}^m y_i \right), \quad (4)$$

$$b^* = \frac{1}{d} \left(- \sum_{i=1}^m x_i \sum_{i=1}^m x_i y_i + \sum_{i=1}^m x_i^2 \sum_{i=1}^m y_i \right), \quad (5)$$

$$\text{wobei } d = m \sum_{i=1}^m x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^m x_i \right)^2 = \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2$$

$$\text{und } \bar{x} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_i$$

Die minimale Fehlerquadratsumme $S(a^*, b^*)$ kann dann nach (2) berechnet werden. (Eine numerisch stabilere Form für den Ansatz (1), nämlich $y = \tilde{a}(x - \bar{x}) + \tilde{b}$ [3] wollen wir aus später ersichtlichen Gründen hier nicht diskutieren.)

Nun gehen wir davon aus, dass Messungenauigkeiten bzw. Störungen u_i und v_i in additiver Form

$$x_i + u_i, y_i + v_i, i = 1, \dots, m \quad (6)$$

oder in multiplikativer Form

$$x_i(1 + u_i), y_i(1 + v_i), i = 1, \dots, m \quad (7)$$

vorliegen können. Die Vektoren \mathbf{u} und \mathbf{v} enthalten die möglichen additiven bzw. Prozentualen Fehler der gemessenen Datenpunkte (x_i, y_i) .

Wir wollen untersuchen, wie sich \mathbf{u} und \mathbf{v} auf die Lösungen $a(\mathbf{u}, \mathbf{v})$ und $b(\mathbf{u}, \mathbf{v})$ der Probleme

$$T(a, b) = \sum_{i=1}^m (a(x_i + u_i) + b - (y_i + v_i))^2 \rightarrow \min \quad (8)$$

bzw.

$$U(a, b) = \sum_{i=1}^m (a x_i(1 + u_i) + b - y_i(1 + v_i))^2 \rightarrow \min \quad (9)$$

auswirken, d.h. die Empfindlichkeit der Lösung gegenüber Messfehlern studieren können.

Dazu setzen wir (6) bzw. (7) anstatt x_i und y_i in (4) bzw. (5) ein und erhalten für (8) die optimale Lösung

$$a^* = \frac{1}{d} \left(m \sum_{i=1}^m (x_i + u_i)(y_i + v_i) - \sum_{i=1}^m (x_i + u_i) \sum_{i=1}^m (y_i + v_i) \right), \quad (10)$$

$$b^* = \frac{1}{d} \left(- \sum_{i=1}^m (x_i + u_i) \sum_{i=1}^m (x_i + u_i)(y_i + v_i) - \sum_{i=1}^m (x_i + u_i)^2 \sum_{i=1}^m (y_i + v_i) \right), \quad (11)$$

wo $d = \sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x} + u_i - \bar{u})^2$ bzw für (9)

$$a^* = \frac{1}{d} \left(m \sum_{i=1}^m x_i y_i (1 + u_i)(1 + v_i) - \sum_{i=1}^m x_i (1 + u_i) \sum_{i=1}^m y_i (1 + v_i) \right), \quad (12)$$

$$b^* = \frac{1}{d} \left(- \sum_{i=1}^m x_i (1 + u_i) \sum_{i=1}^m x_i y_i (1 + u_i)(1 + v_i) + \sum_{i=1}^m x_i^2 (1 + u_i)^2 \sum_{i=1}^m y_i (1 + v_i) \right), \quad (13)$$

$$\text{wo } d = m \sum_{i=1}^m x_i^2 (1 + u_i)^2 - \left(\sum_{i=1}^m x_i (1 + u_i) \right)^2.$$

Sind wenigstens zwei der Werte $x_i + u_i$ bzw. $x_i(1 + u_i)$ verschieden, so existieren jeweils eindeutige optimale Lösungen $a^* = a(\mathbf{u}, \mathbf{v})$ und $b^* = b(\mathbf{u}, \mathbf{v})$ von (8) bzw. (9), die linear von \mathbf{v} , aber nichtlinear von \mathbf{u} abhängen. Solche Probleme werden in allgemeiner Form in [1] behandelt.

Beispiel 1: Wir gehen von $m = 8$ gegebenen Punkten

x	1	3	4	6	7	8	9	10
y	2	1	4	5	4	4	6	5

aus. Diese sind zusammen mit der optimalen Ausgleichsgeraden (1) bzgl. (2) in Fig. 1 visualisiert. Für $u_i = v_i = 0, i = 1, \dots, m = 8$ ist

$$a = .4559, b = 1.10147, S = 5.368.$$

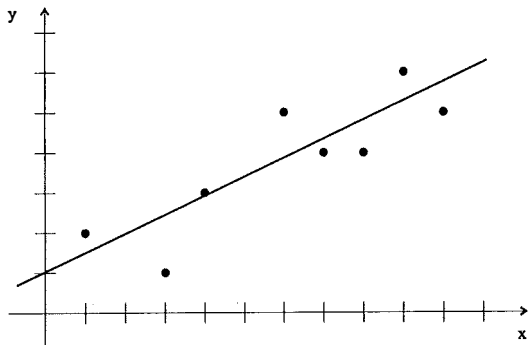


Abbildung 1

Wir betrachten nun zwei Arten von Störungen.

Fall 1: Der Reihe nach für $k = 1, \dots, m = 8$ werden nur einzelne Punkte gestört und zwar mit $u_i = v_i = 0$ für $i \neq k$ und $u_k = .5, v_k = -.5$ bei additiven und $u_k = .1, v_k = -.1$, d.h. 10%, bei multiplikativen Störungen. Die Ergebnisse finden sich in den Tabellen 1 und 2.

k	a	b	T
1	0.5126	0.5798	4.857
2	0.4739	0.8146	7.823
3	0.4743	0.8122	5.573
4	0.4604	0.8965	4.010
5	0.4393	1.0244	6.112
6	0.4259	1.1055	6.732
7	0.4269	1.0992	4.487
8	0.4072	1.2190	6.495

Tab. 1

k	a	b	U
1	0.4747	0.8710	5.137
2	0.4594	0.9638	6.070
3	0.4688	0.8762	5.404
4	0.4609	0.8874	3.956
5	0.4372	1.0385	6.092
6	0.4197	1.1396	6.798
7	0.4150	1.1385	4.354
8	0.3878	1.3122	6.907

Tab. 2

Fall 2: Wir setzen $u_i = (r - .5)f, v_i = (r - .5)f, i = 1, \dots, m$ wobei r sich bei jedem Auftreten ändert und eine in $[0, 1]$ gleichverteilte Pseudozufallszahl ist. Hier werden also gleichzeitig alle Messpunkte abgeändert. Im additiven Fall setzen wir $f = .5$, im multiplikativen Fall $f = .1$. Dabei führen wir jeweils $n = 1, \dots, 10$ Simulationen durch. Die Ergebnisse finden sich in den Tabellen 3 und 4.

n	a	b	T
1	0.4359	1.1557	6.506
2	0.4246	1.2138	5.581
3	0.4156	1.3016	6.533
4	0.4614	0.9090	5.612
5	0.4446	1.1408	5.784
6	0.4213	1.1988	6.475
7	0.4088	1.2579	6.645
8	0.4614	0.9649	4.975
9	0.4529	1.0549	6.812
10	0.4633	0.9465	4.440

Tab. 3

n	a	b	U
1	0.4545	1.0373	6.346
2	0.4063	1.2682	6.365
3	0.4767	0.9420	5.778
4	0.4758	0.9776	5.471
5	0.4603	0.9412	4.911
6	0.4504	1.0424	6.363
7	0.4384	1.0645	4.437
8	0.4502	1.0145	5.334
9	0.4360	1.1393	6.965
10	0.4519	1.0825	6.315

Tab. 4

In allen vier Tabellen kann man deutlich sehen, wie sich die unterschiedlichen Störungen auf die Ergebnisse für a und b und die zugehörigen Fehlerquadratsummen T und U auswirken.

2. Problemstellung und Beispiel für eine Exponentialfunktion

Statt (1) haben wir jetzt das Modell

$$y = c + b e^{ax}, \quad (14)$$

bei dem der Parameter a nichtlinear auftritt. (Für $b > 0$ und $a < 0$ wird ein Abklingvorgang beschrieben.) Statt (2) ist hier

$$S(a, b, c) = \sum_{i=1}^m (c + b e^{ax_i} - y_i)^2 \quad (15)$$

zu minimieren. Die notwendigen Bedingungen $\frac{\partial S}{\partial a} = \frac{\partial S}{\partial b} = 0$ liefern

$$b \sum_{i=1}^m e^{2ax_i} + c \sum_{i=1}^m e^{ax_i} = \sum_{i=1}^m y_i e^{ax_i}, \quad (16)$$

$$b \sum_{i=1}^m e^{ax_i} + c m = \sum_{i=1}^m y_i.$$

Hieraus lassen sich b und c nach den Formeln (4) und (5), wenn man dort x_i durch e^{ax_i} ersetzt, für $a \neq 0$ eindeutig als Funktionen $b(a)$ und $c(a)$ berechnen, wenn man wieder voraussetzt, dass wenigstens zwei verschiedene x_i verschieden sind. Diese beiden Funktionen kann man in (15) einsetzen und erhält [3] mit

$$S(a) = S(a, b(a), c(a)) \quad (17)$$

eine zu minimierende Funktion in nur noch einer (aber nichtlinearen) Variablen a . Geht man von der Verfügbarkeit eines genügend kleinen Intervalls $[a_1, a_2]$ aus, indem das globale Minimum a^* und kein Nebenminimum liegt, so kann man z.B. mit einem Trisektionsverfahren, wie es in der Subroutine FMIN [2] implementiert ist, den Parameter a^* berechnen und anschließend $b^* = b(a^*)$ und $c^* = c(a^*)$ erhalten.

Beispiel 2: Sei [3] $m = 11$ und

x	0	1	3	4	7.5	10.5	13	15	18	20	25
y	15	13	10	10	6	5	3	4	1	2	.3

Da ein Abklingvorgang vorliegt, ist $a^* < 0$ zu erwarten. Dies legt $[a_1, a_2] = [-1, 0]$ nahe. Damit findet man für $u_i = v_i = 0$ ($i = 1, \dots, m = 11$) die Werte $a = -.102, b = 15.202, c = -.561, S = 4.254$.

Die gegebenen Daten und die ausgleichende Funktion (14) finden sich in Fig. 2.

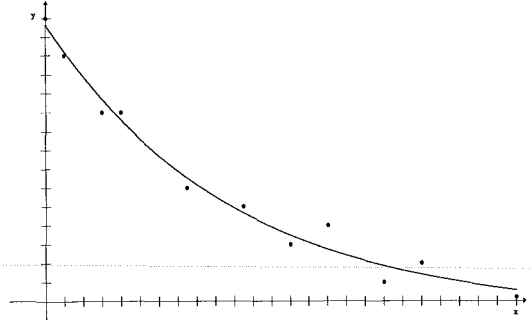


Abbildung 2

Setzt man in (15) und (16) statt x_i und y_i die additiven (6) bzw. multiplikativen Störungen (7) ein, so kann man wieder die durch diese bedingten Parameteränderungen studieren. Gehen wir wie in *Beispiel 1, Fall 2* vor, so ergeben sich die Tabellen 5 und 6. Hierbei haben T und U die (8) und (9) entsprechende Bedeutung für (14).

n	a	b	c	T
1	-0.1046	14.6415	-0.335	5.419
2	-0.1068	15.0521	-0.387	5.015
3	-0.0968	15.1915	-0.829	4.094
4	-0.1089	15.4546	-0.404	5.813
5	-0.1045	15.0188	-0.451	4.594
6	-0.1060	15.0353	-0.350	4.150
7	-0.1128	14.7381	-0.139	5.153
8	-0.1042	15.0662	-0.458	4.398
9	-0.0950	15.4531	-0.951	4.729
10	-0.0996	15.1678	-0.608	5.235

Tab. 5

n	a	b	c	U
1	-0.1002	15.1207	-0.605	4.811
2	-0.1094	14.8179	-0.142	4.993
3	-0.1080	15.2269	-0.354	5.304
4	-0.1011	15.0254	-0.481	4.056
5	-0.1017	14.7699	-0.503	3.891
6	-0.1046	15.2887	-0.452	5.007
7	-0.101	14.9729	-0.478	3.828
8	-0.1065	15.3062	-0.531	4.145
9	-0.0982	15.3072	-0.689	4.642
10	-0.1030	15.5951	-0.596	3.854

Tab. 6

Literatur

- [1] Alt. W.: Nichtlineare Optimierung. Vieweg 2002.
- [2] Forsythe. G.E.; Malcolm. M.A.; Moler. C.B.: Computer Methods for Mathematical Computations. Prentice Hall 1977.
- [3] Späth. H.: Algorithmen für elementar Ausgleichsmodelle. München 1973.

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Helmuth Späth. Fachbereich Mathematik. Carl von Ossietzky Universität Oldenburg. Postfach 2503. D-26111 Oldenburg. Germany. e-mail: spaeth@mathematik.uni-oldenburg.de



Metro Delhi – Projektmanagement in der Ingenieurgeodäsie

Albrecht Prader, Wien und Gerald Muhr, Graz

Zusammenfassung

Im Rahmen des beginnenden U-Bahn-Ausbaus in der indischen Metropole Neu Delhi beauftragte die DMRC (Delhi Metro Rail Corporation) das Joint Venture IMCC (International Metro Civil Contractors) mit dem Bau des ersten untertägigen U-Bahn-Bauloses in Delhi. IMCC besteht aus den Firmen DYWIDAG (Deutschland), SAMSUNG (Südkorea), L&T (Indien), SHIMIZU (Japan) und IRCON (Indien).

Da die organisatorischen Anforderungen erfahrungsgemäß mit der Projektgröße exponentiell ansteigen, waren angesichts der im U-Bahn-Bau einzigartigen Dimensionen des Projektes (Bauloslänge ca. 7 km, Auftragssumme ca. 400 Mio. Dollar) besondere methodische Vorarbeiten unerlässlich. In monatelanger Entwicklung wurde daher ein Gesamtkonzept für Vermessung und Deformationsmessung, für Daten-, Personal-, Subunternehmer-, Geräte- und Fuhrparkmanagement erstellt. In der Umsetzungsphase musste das Konzept laufend an die lokalen Rahmenbedingungen angepasst werden. Mangels Vorprojekten und aufgrund der in Indien herrschenden schwierigen Zustände erforderte dies sowohl organisatorische als auch persönliche Höchstleistungen.

In fachlicher Hinsicht umfasst das Projekt ein umfangreiches Konglomerat von Tunnelbau-Techniken: vom Tübbing-Fertigteilewerk über maschinelle Tunnelvortriebe und unterirdischen Ausbruch ganzer Stationen mit Sprengvortrieb und NATM (New Austrian Tunneling Method) bis hin zu Stationsbau mit Schlitzwandtechnik.

Die Verantwortung für die Konzeption und Organisation der gesamten Vermessung und Deformationsmessung, sowie der Vortriebssteuerungen oblag dem zuständigen Chief Surveyor (Autor), der von der Firma Geodata GmbH, Leoben, Österreich, gestellt wurde.

Abstract

Since the need of public transportation became obvious in the congested urban areas of India a metro concept was developed for the capital New Delhi by Indian authorities represented by DMRC (Delhi Metro Rail Corporation). The Joint Venture IMCC, consisting of the partners DYWIDAG (Germany), SAMSUNG (South Korea), L&T (India), SHIMIZU (Japan) and IRCON (India), got the contract to build the first underground metro line in Delhi.

Experience shows that an increase of the project size leads to an exponential increase of organisation and management requirements. With a length of about 7 km and a contract sum of about 400 million dollars the Metro Delhi Project MC1B was unique worldwide. Therefore a methodical development of a concept for survey, monitoring, data-, staff- and subcontractor-management, instrument- and car park-administration was required. The implementation and adaptation of the concept was difficult because of the non-availability of similar projects in the past and the actual conditions in India. It required high performance in organisation and strong personal commitment.

The project covers a huge conglomeration of tunnelling techniques: the installation of a tunnel segment factory, Tunnel Bore Machines (TBM), Earth Pressure Balance Machines (EPBM), the New Austrian Tunneling Method (NATM) excavation for underground tunnels and stations and the construction of stations and structures with diaphragm walls are only some highlights of the project.

The responsibility for the conception and organisation of all survey works, optical monitoring and tunnel guidance was with the Chief Surveyor (author) from the company Geodata GmbH, Leoben, Austria.

1. Das Projekt MC1B

Das Joint Venture IMCC erhielt nach langwierigen Vertragsverhandlungen mit dem Bauherrn DMRC (Delhi Metro Rail Corporation) im Frühjahr

2001 den Zuschlag für den Bau des ersten untertägigen U-Bahn-Abschnittes der indischen Metropole New Delhi.

Das Projekt wurde als Turn-Key-Project vergeben. Damit muss der Auftragnehmer bei Ver-

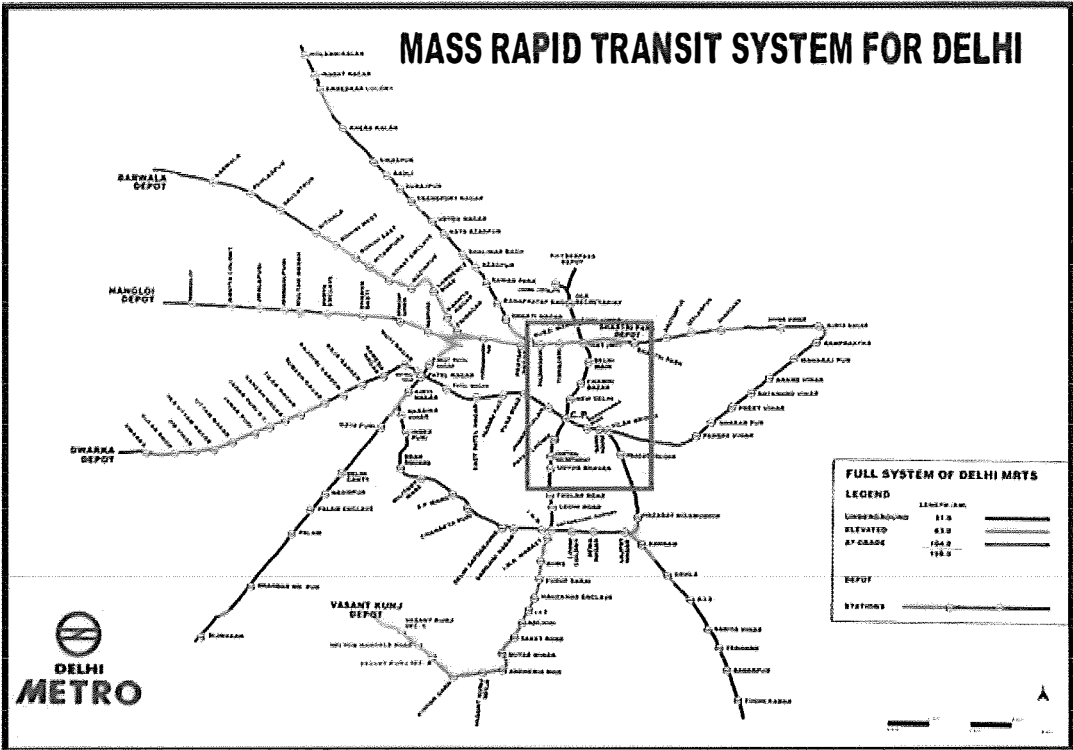


Abb. 1: U-Bahn-Netzplan New Delhi

tragsablauf das Bauwerk im Rohbau schlüsselfertig übergeben. Die gesamte Verantwortung inklusive dem Bodenrisiko liegt beim ausführenden Joint Venture. Diskussionen über allfällige Nachträge reduzieren sich auf die formale Auslegung des Vertrages. Die Überwachung der Bauausführung im Namen des Bauherrn DMRC obliegt dem Konsortium GC (General Consultant), bestehend aus den Firmen PCI (Japan), PBI (USA), JARTS (Japan), TONICHI (Japan) und RITES (Indien).

Das Baulos erstreckt sich zwischen den Stationen ISBT (Inter State Bus Terminal) im Norden des Stadtzentrums und Udyog Bhawan im Süden in der Nähe des Präsidentenpalastes. Die Länge des Loses beträgt ca. 7km. In ihrem Verlauf von Norden nach Süden passiert die Trasse die Altstadt Delhis mit ihrem mittelalterlichen Erscheinungsbild (Delhi Main, Chawri Bazar), geht dann in das in der britischen Kolonialzeit angelegte moderne Zentrum der Stadt über (New Delhi, Connaught Place, Patel Chowk) und endet im Regierungsviertel Delhis (Central Secretariat, Udyog Bhawan). Im Bereich der Stationen ISBT bis Patel Chowk werden neben den Stationsrohbauten (NATM, Bohrpfähle und Schlitzwände) die zwei parallel laufenden Tunnelröhren berg-

männisch (maschinell) vorgetrieben, zwischen Patel Chowk und Udyog Bhawan wird in offener Bauweise gebaut (Bohrpfähle und Schlitzwände).

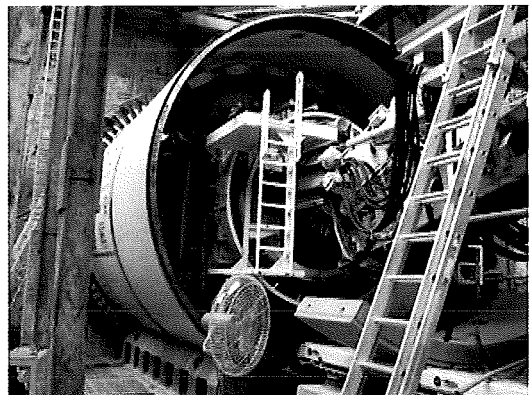


Abb. 2: Erddruck-Tunnelbohrmaschine (EPBM) der Firma Herrenknecht AG

Die bergmännischen Vortriebe erfolgen mit einer Festgesteins-Tunnelbohrmaschine (TBM) und zwei Erddruck-Tunnelbohrmaschinen (EPBM) der deutschen Firma Herrenknecht AG mit ca. 6.4m Außenradius (Abb. 2). Während

Festgesteinsmaschinen im standsicheren und homogenen Fels eingesetzt werden, kommen Erddruckmaschinen im Lockerboden zum Einsatz. Hier wird ein Gegendruck im Bereich des Schneidrades erzeugt, um Eindringen von Grundwasser und durch den Ausbruch bedingte Deformationen weitestgehend zu vermeiden. Die Maschinen sind mit dem Steuerleitsystem SLS-T der Herrenknecht-Tochterfirma VMT GmbH bestückt.



Abb. 3: Vakuumflifter für Tübbinge im Fertigteilwerk Nangloi

Zur Produktion der ca. 45.000 Tübbinge (Betonfertigteile) für den Tunnel-Innenausbau wurde an der Peripherie Delhis ein Segmentwerk errichtet. Das Werk arbeitet völlig autark, d.h. der gesamte Fertigungsprozess mit Errichtung und Nutzung des dazugehörigen Betonwerks, Herstellung der Bewehrungskörbe, Betonier- und Abkühlungsvorgang, Qualitätskontrolle, Lagerhaltung und Auslieferung erfolgt direkt vor Ort (Abb. 3). Mangelnde Qualität der vorhandenen Rohstoffe (Sand, Zement, Stahl) sowie Lieferen-



Abb. 4: Einsetzen des Bewehrungskorbes in ein Schlitzwandpanel

gpässe verursachen immer wieder Probleme bei der Anlieferung der Segmente an die Tunnelvortriebe.

Die Ausführung der Stationsrohbaute und des Bereichs der offenen Bauweise im Südteil des Projekts erfolgt mit Bohrpfählen und Schlitzwänden. Nach Fertigstellung der Leitwände (Guide Walls) and der Oberfläche werden mit dem Schlitzwandgreifer (Kelly) panelweise Schlitzte ausgehoben. Nach Erreichen der Soll-Tiefe wird nach Spülen mit einer Bentonitlösung der Bewehrungskorb abgesenkt (Abb. 4) und das Panel der Schlitzwand (Diaphragm Wall) betoniert. Zusätzlich werden je nach Erfordernis Bohrpfähle oder Bohrträger gesetzt.

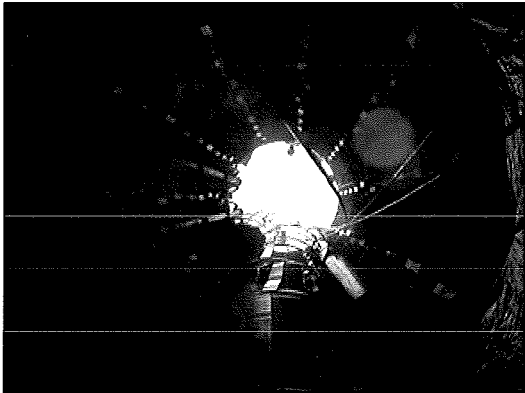


Abb. 5: Sondierschacht für Schachtaushub und Kavernenausbau im Chawri Bazar

Die Station Chawri Bazar im Zentrum der großteils moslemisch besiedelten Altstadt Delhis wird unterirdisch mit der Neuen Österreichischen Tunnelbaumethode (NÖT, engl. NATM) ausgebrochen (Abb. 5). Dabei muss mit höchster Sensibilität vorgegangen werden, da die Substanz der Bauten und auch die geologischen Verhältnisse in diesem Stadtteil äußerst schlecht sind. Kleinste durch den Ausbruch bedingte Deformationen können bereits katastrophale Auswirkung haben. Zusätzlich bereiten Skepsis und Intoleranz der Bewohner dieses Stadtteils gegenüber dem Bauwerk bzw. das Überbevölkerungs- und das damit verbundene Verkehrsproblem in diesem Stadtteil enorme logistische Schwierigkeiten.

