

VGI