2. Konzeptionierung der Vermessung und des Monitoring

Vergleicht man Projekte in der Größenordnung von MC1B mit Tunnelbaustellen, wie sie im Allgemeinen üblich sind, so kann man sehen, dass

der organisatorische und logistische Aufwand mit zunehmender Projektgröße nicht mehr linear, sondern exponentiell ansteigt. Um sie trotzdem erfolgreich durchführen zu können, müssen methodisch detaillierte Konzepte für alle auftretenden technischen und organisatorischen Arbeitsschritte entwickelt werden. Im Fall MC1B müssen sie folgende Punkte enthalten:

- Aufbau einer einheitlichen Datenstruktur und eines einheitlichen Ablagensystems für die bis zu 7km voneinander entfernt liegenden Baustellenbüros und das Zentralbüro und Entwicklung und Umsetzung eines Datensicherungskonzepts (Qualitätsmanagement).
- Management der bis zu 20 Messtrupps mit bis zu 80 Vermessungstechnikern und -ingenieuren, der Subunternehmer für Personalleasing, GPS-Messungen, Punktstabilisierung und Topographical Survey.
- Verwaltung des Instrumentenparks.
- Grundlagennetz: Stabilisierung der Festpunkte (Haupt- und untergeordnete Netze, Stations- und Tunnelvortriebsnetze), Auswahl eines geeigneten Projektionssystems, GPS Messungen, Netzmessungen zur terrestrischen Verknüpfung der GPS Punkte, zur Bestimmung der Festpunktkoordinaten in den Stationsbereichen und in den Tunnelvortrieben, Präzisionsnivelements zur Höhenableitung.
- Lage- und Höhenpläne (Topographical Survey) für die ca. 140ha umfassende Projekttrasse als Grundlage für das Design.
- Absteckarbeiten Obertag für den Stationsbau und die offene Tunnelbauweise.
- Tunnelvermessung für Schachtabteufung und Tunnelvortriebe, TBM/EPBM Steuerung mit

dem Leitsystem SLS-T der Firma VMT/Herrenknecht, NATM Vortriebsvermessung für den Ausbruch der Station Chawri Bazar.

- Segmentfertigung: notwendige Vermessungsarbeiten zur Errichtung des Tübbingwerks, regelmäßige Kontrollen der Segmentgeometrie.
- Deformationsmessung zur vermessungstechnischen Überwachung der in der Umgebung der Stationen bzw. entlang der Tunnelvortriebe liegenden Bauwerke (3D-Monitoring, Präzisionsnivelements).
- Geotechnische Einbauten und Versuche zur Überwachung der Deformationen und zur Ermittlung von Bodenkenwerten.

2.1. Ablagesystem, Datenstruktur, Datensicherung

Die Datenstruktur und die Ablagesysteme in den einzelnen Stationsbüros und im Hauptbüro müssen die Daten des Projektes und aller damit verbundenen Arbeitsschritte aufnehmen können, ohne Redundanz zuzulassen. Dabei muss man speziell die räumlichen Entfernungen zwischen den einzelnen Büros berücksichtigen (bis maximal 7km im städtischen Gebiet). Folgende Daten sind zu verwalten (Abb. 6):

Bei der Erstellung der Datenstruktur und des Ablagesystems wirkt sich erschwerend aus, dass nicht immer alle bzw. die gleichen Daten auf jeder Station anfallen bzw. gespeichert werden müssen. Speziell die Daten, die im Hauptbüro verwaltet werden, weichen erheblich von jenen der Stationsbüros ab. Andererseits müssen die Stationsbüros teilweise über diese Daten verfügen bzw. auf diese zugreifen können. Dies erfolgt mit einem Baustellen-Intranet, das zwi-

Technische Projektdaten	Messdaten und Resultate	Organisatorische Projektdaten
hardcopy / digital	hardcopy / digital	hardcopy / digital
Method Statements	GPS-Daten	Schriftverkehr
Lage- und Höhenpläne	Trigonometrische Daten	Lieferscheine
Ausführungspläne	Nivellementdaten	Personalakten
Achsdaten	Geotechnische Messdaten	Rechnungen
Punkttopographien	Berechnungsprotokolle	Formblätter
Festpunktkoordinaten	Netzmessungsprotokolle	Vorlagedateien
Absteckdaten	Netzskizzen	Organigramme (Personal)
Absteckkoordinaten	Absteckprotokolle	Bauzeitpläne
Detailpunktkoordinaten	Absteckskizzen	Wochenberichte
TBM-Maschinen-Koordinaten	Monitoring-Tabellen	Kalibrierungsprotokolle für Instrumente
TBM-Steuerparameter	Monitoring-Graphen	Verfahrensanweisungen
NATM-Steuerparameter		
Pläne Monitoring		
		Allgemeine Dokumente

Abb. 6: Datentypen des Projekts MC1B

schen den Stationen über Internetverbindungen arbeitet.

Betrachtet man die infrastrukturellen Rahmenbedingungen im Schwellenland Indien (Stromversorgung unzuverlässig, Internet bzw. Email nur in Ansätzen und unregelmäßig vorhanden, Überbevölkerung und damit verbundene Verkehrs- und Transportproblematik), dann muss man von der Möglichkeit eines regelmäßigen Online-Zugriffs der Stationen auf das Hauptbüro und umgekehrt abgehen und ein Modell für eine zeitverzögerte Datenübermittlung einsetzen. Das bedingt ein Abgehen vom Prinzip der Redundanzfreiheit, da man Daten für eine gewisse Zeit (z.B. 1 Tag) parallel führen muss, was sich in der anzulegenden Folder-Struktur der jeweiligen Stationen auswirkt. Der Datentransfer zwischen den Stationen muss in diesem Fall mittels Datenträger erfolgen.

Das Risiko von Vermessungsfehlern durch die Verwendung nicht mehr aktueller Daten steigt damit erheblich. Die in der Baubranche üblichen oft sehr kurzfristigen Plan- bzw. Datenänderungen können nicht zeitgerecht an die zuständige Stelle weitergeleitet werden. Eine Übermittlung per Telefon ist nur bedingt möglich, da die Visualisierung nicht gegeben ist. Außerdem ist die Zuverlässigkeit bei dieser Art des Datentransfers nicht sehr hoch (schlechte Tonqualität, Missverständnisse, Missinterpretation, Schreibfehler, Sprach- bzw. Übersetzungsprobleme). Eine Übermittlung per Telefax ist bis zu einem gewissen Grad sinnvoll, hängt aber von der Datenmenge, der Telefonleitung und der Faxverfügbarkeit und -qualität ab. Praktische Erfahrungen zeigen, dass die Faxübermittlung oft an der Verfügbarkeit von Farbpatronen für die Faxgeräte scheitert. Als brauchbar erwies sich die Einführung eines Botensystems, in dem die jeweiligen Personen zu Fuß oft mehrere Stunden bis zu ihrem Ziel unterwegs waren. Aufgrund des niedrigen Lohnniveaus in Indien stellt dies auch von der Kostenseite her ein effizientes Modell dar.

Als Beispiel einer Datenstruktur auf dem PC sei jene des Hauptbüros abgebildet (Abb. 7):

Zur Erläuterung: das Projekt gliedert sich in 7 Abschnitte 01 bis 07, die jeweils in Daten- und CAD-Verzeichnisse untergliedert sind. Im Datenfolder befinden sich Vermessungs-, Absteck-, Nivellement- und Monitoringdaten, im CAD-Folder digitale Pläne bzw. Kartierungen oder Visualisierungen. In diesen Foldern wird entsprechend dem Arbeitsbereich noch in Subfolder untergliedert. Im Hauptbüro erfolgt zentral die Korrespondenz und Datenübermittlung von und nach außen. Auch die Organisation und Verwaltung der

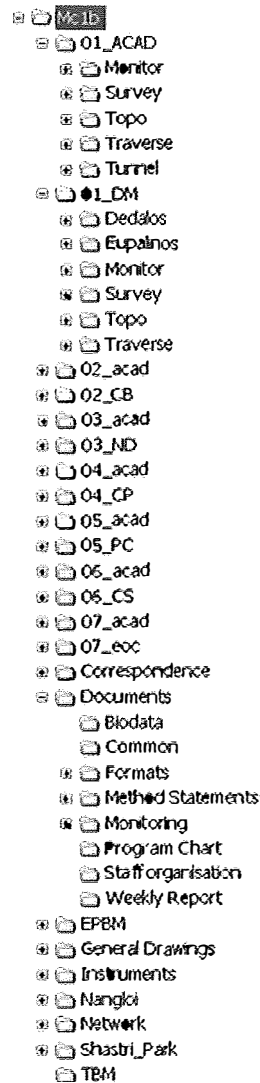


Abb. 7: Datenstruktur Survey and Monitoring Projekt MC1B

Mitarbeiter, der Instrumente und sämtlicher anderer Projektdaten wird hier abgewickelt. Entsprechend müssen auch die Daten dort in den jeweiligen Foldern abgelegt werden.

Zur regelmäßigen Sicherung der Projekt- und Messdaten muss ein Datensicherungskonzept entworfen werden. Messdaten sollen täglich, Projektdaten wöchentlich gesichert werden. Dies erfolgt durch das Komprimieren der Datenfolder und ihren Transfer auf den Server des Baustellen-Intranets. Falls nicht möglich, müssen die Daten auf ZIP-Disks, CDs oder PCMCIA-Karten gespeichert und ins Hauptbüro transportiert werden. Dort erfolgt wöchentlich

eine Datensicherung aller Daten auf ZIP-Drive oder CD.

2.2. Personal- und Subunternehmer-Management

Das Joint Venture wird organisatorisch in die 3 Bereiche Construction, Technical und Commercial geteilt (Abb. 8):

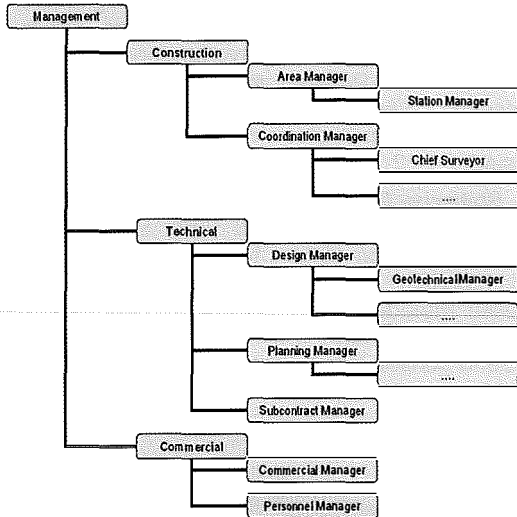


Abb. 8: Organigramm Joint Venture IMCC (vereinfacht)

Diese Bereiche tragen entsprechend die Verantwortung für Bauausführung, Planung bzw. Baustelleneinrichtung und für den kaufmännischen und Personalbereich.

Construction: jeweils 2 Stationen werden organisatorisch zu so genannten „Areas“ zusammengefasst, an deren Spitze die Area Manager stehen. Diesen sind die Station Manager (vgl. Bauleiter) unterstellt. Das Segmentwerk in Nangloi stellt eine zusätzliche „Area“ dar. Neben den Area Managern ist der Coordination Manager speziell für die bauvorbereitende und -begleitende Kommunikation mit Behörden, Anrainern, Firmen etc. zuständig. In seinen Ressortbereich fallen auch die gesamte Vermessung und das Monitoring mit dem zuständigen Chief Surveyor.

Technical: Dieser Bereich umfasst das gesamte Design (Planung) des Projekts inklusive Design und Interpretation des Monitoring, die Bauzeitplanung und Baustelleneinrichtung mit dem zuständigen Planning Manager und das Subcontracting, also die Auswahl und Betreuung der Subunternehmer.

Commercial: Im kaufmännischen Bereich liegt die Verantwortung für Buchhaltung, Rechnungs-

wesen, Controlling, finanzielle und steuerliche Angelegenheiten und Personal (im administrativen Sinn).

Survey Department: Alle Vermessungsingenieure, Vermessungstechniker, Figuranten und CAD-Zeichner des Survey Department sind dem Chief Surveyor unterstellt. Diesem obliegt die Verantwortung für die technische, organisatorische und disziplinarische Führung des Personals und der benötigten Subunternehmer. Zur Bewältigung dieser Aufgaben sind folgende Schritte erforderlich:

- Erstellung von dem Bauzeitplan angepassten Wochen- und Monatsprogrammen zur Abdeckung aller erforderlichen Vermessungs- und Monitoringarbeiten.
- Erstellung und laufende Updates von Organisation Charts mit der jeweiligen Personal- bzw. Messtrupporganisation für das gesamte Projekt. Diese Organisation variiert je nach Bauphase und -Anforderungen.
- Heranziehen und Ausbildung eines Führungsstabs aus gut ausgebildeten und erfahrenen lokalen Ingenieuren. Dieser Führungsstab muss als Bindeglied zwischen Chief Surveyor (Management) und den Messtrupps agieren. Damit vermeidet man Kommunikations- und Akzeptanzprobleme bei lokalen Messtrupps und man bringt die Anzahl der zum Chief Surveyor reportierenden Personen auf ein vernünftiges Maß (4-6 Personen). Diesem Führungsstab muss das Hauptaugenmerk in Schulung und Training gelten, repräsentiert er doch das Survey Department auf der Baustelle nach innen und außen und soll die Baustelle vielleicht einmal selbstständig zu Ende führen (Kostengründe). Das entspräche der oft und gern als Konsulententätigkeit gesehene Arbeit von ausländischen Ingenieuren in Schlüsselpositionen bei solchen Großprojekten.
- Regelmäßige Schulungen und Training der Vermessungsingenieure und -techniker an den verwendeten Geräten, mit der verwendeten Software und in den anzuwendenden Arbeitsmethoden. Diese Schulungen sollten mittelbar über den vorhin erwähnten Führungsstab erfolgen. Auf Disziplin muss bei Projekten dieser Größenordnung ein besonderes Augenmerk gelegt werden, um einen störungsfreien laufenden Betrieb zu gewährleisten.
- Abstellung von Personal für CAD und Instrumenten- und Fuhrparkverwaltung.
- Auswahl von Subunternehmern für zu erbringende externe Leistungen (Pfeilerbau, GPS-

Messungen, Topographical Survey, Personal-leasing).

- Kontrolle der Ausführung der externen Leistungen, meist mittelbar über eigenes Personal. Hier besteht die Gefahr von teils finanziell motivierten Absprachen. Kontrolle der Rechnungslegung der Subunternehmer für die Leistungserbringung.

Das Personal- und Subunternehmermanagement stellt einen Schlüsselfaktor für die erfolgreiche Abwicklung des Projektes dar. Ein gewisses Maß an Erfahrung, Fingerspitzengefühl und die Einhaltung gewisser Umgangsformen sind dafür zwingend notwendig.

Zahlen (September 2002):	Management Level 1:	ca. 50 Personen
	Vermessung:	ca. 80 Personen
	Gesamtes Projekt MC1B:	ca. 3000 Personen

2.3. Verwaltung des Instrumentenparks

Die Verwaltung des Instrumentenparks ist ein nicht zu vernachlässigender Faktor, handelt es sich immerhin um ca. 15 Totalstationen, 8 Digitalnivelliere, 10 Kompensatornivelliere und deren Zubehör. Regelmäßige Kalibrierungen sind vertraglich in gewissen Intervallen vorgeschrieben. Zur Einhaltung der Kalibrierungsdaten müssen Listen geführt werden und Kalibrierungsprotokolle entsprechend archiviert werden. Zusätzlich müssen bei den Geräten im Bedarfsfall Service- und Reparaturarbeiten durchgeführt werden.

Ein wesentlicher Faktor zum Erbringen der erforderlichen Leistung ist das Vorhandensein von ausreichend Vermarktungsmaterial und Werkzeugen. Dies ist in Ländern wie Indien schwierig. Oft sind die Materialien nicht in ausreichender Menge oder Qualität verfügbar. Letzteres trifft speziell auf Werkzeuge zu, die großteils „hand-made“ sind. Man muss die politische Situation des Landes sehen: Indien war jahrzehntlang ein so genanntes „blockfreies Land“ mit einem geschlossenen Markt und starker Affinität zur ehemaligen Sowjetunion. Importe sind trotz einer spürbaren Öffnung gegenüber dem Westen nur eingeschränkt möglich, und wenn, dann zu extrem überbeurten Preisen.

2.4. Grundlagenvermessung für das Projekt MC1B

Zur Errichtung eines homogenen Projektkoordinatensystems und zum Erreichen der erforder-

lichen Durchschlagsgenauigkeiten für die späteren Tunnelvortriebe muss eine entsprechende Grundlagenvermessung für das gesamte Projekt konzipiert werden. Diese setzt sich aus dem Grundlagentnetz und den Stations- bzw. Baustellennetzen zusammen.

Das Grundlagentnetz der U-Bahn-Linie ist durch 9 GPS-Punkte entlang der Baulose MC1A und MC1B repräsentiert. Zur Vermeidung von Abschattungsproblemen und Mehrwegausbreitungen während der GPS-Messungen und zur Gewährleistung der Sichtverbindung zwischen benachbarten Punkten während der trigonometrischen Verknüpfungsmessungen sind die Punkte auf den Dächern von Hochhäusern stabilisiert.

Statische GPS-Messungen mit Sensoren der Leica-Serie 300 bzw. 500 (Abb. 9), Beobachtungszeiten von 45 Minuten pro Standpunkt, die Sichtbarkeit von mindestens 7 Satelliten für diese Perioden und die Auswertungen mit der Software SKI bzw. SKI Pro ermöglichen hinreichend genaue Ergebnisse.



Abb. 9: Statische GPS Messungen für das Grundlagentnetz

Die so erhaltenen WGS84-Koordinaten der Hauptpunkte (Mother Points) müssen in ein Abbildungssystem transformiert werden. Das stellt ein Problem dar, da die Kenntnis von geografischer Information und speziell von Abbildungssystemen in Indien der militärischen Geheimhaltung unterliegt. Begünstigt durch den Nord-Süd-Verlauf der Projekttrasse bietet sich ein UTM-System mit Berührmeridian auf Länge der mittleren Trasse an. Höhenmäßig ist der Bezug der mittlere Projekthorizont. Damit wird eine weitestgehend maßstabs- und verzerrungsfreie Abbildung ermöglicht. Als Ergebnis liegen die Easting/Northing-Koordinaten der 9 GPS Mother Points im quasi-lokalen ebenen UTM System MC1A-MC1B vor.

Entlang der Trasse muss mittels terrestrischer Vermessung zwischen den GPS Punkten ein Polygonnetz zum Zwecke des Koordinatentransfers zu den 6 Metro-Stationen geschaffen werden. Das Festlegen der Visuren und der Punktlage kann nur nach lokalen Gegebenheiten erfolgen (Bebauung, Zugänglichkeit, Verkehrsaufkommen, Messmöglichkeit). Zu beachten ist, dass einige der Hochhäuser, auf denen sich GPS Punkte befinden, Bauten der Stadtverwaltung bzw. des Bundesstaates Delhi und somit nur eingeschränkt zugänglich sind.

In der Nähe der Stationen müssen die Punkte als Messpfeiler stabilisiert werden (Abb. 10), zwischen den Stationen als Bodenpunkte (einbetonierte Metallplatten, Abb. 11). Insgesamt waren ca. 45 Messpfeiler und ca. 85 Bodenpunkte notwendig.



Abb. 10: Vermessungspfeiler

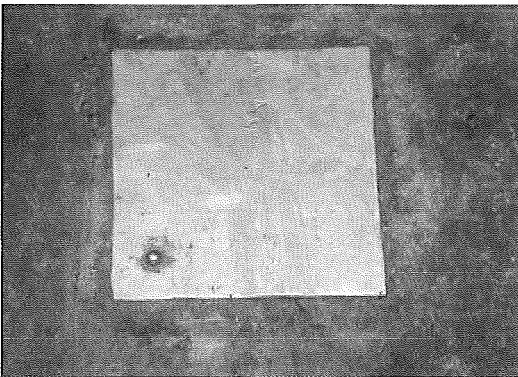


Abb. 11: Bodenpunkt

Zur koordinativen Bestimmung der Pfeiler und Bodenpunkte müssen groß angelegte trigonometrische Netzmessungen durchgeführt werden.

In einem ersten Schritt wird das Grundlagennetz, bestehend aus den bereits stabilisierten

GPS Punkten und den Pfeilern bzw. Bodenpunkten eingemessen. Dabei treten als besonders erschwerend die extreme Überbevölkerung mit dem damit verbundenen Verkehrsproblem, das extreme Klima (Temperaturen bis zu 48° Celsius), die damit verbundenen Refraktion (Netzmessungen obligatorisch nachts und am frühen Morgen) und die schon erwähnten Zutrittsprobleme während der Messzeiten auf.

Das Netz muss in einem ersten Schritt frei ausgeglichen werden (vermittelnder Ausgleich), um Auffälligkeiten bei der Qualität der GPS-Koordinaten und allfällige Ausreißer in den trigonometrischen Messungen feststellen zu können. Nach der so erfolgten Qualitätsbeurteilung und

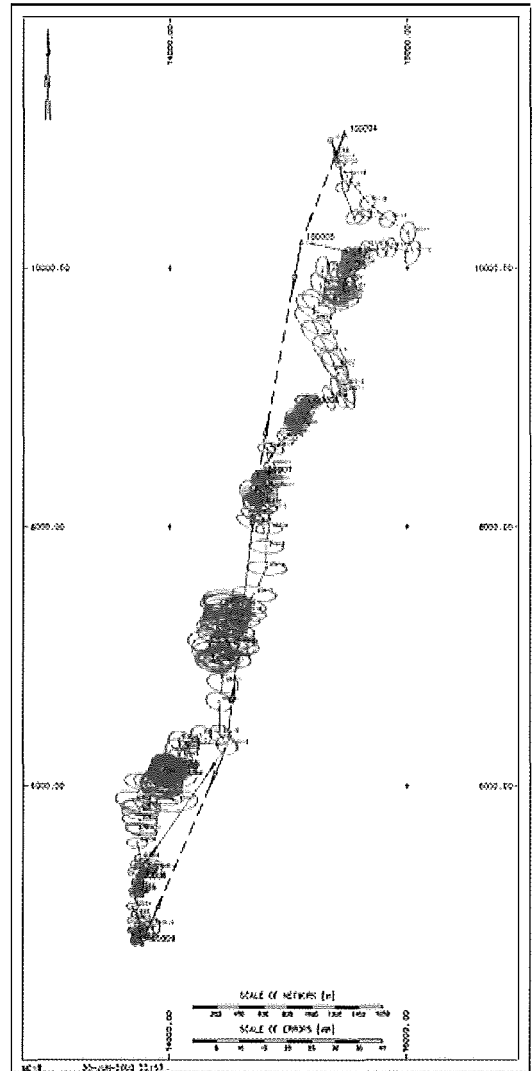


Abb. 12: Grundlagennetz MC1B mit Fehlerellipsen

Filterung können die GPS-Koordinaten festgehalten und der vermittelnde Ausgleich wiederholt durchgeführt werden, was die Koordinaten des Grundlagentznetzes und den Netzmaßstab ergibt (Abb. 12).

Einige Zahlen zum Grundlagentznetz:

Measurements:	1682
Parameter:	770
Redundancy:	912
Standard deviation (m0):	2.2152
Net points:	273
Conditions:	0
Scale factor:	26.09 ± 0.79

In einem zweiten Schritt muss im Bereich der U-Bahn-Stationen das Grundlagentznetz verdichtet werden, um eine ausreichende Anzahl an Referenzpunkten für die Bauvermessung und Deformationsmessung zu haben. Als Punktstabilisierung für die ca. 20–40 zusätzlichen Punkte pro Station oder Schacht verwendet man zweckmäßigerweise Bireflex-Targets (Abb. 13) oder Mini-Prismen (Abb. 14). Man kann sie besonders leicht auf Mauern, Wänden, Bohrpfehlen, Bohrträgern etc. befestigen, um sie als Referenzpunkte für die freie Stationierung zu nutzen. Eingemessen und berechnet werden die lokalen Netze basierend auf dem Grundlagentznetz (vermittelnde Netzausgleichung).

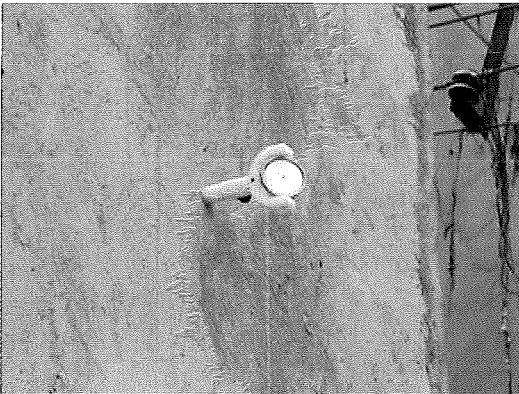


Abb. 13: Bireflex-Target

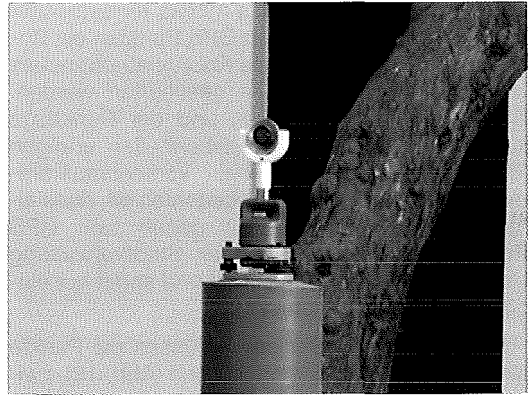


Abb. 14: Prismen-Target

rig. Grund dafür sind die hohe Bevölkerungs- und Verkehrsdichte und Refraktionseinflüsse wegen des extremen Klimas. Letztere führt zum Verlegen der Messzeiten in den frühen Morgen. Das verursacht bei Digitalnivellieren Probleme bei der Strichcode-Ablesung aufgrund mangelnder Beleuchtung (schlechter Kontrast) und hat einen merkbaren Einfluss auf die Qualität der Ergebnisse.

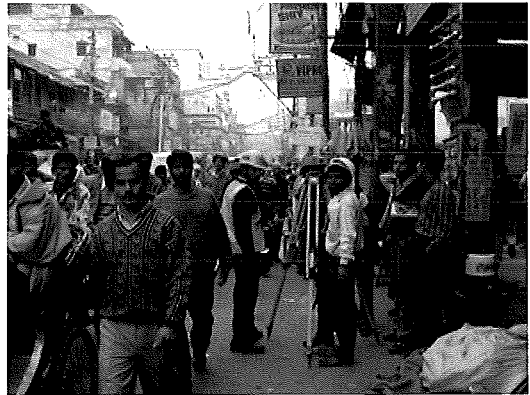


Abb. 15: Präzisionsnivelllements MC1B

2.5. Lage- und Höhenpläne (Topographical Survey)

Für die Höhenübertragung von vom Bauherrn übergebenen Höhenmarken an der nördlichen und südlichen Projektsgrenze hin zu den Grundlagentznetzpunkten bzw. zu den Festpunkten im Stationsbereich müssen Präzisionsnivelllements durchgeführt werden (Abb. 15). Die Anlage der Nivelllementzüge erfolgt schleifenweise. Sämtliche Messungen erfolgen mit Digitalnivellieren Leica und Sokkia. Die Messungen sind wie auch die trigonometrischen Netzmessungen schwie-

Als Grundlage für die Planung des Projektes ist die Durchführung eines Detailed Topographical Surveys der gesamten Projekttrasse und Nutzungsflächen (ca. 140 ha) notwendig. Die von lokalen Subunternehmern durchgeführten Arbeiten müssen entsprechend organisiert, beaufsichtigt und kontrolliert werden, um vermessungstechnisch einen Anschluss der Pläne an das Festpunktfeld des Bauloses und eine methodisch richtige Durchführung der Vermessungsarbeiten des Subunternehmers zu gewähr-

leisten. Die Endprodukte (Plots, digitale Lage- und Höhenpläne) müssen vor der Freigabe zur Verwendung in der Planung auf die Einhaltung vertraglich vorgeschriebener Normen und allgemein gültiger technischer Richtlinien überprüft werden.

2.6. Absteckarbeiten Obertag für den Stationsbau und die offene Tunnelbauweise

Absteckarbeiten dienen zur praktischen Realisierung der Design-Koordinaten der zu bauenden Strukturen. Die Übertragung in die Natur erfolgt im Regelfall (1) durch Aufstellung des Tachymeters über einem koordinativ bekannten Punkt und Orientierung an zweckmäßigerweise 2–4 Referenzpunkten oder (2) durch die Methode der freien Stationierung, wobei das Tachymeter beliebig aufgestellt wird und durch Richtungs- und Distanzmessung zu 4–6 Referenzpunkten über einen vermittelnden Ausgleich die Stationskoordinaten und die Orientierungsunbekannte berechnet werden. Danach werden die Punkte meist direkt koordinativ abgesteckt oder es werden Punkte auf Achsen eingefluchtet (Reference Line Methode). Höhenangaben erfolgen teils mit Totalstation, teils nivellistisch mit Kompensatornivellieren. Die Vermarkung erfolgt den lokalen Gegebenheiten entsprechend mit Pflöcken, Steck-eisen, Stahlnägeln oder Farbmarken.

Für die Stationsbauten und die offene Tunnelbauweise sind im Wesentlichen folgende Arbeiten notwendig:

- Direkte koordinative Absteckung von Bohrpfehlern und Bohrträgern
- Absteckung der Achsen und Schalungen von Leitwänden
- Absteckung der Achsen und Panelgrenzen von Schlitzwänden
- Betonabsteckungen
- Höhenangaben



Abb. 16: Absteckungsarbeiten MC1B

Abgesteckt werden die Hauptpunkte der geometrisch zu realisierenden Struktur (z.B. Zentrum, Mittelpunkt, Achspunkte, Eckpunkte). Zwischen- und Detailpunkte müssen von Polieren und Schichtingenieuren mit einfachen Hilfsmitteln (Maßband, Theodolit, Baunivellier) hergestellt werden (Abb. 16).

Eine entsprechende Dokumentation und Archivierung der Absteckarbeiten ist notwendig, um Sachverhalte bei eventuell auftretenden Problemen klären zu können.

2.7. Tunnelvermessung, TBM/EPBM Steuerung, NATM Vortriebsvermessung

Hauptziel der Schaffung eines homogenen Grundlagentznetzes (siehe Kapitel 2.4) ist letztendlich die technisch und wirtschaftlich bestmögliche Steuerung des Tunnelvortriebs. Dies soll bei maschinellen Vortrieben durch Minimierung der Fehlfahrten der TBM Tunnelbohrmaschinen oder EPBM Erddruckmaschinen erreicht werden, bei der neuen österreichischen Tunnelbauweise (NÖT oder englisch NATM) durch Optimierung der Ausbruchssteuerung und Einhaltung der bestmöglichen Richtung und Sollgeometrie des Vortriebs. Die wesentlichen Arbeitsschritte sind:

- Design und Vermarkung des Vortriebsnetzes in Stationsbox, Schacht und Tunnel
- Durchschlagsfehlerprognose bei den Vortrieben, eventuelle Modellverbesserungen
- Netzmessungen während des Vortriebs
- TBM/EPBM-Steuerung
- NATM Vortriebssteuerung
- Absteckungen und Höhenangaben
- As-Built Vermessungen von Schlitzwänden, Schächten und Tunnels (Profilkontrollen)

Vortriebsnetz TBM: Das Design des Vortriebspolygons oder -netzes wird aufgrund der Vortriebsmethode gewählt. Hat man maschinellen Vortrieb mit kleinen Profildurchmessern wie im U-Bahn-Bau, so wird man zweckmäßigerweise aufgrund der Sichtbarkeitsbeschränkungen durch die TBM bzw. durch das in der Mitte des Tunnels laufende Transportgleis für Tübinge und Abraummateriale ein fliegendes Polygon wählen, das mit Konsolen an der Tunnelwand zu stabilisieren ist. Es muss zur Reduktion von systematischen Refraktionseinflüssen alternierend gleichabständig auf der linken und rechten Seite des Tunnels angebracht werden (Zick-Zack). Die Punktabstände in Längsrichtung sollten refraktionsbedingt nicht größer sein als 50–70m. Bei Nichterreichen der geforderten Durchschlagsgenauigkeit kann man sich mit einem zweiten Polygonzug helfen, der jeweils auf der

der Längs- und Querneigung (Pitch und Roll) an Inklinometern im Main Body der TBM geben zusätzliche Informationen zur Verbesserung der TBM Istlage. Automatische Messungen der Pressenausfahrungen (Jack Extensions) und manuelle oder automatische Messungen der Schwanzluft (Tailskin Clearance), d.h. des Abstands des Schildschwanzblechs zu den letzten eingebauten Segmenten, liefern Zusatzinformationen zur Schildlage und zur Vorausberechnung der weiteren Ringbaufolge.

NATM Vortriebssteuerung: Bei Spreng-, Meißel- oder Baggervortrieb nach der NÖT Methode oder bei Schachtabteufungen ist aufgrund der Kosteneffizienz eine geometrisch möglichst genaue und automatisierte Steuerung der Ausbruchs-, Spritzbeton- und Innenbetonarbeiten notwendig. Dazu werden im Regelfall Motorlaser-Systeme, konventionelle Richtlaser und Pendel eingesetzt. Bei Bedarf müssen zusätzliche Absteckarbeiten vom Baustellenvermesser durchgeführt werden.

Mittels Motorlaser-Systemen kann die Vortriebsmannschaft durch Eingabe des Tunnelmeters (Stationierungsmaß in Vortriebsrichtung) und durch Auswahl des entsprechenden Regelprofiltyps am Touchscreen des Tunnel-PCs diskrete Punkte durch den Laser-Theodolit (Abb. 18) anzeigen lassen. Diese Punkte, die im Wesentlichen bestimmte Quer- und Höhenablagen an den eingegebenen Stationierungen repräsentieren, werden von den Vortriebsmannschaften als geometrische Bezugspunkte für weitere Arbeitsschritte wie z.B. Bogenstellen genutzt. Im Steuer-PC (Abb. 19) ist dafür die Projektgeometrie (Achsen, Profilgeometrien) gespeichert. Der Laser-Theodolit wird durch Rückvisur zu mehreren Reference Targets orientiert.

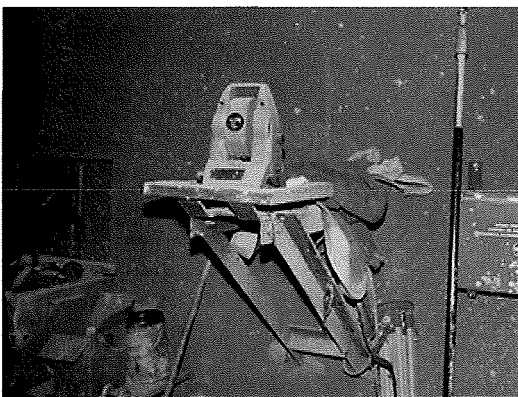


Abb. 18: Laser-Theodolit

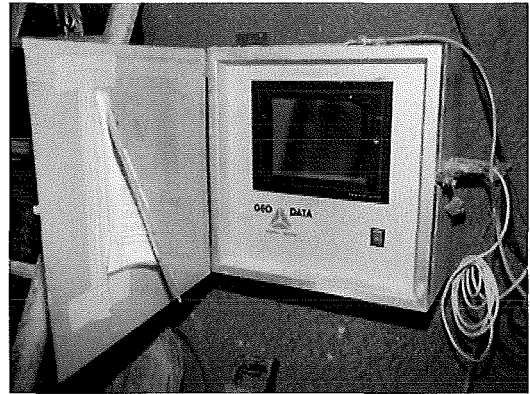


Abb. 19: Steuer-PC für Motorlaser

Richtlaser realisieren räumlich definierte 3-dimensionale Geraden, von denen es Längs-, Quer- und Höhenablagen zu bestimmten Bezugspunkten meist in Form von Listen gibt.

Pendel werden bevorzugt bei Abteufungen von Schächten großer Tiefe und bei einfachen Vortrieben mit niedrigen Genauigkeitsanforderungen eingesetzt. Bei Schachtabteufungen werden zweckmäßigerweise regelmäßig verteilte Punkte nahe der Schachtaußenschale abgelotet (Abb. 20, Abb. 21). Bei einfachen Vortrieben wird die Tunnelachse durch in den Tunnelfirsten aufgehängte Pendel realisiert. Die Übertragung der Tunnelachse auf die jeweilige Ortsbrust erfolgt durch optisches Durchfluchten.

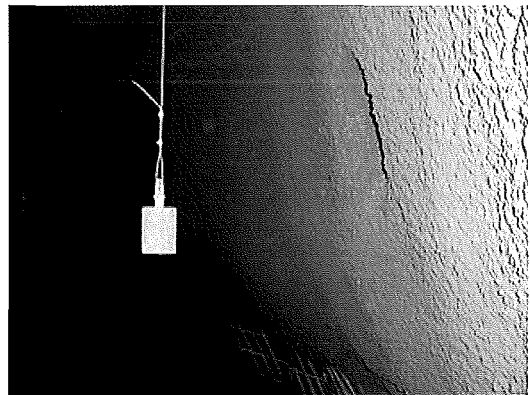


Abb. 20: Schachtabteufung: Pendelgewichte

Absteckungen und Höhenangaben: Diese erfolgen baubegleitend während des Vortriebs und in großem Ausmaß während der danach folgenden Arbeiten für die Bewehrung und für den Innenbeton (Schalungs- bzw. Schalwagenabsteckungen). Die Koordinatenübertragung erfolgt wie in Kapitel 2.6 durch Aufstellung über einem

in Summe ca. 45.000 Tübbinge. Diese werden in Spezialformen (sog. Moules, Abb. 24) gepresst. Die regelmäßige geometrische Kontrolle der Schalungen ist ein wesentlicher Bestandteil der geodätischen Arbeiten vor Ort.

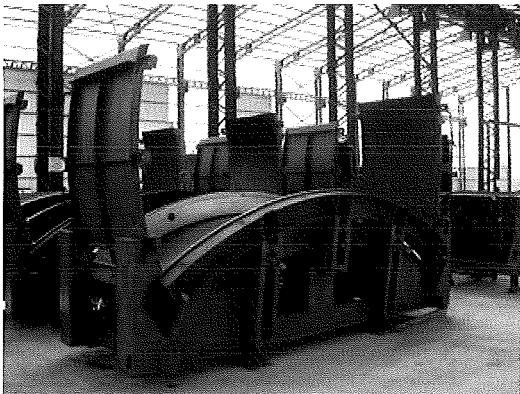


Abb. 24: Spezialschalungen für Tübbinge

Weiters muss in regelmäßigen Abständen die Geometrie der aus den 5+1 Segmenten zusammengesetzten ganzen Ringe erfolgen. Praktisch kann das durch den Aufbau eines „lotrechten“ Tunnels erfolgen, in dessen Inneren man ähnlich wie in einem Schacht eine Profilkontrolle mit einer Totalstation durchführt (Abb. 25).

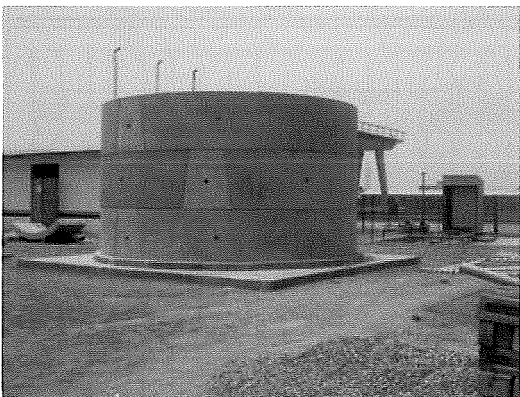


Abb. 25: Ring-Test Nangloi

2.9. Deformationsmessung, geotechnische Einbauten

In der Zusammenarbeit zwischen Geotechnical Manager und Chief Surveyor wird das von den Designern erstellte geotechnische Messkonzept zur messtechnischen Überwachung der Stationsboxen, Tunnelvortriebe und umliegenden Objekte (Häuser, Straßen, Brücken etc.) umgesetzt.

Im Vorfeld des Projektes (Machbarkeitsstudie) und bis hin zur Erstellung des geotechnischen Konzeptes werden stichprobenartig geologische und geophysikalische Voruntersuchungen durchgeführt. Das Resultat ist eine geologische Kartierung des Projektgebiets.

Während der Bauarbeiten müssen zur Gewährleistung der Sicherheit des Baubetriebs und der angrenzenden Objekte weitere, umfangreiche Kontrollen durchgeführt werden. Dabei gibt es im Wesentlichen 3 Komponenten:

- Baubegleitende geologische Kartierungen
- Optische Verformungsmessungen
- Geotechnische Messungen

Baubegleitende geologische Kartierungen:

Sie dienen der Erhöhung des geologischen Informationsgehalts entlang des Bauwerks bzw. in den Tunnels. Schichtungen können durch das Abgraben bzw. den Ausbruch direkt untersucht und kartiert werden. Die Genauigkeit der räumlichen Zuordnung der Lage der Schichtgrenzen oder Klüfte wird verbessert. Die Bodenparameter können bis zu einem gewissen Grad direkt festgestellt werden. Bei groben Abweichungen zur Prognose aus den Vorerkundungen muss eine Modellverbesserung in Betracht gezogen werden.

Optische Verformungsmessungen: Die optischen Verformungsmessungen machen den Hauptanteil der Überwachungsmessungen aus. Sie werden im Allgemeinen als optische 3-dimensionale Verformungsmessung mit Totalstation und als Präzisionsnivellements mit Digitalnivelellern durchgeführt.

Im ersten Fall wird die Totalstation frei stationiert. Dabei wird besonders auf die Geometrie der Aufnahmesituation (ausreichende Anzahl von Festpunkten, Schnittgüte des Stahlenbüschels, Entfernungen $\geq 0m$) und auf Symmetrieeffekte Rücksicht genommen (Abb. 26). Im Projekt MC1B werden ca. 300 3d-Punkte pro Woche beobachtet.

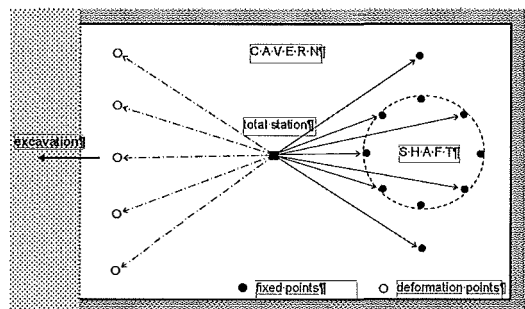


Abb. 26: Beispiel einer Messanordnung für 3d Monitoring

Im zweiten Fall werden Präzisionsnivelements als geschlossene Schleifen von einem zuvor überprüften Höhenfixpunkt aus gemessen. Pro Tag werden auf den 6 Stationen und in den umgebenden Objekten bis zu 2000 Punkte abniveelliert.

Die Messfrequenz und -häufigkeit der Deformationspunkte wird vom zuständigen geotechnischen Ingenieur festgelegt. Faktoren, die diese Entscheidung beeinflussen, sind: Geologie, Vortriebs- bzw. Aushubmethode, Vortriebs- bzw. Aushubgeschwindigkeit, Verformungsverhalten der Punkte (Zunahme, Abnahme), räumliche Distanz der Punkte vom Ausbruch oder Aushub, Bebauung und Qualität der Bauwerke usw. Es wird unterschieden zwischen langperiodischen Messungen von Bereichen fernab von Bauaktivität, und kurzperiodischen, so genannten „täglichen Messungen“ im unmittelbaren Deformationsbereich. Während Langzeitmessungen Intervalle von 1 Woche bis 1 Monat haben, können tägliche Messungen bei Gefahr im Verzug durchaus 2–3-mal pro Tag oder öfter durchgeführt werden.

Als Resultat der Messungen erhält man zeitabhängige Verformungskurven (Abb. 27) und davon abgeleitete Größen (Konvergenzen, Verfor-

mungsgeschwindigkeiten, Querschnittsbezogene Darstellungen etc.). Sie müssen vom verantwortlichen Vermessungsingenieur auf ihre Plausibilität vom messtechnischen Standpunkt her analysiert werden. Eine weiterführende Interpretation wird vom zuständigen Geotechniker durchgeführt, der bei Bedarf auch zusätzliche Maßnahmen anordnen kann.

Die teilweise sehr kurzfristige Vorgabe der Messfrequenzen und -häufigkeiten stellt für die Organisation des Monitoring und damit in weiterer Folge kostenseitig ein massives Problem dar. Im Vorfeld des Projektes getroffene Annahmen werden oft um ein Vielfaches überschritten. Personal ist nicht oder nur unzureichend verfügbar (quantitativ und qualitativ). Der Einsatz von automatischen Überwachungssystemen ist nur bedingt machbar, einerseits aufgrund mangelnder Infrastruktur (Stromversorgung, Sicherheit etc.), andererseits aufgrund des extrem niedrigen Lohnniveaus in entsprechenden Ländern. Dies reduziert die wirtschaftliche Attraktivität und Konkurrenzfähigkeit solcher Systeme gegenüber manuell durchgeführten Messungen eklatant.

Ein weiterer wichtiger Faktor beim Monitoring ist die sofortige Analyse der Messdaten und de-

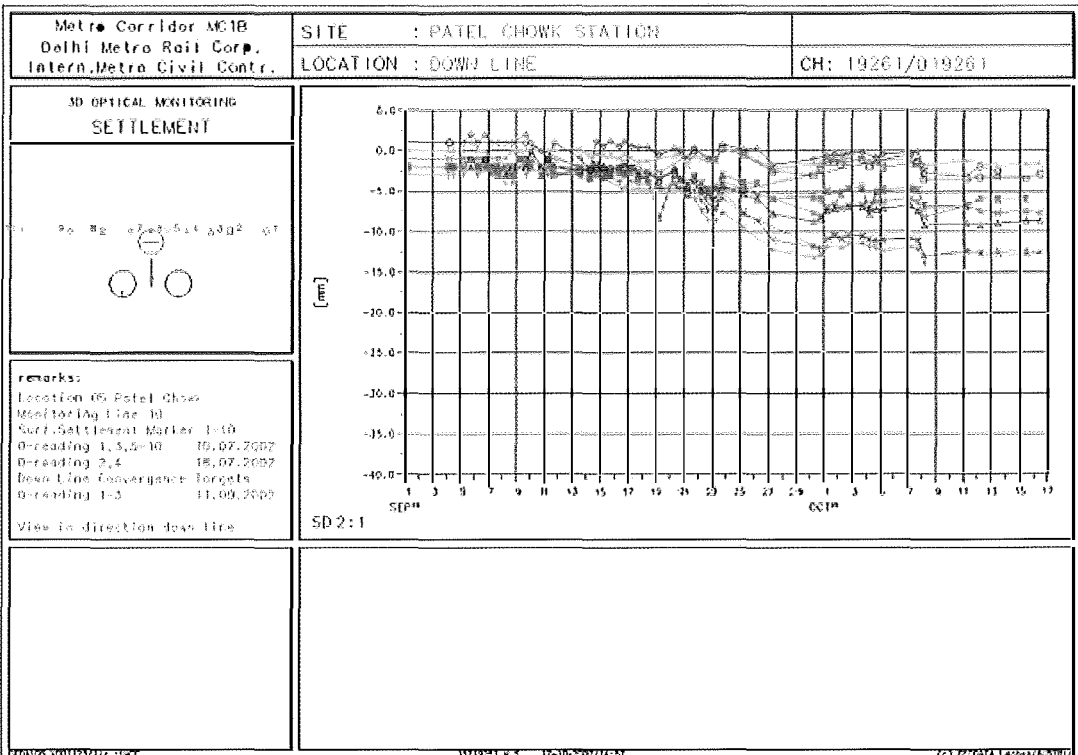


Abb. 27: Beispiel eines Graphen für eine 3d-Meßkette

ren zeitgerechte Übermittlung an den Geotechniker. Diese muss bei Bedarf in Echtzeit erfolgen. Auf die Einrichtung einer entsprechenden Datenübertragungsmöglichkeit ist zu achten. Rahmenbedingungen, wie sie in Entwicklungsländern oft herrschen, schränken diese Möglichkeiten und damit auch das entsprechende Reaktionsvermögen der zuständigen Stellen empfindlich ein (Verfügbarkeit von Elektrizität, Internet etc.).

Geotechnische Messungen: Geotechnische Einbauten und Messungen sind ein wesentlicher Bestandteil des geotechnischen Messkonzeptes. Mit ihnen werden zusätzliche Informationen geliefert, die mit der optischen Verformungsmessung nicht erfasst werden können. Außerdem können charakteristische Parameter des Gebirges oder Bodens ermittelt werden.

Beispiele für geotechnische Instrumente sind Extensometer, Inklinometer, Gebirgsdruckdosen, Dehnungsgeber, Tilt Meter, Crack Meter, Magnet-Extensometer, direkte und indirekte Pendel, Strain Meter, usw. Sie liefern je nach Konzeptionierung und Verwendungszweck unterschiedliche Daten, welche vom zuständigen Geotechniker zusammen mit den Daten aus der optischen Verformungsmessung analysiert und interpretiert werden müssen.

3. Ausblick

In diesem Artikel wurde aufgezeigt, wie ein internationales Infrastruktur-Großprojekt ingenieurgeodätisch gemanagt werden kann. Die methodische Konzeptionierung des Projektes mit allen seinen Arbeitsschritten ist die zentrale Voraussetzung für den Erfolg. In ihr liegt die zielführende und effiziente Organisation der Arbeitsabläufe, des Personals und der Messmittel begründet.

Das exponentielle Anwachsen der organisatorischen und logistischen Anforderungen mit der Projektgröße und das Fehlen vergleichbarer Projekte als Vorlage erschweren die Erstellung und Umsetzung eines solchen Konzepts. Außerdem muss eine gewisse Flexibilität gegeben sein, um die teils extremen Rahmenbedingungen mit einbinden zu können. Zu große Abweichungen vom Konzept sind jedoch technisch und organisatorisch und in weiterer Folge wirtschaftlich nicht tragbar.

Zielstrebigkeit und Konsequenz bei der Durchführung können auch unter erschwerten Umständen, wie sie etwa im Schwellenland Indien herrschen, zum Erfolg führen. Mittlerweile wurden beim Projekt MC1B die ersten Tunnel durchgeschlagen. In weiterer Folge ist zu hoffen, dass die noch ausstehenden Bauwerke den Anforderungen entsprechend fertig gestellt werden, um der überbevölkerten und unter extremen Verkehrsverhältnissen leidenden Stadt Delhi hier eine Erleichterung zu schaffen!

Links:

www.delhimetrorail.com
www.metropla.net/as/delh/delhi.htm
www.indiaonline.com/infr/spfe/delh.html
www.mjconstruct.com/tunnel/archive/2002/august/delhmetro0802.pdf
www.geodata.at
www.herrenknecht.de
www.vmt-gmbh.de

Anschrift der Autoren:

Dipl. Ing. Albrecht Prader: Geodata GmbH, Leoben, Chief Surveyor IMCC, Contract MC1B, 2001-2002, Schönbrunner Strasse 236, 1120 Wien. email: prader@geodata.at

Gerald Muhr: Geodata GmbH, Leoben, Surveyor Tunnel IMCC, Contract MC1B, 2001-2002
Monsbergergasse 8, 8010 Graz. email: muhr@geodata.at



Das russische System der Landadministration – im Vergleich zum österreichischen System

Olga Kuzyakina, Moskau

Zusammenfassung

In diesem Artikel werden die Hauptschwierigkeiten analysiert, die im Prozess des Zusammenwirkens von verschiedenen russischen Ministerien entstehen, die in die Regulierung des Landmarktes involviert sind. Es wird der Zweck der Konsolidierung der Kataster- und Grundbuchdaten in einer einheitlichen Datenbank und die Möglichkeiten der Anwendung dieser Erfahrung in Russland aufgezeigt. Das österreichische Informationssystem aller Grundstücke und Immobilien finanziert sich selbst bzw. verschafft dem Staat eine zusätzliche Einnahmequelle.

Allerdings darf man nicht vergessen, dass eine einfache Vereinigung der Daten in einer Datenbank bei der Lösung der im Artikel gestellten Probleme kaum helfen kann. Ein positives Resultat kann nur durch ein komplexes Herangehen zum Aufbau eines einheitlichen Informationssystems erreicht werden.

1. Einleitung

Ein besonders akutes Problem im heutigen Russland, von dessen Lösung die Zukunft des russischen Landmarktes abhängt, ist die Restrukturierung und die Reorganisation der Zusammenarbeit und des Informationsaustausches zwischen den Ministerien, die Daten über Land, Immobilien, Rechte und Belastungen besitzen. Eine Analyse der heutigen Situation zeigt, dass die Daten des Land- und Immobilienmarktes auf verschiedene Ministerien aufgeteilt sind. Diese Ministerien sind der Föderale Dienst des Katasters der Russischen Föderation (Roszemkadaster), das Ministerium der Immobilien der Russischen Föderation (Minimuchestvo), das Staatliche Komitee für Bauangelegenheiten (Gosstroy) und das Justizministerium (Minyust). Das Fehlen von gesetzlich vorgeschriebenen, klaren Abläufen in der Zusammenarbeit führt zu mehrfacher staatlicher Finanzierung von identischen Arbeiten. Damit wird auch die Prozedur der Eintragung der Rechte für die Eigentümer teurer und zeitraubender.

2. Die Notwendigkeit der Regulierung der Zusammenarbeit und des Informationsaustausches

Die Notwendigkeit einer Regulierung der Zusammenarbeit unterstreichen heute alle Katasterspezialisten in ihren Vorträgen, die bei verschiedenen inländischen und ausländischen Konferenzen gehalten werden. Z.B. bemerkte der erste stellvertretende Leiter von Roszemkadaster, Herr V.S. Kislov: „...das Problem der Kooperation zwischen Registrierungsbehörden,

Landeskomitees, den Büros der technischen Inventur und den kommunalen Administrationen existiert bis heute und erfordert eine Lösung.“ Indem er alle Organisationen zur kooperativen Zusammenarbeit forderte, unterstrich er, dass der Prozess eines einheitlichen Systems der Land- und Immobilienregistrierung ruhig und allmählich sein müsse. Für einen wirksamen Landverkauf sei es nicht nötig, verschiedene Datenbanken zu konsolidieren und Archive zu enteignen; ein von der Gesetzgebung weitgehend geregeltes interinstitutionelles Zusammenwirken sei dafür genug.

Über die Notwendigkeit des Informationsaustausches wird auch in den anderen Ministerien diskutiert. Z.B. erklärte Herr A.B. Karlin, der erste stellvertretende Justizminister: „...bis zum heutigen Tag sind die Schwierigkeiten im Zusammenwirken der beteiligten Organisationen – Landeskomitees, Immobilienkomitees, Registrierungsbehörden – nicht beseitigt. Dies erschwert die Eintragung der Rechte natürlicher und juristischer Personen. Es liegt auf der Hand, dass nur die Realisierung des Konzeptes über die Zusammenarbeit und den Informationsaustausch zwischen daran beteiligten Ministerien die Effizienz der Arbeit des Landmarktes erhöhen kann. Untersuchungen haben gezeigt, dass die Realisierung des Datenaustausches die Zeitkosten halbiert und die Finanzkosten um 30% reduziert.“

3. Das russische System der Landadministration

Der Föderale Dienst des Katasters der Russischen Föderation (Roszemkadaster) ist für die Anlegung des automationsgestützten Katasters

in ganz Russland verantwortlich. Bis zum heutigen Tag sind in den Landeskomitees (regionale Filialen von Roszemkadastro) ca. 2000 technische Stationen installiert worden. Das automatisierte Katastersystem wird nach einheitlichen Prinzipien in ganz Russland, und zwar auf föderaler, kommunaler und regionaler Ebene geführt. Die Daten enthalten alle Informationen über Grundstücke, und zwar Katastrnummer, Lage, Fläche, Bodenkategorie, Flächennutzung, wirtschaftliche Charakteristiken, Vorhandensein eines Gebäudes. Diese Daten werden natürlichen und juristischen Personen auf Grund eines schriftlichen Antrages zur Verfügung gestellt und werden auch dem Finanzamt vorgelegt. Leider gibt es bis heute keine Zusammenarbeit zwischen dem Kataster und dem Büro der technischen Inventur, den Architekturkomitees (Gosstroy) und den Immobilienkomitees (Minimuchestvo).

Die Trennung der Begriffe „Land“ und „Gebäude“, die schon vor der Verabschiedung des neuen Landkodex existierte, führte dazu, dass es zwei Systeme der Immobilienregistrierung in Russland gab: das erste System registrierte Bauobjekte (Gebäude, Einrichtungen usw.), alle Arbeiten wurden von den kommunalen Büros der technischen Inventur (BTI) durchgeführt; das zweite System registrierte Grundstücke, alle Arbeiten wurden von den Landeskomitees durchgeführt. Mit dem Beginn der Massenprivatisierung haben die BTIs auch die Aufgabe erhalten, eine Bestandsaufnahme der Wohnungen durchzuführen. Da um jene Zeit noch keine Registrierungskammer existierte und das Registrierungsgesetz noch nicht in Kraft war, gelangte der größte Teil der Informationen über privatisierte Wohnungen in die BTI-Datenbanken, wo sie bis heute gespeichert sind. Leider sind die BTIs heute aus dem Prozess des Informationsaustausches völlig ausgeschlossen. Nach der Meinung der Verfasserin muss das Phänomen der Spaltung der Begriffe „Land“ und „Gebäude“ in der nächsten Zeit möglichst schnell überwunden werden – entweder mittels einer Datenbankkonsolidierung oder mittels einer Sicherstellung des elektronischen Datenaustausches.

Neben den Landeskomitees (Roszemkadastro) und den BTIs (Gosstroy) arbeiten in den Städten noch Komitees für Architektur (Gosstroy). Von diesen Organisationen hängt es ab, ob ein Unternehmen ein Grundstück für einen Bau erhält oder nicht. Diese Organisationen stimmen das Bauprojekt mit den Bauherren ab und bewilligen die Bauarbeiten. Nur die Architekturkomitees verfügen heute über genaue Stadtpläne, in denen alle unterirdischen Leitungen eingetragen

sind. Der berühmte Ökonomist, E.K. Trutnev, unterstreicht: „Heute werden gleiche Aktivitäten von verschiedenen Behörden doppelt gemacht, z.B. werden die Grundstücksgrenzen und die Fluchtlinien von Gebäuden von drei Organisationen (BTI, Landkomitee und Komitee für Architektur) vermessen. Dies führt dazu, dass der Eigentümer dreifache Kosten zu tragen hat, und die Prozedur der Landvermessung immer zeitraubender wird.“

4. Die staatliche Registrierung der Rechte auf Immobilien und Immobilientransaktionen

Am 31. Januar 1998 trat das Gesetz „Über die staatliche Registrierung der Rechte auf Immobilien und Immobilientransaktionen“ in Kraft, das eine Basis für ein einheitliches staatliches Register der Eigentumsrechte geschaffen hat. Die Verabschiedung des Gesetzes bedeutete für Russland eine prinzipiell neue Etappe der rechtlichen Regulierung des bürgerlichen Immobilienverkaufs, da mit diesem Gesetz die Entscheidung getroffen wurde, dass sowohl alle Rechte und Verbindlichkeiten, als auch alle Transaktionen nur mit der Eintragung in das öffentliche Register erworben werden.

Unter der Leitung des Justizministeriums wurde damit in Russland ein einheitliches System der Registrierung der Rechte geschaffen. In Rahmen dieses Systems arbeiten heute in Lande 89 Registrierungsbehörden, 1700 Filialen und Repräsentanzen. Der Hauptunterschied zwischen dem System der Justiz und des Katasters besteht darin, dass der Kataster als föderale Struktur in allen Städten durch Filialen repräsentiert ist; das System des Justizministeriums arbeitet sowohl föderal als auch regional, was die Zugehörigkeit einiger Registrierungsbehörden zur föderalen Ebene und der anderen zu den lokalen Administrationen bedeutet.

Die historische Entwicklung zeigt, dass die Registrierungsbehörden in den Subjekten der Russischen Föderation auf Kosten des regionalen Budgets gebildet wurden. Dadurch sind die Registrierungsbehörden in verschiedenen Regionen unterschiedlich ausgestattet. In den Subjekten der Russischen Föderation benutzt man unterschiedliche Software für die Eintragung der Rechte; oft ist diese Software nicht kompatibel, was die Schaffung eines einheitlichen Informationsraumes über eingetragene Rechte und Belastungen in Russland verhindert. Offensichtlich macht die vorhandene Inhomogenität den Datenaustausch von einer Registrierungsbehörde zu der anderen unmöglich.

Darüber hinaus gibt es bis heute bestimmte Schwierigkeiten in der Zusammenarbeit der Katasterbehörden und der Registrierungsbehörden, die die Prozedur der Registrierung für natürliche und juristische Personen erschweren und teurer machen. Z.B. kann sich die Eintragung der Rechte in das Register nicht jeder Eigentümer leisten: laut Statistik des Justizministeriums bezahlt jeder Eigentümer für die Eintragung seiner Rechte in das staatliche Register im Durchschnitt bis zu 5.000 Rubel. In manchen Fällen kostet die Sammlung aller für die Registrierung hinreichenden Unterlagen die Hälfte des Marktpreises des Immobilienobjektes.

5. Die Schaffung des automationsunterstützten staatlichen Katasters und der staatlichen Bestandsaufnahme der Immobilienobjekte

Am 25. Oktober 2001 hat der Vorsitzende der Regierung der Russischen Föderation die Verordnung zur Realisierung des föderalen Zielprogramms „Schaffung des automationsunterstützten staatlichen Katasters und der staatlichen Bestandsaufnahme der Immobilienobjekte“ unterschrieben. Das Hauptziel dieses Programms ist die Schaffung eines einheitlichen fiskal-rechtlichen Informationssystems der Bestandsaufnahme der Immobilienobjekte auf der Basis des staatlichen Grundkatasters. Basierend auf den Hauptprinzipien des Programms beginnt die Realisierung des Zusammenwirkens aller Organisationen auf der regionalen Ebene. Dazu ist verschiedenes notwendig: Erstens muss in jeder Region ein einheitliches System der Bestandsaufnahme der Immobilienobjekte geschaffen werden, mit Hilfe dessen die Daten aus dem land- und städtebaulichen Kataster in einer einheitlichen Datenbank oder konsolidiert werden oder lokale Datenbanken in jeder Organisation geschaffen werden und der elektronische Austausch zwischen ihnen in einer realistischen Zeit sichergestellt wird. Nur wenn das Prinzip der dreidimensionalen Beschreibung des Objektes (unterirdische Merkmale, Bodencharakteristik über dem Boden sich befindende Merkmale) eingehalten wird, wird die Schaffung einer vollen Datenbank in jeder Region ermöglicht. Nur so können die lokalen Administrationen die Effizienz ihrer Maßnahmen erhöhen – die Beschleunigung des Bodenverkaufs, die Erhöhung der Budgets auf allen Ebenen mittels Anhebung der Grundsteuer, die Stärkung des Wohlstands der Bürger mittels Schaffung des hypothekarischen Systems. Zweitens sind die Datenformate in allen vorhandenen Registern zu vereinheitlichen und ist der elektronische Datenaustausch gesetzlich zu regeln. Drittens muss man den Zugang zur In-

formation allen Interessenten ermöglichen, den Notaren, Rechtsanwälten, Banken und Immobilienmaklern gegen Bezahlung, staatlichen Organisationen kostenlos. Bei der Realisierung der oben genannten Bedingungen muss besonderer Wert auf den Datenschutz gelegt werden.

Die Realisierung des föderalen Zielprogrammes „Die Schaffung des automationsunterstützten staatlichen Katasters und der staatlichen Bestandsaufnahme der Immobilienobjekte (2002–2007)“ sieht die Zusammenarbeit mit verschiedenen internationalen Organisationen und Projekten vor, deren Spezialisten ihre Erfahrungen und das Know-how der westeuropäischen Länder im Bereich des Katasters den russischen Behörden weitergeben können.

6. Der Vergleich mit Österreich

§ 45 des Vermessungsgesetzes und § 155 des Grundbuchgesetzes Österreichs schreiben vor, dass Kataster und Grundbuch in Übereinstimmung zu führen sind. Diese Verpflichtung zum Zusammenwirken, geregelt durch die Gesetzgebung, erleichterte die Schaffung der einheitlichen Grundstücksdatenbank. Das Hauptprinzip der Grundstücksdatenbank (weiter GDB) ist die Identität der Daten im Grundbuch und im Kataster. Die GDB gehört der Föderation. Der Kataster wird vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (im Bereich des Wirtschaftsministeriums) geführt. Die Registrierung aller Rechte und Dienstbarkeiten ist Aufgabe der Gerichte (unterstehen dem Justizministerium). Die Zusammenführung der Daten auf einem Server wurde 1980 begonnen und 1985 bei den Katasterbehörden und 1992 bei den Bezirksgerichten abgeschlossen.

Die Information aus der GDB kann jeder in der Katasterbehörde, im Bezirksgericht oder via Internet erhalten. Jährlich werden circa 600.000 Auszüge in den Vermessungs- und Grundbuchämtern gemacht und circa 6 Millionen via Internet. Die Schaffung der GDB hat sich als absolut gewinnbringend erwiesen. Die GDB erleichtert nicht nur den öffentlichen Zugang zur Immobilieninformation und trägt damit zur Entwicklung des Immobilien- und Bodenmarktes bei, sie ist auch eine gute Einnahmequelle. Die Information der GDB ist gebührenpflichtig. Der Preis eines Auszuges ist ca. 8 Euro, via Internet ca. 3 Euro.

Anschrift der Autorin:

Olga Kuzyakina, Aspirantin der Samaraer Staatlichen Wirtschaftlichen Akademie, Samara, Russland. Leningradskoye Shosse, 71 G, 125445 Moscow. email: Olga.Kuzyakina@metro.com.ru

Verbesserte Ableitung von Geländemodellen aus der digitalen Bildzuordnung

Christoph Bauerhansl

Diplomarbeit: Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2003. Begutachter: O.Univ.-Prof. Dr. Ing. Karl Kraus, Betreuer: Dipl.-Ing. Dr. Franz Rottensteiner.

Digitale Oberflächen- und Geländemodelle werden heute für viele weitreichende Gebiete aus Wissenschaft und Praxis benutzt. Sie dienen zum Beispiel als Grundlage bei der Erzeugung topographischer Karten und sind Bestandteil vieler Umwelt- und Geoinformationssysteme. Die Photogrammetrie, aber auch weitere Verfahren wie das Laserscanning, terrestrische Verfahren oder die Fernerkundung liefern die Basisdaten zur Erzeugung eines Oberflächen- oder Geländemodells. Es existiert eine Reihe an Verfahren, um auf Basis dieser Daten schließlich ein Digitales Oberflächen- oder Geländemodell zu erzeugen.

Bei der Modellierung der Erdoberfläche ist es wichtig, zwischen Oberflächenmodellen, die ausschließlich den Boden repräsentieren, und solchen, die auch künstliche Bebauung und Bewaldung beinhalten, zu unterscheiden. Oft ist nur das Gelände ohne Kunstbauten und Vegetation interessant. Nicht-Bodenpunkte auf Vegetation und Gebäuden sollen keinen Einfluss auf das Geländemodell haben. Das Geländemodell soll ausschließlich durch Bodenpunkte repräsentiert werden.

Diese Arbeit befasst sich mit der Aufgabe, automatisch photogrammetrisch ausgewertete Digitale Geländemodelle vom Einfluss der Nicht-Bodenpunkte zu befreien. Die Methode, die dazu angewendet wird, hat sich bereits bei der Bearbeitung von Laserscanner-Daten bewährt und wurde am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der Technischen Universität Wien bereits in Veröffentlichungen beschrieben. Es handelt sich um die im Programmsystem SCOP++ implementierte Methode zur Filterung und Klassifizierung, der Hierarchischen Robusten Filterung.

Der Schwerpunkt der Arbeit liegt nun in der Untersuchung, ob und inwiefern dieselbe Methode erfolgreich bei der Bearbeitung und Verbesserung von Geländemodellen ist, die automatisch photogrammetrisch mittels Matching erstellt wurden.

Zur Oberflächenmodellierung wurde das Programm MatchT der Firma InphoGmbH im Jahr 2002 am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung im Rahmen einer Lehrveranstaltung getestet. Dieses Programm liefert die Daten für die Untersuchung in dieser Arbeit, das heißt Digitale Geländemodelle, die noch nicht ausreichend vom Einfluss der Nicht-Bodenpunkte (Häuser, Wald oder Kraftfahrzeuge) befreit werden konnten.

Als Datengrundlagen standen Luftbilder vom Raum Eggenburg, von Teilen des Pulkautals, der Schneealpe

und einer Mülldeponie nahe Stockerau zur Verfügung. Dabei handelt es sich um ebene, hügelige oder auch gebirgige Bereiche. Zum Teil fanden sich lockere und dichte Verbauung und dichte Vegetation.

Nachdem Digitale Geländemodelle von Bereichen dieser Gebiete mittels digitaler Bildzuordnung (MatchT) erstellt worden waren, waren die Einflüsse der Nicht-Bodenpunkte nicht ausreichend beseitigt. Um diese zu eliminieren, wurde die im Programm SCOP++ implementierte Methode der Hierarchischen Robusten Filterung angewendet.

Die Ergebnisse, die für die unterschiedlich dicht verbauten oder bewaldeten Geländetypen erreicht werden konnten, werden in dieser Arbeit vorgestellt und im Anschluss interpretiert und beurteilt. Zur Beurteilung der erzielten Ergebnisse wurden manuell gemessene Digitale Geländemodelle in einigen der bearbeiteten Bereiche herangezogen.

Es stellte sich heraus, dass die in dieser Arbeit angewendete Methode in locker verbautem Gebiet durchwegs gute Ergebnisse liefert. Die Einflüsse von Nicht-Bodenpunkten können hier weitgehend beseitigt werden, während das Gelände sehr gut modelliert wird. In dicht verbautem Gebiet können ebenfalls akzeptable Ergebnisse erreicht werden. Das Gelände wird hier allerdings aufgrund der Filtermethode nicht mehr so genau modelliert, nachdem die Einflüsse der Nicht-Bodenpunkte beseitigt sind. In bewaldeten Gebieten können keine zufriedenstellenden Ergebnisse erzielt werden, da in diesen Bereichen durch die Methode der digitalen Bildzuordnung keine Bodenpunkte ermittelt werden. Hier sind die Methoden des Laserscannings eindeutig im Vorteil.

Die Einbeziehung von zuvor gemessenen Bruchkanten hat eine bedeutende Verbesserung des Digitalen Geländemodells zur Folge. Dadurch kann das teilweise „zu starke“ Filtern der Robusten Filterung größtenteils reduziert werden.

Generierung digitaler Geländemodelle aus hochauflösenden optischen Satellitenbilddaten

Martina Franke

Diplomarbeit: Institut für Geodäsie, Abteilung für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Graz, 2003. Begutachter und Betreuer: O.Univ.-Prof., Dr. Dipl.-Forstwirt Mathias Schardt.

Für hochauflösende stereoskopische Satellitendaten wurde das Potential zur automatischen Rekonstruktion von 3D-Informationen untersucht. Dafür standen EROS-Stereodaten in moderatem und alpinem Gelände sowie IKONOS-Stereobilder, welche ebenes und bergiges Gelände aufweisen, zur Verfügung. Für die EROS-Daten waren die Sensorparameter erhältlich, während für IKONOS rationale Polynomkoeffizienten zur Abbildungsmodellierung verwendet wurden. Somit konnte

mit Hilfe von Passpunkten eine a priori Aufsetzgenauigkeit für die Stereobildpaare angegeben werden. Zur Gewinnung der 3D-Information diente die automatische Bildkorrelation, für die es verschiedene Verfahren gibt. Diese wurden getestet und die für hochauflösende Satellitendaten am besten geeignete Methode bestimmt. Nach der Korrelation wurden letztlich für die vorliegenden Stereobildpaare digitale Geländemodelle hergeleitet und deren Qualität untersucht. Dabei wurde besonderes Augenmerk auf die Detailliertheit der Oberflächenstrukturen, insbesondere auf Bäume und Gebäude, gelegt.

Modellierung terrestrischer Laserscanner-Daten

Alexander Haring

Diplomarbeit: Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, 2003. Begutachter: O.Univ.Prof. Dr.-Ing. Karl Kraus, Betreuer: Dipl.-Ing. Christian Briese und Dipl.-Ing. Dr. Norbert Pfeifer.

Terrestrisches Laserscanning und die (Nahbereichs-) Photogrammetrie sind konkurrierende Technologien zur Aufnahme von Objekten im Nahbereich, wobei jede der beiden Aufnahmemethoden ihre Stärken und Schwächen aufweist. Terrestrisches Laserscanning liefert eine sehr hohe Punktdichte bei weitgehend automatisch ablaufendem Aufnahmevorgang [Pfeifer und Rottensteiner, 2001]. Im Gegensatz zur Photogrammetrie besteht bei der geometrischen Rekonstruktion des Objekts infolge des aktiven Messsystems keinerlei Abhängigkeit von der natürlichen Beleuchtung und der Textur der Objektfläche. Jedoch ist gerade die Texturinformation für diverse Anwendungen von Interesse, da sie einen dokumentarischen Wert besitzt. Neben der Erfassung der Objekttextur stellt die gute Bestimmbarkeit von Objektkanten eine weitere Stärke der Photogrammetrie dar. An der Objektfläche vorhandene Kanten können – bei entsprechendem gutem Kontrast – direkt und präzise in den Photos gemessen werden. In Kanten- bzw. Konturnähe treten beim Laserscanning hingegen Probleme aufgrund fehlerhafter Distanzmessungen auf. Bei kombiniertem Einsatz können die Stärken beider Aufnahmemethoden genutzt werden.

Für diese Arbeit stehen Aufnahmen des terrestrischen Laserscanners LMS-Z360 der Fa. Riegl sowie digitale Photos von der Marc-Anton-Plastik (Secession, Wien) zur Verfügung.

Der erste Schwerpunkt der Diplomarbeit liegt in der gemeinsamen Orientierung der Laserscanner-Aufnahmen und der Photos über signalisierte Verknüpfungspunkte. Dazu müssen diese Verknüpfungspunkte sowohl in den Intensitätsbildern der Laserscanner-Aufnahmen als auch in den Photos gemessen werden. Im Rahmen einer simultanen, hybriden Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate können anschließend die Orientierungsparameter aller Laserscanner-Aufnahmen und Photos sowie die Koordinaten der Verknüpfungspunkte bestimmt werden. Die Ergebnisse

dieser Ausgleichung werden analysiert und einer kritischen Betrachtung unterworfen.

Den zweiten Schwerpunkt der Arbeit bildet die geometrische 3D-Modellierung der Objektfläche basierend auf den Laserscanner-Daten. Dafür steht das Software-Paket Geomagic Studio der Firma Raindrop Geomagic zur Verfügung. Die ursprüngliche Punktwolke wird zunächst bearbeitet und dann trianguliert. Anschließend wird die Triangulierung verbessert und daraus eine NURBS-(Non Uniform Rational B-Splines-) Oberflächendarstellung bestimmt. In der Arbeit wird sowohl auf die im Zuge der Modellierung gemachten Erfahrungen eingegangen als auch das Ergebnis der Modellierung kritisch betrachtet.

Den Abschluss der Arbeit bildet ein Ausblick auf das Einbeziehen von Photos für die Modellierung, wobei es um die Nutzung von Photos zur besseren Bestimmung von Objektkanten und die Erstellung eines 3D-Photomodells für dokumentarische Zwecke geht.

Erdschwerefeldbestimmung über das Energieintegral, unter Berücksichtigung nicht-konservativer Kräfte

Rainer Klostius

Diplomarbeit: Institut für Geodäsie, Abteilung für Theoretische Geodäsie, Technische Universität Graz, 2003. Begutachter und Betreuer: Ao.Univ. Prof. Mag. Dr. R. Pail.

Die Satellitenmission GOCE der ESA, mit einem geplanten Start im Jahr 2006, ist der präzisen Modellierung des Erdschwerefeldes gewidmet. Die Schwerefeldlösung ist eine kombinierte Lösung aus high-low satellite-to-satellite tracking (SST) und gravity gradiometry (SGG) Daten. Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem Energieintegral-Ansatz, der eine Erdschwerefeldbestimmung aus SST Daten ermöglicht. Das Energieintegral basiert auf dem Energieerhaltungssatz, welcher aussagt, dass die Summe der gesuchten potentiellen Energie und der kinetischen Energie konstant ist. Da auf den Satelliten auch nicht-konservative Kräfte, wie z.B. Luftwiderstand, Sonnenstrahlungsdruck, etc. wirken, die das System stören, müssen diese in dem Modell berücksichtigt werden. Im Zuge dessen wurden mehrere Integrationsmethoden implementiert. Um die Güte der Resultate des Energieintegrals zu demonstrieren, wurde es auf simulierte Daten angewendet, wobei in diesem Fall auch die nicht konservativen Kräfte simuliert wurden. In einem zweiten Schritt wurden „echte“ SST Daten, sowie echte Akzelerometerdaten aus der Satellitenmission CHAMP (Challenging Minisatellite Payload for Geophysical Research and Applications), verwendet.

Kontinuierliche Absteckung einer Gleitschalung mittels GPS

Dominik Mesner

Diplomarbeit: Institut für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme, Technische Universität Graz, 2003. Begut-

achter und Betreuer: O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Fritz K. Brunner.

Die moderne Gleitschalungstechnologie erlaubt die Errichtung von sehr hohen Bauwerken innerhalb enger Toleranzen. Die Absteckung und Kontrolle während des Bauvorhabens erfolgt mittels optischen Loten oder Richtlasern und Totalstationen. Bei sehr hohen Bauwerken kann die vorgegebenen Absteckgenauigkeit der Gleitschalung schwer oder gar nicht eingehalten werden. Die Hauptursache liegt in nicht modellierbaren Refraktionseffekten und in der Konsoleninstabilität der Richtlaser. GPS bietet sich hier als kostengünstige und praktikable Alternative an. Diese Diplomarbeit soll als erster Baustein für die Verwirklichung eines Messsystems zur Absteckung einer Gleitschalung mittels GPS verstanden werden. Deshalb besteht der Hauptteil dieser Diplomarbeit aus der theoretischen Erarbeitung eines Modells zur Kombination von GPS mit zusätzlichen Sensoren (z.B. Distanzmesser, Neigungsmesser) und der Simulation von Einzelepochenlösungen. Mit Hilfe der Simulation wird das Messsystem in Bezug auf seine Präzision und insbesondere Zuverlässigkeit optimiert. Die Ergebnisse der Simulation und der Auswertung eines Experiments demonstrieren eine prinzipielle Tauglichkeit des konzipierten Messsystems auf dem Niveau von Einzelepochen. Um jedoch die Absteckgenauigkeit dauerhaft gewährleisten zu können, wird man in einer Weiterentwicklung des Messsystems von der Einzelepochenlösung auf eine MehrePOCHenlösung (Kalman Filter) übergehen.

Kontinuierliche Neigungsmessungen entlang einer Bahntrasse

Martin Oberzaucher

Diplomarbeit: Institut für Ingenieurgeodäsie und Messsysteme, Technische Universität Graz, 2003. Begutachter und Betreuer: O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Fritz K. Brunner.

In den letzten Jahren hat die Bedeutung von kontinuierlichen Messsystemen zur Bestimmung der Gleislage zugenommen. Trotzdem werden bei Setzungsmessungen aus Genauigkeitsgründen noch immer manuelle Nivellementverfahren eingesetzt.

In der vorliegenden Diplomarbeit wurde ein Messkonzept entwickelt, bei dem das Gleisprofil aus kontinuierlichen Neigungs- und Distanzmessungen bestimmt wird. Die Problematik besteht darin, dass durch die Bewegung des Messwagens, auf dem die Neigungssensoren montiert sind, eine Beschleunigungsverzerrung der Messwerte verursacht wird. Daher ist es notwendig die Neigungsmesswerte zu korrigieren. Die Korrektur erfolgt dabei mit Horizontalbeschleunigungswerten, die aus Distanzen, die mit einem Interferometer bestimmt wurden, abgeleitet werden.

Neben der theoretischen Aufarbeitung dieser Problematik wurden Experimente mit drei unterschiedlichen Neigungssensoren durchgeführt, wobei die Bahntrasse durch die Führungsbahn des Horizontalkomparators im Labor simuliert wurde. Das Höhenprofil der Führungsbahn wurde dabei mit dem Autokollimationsver-

fahren (Referenz), mit statischen (Stop&Go) und kontinuierlichen Neigungsmessungen (kinematisch) bestimmt. Die theoretisch mögliche Korrektur der beschleunigungsverzerrten Neigungsmesswerte mit Horizontalbeschleunigungen wurde praktisch verifiziert. Als geeignetster Sensor für die kontinuierliche Neigungsmessung entlang einer Bahntrasse stellte sich dabei der Flüssigkeitssensor „Slope-Sensor“ der Firma Moba heraus.

Fehlermodellierung in regionalen Referenzstationsnetzen – Flächenkorrekturparameter versus Virtuelle Referenzstation

Erich Sammer

Diplomarbeit: Institut für Geodäsie und Geophysik, Abteilung Höhere Geodäsie, Technische Universität Wien, 2003. Begutachter und Betreuer: Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Robert Weber.

Der Einsatz der satellitengestützten Positionierung ist aus dem Vermessungswesen schon seit Jahren nicht mehr wegzudenken. Während bis vor wenigen Jahren vor allem bei höheren Genauigkeitsanforderungen (wenige Zentimeter) nur das Verfahren der statischen Positionierung angewendet wurde, tritt nun auch in diesem Bereich die Positionierung in Echtzeit in den Vordergrund. Eine Möglichkeit, Basislinien von bis zu 50 km Länge in Zentimetergenauigkeit unter Verwendung einer einzelnen Roverstation zu bestimmen, bieten sogenannte Referenzstationsnetze.

Das Hauptaugenmerk dieser Diplomarbeit lag auf der Untersuchung der zwei Methoden der Fehlermodellierung in Referenzstationsnetzen. Bei der Modellierung mit Flächenkorrekturparametern werden die Korrekturdaten, die für alle Referenzstationen des Netzes berechnet werden können, linear interpoliert, um die Korrekturdaten auf der Roverstation zu erhalten. Bei der Methode der virtuellen Referenzstation, einer Weiterentwicklung der Flächenkorrekturparameter, sendet die Roverstation die aus Codemessungen berechnete Näherungsposition an die Rechenzentrale, die sodann virtuelle Beobachtungen für diese Position berechnet und verschickt. Nun muss nur noch die Basislinie zwischen der virtuellen Referenzstation und der tatsächlichen Roverposition berechnet werden, um die Empfängerkoordinaten zu erhalten.

Im Zuge der Diplomarbeit wurden im Referenzstationsnetz des Wiener Energieversorgers Wienstrom Testmessungen zur Überprüfung der Leistungsfähigkeit des Netzes durchgeführt. Es war nachzuweisen, dass Lagegenauigkeiten von $\pm 1 - 3$ cm in Echtzeit erreicht werden können. Weiters wurden die Ergebnisse der Modellierung mit Flächenkorrekturparametern mit jenen der virtuellen Referenzstation verglichen. Abschließend wurde im Rahmen einer neunstündigen Dauermessung die Stabilität des Korrektursignals geprüft. Dabei wurde gezeigt, wie sich verschiedene Einflüsse wie veränderliche Satellitenanzahlen, die Satellitengeometrie sowie unterschiedliche Ionosphärenaktivität auf die Positionierungsergebnisse auswirken.

Optimum weighting of GOCE high-low satellite-to-satellite tracking and satellite gravity gradiometry data

Franz Weimann

Diplomarbeit: Institut für Geodäsie, Abteilung für Theoretische Geodäsie, Technische Universität Graz, 2003. Begutachter und Betreuer: Ao.Univ. Prof. Mag. Dr. R. Pail.

Die Satellitenmission GOCE der ESA beruht auf einer Sensorfusion: Während hl-SST (high-low satellite-to-satellite tracking) Informationen über die niedrigen Frequenzen des Schwerefeldes liefert, ermöglicht SGG (satellite gravity gradiometry) die Bestimmung der mittleren und hohen Frequenzen.

Die Addition der Normalgleichungsmatrizen beider Komponenten führt zur Bestimmung der kombinierten Lösung normierter Kugelfunktionskoeffizienten. Da unterschiedliche Genauigkeiten der Messungen bei der einfachen Addition unberücksichtigt bleiben, repräsentiert diese Lösung meist nicht die optimale Parameterschätzung.

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der optimalen Gewichtung von hl-SST und SGG, um die optimale Koeffizientenlösung zu bestimmen. Dazu wurden zwei unterschiedliche Strategien untersucht: Die Varianzkomponentenschätzung, welche auf der Berechnung von Verbesserungen basiert, und die Parameter-Kovarianz Methode, welche die Parameterdifferenzen mit den zugehörigen Kovarianzen vergleicht, um die optimalen Gewichte zu ermitteln. Beide Methoden sind gekennzeichnet durch die Schätzung der Gewichte anhand der Genauigkeiten der Beobachtungen, was im Allgemeinen in annähernd identen optimalen Lösungen resultiert.

Aufgrund der Orbitkonfiguration von GOCE treten an den Polen Datenlöcher auf, welche sich bei Modellen höheren Grades durch schlecht bestimmte zonale und nahe-zonale Koeffizienten kennzeichnen. Eine Erweiterung der beiden Ansätze um Regularisierung wird notwendig, wobei sich optimale Gewichtung und Regularisierung gegenseitig beeinflussen.

Aufgrund der Orbitkonfiguration von GOCE treten an den Polen Datenlöcher auf, welche sich bei Modellen höheren Grades durch schlecht bestimmte zonale und nahe-zonale Koeffizienten kennzeichnen. Eine Erweiterung der beiden Ansätze um Regularisierung wird notwendig, wobei sich optimale Gewichtung und Regularisierung gegenseitig beeinflussen.

Recht und Gesetz

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

Parteistellung im Planbescheinigungsverfahren; § 39 VermG

Nachbarn genießen im Liegenschaftsteilungsverfahren, in dem keine Zu- oder Abschreibungen bzw. Grenzänderungen erfolgen, keine Parteirechte. Auch im Verfahren nach § 39 VermG (Bescheinigung) genießen Anrainer – im Gegensatz zum Umwandlungsverfahren nach § 17 VermG. – keine Parteirechte. (VwGH, 26. April 2002, 2000/06/0205)

Sachverhalt:

Die Beschwerdeführerin ist grundbücherliche Eigentümerin des Grundstückes Nr. 549 der KG H, welches an das Grundstück mit der ehemaligen Bezeichnung Nr. 543 unmittelbar anschließt; beide Grundstücke liegen nach dem rechtskräftigen Flächenwidmungsplan im „Industrie- und Gewerbegebiet“.

Das Grundstück Nr. 543 wurde – teilweise im Zeitpunkt der Erlassung der Baubewilligungsbescheide noch nicht gemäß § 39 VermG bescheinigt – in verschiedene Teilgrundstücke zergliedert, auf denen die mitbeteiligten Parteien (in der Folge: Bauwerber) diverse Dienstleistungsgebäude und Verkaufsgeschäfte samt Lager und Personalmöbeln sowie PKW-Stellplätzen und Werbetafeln zu errichten beabsichtigen (bzw. mittlerweile bereits errichtet haben). Hiervon liegen die Teilgrundstücke Nr. 543/1 und Nr. 543/17 nach dem Flächenwidmungsplan der Gemeinde nunmehr im „Aufschließungsgebiet EZ III“.

Die Bauwerber suchten um Erteilung von Baubewilligungen an. In allen Verfahren wurde durch die Beschwerdeführerin gleichlautend der Antrag auf Zuerkennung der Parteistellung gestellt. Diese wurde ua da-

mit begründet, es liege noch keine rechtskräftige Teilung des Grundstückes Nr. 543 vor.

Aus der Begründung: Zunächst ist darauf hinzuweisen, dass Nachbarn im Liegenschaftsteilungsverfahren, in dem keine Zu- oder Abschreibungen bzw. Grenzänderungen erfolgen, keine Parteirechte genießen. Auch im Verfahren nach § 39 VermG (Bescheinigung) genießen Anrainer – im Gegensatz zum Umwandlungsverfahren nach § 17 leg. cit. – keine Parteirechte. Das Vorliegen noch nicht in Rechtskraft erwachsener (bzw. nach § 39 VermG bescheinigter) Teilungspläne im Zeitpunkt der Antragstellung bzw. Erteilung der Baubewilligungen kann daher von der Beschwerdeführerin nicht wirksam geltend gemacht werden, ihre diesbezüglichen Ausführungen gehen ins Leere.

Zustimmungserklärung; § 43 Abs. 6 VermG

Die Zustimmung der Eigentümer der angrenzenden Grundstücke zum Grenzverlauf ist Voraussetzung der Umwandlung in den Grenzkataster.

Ein Beschluss in einem Realteilungsverfahren kann die Zustimmungserklärung ersetzen.

(VwGH, 29. März 2001, 99/06/0012)

Sachverhalt:

Die Beschwerdeführerin ist Eigentümerin des durch Realteilung auf Grund des Liegenschaftsteilungsbeschlusses des Bezirksgerichtes K in Verbindung mit der Vermessungsurkunde XX neu geschaffenen Grundstückes Nr. 255/2 der KG R. Mit Bescheid des Vermessungsamtes K wurde der Teilungsplan YY gemäß § 39

VermG bescheinigt. Ferner wurden die Grundstücksnummern 255/1 und 255/2 gemäß § 39 Abs. 5 VermG endgültig im Sinne des Teilungsplanes festgesetzt und gemäß § 20 Abs. 1 Vermessungsgesetz hinsichtlich dieser Grundstücke die Umwandlung des Grundsteuerkatasters in den Grenzkataster unter der Bedingung der grundbücherlichen Durchführung des Teilungsplanes verfügt.

Die Beschwerdeführerin erhob Berufung gegen diesen Bescheid, in der sie im Wesentlichen behauptete, die erforderlichen Zustimmungserklärungen seien nicht eingeholt worden, insbesondere stamme die für H K geleistete Unterschrift offensichtlich von einer anderen Person, da H K zum Zeitpunkt der angeblichen Zustimmungserklärung bereits verstorben gewesen sei.

Aus der Begründung:

Gemäß § 8 Z 1 des Vermessungsgesetzes ist der nach Katastralgemeinden angelegte Grenzkataster zum verbindlichen Nachweis der Grenzen der Grundstücke bestimmt. Diese Bestimmung normiert die beiden Hauptzwecke des Katasters, nämlich den (verbindlichen) Nachweis der Grundstücksgrenzen und die Ersichtlichmachung bestimmter Grundstücksmerkmale.

Nach § 17 Z. 3 und Z 5 in Verbindung mit § 41 Abs. 3 VermG erfolgt die Umwandlung des Grundsteuerkatasters in einen Grenzkataster aufgrund eines Beschlusses des Grundbuchgerichtes oder nach einer sonstigen Grenzvermessung – das sind Grenzvermessungen u.a. für alle Zwecke der grundbücherlichen Teilungen, Ab- und Zuschreibungen – hinsichtlich jener Grundstücke, deren Grenzen zur Gänze von der Grenzvermessung erfasst sind und für die eine Zustimmungserklärung der Eigentümer der angrenzenden Grundstücke zum Verlauf der Grenze beigebracht wird, von Amts wegen.

Nach § 35 Abs. 2 Z. 2 VermG ist dann, wenn sowohl im Grenzkataster als auch im Grundsteuerkataster enthaltene Grundstücke – wie im Beschwerdefall – betroffen werden, eine Grenzverhandlung gemäß §§ 24 bis 26 VermG, insoweit vorzunehmen, als dies zur Festlegung der über den bisherigen Umfang hinausgehenden Grenzen der im Grenzkataster enthaltenen Grundstücke erforderlich ist.

Im vorliegenden Fall blieben die Grenzen des Grundstücks Nr. 255 (alt) bzw. 255/1 und 255/2 (jeweils neu) zu den benachbarten Grundstücken nach der Aktenlage unverändert. Die Grenzen zu den benachbarten Grundstücken Nr. 1121 und 1107/3 waren bereits im Grenzkataster eingetragen.

Aus § 43 Abs. 6 VermG ergibt sich, dass das Vorliegen der Zustimmungserklärungen der Eigentümer der angrenzenden Grundstücke zum Verlauf der Grenzen dieses Grundstückes Voraussetzung für die Eintragung dieses Grundstückes in den Grenzkataster ist. Das Vorliegen dieser Zustimmungserklärungen, nämlich jene des Nachbarn H. K., und jene eines hierzu befugten Vertreters der Republik Österreich, wird von der Beschwerdeführerin in Abrede gestellt.

Bereits die Verwaltungsbehörden haben hierzu festgestellt, dass die von der Beschwerdeführerin zunächst aufgestellte Behauptung, H K sei bereits vor Abhaltung

der Grenzverhandlung verstorben, objektiv unrichtig war. Sie hält diesen Einwand der mangelnden Zustimmung dieses Nachbarn aber mit dem Hinweis aufrecht, die im Protokoll über die abgehaltene Grenzverhandlung enthaltene Unterschrift stamme nicht von dieser Person, die Unterschrift sei nicht echt. Hierzu hat bereits der die Grenzverhandlung führende Planverfasser erklärt, „ein Herr K“ sei bei der Grenzverhandlung anwesend gewesen und habe auch die Zustimmungserklärung unterfertigt, nur an der falschen Stelle. Dies sei von ihm durch eine Pfeilmarkierung korrigiert worden. Die nachträgliche Transferierung der Unterschrift an die hierfür (richtigerweise) vorgesehene Stelle war unnötig, aber macht die Unterschrift nicht ungültig. Bedenken gegen die Echtheit der Unterschrift werden dadurch nicht begründet, zumal auch eine Erklärung des Planverfassers im Sinne des § 43 Abs. 6 VermG nicht aufscheint.

Im Beschwerdefall kann die Frage dahingestellt bleiben, ob beim zugrundeliegenden Verfahren betreffend die Umwandlung des Grundsteuerkatasters in den Grenzkataster auch die Zustimmung des (der) Eigentümer(s) des betroffenen Grundstückes erforderlich war(en). Wesentlich im Beschwerdefall ist nämlich, dass der Verlauf der Grenze des Grundstückes Nr. 255 (alt) bzw. der neu gebildeten Grundstücke Nr. 255/1 (neu) und 255/2 (neu) zur nördlich gelegenen „Anlandungsfläche“, wie er sich aus dem Teilungsplan vom 17. Dezember 1987 ergibt, Grundlage des Liegenschaftsteilungsbeschlusses vom 31. Dezember 1987 war. Auf Grund dessen sind die Beschwerdeführerin und auch die weiteren Miteigentümer (ginge man davon aus, dass es dieser Zustimmungen bedürfte) vorliegendenfalls so zu behandeln, als ob sie diesem Grenzverlauf zwischen dem (den) in das Realteilungsverfahren einbezogenen Grundstück(en) Nr. 255 (alt) bzw. Nr. 255/1 (neu) und 255/2 (neu) und der an der nördlich dieser Grenze gelegenen „Anlandungsfläche“ zugestimmt hätten. Das betrifft aber nicht die Eigentumsverhältnisse an dieser „Anlandungsfläche“; darüber ist damit noch nichts ausgesagt, wie auch die Fixierung dieses Grenzverlaufes vor dem Hintergrund des Beschwerdefalles die sichtlich strittige Frage des Eigentumsrechtes an dieser „Anlandungsfläche“ nicht zu präjudizieren vermag.

Insoweit die Beschwerdeführerin die mangelnde Approbationsbefugnis des für den Bund unterfertigenden Beamten bestreitet, ist ihr entgegen zu halten, dass es für die Frage der Zurechenbarkeit der für die Republik Österreich abgegebenen Erklärung zum Bund nicht relevant ist, ob allenfalls eine Überschreitung des internen Kompetenzbereiches durch den unterfertigenden Beamten vorgelegen haben könnte, solange dieser Organwalter die Approbationsbefugnis für diese Behörde für einen bestimmten Bereich hat; im Falle einer Überschreitung seiner Befugnisse wäre ein entsprechend gefertigtes Schriftstück jedenfalls der Behörde zuzurechnen, der der approbationsbefugte Organwalter zuzuzählen ist, gleichgültig, für welchen Kompetenzbereich die Approbationsbefugnis ursprünglich erteilt wurde. Wird die vorhandene Approbationsbefugnis bloß überschritten, dann ist der genehmigte Akt der Behörde zuzurechnen. Dass im Beschwerdefall eine generell nicht mit Vertretungsbefugnis ausgestattete Person

die für den Bund abgegebene Zustimmungserklärung unterfertigt hätte, wird nicht einmal von der Beschwerdeführerin behauptet. Dieser Einwand geht daher fehl.

Straßenverbücherung; § 15 LiegTeilG

Eine verfassungskonforme, dem Eigentumsschutz gebührend Rechnung tragende Interpretation des § 20 LiegTeilG verlangt, darin nur dann eine abschließende Regelung der Ansprüche des um seine Rechte gebrachten Eigentümers zu sehen, wenn das vereinfachte Verfahren rechtens zur Anwendung gelangte. Fehlten die gesetzlichen Grundlagen, bleiben ihm seine Ansprüche in vollem Umfang gewahrt.

Eine Streit-anmerkung im Sinne des § 66 GBG ist auch in einem Verfahren nach §§ 15 ff LiegTeilG zulässig. (OGH, 15.Okt.2001, 5Ob101/01s)

Sachverhalt:

Der Antragsteller ist Eigentümer der Liegenschaft X, zu deren Gutsbestand (ua) das Grundstück 1944 gehört, seine Wohnsitzgemeinde N ist Eigentümerin der Liegenschaft Z (ua) mit dem Grundstück 4751.

Unter Vorlage einer mit dem Bestätigungsvermerk der Strafverfolgungsbehörde versehenen Kopie der bei der Staatsanwaltschaft S gegen den Bürgermeister der Gemeinde N erstatteten Strafanzeige begehrte der Antragsteller gemäß § 66 GBG die Anmerkung des Streites hinsichtlich jener Eintragungen, mit denen in Vollziehung eines Anmeldebogens unter A2-LNR 1 lit a der EZ X eine Teilfläche des Grundstücks 1944 ab – und unter A2-LNR 81 lit a der EZ Z in das Grundstück 4751 einbezogen wurde. Der gegen den Bürgermeister der begünstigten Gemeinde erhobene Vorwurf einer strafgesetzlich verbotenen Handlung geht im Wesentlichen dahin, dem Vermessungsamt, von dem der Anmeldebogen stammt, in amtsmissbräuchlicher Weise die unrichtige Mitteilung gemacht zu haben, dass „die (Weg-)Anlage in der Natur vollzogen ist und keine Hinderungsgründe für eine Verbücherung bekannt sind“, obwohl gar keine Straßenanlage vorhanden sei und der Antragsteller gegen die Gemeinde wegen der eigenmächtigen Abtragung einer Rampe in einem Besitzstörungsverfahren einen rechtskräftigen Wiederherstellungsauftrag erwirkt habe.

Das Erstgericht bewilligte die beantragten Eintragungen; das Rekursgericht wies jedoch in Stattgebung eines von der Gemeinde erhobenen Rekurses das Streit-anmerkungsgesuch ab.

Mit seinem gegen den zweitinstanzlichen Beschluss erhobenen Revisionsrekurs strebt der Antragsteller primär die Wiederherstellung der erstgerichtlichen Entscheidung an; hilfsweise hat er angeregt, der Oberste Gerichtshof möge beim Verfassungsgerichtshof die Aufhebung des § 20 LiegTeilG beantragen, weil sich die Verweisung eines im Verfahren nach §§ 15 ff LiegTeilG „Enteigneten“ auf bloße Schadensersatzansprüche nicht mit der Eigentumsgarantie vereinbaren lasse.

Aus der Begründung:

Richtig ist, dass die im LiegTeilG enthaltenen Sonderbestimmungen für die Verbücherung von Straßen-, Weg-, Eisenbahn- und Wasserbauanlagen in § 20 nur Gelder-

satzansprüche für den Verlust des Eigentums vorsehen, also eine Löschungsklage nach § 61 GBG oder die Wiedererlangung des bürgerlichen Eigentums im Wege des Naturalersatzes ausschließen. Bedenken gegen die Verfassungskonformität dieser Regelung unter dem Gesichtspunkt der Eigentumsgarantie werden von der Judikatur mit dem Argument zerstreut, dass das Verfahren nach §§ 15 ff LiegTeilG ohnehin nur Bagatellfälle erfasst, in denen der Geldersatzanspruch adäquaten Rechtsschutz bietet, zumal die vereinfachte Verbücherung idR ohnehin nur bereits eingetretene, faktisch kaum rückführbare Rechtsänderungen nachvollzieht. Das setzt allerdings voraus, dass die vom Gesetzgeber sehr eng gesteckten Grenzen für das besondere Verfahren nach §§ 15 ff LiegTeilG eingehalten werden.

Eine verfassungskonforme, dem Eigentumsschutz (Art 5 StGG; 1. Zusatzprotokoll zur EMRK) gebührend Rechnung tragende Interpretation des § 20 LiegTeilG verlangt, darin nur dann eine abschließende Regelung der Ansprüche des um seine bürgerlichen Rechte gebrachten Eigentümers zu sehen, wenn das vereinfachte Verfahren rechtens zur Anwendung gelangte; fehlten die gesetzlichen Grundlagen, bleiben ihm jene Ansprüche gewahrt, die ihm bei einer Verletzung bürgerlicher Rechte durch eine im ordentlichen Grundbuchsverfahren erwirkte ungültige Einverleibung zustünden.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Anwendung des vereinfachten Verbücherungsverfahrens nach §§ 15 ff LiegTeilG besteht darin, dass die Besitzänderungen durch eine bereits vollendete, in der Natur vorhandene Straßen-, Weg-, Eisenbahn- oder Wasserbauanlage herbeigeführt wurden. Ohne Zusammenhang mit der Herstellung einer solchen Anlage ist daher die Durchführung des besonderen „Bagatellverfahrens“ unzulässig. Auf eine derartige Unzulässigkeit des strittigen Verbücherungsvorgangs beruft sich der Antragsteller, weshalb ihm ein möglicher Löschungsanspruch nicht von vornherein abgesprochen werden kann. Er hat dazu schlüssig behauptet und durch die Erstattung einer Strafanzeige bei der zuständigen Staatsanwaltschaft auch in einer dem § 66 Abs 1 GBG genügenden Form belegt, dass es zur Durchführung des vereinfachten Verbücherungsverfahrens durch eine strafgesetzlich verbotene Handlung, nämlich durch eine den Tatsachen widersprechende Mitteilung des Bürgermeisters der begünstigten Gemeinde an das Vermessungsamt, es gehe um Besitzänderungen im Zusammenhang mit einer bereits hergestellten Weganlage, gekommen sei. Ob dies zutrifft, wird erst zu klären sein. Eine Erhebung des Sachverhalts steht dem Grundbuchsgericht, das allein auf Grund der ihm vorgelegten Urkunden und des Grundbuchsstandes zu entscheiden hat, nicht zu. Auf Basis der mit dem Bestätigungsvermerk der Staatsanwaltschaft S versehenen Kopie der Strafanzeige hat daher das Erstgericht die begehrte Streit-anmerkung zu Recht bewilligt.

Straßenverbücherung; § 15 LiegTeilG

Eingetragene Veräußerungs- und Belastungsverbote stehen einer lastenfreien Abschreibung gemäß § 15 ff LiegTeilG nicht im Wege. (OGH, 5Ob53/02h, 12.März 2002)

Sachverhalt:

Erich und Hildegard R sind je zur Hälfte grundbücherliche Eigentümer der Liegenschaft EZ X. Auf dieser Liegenschaft ist für Maria R unter C-LNR 7a ein Ausgedinge und unter C-LNR 8a ein Veräußerungsverbot einverleibt; dazu bestehen noch wechselseitige eingetragene Veräußerungs- und Belastungsverbote der Ehegatten R.

Das Bezirksgericht S verbücherte den die Verlegung des L-Weges betreffenden Anmeldungsbogen, der auch die Abschreibung von Trennstücken der oben angeführten Liegenschaft beinhaltet.

Aus der Begründung:

Die Unbeachtlichkeit eines auf einem abzuschreibenden Trennstück lastenden Veräußerungs- und Belastungsverbots folgt völlig unmissverständlich aus dem Umstand, dass die Verbücherung eines Anmeldungs bogens im vereinfachten Verfahren nach §§ 15 ff LiegTeilG keiner Zustimmung der betroffenen Liegenschaftseigentümer oder Buchgläubiger bedarf (§ 18 Abs 1 Satz 2 LiegTeilG) und die Buchberechtigten gemäß § 20 LiegTeilG auf allfällige Ersatzansprüche verwiesen sind. Es müssen nur die sonstigen Voraussetzungen für die „sofortige“ vereinfachte Verbücherung des Anmeldungs bogens vorliegen, wie sie in §§ 15 ff LiegTeilG normiert sind. Daraus ergibt sich zwangsläufig durch einen Größenschluss, dass die mangelnde Zustimmung des Verbotsberechtigten einer Verbücherungsanordnung nach § 18 Abs 1 LiegTeilG nicht im Weg steht. Es kommt auch eine Mitübertragung des Veräußerungs- und Belastungsverbots nicht in Frage, weil ein solches Verbot, wie sich aus § 364c ABGB ergibt, einen neuen Eigentümer nicht verpflichten kann.

Zum Einwand der Rechtsmittelwerber, der Vermessungsplan gebe die Flächenausmaße der zu- bzw abzuschreibenden Trennstücke nicht richtig wieder, hat bereits das Rekursgericht ausgeführt, dass als Anfechtungsgrund nur geltend gemacht werden kann, es lägen die Voraussetzungen für die Durchführung des vereinfachten Verbücherungsverfahrens nach §§ 15 ff LiegTeilG nicht vor oder der Verbücherungsbeschluss entspreche nicht dem Anmeldungsbogen (5 Ob 501/85 mwN). Auch das entspricht den Leitlinien der einschlägigen Judikatur, wonach als Entscheidungsgrundlagen für die Verbücherungsanordnung nur die vorgelegten Urkunden dienen können. Eine Überprüfung der Richtigkeit der Angaben im Anmeldungsbogen, in den Plänen und der Gegenüberstellung durch das Gericht hat nicht stattzufinden; auch die Übereinstimmung der Bestätigung mit den in der Natur tatsächlich gegebenen Verhältnissen ist nicht zu erheben (vgl Twaroch, Die Herstellung der Kataster- und Grundbuchsordnung nach Straßen- und Wasserbaumaßnahmen, NZ 1991, 121 [12]).

Was schließlich die im Revisionsrekurs vorgetragenen verfassungsrechtlichen Bedenken gegen die Sonderbestimmungen des LiegTeilG über die Verbücherung von Straßen-, Weg- und Wasserbauanlagen betrifft, zeigen sie keinen die einschlägige Judikatur in Frage stellenden neuen Gesichtspunkt auf. Die Bestimmung des § 20 LiegTeilG, die Buchberechtigte auf Ersatzansprüche verweist, wird nämlich in jüngsten Entschei-

dungen verfassungskonform so interpretiert, dass sie nur dann greift, wenn das vereinfachte Verbücherungsverfahren rechtens, also im Zuge der bereits vollendeten Herstellung einer Straßen-, Weg- oder Straßenbauanlage und auch da nur in Bagatellfällen zur Anwendung gelangt. Bedenken gegen die Verfassungskonformität der §§ 15 ff LiegTeilG unter dem Gesichtspunkt der Eigentumsgarantie sind dann mit dem Argument zu zerstreuen, dass der in § 20 LiegTeilG vorgesehene Geldersatzanspruch adäquaten Rechtsschutz bietet; fehlen die Voraussetzungen für die vereinfachte Verbücherung, bleiben dem betroffenen Eigentümer weitere Ansprüche bis hin zur Rückführung der bücherlichen Änderungen gewahrt (5 Ob 101/01s; 1 Ob 7/01p; idS auch EKMR 26. 6. 1996, 23084/93 = NZ 1997, 144).

Grenzüberbau; § 418 ABGB

Bei einem geringfügigen Grenzüberbau kann der Schikaneinwand des Bauführers berechtigt sein, wenn eine Verhaltensweise des Grundnachbarn vorliegt, die weit überwiegend auf eine Schädigung des Bauführers abzielt, und die Wahrung und Verfolgung der sich aus der Freiheit des Eigentums ergebenden Rechte deutlich in den Hintergrund tritt.

(OGH, 27.Nov.2001, 1Ob265/01d)

Sachverhalt:

Die Kläger sind je zur Hälfte Eigentümer einer Liegenschaft, an die im Osten ein im Eigentum der Beklagten stehendes Grundstück angrenzt. In einem Erbteilungsübereinkommen vom Juni 1990 hatten die Streitteile einander wechselseitig die Zustimmung zur Verbauung der Liegenschaften bis jeweils unmittelbar an die Grenze erteilt. An der Grenze der Liegenschaften der Streitteile besteht ein Niveauunterschied von etwa 2 m; das der Beklagten gehörige Grundstück liegt niedriger als das der Kläger. 1990 planten die Beklagte und ihr mittlerweile verstorbener Ehegatte, im Grenzbereich eine Garage zu errichten. Die Baubewilligung wurde im Oktober 1990 mit der Auflage erteilt, dass die Garage direkt an der Grundgrenze zu errichten sei.

Am 25. und 26. 5. 1992 wurden das Fundament und die Seitenwände der Garage fertig gestellt. Zuvor war den Klägern zugesichert worden, dass alles plangemäß verlaufen und die Grundstücksgrenze nicht überschritten werde. Tatsächlich legte das mit der Ausführung des Baus beauftragte Unternehmen das Fundament aber derart an, dass dabei die Grenze zu Lasten der Kläger überschritten wurde. Der Überstand beträgt 9 cm und erstreckt sich vertikal auf eine Tiefe von 50 cm. Die westliche Seitenwand der Garage schließt exakt mit der Grundstücksgrenze ab.

Die Kläger begehrten von der Beklagten die Zahlung von S 100.000 sA und die Abänderung der von ihr errichteten Garage in Bezug auf deren Höhe. Dieses Begehren wurde von den Vorinstanzen rechtskräftig abgewiesen. Weiters begehrten sie – nur dieser Anspruch ist noch Streitgegenstand – die Entfernung jenes Teils des Streifenfundaments, das auf dem in ihrem Eigentum stehenden Grundstück errichtet wurde.

Das Erstgericht gab dem Begehren auf Entfernung jenes Teils des Streifenfundaments, mit dem es sich auf das Grundstück der Kläger erstreckt, statt.

Das Berufungsgericht änderte das Ersturteil insoweit ab, als es das Begehren auf Entfernung jenes Teils des Streifenfundaments, der sich auf dem Grundstück der Kläger befindet, abwies, da die Beklagte als redliche Bauführerin anzusehen sei. Da das Streifenfundament weit unter dem Grundstücksniveau der Kläger liege, „lägen auch Schikaneüberlegungen im Sinne des § 1295 Abs 2 ABGB nahe“.

Aus der Begründung:

Die Beklagte ist – im Gegensatz zur Rechtsansicht der Vorinstanzen – als unredliche Bauführerin anzusehen ist:

Redlicher Bauführer im Sinne des § 418 ABGB ist nach ständiger Rechtsprechung auch derjenige, der im Zeitpunkt der Bauführung aus plausiblen Gründen über die Eigentumsverhältnisse am verbauten Grund irren durfte und irrte. Redlichkeit wird bereits durch leichte Fahrlässigkeit ausgeschlossen. Der Bauführer hat die Pflicht, sich vor Durchführung des Baus zu vergewissern, ob er auf eigenem oder fremdem Grund baut. Diese Vorsichtsmaßnahme wird insbesondere dann als geboten erachtet, wenn die Bauführung im engsten Grenzbereich zu einer Nachbarliegenschaft vorgenommen wird. Ist der Grenzverlauf – wie hier – eindeutig und unstrittig, so geht jede Überschreitung der Grundstücksgrenze im Zuge der Bauführung zu Lasten der Redlichkeit des Bauführers, musste ihm doch klar sein, dass eine Bauführung auf dem in Anspruch genommenen Grundstücksteil nicht zusteht. Wird in Rechnung gestellt, dass die derzeitige Grenze erst im Jahre 1990 festgelegt und bald danach das Fundament der Garage errichtet wurde, erfolgte doch die Fertigstellung bereits im Mai 1992, und dass zuvor den Klägern ausdrücklich zugesichert worden war, es würde die Grundstücksgrenze nicht überschritten werden, so ist die dennoch erfolgte Überbauung der Grundstücksgrenze als fahrlässig zu beurteilen, so dass die Redlichkeit der Beklagten als Bauführerin ausgeschlossen ist, auch wenn sie sich – naturgemäß – einer Bauunternehmung bedient hat, um das Bauwerk zu errichten. Die Fehlleistung dieses Bauunternehmens hat sie zu verantworten, weil sie dessen Tätigkeit insoweit trotz der weitreichenden Rechtsfolgen eines Grenzüberbaus nicht ausreichend überwachte. Vom unredlichen Bauführer kann aber der benachteiligte Grundeigentümer die Beseitigung des auf seinem Grundstück errichteten Bauwerks – bzw eines Teils desselben – fordern. An diesem Beseitigungsanspruch könnte im Allgemeinen auch die von der Beklagten behauptete Tatsache nichts zu ändern, dass die Kläger als Eigentümer des betroffenen Grundstücks von der (unzulässigen) Bauführung gewusst und diese nicht sogleich der Beklagten untersagt hätten, denn dieses Wissen hätte nur zur Folge, dass sie im Fall der Redlichkeit des Bauführers auf den Ersatz des gemeinen Werts ihres Grundstücksteils beschränkt wären (§ 418 dritter Satz ABGB). Die Beklagte könnte das auf das Gesetz gegründete Beseitigungsbegehren der Kläger grundsätzlich nur dann mit Erfolg abwehren, wäre sie redliche Bauführerin gewesen.

Die Lösung der Frage, ob die Kläger die Bauführung auf ihrem Grundstück kannten und diese dennoch nicht sogleich untersagten, ist aber aus einem anderen Grund wesentlich:

Die Beklagte wendete ein, das Begehren der Kläger sei schikanös, weil sie in Kenntnis des Überstandes die Bauführung geduldet und den Baufortschritt bis zur Fertigstellung der Garage beobachtet hätten, um erst dann das Entfernungsbegehren zu erheben; sie hätten Erdaufschüttungen in einer Höhe von etwa 2 m genau in diesem Bereich durchgeführt, um die Entfernung des Grenzüberbaus zu erschweren bzw zu verteuern. Wäre die behauptete Verhaltensweise der Kläger erweislich, so müsste insoweit tatsächlich schikanöse Rechtsausübung angenommen werden, verfolgte sie doch dann zumindest weit überwiegend die Schädigung der Beklagten, selbst wenn ihre Vorgangsweise letztlich auf eine Wahrung und Verfolgung ihrer sich aus der Freiheit des Eigentums ergebenden Rechte abzielte.

Da das Gericht zweiter Instanz meinte, es müsse sich aus rechtlichen Gründen nicht mit der Kenntnis der Kläger von der unzulässigen Bauführung befassen, dies aber für die Erledigung des Schikaneeinwandes nötig ist, muss die Entscheidung des Berufungsgerichts im Umfang der Anfechtung aufgehoben werden.

Grenzüberbau, rechtsmissbräuchliche Klagsführung; § 418 ABGB

Ein – neben der Schikane – zu beachtender Rechtsmissbrauch liegt nach der neueren Rechtsprechung nicht nur dann vor, wenn die Schädigungsabsicht der einzigen oder überwiegenden Grund der Rechtsausübung bildet, sondern auch dann, wenn zwischen den vom Handelnden verfolgten eigenen Interessen und den beeinträchtigten Interessen des anderen ein ganz krasses Missverhältnis besteht.
(OGH, 18. Sept.2002, 9Ob32/02z)

Sachverhalt:

Die Klägerin begehrt von der Beklagten, die von der Liegenschaft der Beklagten durch Errichtung eines Zubaus an der Grundstücksgrenze erfolgte Überbauung in einer Länge von 10,16 m und einer Breite von 23 cm sowie einer Höhe von ca. 3 bis 7,5 m über Grund zu beseitigen. Die Beklagte sei grob fahrlässig gewesen, weil sie die Kontrolle der Bauführung unterlassen habe. In der Wahrung und Verfolgung der Eigentumsfreiheit durch die Klägerin könne keine Schikane liegen.

Die Beklagte bestritt das Klagevorbringen, beantragte die Abweisung des Klagebegehrens und wendete ein, dass das von ihr beauftragte Bauunternehmen eigenmächtig über die Grundstücksgrenze hinaus gebaut habe. Auf Grund der dichten Vegetation im Bereich der Grenze sei dieser Umstand aber erst nach Abschluss der Bauarbeiten aufgefallen. Die Beklagte sei sohin hinsichtlich der Bauführung redlich iS des § 418 Satz 3 ABGB gewesen. Die Klägerin habe deshalb keinen Anspruch auf Beseitigung, sondern lediglich einen Ausgleichsanspruch gemäß § 416 ABGB. Die überbaute Fläche im Gesamtausmaß von ca. 2 m² sei in Anbe-

tracht der beteiligten Grundstücksgrößen von 1.980 m² (Beklagte) bzw. 2.515 m² (Klägerin) als geringfügig anzusehen. Die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes sei untunlich und daher unmöglich. Das Beseitigungsbegehren der Klägerin sei überdies rechtsmissbräuchlich. Es liege nämlich ein grobes Ungleichgewicht zwischen den betroffenen Interessen der Parteien zum Nachteil der Beklagten vor. Die strittige Bebauung betreffe bloß den Luftraum über dem Zaunfundament der Klägerin. Die Beseitigung des Überbaus wäre für die Beklagte mit Kosten von rund ATS 1,8 Mill verbunden. Die Klägerin habe alle finanziellen Abgeltungsvorschläge der Beklagten abgelehnt.

Das Erstgericht wies das Klagebegehren als unbegründet ab. Es traf dabei folgende wesentliche Feststellungen: Im Jahre 1998 beabsichtigte die Beklagte, auf ihrer Liegenschaft zusätzlich zum bereits bestehenden Gebäude einen Zubau zu errichten. Zu diesem Zweck beauftragte sie das Bauunternehmen mit der Durchführung dieses Bauvorhabens. Es war vorgesehen, den Zubau genau an die Grundstücksgrenze zwischen den Parteien zu bauen. Die Beklagte informierte das Bauunternehmen, dass die Grundstücksgrenze in diesem Bereich durch den vorhandenen Maschendrahtzaun gegeben sei. Dieser verläuft – von der Klägerin aus gesehen – an der Außenkante eines Zaunsockels. Der Einreichplan der Bauunternehmen sah allerdings von dieser Information abweichend vor, dass die Außenkante des Zubaus im ersten Obergeschoß (von der Klägerin aus gesehen) über den Maschendrahtzaun hinausgehend genau mit der Innenkante des am Boden verlaufenden Zaunsockels – sohin bereits auf die Liegenschaft der Klägerin ragend – abschließt. Anlässlich der Bauverhandlung fiel keinem der Beteiligten – die Klägerin war durch ihren Verwalter vertreten – auf, dass bereits der Plan eine (ungewollte) Überbauung der Grundstücksgrenze vorsah; dies obwohl sowohl der Klägerin als auch der Beklagten damals bekannt war, dass der Maschendrahtzaun (von der Klägerin aus gesehen) an der Außenkante des Sockels die Grundstücksgrenze bildet. Die Bauarbeiten dauerten bis Mitte Oktober 1998. Zu dieser Zeit begab sich die Beklagte nach Entfernung des Gerüsts auf die Liegenschaft der Klägerin, um zu prüfen, ob es durch das Gerüst zu etwaigen Beschädigungen gekommen sei. Dabei fiel ihr sofort auf, dass im ersten Stock des Zubaus eine Überbauung des Maschendrahtzaunes passiert war. Konkret war eine Überbauung auf einer Länge von rund 10 m um jeweils 21 cm erfolgt, und zwar in einer Höhe von 3,5 bis 7,5 m über Grund. Die Beklagte informierte das Bauunternehmen und den Ehegatten der Klägerin von der Überbauung; letzterer reagierte zunächst eher beschwichtigend. Der Beklagten war die Angelegenheit sehr peinlich und sie war deshalb bestrebt, eine gütliche Einigung durch eine finanzielle Abgeltung zu erreichen. Mehrere Versuche der Beklagten, in den folgenden Monaten zu einem Vergleich mit der Klägerin zu kommen, scheiterten jedoch. Durch die Überbauung ist kein – über den Eingriff in den Luftraum als solchen hinausgehender – Nachteil der Klägerin entstanden. Ein Verbauen des Grundstückes der Klägerin bis an die Grenze wäre im gegenständlichen Bereich – ungeachtet des Grenzüberbaues – ohnehin nicht zulässig. Der Lichteinfall wurde durch die Überbauung nicht wesentlich beeinträchtigt. Das

Erstgericht vertrat die Rechtsauffassung, dass die Klägerin schon auf Grund der bei der Bauverhandlung ersichtlichen Planung des Zubaus der Beklagten von der bevorstehenden Überbauung ihres Grundstückes hätte wissen müssen; da sie den Bau nicht sogleich untersagt habe, liege ein Fall der Verschweigung iS des § 418 Satz 3 ABGB vor. Mit den gleichen Argumenten sei aber auch der Beklagten vorzuwerfen, dass sie bei genauem Studium der Pläne hätte erkennen müssen, dass es zu einem teilweisen Grenzüberbau kommen werde. Sie könne daher nicht als redliche Bauführerin angesehen werden. Die Beseitigung des Überbaus sei jedoch im vorliegenden Fall untunlich; sie sei zwar technisch möglich, aber bei einem Aufwand von ca. ATS 1,775.000 (= EUR 128.994,28; plus/minus 20 %) zuzüglich USt wirtschaftlich nicht sinnvoll. Schließlich sei das Beseitigungsbegehren der Klägerin aber auch rechtsmissbräuchlich. Es bestehe nämlich ein krasses Missverhältnis zwischen dem Interesse der Klägerin auf Beseitigung und dem Interesse der Beklagten am Belassen des Überbaus gegen Geldausgleich. Der Klägerin sei durch den Zubau gar kein Nachteil entstanden; die Beklagte müsste hingegen für die Beseitigung einen Betrag von ATS 1,775.000 (= EUR 128.994,28; plus/minus 20 %) zuzüglich USt aufwenden. Es liege daher eine schikanöse Rechtsausübung der Klägerin vor; dies sei auch an der Ablehnung der Vergleichsanbote der Beklagten zu sehen.

Das Berufungsgericht änderte infolge Berufung der Klägerin das Ersturteil im Sinne der Klagestattgebung ab. Es vertrat die Rechtsauffassung, dass an die Redlichkeit des Bauführers ein strenger Maßstab anzulegen sei, wenn an der Grundstücksgrenze gebaut werde. Bereits aus dem Plan sei im vorliegenden Fall ersichtlich gewesen, dass es zu einer teilweisen Überbauung des Grundstückes der Klägerin kommen werde. Die Beklagte hätte dies bei entsprechender Aufmerksamkeit verhindern müssen; sie sei daher keine redliche Bauführerin. Es bestehe somit jedenfalls ein Beseitigungsanspruch der Klägerin iS des § 418 ABGB.

Aus der Begründung:

In rechtlicher Hinsicht ist davon auszugehen, dass grundsätzlich auch der Luftraum über einem Grundstück der Herrschaft des Eigentümers untersteht, der Eingriffe, etwa durch Bauen in den Luftraum hinein, verbieten kann. Redlicher Bauführer iS des § 418 ABGB ist nach ständiger Rechtsprechung unter anderem derjenige, der im Zeitpunkt der Bauführung aus plausiblen Gründen über die Eigentumsverhältnisse am verbauten Grund irren durfte und irrte. Dabei ist jedoch zu beachten – worauf das Berufungsgericht zutreffend hinwies – dass der Bauführer die Pflicht hat, sich vor der Durchführung des Baues zu vergewissern, ob er auf eigenem oder fremdem Grund baut (Twaroch, Grenzüberbauten und Grundstücksgrenzen, NZ 1996, 80; RZ 1997/20). Diese Vorsichtsnahme wird insbesondere dann als geboten erachtet, wenn die Bauführung im engsten Grenzbereich zu einer Nachbarliegenschaft vorgenommen wird. Redlichkeit wird bereits durch leichte Fahrlässigkeit ausgeschlossen. Ist der Grenzverlauf – wie hier – eindeutig und unstrittig, so geht jede Überschreitung der Grundstücksgrenze im Zuge der Bauführung zu Lasten der Redlichkeit des Bauführers, musste ihm

doch klar sein, dass ihm eine Bauführung auf dem in Anspruch genommenen Grundstücksteil nicht zusteht. Legt man dem vorliegenden festgestellten Sachverhalt diesen rechtlichen Maßstab zugrunde, dann ist die erfolgte Überbauung der Grundstücksgrenze als fahrlässig zu beurteilen, so dass die Redlichkeit der Beklagten als Bauführerin ausgeschlossen ist, auch wenn sie sich einer Bauunternehmung bedient hat, um das Bauwerk zu errichten. Die Fehlleistung dieses Bauunternehmens hat die Beklagte zu verantworten, weil sie dessen Tätigkeit insoweit trotz der weitreichenden Rechtsfolgen eines Grenzüberbaus nicht ausreichend überwachte. Ob auch von einem redlichen Bauführer die Beseitigung eines Bauwerks verlangt werden könnte, sofern der Grundeigentümer nicht selbst unredlich war, kann hier dahingestellt bleiben, weil die Bauführung der Beklagten jedenfalls als unredlich (im vorgenannten Sinn) anzusehen ist. Aus diesem Grund ist auch eine Erörterung der einzelnen Lehrmeinungen zu diesem entbehrlich. Vom unredlichen Bauführer kann der benachteiligte Grundeigentümer die Beseitigung des auf seinem Grundstück errichteten Bauwerks – bzw eines Teils desselben – fordern.

An diesem Beseitigungsanspruch könnte – vorbehaltlich des Falles des Rechtsmissbrauches – auch der Umstand nichts ändern, dass die Klägerin als Eigentümerin des betroffenen Grundstücks von der unzulässigen Bauführung der Beklagten gewusst und diese nicht sogleich untersagt hätte, denn dieses Wissen hätte grundsätzlich nur zur Folge, dass sie im Fall der Redlichkeit des Bauführers auf den Ersatz des gemeinen Wertes ihres Grundstücksteiles beschränkt wäre (§ 418 Satz 3 ABGB).

Zu prüfen bleibt jedoch noch, ob das vorliegende Beseitigungsbegehren allenfalls rechtsmissbräuchlich oder gar schikanös gestellt wird: Bei einem geringfügigen Grenzüberbau kann der Schikaneeinwand des Bauführers dann berechtigt sein, wenn eine Verhaltensweise des Grundnachbarn vorliegt, die weit überwiegend auf eine Schädigung des Bauführers abzielt, und die Wahrung und Verfolgung der sich aus der Freiheit des Eigentums ergebenden Rechte deutlich in den Hintergrund tritt (1 Ob 265/01d). Derartiges steht hier allerdings nicht mit ausreichender Sicherheit fest.

Nach neuerer und nunmehr herrschender Rechtsprechung liegt ein Rechtsmissbrauch aber nicht nur dann vor, wenn die Schädigungsabsicht den einzigen oder überwiegenden Grund der Rechtsausübung bildet (Schikane), sondern auch dann, wenn zwischen den vom Handelnden verfolgten eigenen Interessen und den beeinträchtigten Interessen des anderen ein ganz krasses Missverhältnis. Ob ein Rechtsmissbrauch vorliegt, ist grundsätzlich nach den jeweiligen Umständen des Einzelfalles zu beurteilen. Vor diesem Hintergrund sind daher ziffernmäßige Maßangaben über Grenzüberbauten aus Vorprozessen mit der gebotenen Vorsicht zu behandeln und zufolge ihrer jeweiligen Einzelfallbezogenheit nicht ohne weiteres auf den nachfolgenden Prozess übertragbar.

Es wird nicht verkannt, dass der Liegenschaftseigentümer auf Grund seines Eigentumsrechts grundsätzlich jederzeit die Räumung der Liegenschaft von jedem ver-

langen kann, der ihm gegenüber keinen Rechtstitel zu ihrer Benützung hat (§ 354 ABGB). Dieses Recht ist in der natürlichen Freiheit des Eigentums begründet; seine Geltendmachung verstößt – für sich allein betrachtet – nicht gegen die guten Sitten. Das Eigentum ist unverletzlich (Art 5 StGG); dh jedoch nicht, dass es schrankenlos ausgeübt werden. Die Berufung auf die Freiheit des Eigentums kann nämlich auf Grund der besonderen Umstände des Einzelfalles rechtsmissbräuchlich sein; denn auch das Eigentumsrecht wird – wie jede Rechtsausübung – durch das Verbot der missbräuchlichen Rechtsausübung beschränkt.

Bei der Bewertung der gegenseitigen Interessen darf im vorliegenden Fall nicht übersehen werden, dass die Belassung des Grenzüberbaus für die Klägerin keine spürbaren Nachteile bringt. Die strittige Überbauung betrifft nur den über dem Zaunfundament der Klägerin liegenden Luftraum (beginnend in einer Höhe von 3,5 m über Grund); die Nutzung des Zaunfundaments durch die Klägerin wird durch die Überbauung nicht beeinträchtigt. Die Klägerin dürfte im Übrigen im überbauten Bereich ohnehin nicht bis an die Grundstücksgrenze bauen. Auch der Lichteinfall wurde – wie das Erstgericht bindend festgestellt hat – durch den Grenzüberbau nicht wesentlich beeinträchtigt. Demgegenüber würde der Rückbau des Grenzüberbaus einen massiven Eingriff in die tragenden Elemente des Gebäudes bedeuten und einen beträchtlichen Aufwand von rund ATS 1.775.000 (= EUR 128.994,28; plus/minus 20 %) zuzüglich USt erfordern; ein Betrag, der – unstrittig – um ein Vielfaches über dem Wert der überbauten Fläche von rund 2,1 m² liegt. Richtig ist, dass sich die Beklagte allerdings den Vorwurf gefallen lassen muss, zu wenig aufmerksam an den von ihr geplanten Zubau an der Grundstücksgrenze zur Klägerin herangegangen zu sein. Als Bauführerin hätte sie die Pflicht gehabt, sich vor der Durchführung des Baues zu vergewissern, ob sie tatsächlich noch auf eigenem Grund baut; dies umso mehr, als die Bauführung im engsten Grenzbereich zur Nachbarliegenschaft vorgenommen werden sollte. Ähnliches gilt aber grundsätzlich auch für die Klägerin, die bei der Bauverhandlung durch ihren Vertreter vertreten war; auch sie war zu wenig aufmerksam. Ihre Untätigkeit als Betroffene des sich schon bei der Bauverhandlung abzeichnenden Grenzüberbaus muss ebenfalls als unentschuldigbar gewertet werden (SZ 69/50; Twaroch aaO 83). Es ist zwar richtig, dass an die Aufmerksamkeit des Bauführers ein strengerer Maßstab anzulegen ist als an die Aufmerksamkeit desjenigen, in dessen Eigentum durch die Bauführung eingegriffen wird (SZ 69/50); die Nachlässigkeit der Klägerin kann aber bei der Interessenabwägung nicht vernachlässigt werden.

Richtig ist der Hinweis des Berufungsgerichtes darauf, dass der Oberste Gerichtshof in 7 Ob 593/94 bereits in der Aneignung einer nur 1,1 m² großen Fläche keine bloß geringfügige, dem Schikaneverbot unterliegende Handlung erblickt hat. Diesem Fall lag jedoch ein deutlich anders gelagerter Sachverhalt zugrunde. Dort stellte der Oberste Gerichtshof nämlich ausdrücklich das sogar bewusst rechtswidrige Verhalten der Bauführerin in den Vordergrund, die die unzulässige Überbauung trotz Kenntnis des richtigen Grenzverlaufes

und trotz ausdrücklichen Widerspruchs des Grundeigentümers bereits vor Baubeginn, aber auch während des Baues, durchführte. Die „subjektive Seite“ der Bauführerin im Vorprozess unterscheidet sich daher ganz wesentlich von jener der Beklagten im vorliegenden Fall.

Richtig ist auch, dass der Oberste Gerichtshof zu 7 Ob 227/55 (SZ 28/133) vor dem Hintergrund eines Streites der Parteien um einen Hörschacht, den der Kläger von seiner Wohnung in die Wohnung des Beklagten hergestellt hatte, die Verpflichtung des Beklagten zur Entfernung eines absichtlich zur Verschließung einer Öffnung eingebrachten Kankholzes bejahte, das in die Eigentumssphäre des Klägers reichte. Von einer gegen die guten Sitten verstoßenden Rechtsausübung, die nur den Zweck verfolge, dem Beklagten Schaden zuzufügen, könne nicht gesprochen werden.

In 5 Ob 93/61 (SZ 34/49) wurde ausgesprochen, dass im eigenmächtigen Anbringen einer Reklametafel (360 cm lang, 170 cm hoch) durch einen Anlieger, die sich zur Gänze und bis zu einer Tiefe von 5 cm im Luftraum der Gemeinde befindet, ein erheblicher Eingriff in fremdes Eigentum zu erblicken sei. Dem könne die Gemeinde mit berechtigten Interessen entgegenreten; dies schließe die Annahme einer schikanösen Rechtsausübung iS des § 1295 Abs 2 ABGB aus.

Zu 1 Ob 739, 770/76 verneinte der Oberste Gerichtshof – unter Verweis auf SZ 34/49 – ebenfalls das Vorliegen von Schikane im Zusammenhang mit dem Unterlassungsbegehren einer Gemeinde gegen die eigenmächtige Anbringung von Süßwarenautomaten, die (an Mauern befestigt) in ihren Luftraum ragten.

Zu 8 Ob 502/78 verneinte der Oberste Gerichtshof schließlich eine schikanöse Rechtsausübung im Zusammenhang mit der Freiheit des Eigentums im Hinblick auf die Verhinderung der Ersitzung einer Servitut.

All diese Entscheidungen sind allerdings vor dem Hintergrund der älteren Rechtsprechungslinie des Obersten Gerichtshofes zu sehen, die nur auf jene Schikanefälle im engeren Sinn Bedacht nahm, in denen demjenigen, der sein Rechts ausübte, jedes andere Interesse abgesprochen werden musste, als eben das Interesse, dem anderen Schaden zuzufügen. Ein – neben der Schikane – zu beachtender Rechtsmissbrauch liegt aber, wie bereits dargestellt, nach der neueren Rechtsprechung nicht nur dann vor, wenn die Schädigungsabsicht den einzigen oder überwiegenden Grund der Rechtsausübung bildet, sondern auch dann, wenn zwischen den vom Handelnden verfolgten eigenen Interessen und den beeinträchtigten Interessen des anderen ein ganz krasses Missverhältnis besteht. Unter Zugrundelegung dieser jüngeren Rechtsprechung bejahte der Oberste Gerichtshof etwa zu 1 Ob 11/93 das Vorliegen einer schikanösen Rechtsausübung. In diesem Fall hatte die Klägerin, die zu einem Drittel Miteigentümerin an einem Seegrundstück war, um das sie sich Jahrzehnte nicht gekümmert hatte, von den beiden anderen Miteigentümern, die dort eine Hafenanlage für Sportboote gebaut bzw einen früher schon bestehenden Naturhafen erheblich ausgebaut und durch Dammbauten abgesichert hatten, die Beseitigung begehrt. Der Beseitigungsanspruch der Klägerin wurde vom Obersten Ge-

richtshof zufolge eines krassen Missverhältnisses der Interessen als rechtsmissbräuchlich qualifiziert.

Ein derartiges krasses Missverhältnis muss auch bei Abwägung der berührten Interessen der Parteien im vorliegenden Fall bejaht werden. Eine Klagestattgebung würde zu einem unerträglichen Wertungswiderspruch zwischen dem von der Klägerin verfolgten Interesse und dem Interesse der Beklagten am Werterhalt führen. Das Beseitigungsbegehren der Klägerin ist daher in Anbetracht der Lagerung des gegenständlichen Falles rechtsmissbräuchlich, weshalb das klageabweisende Ersturteil wieder herzustellen ist.

Ersitzung öffentlichen Gutes; § 1460 ff ABGB

War ein ehemals verlassenes Bachbett am 1.11.1934, dem Zeitpunkt des Inkrafttretens des WRG, nicht mehr als solches in der Natur erkennbar, so sind die Bestimmungen des WRG auf dieses Grundstück nicht anwendbar.

(OGH, 27.Nov.2001, 10b7/01p)

Sachverhalt:

Der Kläger ist unter anderem Eigentümer zweier Grundstücke, die durch dazwischen liegendes öffentliches Gut getrennt werden. Auf diesem verlief früher ein sogenannter Feuerbach, der schon im 17. Jahrhundert der Versorgung mit Löschwasser zur Bekämpfung von Bränden diente. Das „Feuerbach“ wurde im Zuge des Anschlusses der umliegenden Häuser an das öffentliche Wassernetz in der Zeit zwischen 1890 und 1904 aufgelassen. Rechtsvorgänger des Klägers errichteten zwischen 1910 und 1920 entlang der ostseitigen Grenze des öffentlichen Guts eine Ziegelmauer, die bis in die Dreißigerjahre Bestand hatte. Spätestens ab dem Jahr 1921 nutzten die Rechtsvorgänger des Klägers das öffentliche Gut wie ihr eigenes.

Das ursprünglich ungeteilte öffentliche Gut wurde im Zuge der Grundbuchsanlage im Jahr 1908 in das Hilfsverzeichnis I (öffentliches Gut – Straßen und Wege) aufgenommen. Zwischen 1910 und 1912 erfolgte die Teilung des Grundstücks, wobei das südlich des verbliebenen öffentlichen Guts gelegene Grundstück gelöscht und den angrenzenden, im Privateigentum stehenden Grundstücken zugeschrieben wurde. Ab 5. 3. 1920 führte das Vermessungsamt das öffentliche Gut im Grundstücksverzeichnis auf Grund eines Veränderungshinweises, zu dem im Vermessungsamt keine Unterlagen mehr aufliegen, nicht mehr unter der Nr 788 (öffentliche Straßen und Wege), sondern unter der Nr 789 (öffentliches Gewässer). Im Grundstücksverzeichnis zum Grundbuch wurde das hier maßgebliche öffentliche Gut in das Hilfsverzeichnis II (öffentliches Gut – Gewässer) aufgenommen.

Im Zuge der Umstellung des Grundbuchs auf automationsunterstützte Datenverarbeitung wurde das öffentliche Gut in das Grundstücksverzeichnis (Hilfsverzeichnis) über das öffentliche Gut, Gewässer, mit der EZ 50001 übernommen. Mit Bescheid vom 11. 12. 1991 stellte der Landeshauptmann fest, dass das öffentliche Gut im Ausmaß von 44 m² für die mit der Widmung als

öffentliches Wassergut verbundenen Zwecke als entbehrlich anzusehen sei.

Mit Beschluss vom 27. 9. 1995 ordnete das zuständige Bezirksgericht unter Berufung auf die Sonderbestimmungen der §§ 15 ff LiegTeilG die Übertragung des öffentlichen Guts aus dem Grundstücksverzeichnis über das öffentliche Gut, Gewässer, in das Grundstücksverzeichnis über das öffentliche Gut, Straßen und Wege, an. Als Eigentümerin ist die Beklagte ausgewiesen. Seit diesem Vorgang wird dieses Grundstück auch im Grundstücksverzeichnis des Vermessungsamts wieder unter der Nr 788 (öffentliche Straßen und Wege) geführt.

Den Rechtsvorgängern des Klägers war nicht bekannt, dass Teile des von ihnen genutzten Grundstücks im Bereich des ehemaligen „Feuerbachs“ im Eigentum der öffentlichen Hand stehen oder überhaupt einen eigenen Grundbuchkörper bilden könnten. Ein Graben oder sonstige Anzeichen für einen ehemaligen Bach waren in diesem Bereich nicht zu sehen. Der Kläger kaufte das westlich des strittigen Grundstreifens gelegene Grundstück im Jahre 1971. Er nahm weder Einsicht in das Grundbuch noch in die Grundbuchsmappe, weil er die Verbücherung durch einen Notar erledigen ließ. Auf einen eigenen Grundbuchkörper im Eigentum der öffentlichen Hand wurde der Kläger im Zuge der Errichtung des Kaufvertrags nicht hingewiesen. Das östlich des strittigen Grundstreifens liegende Grundstück kaufte der Kläger im Jahre 1979.

Im Jahr 1972 wollte er auf dem von ihm im Jahr zuvor erworbenen Grundstück einen Garagenneubau errichten. Er wurde dabei darauf hingewiesen, dass in diesem Bereich ein „Feuerbach!“ bestehe und er daher einen Antrag auf Ausscheidung aus dem öffentlichen Wassergut stellen müsse. Mit Eingabe vom 2. 2. 1972 ersuchte der Kläger die Beklagte, ihm eine Teilfläche des öffentlichen Guts zu verkaufen. Es wurde ihm geraten, einen Antrag auf Auflassung der Teilfläche als öffentliches Wassergut zu stellen. Sein sich darauf beziehendes Schreiben vom 21. 2. 1972 wurde vom Amt der Landesregierung nicht beantwortet.

Mit seiner am 25. 3. 1998 beim Erstgericht eingelangten Klage begehrte der Kläger, die Beklagte schuldig zu erkennen, in die lastenfreie Abschreibung des Trennstücks 1 laut Lageplan vom 12. 9. 1996 des hier maßgeblichen öffentlichen Guts und der Zuschreibung zu dem in seinem Eigentum befindlichen Grundstück einzuwilligen bzw alle notwendigen Erklärungen und Unterschriften in der gesetzlich erforderlichen Form abzugeben. Bei dem zwischen den in seinem Eigentum stehenden Grundstücken liegenden öffentlichen Gut handle es sich nicht um öffentliches Wassergut. Es sei vielmehr bei der Umstellung des Grundbuchs ein Fehler unterlaufen, weil bis dahin das „Feuerbach!“ im Hilfsverzeichnis I (öffentliches Gut - Straßen und Wege) eingetragen gewesen sei. Ein Berichtigungsverfahren zur Korrektur dieses Fehlers sei anhängig. Bereits die Rechtsvorgänger des Klägers seien zumindest seit 1920 redliche und echte Alleinbesitzer des Trennstücks 1 gewesen. Die Besitzausübung sei derart erfolgt, dass sie die volle Zugehörigkeit dieses Trennstücks zu ihrem Eigentum zum Ausdruck gebracht hätten. Insbesondere seien andere Personen vom Besitz des Trennstücks

ausgeschlossen worden. Zwischen den Grundstücken verlaufe weder eine natürliche noch eine künstliche Abgrenzung. Der Kläger bzw dessen Rechtsvorgänger seien durch mehr als 70 Jahre echte und redliche Besitzer des Trennstücks gewesen, sodass sie dessen außerbücherliche Eigentümer seien. Zumindest der streitverfangene Teilbereich des „Feuerbachs“ sei schon vor dem 30. 5. 1869 als Gewässer aufgelassen worden. In der Natur sei bereits seit 1920 keine Abgrenzung zwischen den Grundstücken mehr erkennbar gewesen.

Das Erstgericht gab dem Klagebegehren statt.

Das Gericht zweiter Instanz gab der Berufung der beklagten Gemeinde nicht Folge.

Aus der Begründung:

Voraussetzung der Ersitzung eines Rechts an einer fremden Sache ist gemäß § 1460 iVm § 1477 ABGB redlicher und echter Rechtsbesitz, der durch Gebrauch eines (wirklichen oder angenommenen) Rechts gegen einen anderen erworben wird, sofern der dadurch Belastete die Besitzausübung trotz Erkennbarkeit über die im § 1477 ABGB genannten Zeiträume zulässt. Nach Lehre und ständiger Rechtsprechung können auch am öffentlichen Gut Privatrechte durch Ersitzung erworben werden, sofern die Ausübung von Nutzungsrechten daran nicht ausdrücklich verboten und die im § 1472 ABGB geforderte außerordentliche Ersitzungszeit von 40 Jahren verstrichen ist.

Zentrale Rechtsfrage ist, ob ein solcher Eigentumserwerb durch Ersitzung gemäß § 4 Abs 6 WRG ausgeschlossen war. Danach kann durch Ersitzung das Eigentum oder ein anderes dingliches Recht am öffentlichen Wassergut nicht mehr erworben werden. Seit Inkrafttreten des Wasserrechtsgesetzes mit 1. 11. 1934 ist daher die Ersitzung des Eigentums oder dinglicher Rechte am öffentlichen Wassergut nicht mehr möglich; zuvor erworbene Rechte müssen allerdings voll gewahrt werden. Durch Ablauf der Ersitzungszeit am 1. 11. 1934 bereits erworbene Rechte können auch heute noch geltend gemacht werden.

Der Kläger konnte unter Beweis stellen, dass zumindest seit dem Jahr 1920 ein Bachbett nicht mehr vorhanden war, sodass das Grundstück bei Inkrafttreten des Wasserrechtsgesetzes so beschaffen war, dass es gar nicht mehr unter dessen Regime fiel. War nämlich ein ehemals verlassenes Bachbett am 1. 11. 1934, dem Zeitpunkt des Inkrafttretens des Wasserrechtsgesetzes, nicht mehr als solches in der Natur erkennbar, so sind die Bestimmungen des Wasserrechtsgesetzes auf dieses Grundstück nicht anwendbar. Damit konnten die Rechtsvorgänger des Klägers auch nach diesem Zeitpunkt die im Jahr 1920 begonnene außerordentliche Ersitzungszeit mangels Anwendbarkeit des § 4 Abs 6 WRG vollenden und Eigentum erwerben.

Obwohl der Gerichtsbeschluss vom 27. 9. 1995 ausdrücklich auf die Bestimmungen der §§ 15 ff LiegTeilG Bezug nimmt, trat – entgegen der von der Revisionswerberin vertretenen Ansicht – dadurch kein originärer Eigentumserwerb der Beklagten ein. Die §§ 15 ff LiegTeilG betreffen schon nach ihrer Überschrift die Verbücherung (unter anderem) von Wasserbauanlagen. Ohne

Zusammenhang mit einem durchgeführten (hergestellten, umgelegten oder erweiterten und erhaltenen) Wasserbau kann das vereinfachte Verfahren nach dieser Gesetzesstelle keine Anwendung finden. Die rechtsirrig, wenngleich rechtskräftige, Beschlussfassung nach den §§ 15 ff LiegTeilG kann nicht dazu

führen, dass ein davon Betroffener – dem also der Verlust seines Eigentums drohte – gemäß § 20 LiegTeilG bloß auf Geldersatzansprüche verwiesen wäre. Fehlen die gesetzlichen Grundlagen für das Verfahren nach §§ 15 ff LiegTeilG, bleiben ihm seine Ansprüche in vollem Umfang gewahrt.

Mitteilungen und Tagungsberichte

Generalversammlung der International Association of Geodesy (IAG) im Rahmen der XXIII. Generalversammlung der International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) in Sapporo, Japan (30.06.2003 – 11.07.2003)

Im Sommer 2003 wurde die alle vier Jahre stattfindende Generalversammlung der International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) in Sapporo, Japan abgehalten. Mit über 5000 Teilnehmern ist dies die größte von einer internationalen geowissenschaftlichen Organisation veranstaltete Tagung, an der alle sieben Unterorganisationen der IUGG teilnehmen. Hierzu gehört auch die International Association of Geodesy (IAG), als internationaler Dachverband der Geodäsie. Traditionell sind die mathematisch-physikalische Geodäsie und heutzutage vor allem die modernen geodätischen Weltraumverfahren die Hauptaufgabenbereiche der IAG, wobei aber auch die Ingenieurgeodäsie in den entsprechenden Kommissionen vertreten ist.

Die Generalversammlung der IAG war gekennzeichnet durch eine völlige Neuorganisation dieser Assoziation, wodurch es zu einer wesentlich einfacheren und schlankeeren Struktur gekommen ist. Weitere Neuerungen sind die „Aufwertung“ der internationalen Services wie z.B. dem International GPS Service (IGS), dem International VLBI Ser-

vive (IVS) und dem International Laser Ranging Service (ILRS), auf denselben Stand wie die wissenschaftlichen Kommissionen. Alle Einzelheiten zur Neuorganisation der IAG, den wichtigsten Komponenten und dem neuen Leitungsgremium der IAG sind dem nachfolgenden Bericht von Dr. Erhard Erker, dem österreichischen Vertreter im IAG Council zu entnehmen.

Inhaltliche Schwerpunkte der Generalversammlung der IAG waren hochaktuelle Ergebnisse der neuen Satellitenmissionen zur Messung des Gravitationsfeldes der Erde (CHAMP, GRACE) und die Vorstellung der geplanten GOCE-Mission der ESA. Weiterhin Beiträge zum zukünftigen Leitprojekt der IAG mit dem Namen IGGOS (Integrated Global Geodetic Observing System). Hierbei geht es nicht nur um Kombination und Integration der verschiedenen geodätischen Weltraumverfahren (VLBI, SLR/LLR, GPS, DORIS, ...) sondern auch um die erstmalige direkte Verknüpfung geometrischer und physikalischer Methoden der Geodäsie. IGGOS wird die Wissenschaft und Forschung der Geodä-

sie in den kommenden zehn Jahren maßgeblich beeinflussen.

Beinahe schon erwartungsgemäß wurde die Generalversammlung von den japanischen Gastgebern perfekt organisiert, wobei man mit Sapporo, dem politischen und kulturellen Zentrum der Insel Hokkaido, eine wunderschöne Stätte zur Ausrichtung ausgewählt hatte. Ein erster Höhepunkt der IUGG-Generalversammlung war die Teilnahme des japanischen Kaisers und der Kaiserin an der Eröffnungsveranstaltung, was die Wertschätzung demonstriert, die den Geowissenschaften in Japan zukommt. Neben den vielen äußerst interessanten, fachlich-wissenschaftlichen Diskussionen war das Abschlussbanquet in der Sapporo Beer Factory ein weiterer sozialer Höhepunkt am Ende der IAG-Generalversammlung. Dort wurden die für erfolgreiche internationale Kooperationen notwendigen persönlichen Kontakte geknüpft und vertieft. Zusammenfassend kann die zweiwöchige Tagung mit einem beinahe ununterbrochenen Vortragsprogramm und hochinteressanten Posters, ergänzt durch zahlreiche zusätzliche Sitzungen und Arbeitstreffen, als ein Höhepunkt der internationalen Geodäsie bezeichnet werden, von dem die Teilnehmer frisch motiviert und mit neuen Ideen und Visionen zurückgekehrt sind.

Harald Schuh

Die Neuorganisation der IAG vor dem Hintergrund der Generalversammlung der IAG in Sapporo (Japan) vom 30. Juni bis 11. Juli 2003

Die Generalversammlung der IAG (International Association of Geodesy) fand im Rahmen der Dachorganisation IUGG (International Union of Geodesy and Geophysics) parallel zu den Generalversammlungen der Schwesterorganisationen

IASPEI (Seismik und Physik des Erdinneren),

IAVCEI (Vulkanologie und Chemie des Erdinneren),

IAGA (Geomagnetismus und Aeronomie),

IAMAP (Meteorologie und Physik der Atmosphäre),
IAHS (Hydrologie) und
IAPSO (Ozeanographie)

statt. Die zeitlich akkordiert angesetzte Veranstaltung aller Erdwissenschaften ermöglicht die fachübergreifende Weiterbildung in den „Union Lectures“ und bildet die Basis für die Inangriffnahme gemeinsamer interdisziplinärer Aktivitäten.

Die Aufgaben der IAG umfassen:

- die Förderung der Bearbeitung von wissenschaftlichen geodätischen Problemen
- die Förderung und Koordination internationaler Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Geodäsie
- die Bereitstellung einer Diskussions- und Publikationsmöglichkeit.

Die Fachprobleme wurden bis Juli 2003 in den folgenden Sektionen bearbeitet:

- Sektion I: Positionierung
- Sektion II: Satelliten- und Raumtechnologien
- Sektion III: Bestimmung des (Erd-)Schwerefeldes
- Sektion IV: Theorie und Methodik
- Sektion V: Geodynamik

Die eigentlichen Arbeiten innerhalb der Sektionen wurden in Kommissionen, Studiengruppen und Arbeitsgruppen durchgeführt, wobei es immer wieder Überlappungen gegeben hat.

Für die verschiedenen modernen geodätischen Weltraumverfahren einerseits und für eindeutig definierte Produkte andererseits wurden im Rahmen der IAG spezielle Dienste (Services) eingerichtet, u.a. 1987 der IERS (International Earth Rotation Service) und 1991 der IGS (International GPS Service). Innerhalb der letzten beiden Jahrzehnte hat sich auch im Bereich der „Services“ eine umfangreiche Erweiterung ergeben. Die Anzahl der Dienste ist inzwischen auf 9!! angestiegen.

Die *administrative Arbeit* der Assoziation wird vom Büro, bestehend aus dem Präsidenten, dem Generalsekretär und dem 1. Vizepräsidenten geleistet. Die wissenschaftlichen Belange werden im „Executive Committee“ (EC), bestehend aus dem Büro, dem „Past-President“, dem 2. Vizepräsidenten und den Präsidenten der Sektionen (bis Juli 2003), koordiniert.

Die Wahl der Mitglieder des Büros und des Executive Committees erfolgt durch das „Council“, das sich aus den formell akkreditierten Delegierten der Mitgliedsländer der IAG zusammensetzt. Die Verantwortung für die Aktivitäten der IAG liegt letztlich auch beim Council, das der Generalversammlung Rechenschaft legen muß.

Die oben dargestellte Struktur der IAG war seit dem Jahr 1971 weitgehend unverändert. Die fachbezogene Zuordnung der wissenschaftlich-technischen Problemstellungen, z.B. in den Sektionen, wurde zwar möglichst nachgeführt, die dramatischen Änderungen in der Technologie während der letzten Dezentennien kamen aber bis dato nicht entsprechend zum Tragen. Besonders gravierend trifft dies die Satelliten- und Raumtechnologien, die nicht nur in der Sektion II, sondern auch in allen anderen Sektionen ein beherrschendes Thema dargestellt haben.

Die Veränderungen im wissenschaftlich-technischen Background führten schon vor der letzten IUGG/IAG-Generalversammlung in Birmingham 1999 zu intensiven Diskussionen über eine *Neugestaltung der Struktur der IAG* und fanden letztlich in einer Resolution ihren Niederschlag, die den Auftrag erteilte, die Zielsetzungen der IAG den modernen inneren (fachspezifischen) und äußeren (in Nachbardisziplinen gegebenen) Rahmenbedingungen anzupassen.

In einer Reihe von Sitzungen und nach umfassender Rückkopplung mit den nationalen IAG-Delegierten bzw. den nationalen zuständigen Gremien konnte während der IAG-Generalversammlung in Budapest im September 2001 dem Exekutivkomitee und dem IAG Council tatsächlich ein Entwurf neuer Statuten und By-Laws vorgelegt werden. Nach eingehender Diskussion und Korrektur diverser Passagen wurde der Vorschlag angenommen. Die Implementierung der modernen Struktur der IAG war für die IAG-Generalversammlung 2003 in Sapporo/Japan vorgesehen.

Die wichtigsten Neuerungen werden im folgenden angeführt:

Die bisherigen Sektionen werden ersetzt durch Kommissionen, die auf der gleichen Hierarchiestufe wie die Services stehen. Im Detail sind dies:

Kommissionen:

- Commission 1: Reference Frames
- Commission 2: Gravity Field
- Commission 3: Earth Rotation and Geodynamics
- Commission 4: Positioning and Applications

Jede Kommission hat ein Steering Committee, in dem auch die für die betreffende Kommission wichtigen Services vertreten sind. Jede Kommission kann für die Behandlung wichtiger langfristiger Fragen Sub-Kommissionen und Studiengruppen einsetzen. Weiters kann eine Kommission sogenannte Commission Projects für eine zeitlich limitierte Periode definieren. Zur Wahrnehmung sehr wichtiger permanenter Aufgaben, die eine Beteiligung aller Kommissionen erfordern, kann das IAG-Exekutivkomitee Inter-Kommissions-Komitees einsetzen.

Services:

- International GPS Service
- International VLBI Service for Geodesy and Astrometry
- International Laser Ranging Service
- International Gravimetric Bureau
- International Geoid Service
- International Center for Earth Tides
- International Earth Rotation and Reference Systems Service
- Permanent Service for Mean Sea Level
- Time Section of the International Bureau of Weights and Measures

Um die Bedeutung der Geodäsie nach außen besser zur Geltung zu bringen, wird eine Communication and Outreach Branch geschaffen.

Als IAG - Medien stehen zur Verfügung: Journal of Geodesy, IAG Newsletter, Geodesists Handbook, Travaux de l'AIG, IAG Special Publications, IAG Symposia Series.

Eine wesentliche Aufgabe der nationalen Delegierten im Council der IAG war die Wahl der Mitglieder des Executive Committees (Präsident, Vizepräsident, Generalsekretär, Kommissionspräsidenten, Members at Large, Leiter der Services) in der neuen Organisation. Zur Beschleunigung des Verfahrens und Entlastung der Council-Meetings in Sapporo wurde entschieden, eine Briefwahl vorzubereiten, die im Winter 2002/2003 durchgeführt wurde. Als neuer Präsident der IAG wurde einstimmig Prof. Gerhard Beutler (Schweiz) gewählt. Prof. Harald Schuh (TU Wien) wurde mit überwältigender Mehrheit als einer der drei Vertreter der Services in das Executive Committee gewählt. Die weiteren Ergebnisse sind

in der Homepage der IAG (<http://www.gfy.ku.dk/~iag/>) nachzulesen.

Im Rahmen der beiden Council-Meetings in Sapporo wurde letztlich noch über die folgenden offenen Tagesordnungspunkte entschieden:

- Als letzte noch offene Position im Executive Committee wurde die Wahl des Leiters der Communication and Outreach Branch (Prof. Dr. Josef Adam, Budapest) durchgeführt und damit der Abschluß der Implementierung der neuen IAG-Struktur erreicht.
- Der Finanzbericht 1999-2002 wurde kontrolliert und angenommen. Neu ist die Einführung einer „persönlichen Mitgliedschaft“ in der IAG.
- Die Einrichtung des „Integrated Global Observing System“ (IGGOS) als Projekt mit höchster Priorität wurde genehmigt.
- Die Einrichtung – oder Initiativen zur Einrichtung – der folgenden Inter-commission Committees wurde beschlossen:

Inter-commission Committee on Theory
Inter-commission Committee on Geodetic Standards
Inter-commission Committee on Planetary Geodesy

- Sechs Resolutionen, die letztlich von der IUGG übernommen wurden (6 von 12 IUGG-Resolutionen!), wurden diskutiert und beschlossen:

IUGG-Resolution 1:
Geophysical Seafloor Observations

IUGG-Resolution 2:
Ocean Modelling

IUGG-Resolution 3:
Integrated Global Geodetic Observing System (IGGOS)

IUGG-Resolution 4:
Adoption of 9 resolutions of IAU (concerning the celestial reference system, time scales and Earth's precession and nutation)

IUGG-Resolution 7:
Monitoring the Earth with Synthetic Aperture Radar (SAR)

IUGG-Resolution 10:

Inter-operability and Protection of Global Navigation Satellite Systems (GNSS)

- Durch eine entsprechende Änderung der IAG-By-laws sollen vorgezogene Wahlen zu einer ständigen Einrichtung werden.

- Als Veranstaltungsort der nächsten IAG-Generalversammlung 22. – 26. August 2005 wurde Cairns in Australien gewählt. Das Motto der Generalversammlung ist „Monitoring a dynamic planet with geodetic tools“. (→ Die nächste IUGG-Generalversammlung findet 2007 in Perugia/Italien statt.)

An der IAG-Generalversammlung waren insgesamt 389 Teilnehmer registriert. Es wurden 156 Vorträge und 154 Poster präsentiert.

Die neue IAG homepage ist: www.iag-aig.org.

Das neue Geodesist 2004 Hand-book wird Anfang 2004 im Springer-Verlag erscheinen (www.gfy.ku.dk/~iag/HB2004/newsum.htm).

Erhard Erker

Veranstaltungskalender

3. Oldenburger 3D-Tage

28. – 29. Jänner 2004

Oldenburg, Deutschland

Tel.: 0441/7708-3363

Fax: 0441/7708-3170

e-mail: iapg@fh-oldenburg.de

Internet: <http://www.fh-oow.de/3dtage/>

CORP2004 & GeoMultimedia

25. – 27. Februar 2004

Wien, Österreich

Tel.: +43 (1) 892 85 02

Fax: +43 (1) 893 13 02

e-mail: corp@multimediplan.at

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

Intergeo East – Fachmesse und Kongress für Landmanagement, Geoinformation, Bauwesen und Umwelt

4. – 5. März 2004

Belgrad, Jugoslawien

Tel.: +49 (0) 721 93 133-420

Fax: +49 (0) 721 93 133-410

e-mail: ofreier@hinte-messe.de oder fachmessen@hinte-messe.de

Ingenieurvermessung 2004, 14th International Conference on Engineering Surveying

15. – 19. März 2004

Zürich, Schweiz

e-mail: naldi@geod.baug.ethz.ch

Internet: <http://www.iv2004.ethz.ch>

GSI/SIT 2004, Geodaten vernetzen

30. März – 1. April 2004

Bern, Schweiz

Tel.: 061 / 686 77 11

Fax: 061 / 686 77 88

e-mail: info@akm.ch

Internet: http://www.akm.ch/gis_sit2004/

International Symposium on Spatial Data Quality (Spatial Data Quality and Semantics)

15. – 17. April 2004

Bruck a.d. Leitha, Österreich

e-mail: grum@geoinfo.tuwien.ac.at

Internet: http://www.geoinfo.tuwien.ac.at/events/ISSDQ04/ISSDQ_call.html

7th AGILE Conference on Geographic Information Science

29. April – 1. Mai 2004

Herakleion, Kreta/Griechenland

e-mail: f.toppen@geog.uu.nl

Internet: <http://agile.isegi.unl.pt/Conference/Greece2004/index.html>

FIG Working Week 2004

22. – 27. Mai 2004

Athen, Griechenland

Internet: <http://www.fig2004.gr>

AGIT 2004 – Symposium und Fachmesse für Angewandte Geoinformatik

7. – 9. Juli 2004

Salzburg, Österreich

XXth ISPRS 2004 – „Geo-Imagery Bridging Continents“

12. – 24. Juli 2004
Istanbul, Türkei

Intergeo 2004

13. – 15. Oktober
Stuttgart, Deutschland
Tel.: + 49 (0)7031-13-5001 oder +49 (0)711-123-2903
Internet: http://www.intergeo2004.de

Persönliches

Dipl.-Ing. August Hochwartner – Ernennung zum Ehrenpräsidenten der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation

In der 42. Hauptversammlung der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation, die während des 8. Österreichischen Geodätentages in Wels am 11. April 2003 stattgefunden hat, ist es zu einem Wechsel an der Spitze der Gesellschaft gekommen. Nach zwölfjähriger Tätigkeit als Präsident hat Dipl.-Ing. August Hochwartner dieses Ehrenamt zurückgelegt. Zu seinem Nachfolger wurde Dipl.-Ing. Gert Steinkellner gewählt.

O. Univ. Prof. Dr.-Ing. Karl Kraus stellte daran anschließend den Antrag, Dipl.-Ing. August Hochwartner zum Ehrenpräsidenten zu ernennen. Er begründete seinen Antrag damit, dass August Hochwartner immer bestrebt war, die Standesinteressen zu wahren sowie die Zusammenarbeit der Kolleginnen und Kollegen der Wissenschaft, des öffentlichen Dienstes und der freien Berufe zu fördern. Darüber hinaus hat er wesentlich dazu beigetragen, dass die OVG auf jene Anforderungen bestens vorbereitet ist, die im 21. Jh. voraussichtlich auf sie zukommen werden. Dieser Antrag wurde von der Hauptversammlung einstimmig angenommen.

Am 23. Oktober 2003 wurde nun dem neu gewählten Ehrenpräsidenten die Ernennungsurkunde im Rahmen eines geselligen Beisammenseins im Keller der Gastwirtschaft „Plutzer Bräu“ am Spittelberg im 7. Wiener Gemeindebezirk feierlich überreicht. Musikalisch begleitet wurde die Veranstaltung von „Eva Hag and the Swinging Friends“, die mit einer Auswahl vornehmlich tra-

ditioneller Titel aus der Welt des Jazz für den beschwingten musikalischen Hintergrund sorgten.

Einleitend begrüßte der Präsident der OVG, Dipl.-Ing. Gert Steinkellner die Gäste; nämlich

- 5 Ehrenmitglieder, die Herren Dr.-Ing. Kraus, Dipl.-Ing. Blaschitz, Dipl.-Ing. Gutmann, Dipl.-Ing. Hauer und Dipl.-Ing. Schuster;
- 5 Ehrengäste, die Herren Dipl.-Ing. Gissing, Dipl.-Ing. Imrek, Dipl.-Ing. Jüptner, Dipl.-Ing. Mai-ramhof und den Vertreter der Geodäsiestudenten Kollegen Dipl.-Ing. Mag. Primas;
- die Mitglieder des Vorstandes und des Vorstandsrates;
- den neugewählten Ehrenpräsidenten, Dipl.-Ing. August Hochwartner, und seine lebenswürdige Gattin;
- die Dame und die Herren der Musik sowie
- Frau Sabine Prewein, die die Feier perfekt organisiert hatte!

Nach der Begrüßung überbrachte Dipl.-Ing. Ernst die Glückwünsche der Arbeitsgemeinschaft der Diplomingenieure im Bundesvermessungsdienst. Dabei konnte er darauf verweisen, dass Dipl.-Ing. Hochwartner schon als Obmann dieser Arbeitsgemeinschaft versucht hat, diese seinen Visionen folgend zukunftsorientiert zu gestalten. Den Weg hat er auch als Präsident der OVG konsequent weiter verfolgt und sich dadurch große Verdienste um diese Vereinigung erworben. Da der derzeitige Obmann der Arbeitsgemeinschaft der Studierenden, Christoph Abart, krankheitshalber nicht anwesend war, überbrachte Dipl.-Ing. Ernst auch die Glückwünsche dieser Arbeitsgemeinschaft, wobei er darauf verweisen konnte, dass die Arbeitsgemeinschaft der Studierenden über Anregung von Dipl.-Ing. Hochwartner innerhalb der Gesellschaft eingerichtet worden ist. Dadurch sind

jetzt auch die Studenten im Vorstand vertreten, eine Maßnahme, die die Bemühungen um die Zukunft der OVG besonders dokumentiert.

Dann gratulierte Dipl.-Ing. Polly sowohl im Namen der Bundesfachgruppe Vermessungswesen der Bundeskammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten als auch im eigenen Namen sehr herzlich, wobei er auf die schon seit 35 Jahren bestehende freundschaftliche Verbundenheit mit dem Geehrten hinweisen konnte. Insbesondere dankte Dipl.-Ing. Polly dem Ehrenpräsidenten dafür, dass er auch in der jetzigen stürmischen Zeit stets bemüht ist, die Position des Geodäten in der Politik und in der Gesellschaft darzustellen und das BEV in eine Richtung zu bringen, die ein kollegiales Zusammenleben für alle ermöglicht.

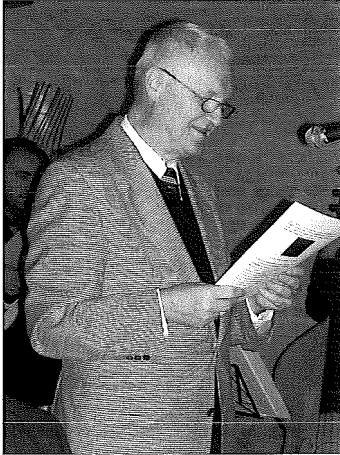
Er garnierte seine Dankadresse mit einigen Versen von Eugen Roth, aus denen sowohl die Wertschätzung für die vom Geehrten in seiner Doppelfunktion – Präsident des BEV und der OVG – erbrachten Leistungen, als auch die leise Mahnung zu entnehmen war, in Zukunft ein wenig mehr an sich selbst und an die Familie zu denken:

„Ein Mensch hat einen Kreisel rund, bemalt in sieben Farben, bunt.
Er peitscht ihn an, der Kreisel schwirrt,
bis schneller er – und grauer wird
Soll unser Leben bunter bleiben,
darf man's nicht allzu munter treiben.“

Nach einem musikalischen Zwischenspiel hielt o. Univ. Prof. Dr.-Ing. Kraus die Laudatio. Er begann mit einer kurzen Zusammenfassung des bisherigen Lebenslaufes von Dipl.-Ing. Hochwartner in den verschiedenen Lebensbereichen:

– im privaten, von der Volksschule bis zur 2. Staatsprüfung an der TU Wien,

- im beruflichen, vom Eintritt in das BEV bis zur Betrauung mit der Leitung dieser Behörde als Präsident,
- beim Bundesheer, vom Fähnrich bis zum Oberleutnant und
- in der OVG, vom Schatzmeister bis zum Präsidenten.



Dann verwies Dr.-Ing. Kraus auf die Begründung seines Antrages, die er im April d.J. in der Hauptversammlung abgegeben hatte und präzierte die Darstellung jener Verdienste, die Dipl.-Ing. August Hochwartner während seiner Tätigkeit in der OVG um diese Gesellschaft erworben hat und welche positiven Auswirkungen diese Tätigkeiten für das Vermessungswesen in Österreich insgesamt gebracht haben.

Abschließend drückte der Laudator seine Freude darüber aus, dass die Hauptversammlung der OVG seinen Überlegungen gefolgt ist und seinen Antrag einstimmig angenommen hat. Zu dieser besonderen Auszeichnung gratulierte er Dipl.-Ing. Hochwartner sehr herzlich.



Nach einem musikalischen Zwischenspiel überreichte der neugewählte Präsident der OVG, Dipl.-Ing. Steinkellner, seinem Vorgänger die Urkunde über die Verleihung der Ehrenpräsidentschaft dieser Vereinigung, deren Text lautet:

Die Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation hat in ihrer 42. Hauptversammlung vom 11. April 2003 beschlossen, Sie, sehr verehrter Herr Dipl.-Ing. August Hochwartner zum EHRENPRÄSIDENTEN zu ernennen. Dies in besonderer Würdigung Ihrer Großen Verdienste um die Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation, in der Sie 26 Jahre im Vorstand gewirkt haben, davon die letzten zwölf Jahre als Präsident und sich dabei stets für die Wahrung der Standesinteressen sowie die Förderung der Zusammenarbeit der Kolleginnen und Kollegen der Wissenschaft, des öffentlichen Dienstes und der freien Berufe eingesetzt haben.

Wien, am 23. Oktober 2003

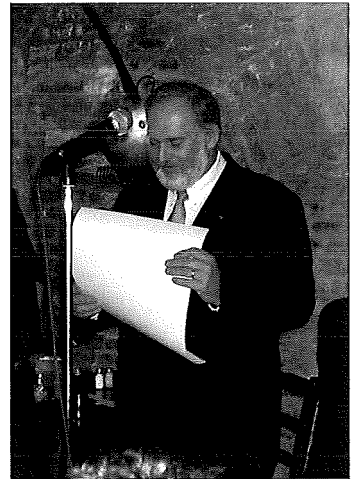
Der Präsident

Dipl.-Ing. Gert Steinkellner

Nach diesem feierlichen Akt bedankte sich der Geehrte und stellte fest, dass damit auch alle Vorstandsmitglieder ausgezeichnet worden sind, die mit ihm zusammengearbeitet haben.

Mit Genugtuung konnte er darauf hinweisen, dass dieser Beschluss während des Geodätentages in Wels gefallen ist, und zwar bei jenem, der erstmalig in der Geschichte der Gesellschaft von einem Kollegen aus den Reihen der Ingenieurkonsulenten als Kongressdirektor erfolgreich geleitet worden ist. Der Ehrenpräsident stellte fest, dass das Zusammengehörigkeitsgefühl unter den Geodäten – über die Grenzen der verschiedenen Berufsbereiche hinweg – besonders gut ausgebildet ist. Es handelt sich um eine zahlenmäßig begrenzte Gruppe, deren Mitglieder sich schon vom gemeinsamen Studium an den Technischen Universitäten her gegenseitig auch persönlich gut kennen. Das kann Schwäche bedeuten aber auch Stärke, denn Fortschritte werden nur dann erreicht werden können, wenn die Zusammengehörigkeit auch im täglichen Leben erkenntlich wird.

Weiters wies er darauf hin, dass es ihn sehr befriedigt hat, die Studenten der Technischen Universitäten stärker in die Gesellschaft zu integrieren und durch einen ständigen Vertreter im Vorstand zu verankern.



Abschließend bedankte er sich bei Prof. Kraus für seine Mitarbeit im Vorstand; sein jugendlicher Elan und sein kritisches Denken sind gerade in der jetzigen bewegten Zeit besonders wichtig für die Gesellschaft. Die bevorstehende Osterweiterung wird einen neuerlichen Entwicklungsschub hervorrufen; auf dem Gebiet der Geoinformation wird ein funktionierendes Netzwerk immer wichtiger werden.

Dann ergriff der Präsident der OVG, Dipl.-Ing. Steinkellner, das Wort, um sich bei den ausscheidenden Vorstandsmitgliedern für ihre langjährige, ehrenamtliche Tätigkeit zu bedanken und je einen Bildband „Die Erde von oben“ von Yann Arthus-Bertrand zu überreichen:

- Dipl.-Ing. Gissing, Schriftleiter der Zeitschrift,
- Dipl.-Ing. Imrek, Bibliothekar und Gestalter der Vorträge in Wien,
- Dipl.-Ing. Jüptner, Schriftleiter der Zeitschrift,
- Dipl.-Ing. Mairamhof, Kassier und
- Dipl.-Ing. Mag. Primas, Vertreter der Studenten im Vorstand.

Einen besonderen Dank richtete Dipl.-Ing. Steinkellner an die Gattin des Ehrenpräsidenten, Frau Edeltraud Hochwartner, die gemeinsam



mit der Kinderschar so manchen Zugriff auf jenes Zeitguthaben hinnehmen musste, das eigentlich für familiäre Freizeitaktivitäten vorgesehen war und an Frau Prewein, die die festliche Veranstaltung besonders umsichtig vorbereitet hatte. Beiden Damen wurde je ein Blumenstrauß überreicht.

An diesen offiziellen Teil schloss sich noch ein längeres geselliges Beisammensein an, das von schwungvoller Jazzmusik begleitet

wurde. Als die Teilnehmer den Heimweg antraten trafen sie auf eine schneebedeckte Stadtlandschaft, denn der erste Schnee des heurigen Winters bedeckte die Fahrbahnen und die Gehsteige. Der Autor hatte Mühe, den Ulrichsplatz – eine beliebte Wiener Rodelstraße – hinabzugehen, denn ein passendes Wintersportgerät hatte er leider nicht mit!

Friedrich Blaschitz

OVG-NEWSLETTER 4/2003
vom 16. Dezember 2003

Herausgeber: Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation (OVG)

Inhalt:

- (1) Descartes Preis 2003 an Team mit Harald Schuh und Robert Weber
- (2) August Hochwartner – Ernennung zum Ehrenpräsidenten der OVG
- (3) Wilhelm-Exner-Medaille an Hans Sünkel
- (4) Europa-Ingenieur-Kammer gegründet
- (5) Neue Arbeitsgruppe „Zukunftsüberlegungen“
- (6) Österreichischer Geodätentag 2006 in Krems
- (7) 5. SAPOS - Symposium in Frankfurt am Main

** (1) ** Descartes Preis 2003 an Team mit H. Schuh u. R. Weber

Der mit einer Million Euro dotierte Preis wurde heuer im Verhältnis 70:30 geteilt: zwischen einem Team, das Polymer-Leuchtdioden für Lichttafeln entwickelt und dem Forschungsprojekt "Non-rigid earth 'nutatation' model" an dem Wissenschaftler der Abteilung für Höhere Geodäsie der Technischen Universität Wien

. . .

einen Guten Rutsch ins Neue Jahr 2004!

OVG-Vorträge:

Die Termine zu den aktuellen Vorträgen finden Sie auf der OVG-Homepage unter <http://www.ovg.at/vortraege.htm>

Kontakt:

Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation
Schiffamtsgasse 1-3
A-1025 WIEN

Tel: +43 (0)1 21176-4604

Fax: +43 (0)1 2167551

E-mail: office@ovg.at

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

Wenn Sie Beiträge für den OVG-Newsletter, Kommentare oder Anregungen haben, so senden Sie diese an folgende E-Mail Adresse:

newsletter@ovg.at

Anmelden: Sie können sich durch ein einfaches E-Mail an newsletter@ovg.at mit dem Begriff „Anmelden“ im Betreff-Feld für den OVG-Newsletter anmelden.

Anmelden: durch ein E-Mail an newsletter@ovg.at mit „Abmelden“ im Betreff-Feld werden Sie aus unserer Verteilerliste gelöscht.

____ ENDE ____

A large, close-up, black and white photograph of a human eye. The iris is replaced by a detailed, grayscale aerial photograph of a landscape, showing a river, fields, and buildings. The eye is looking directly at the viewer.

See the world with different eyes.

Bilderfassung

Aerotriangulation

Datenerfassung

Digitale Geländemodelle

Orthophotogenerierung

Wir lassen Ihre Visionen Wirklichkeit werden:

inpho ist ein weltweit führender Hersteller und Anbieter von Qualitätsprodukten für die digitale Photogrammetrie. Wir bieten unseren Kunden innovative Technologie, effiziente Systeme und Komponenten sowie einen qualifizierten und kundenorientierten Support. Dies garantiert Ihnen eine herausragende Leistungsfähigkeit und Produktivität, auf die Sie zählen können.

Nähere Informationen:
inpho GmbH, Smaragdweg 1, 70174 Stuttgart, Germany
+49-7 11-22 88 10, sales@inpho.de, www.inpho.de

Die nächste VGI

(Heft 4/2003)

erscheint Ende April 2004

Impressum

VGI

Österreichische Zeitschrift für
VERMESSUNG & GEOINFORMATION

91. Jahrgang 2003 / ISSN 0029-9650

Herausgeber und Medieninhaber: Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation (OVG), Austrian Society for Surveying and Geoinformation, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien zur Gänze. Bankverbindung: Österreichische Postsparkasse BLZ 60000, Kontonummer PSK 1190933.

Präsident der Gesellschaft: Dipl.-Ing. Gert Steinkellner, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien, Tel. (01) 21176-4604, Fax (01) 2167550.

Sekretariat der Gesellschaft: Dipl.-Ing. Karl Haussteiner, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien, Tel. (01) 21176-2311, Fax (01) 2167551.

Schriftleitung: Dipl.-Ing. Wolfgang Gold, Krotenthallergasse 3, A-1080 Wien, Tel. (01) 40146-212, Fax (01) 40146-333, Dipl.-Ing. Stefan Klotz, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien, Tel. (01) 21176-3609,

Fax (01) 2167551, Dipl.-Ing. Ernst Zahn, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien, Tel. (01) 21176-3209, Fax (01) 2167551.

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, Krotenthallergasse 3, A-1080 Wien, Tel. (01) 40146-212. 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 Kündigung erfolgt. Die Bearbeitung von Abonnementangelegenheiten erfolgt durch das Sekretariat. Adressänderungen sind an das Sekretariat zu richten.

Verkaufspreise: Einzelheft: Inland 15 €, Ausland 18 €; Abonnement: Inland 50 €, Ausland 60 €; alle Preise exclusive Mehrwertsteuer.

Satz und Druck: Druckerei Berger, A-3580 Horn, Wiener Straße 80.

RICHTLINIEN

für die Gestaltung von Beiträgen für die Österreichische Zeitschrift für Vermessung & Geoinformation (VGI)

1. Die Beiträge bitte in digitaler Form auf CD oder per email übermitteln. Im Falle von mathematischen Formeln oder Sonderzeichen (z.B. griechische Buchstaben) im Text unbedingt einen Ausdruck – analog per Post oder als PDF-Datei digital – mitsenden.
2. Angaben zum Textformat: ASCII-Textformat oder MS-Word (andere Formate bitte nur nach Rücksprache mit der Schriftleitung). Die endgültige Seitengestaltung erfolgt gemäß den bestehenden Layout-Vorschriften erst beim Satz in der Druckerei, daher bitte **keine** Silbentrennungen und **keine** Formatierungen (Einzüge, Tabulatoren, Fett, Kursiv, Unterstrichen, Spalteneinteilung etc.) vornehmen. Gestaltungsvorschläge dieser Art können in einem zusätzlichen Ausdruck beigelegt werden.
3. Für Hauptartikel wird benötigt:
 - Titel der Publikation
 - Name der Autoren
 - ein Portraitphoto (z.B. Passbild) pro Autor (bitte digital)
 - eine kurze Zusammenfassung und ein entsprechender englischsprachiger Abstract
 - Textteil (durch nummerierte Haupt- und Zwischenüberschriften bitte klar strukturieren) inkl. Formeln und Tabellen
 - Literaturangaben fortlaufend in eckiger Klammer [] nummeriert
 - Anschrift der Autoren (Titel, Name, Postanschrift und Email-Adresse)
 - Abbildungen und Tabellen
4. Mathematische Formeln nach Möglichkeit in das Word-Dokument integrieren, sonst als eigene Datei mitsenden und im Textteil die Position anmerken und unbedingt in analoger Form bzw. als PDF-Datei eindeutig lesbar beistellen
5. Abbildungen und Tabellen:
 - mit 1 beginnend fortlaufend numerieren und mindestens einmal im Text erwähnen
 - Beschriftung der Abbildungen und Tabellen am Ende des Artikels gesondert anführen
 - im Manuskript die Stellen markieren, an denen Abbildungen bzw. Tabellen einzufügen sind
 - Abbildungen bitte digital, jeweils als eigene Datei und nicht in den Text integriert, in einem gängigen Bitmap-Format (JPG, TIF, GIF). Vektorformate sind nach Rücksprache mit der Schriftleitung möglich.
 - Bitte beachten Sie, dass wir für Abbildungen nach Möglichkeit ein Breite von 69 mm oder 143 mm vorsehen. In Ausnahmefällen ist auch eine Breite von 205 mm möglich, die Maximalhöhe beträgt dann jedoch 143 mm.
 - bei Tabellen kann ein analoger Layoutvorschlag beigelegt werden, komplexe Tabellen bitte am Ende des Artikels gesondert anführen
6. Bei Zitaten und Fremddabbildungen sind die dafür erforderlichen Abdruckgenehmigungen einzuholen, sowie erforderlichenfalls Quellenangaben beizubringen. Die diesbezügliche Verantwortlichkeit liegt beim Autor.

Im Sinne einer sparsamen Verwendung der finanziellen Mittel der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation als Herausgeber dieser Zeitschrift ist die Einhaltung dieser Richtlinien erforderlich.

Für Fragen und Auskünfte in diesem Zusammenhang steht Ihnen die Schriftleitung gerne zur Verfügung. Bitte wenden Sie sich an:

- *Dipl.-Ing. Wolfgang Gold, Krotenthallergasse 3, A-1080 Wien,
Tel. +43 (0)1 – 40 146-212, Fax +43 (0)1 – 40 146-333, Email: vgi@ovg.at*
- *Dipl.-Ing. Stefan Klotz, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien,
Tel. +43 (0)1 – 211 76-3609, Fax +43 (0)1 – 216 7551, Email: vgi@ovg.at*
- *Dipl.-Ing Ernst Zahn, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien,
Tel. +43 (0)1 – 211 76-3209, Fax +43 (0)1 – 216 7551, Email: vgi@ovg.at*

Home Die Adresse ...

Geobasisdaten Austria

für Eich- und Ver

Information

www.bev.gv.at



Vermessungs-
behörde

Natio
Metro
Inst
(NM

Bundes

Sitemap

Mess- und Eichwesen

messungswesen



nales
logie-
stitut
(AI)

Physikalisch-
technischer
Prüfdienst
(PTP)

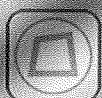
Gese
Mes
(Eich

Vermessung und Geo



Geobasisdaten Austria Ma

Information



Vermessungs-
behörde

... dem neuen Service!

See you:
www.bev.gv.at

Willkommen in



Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen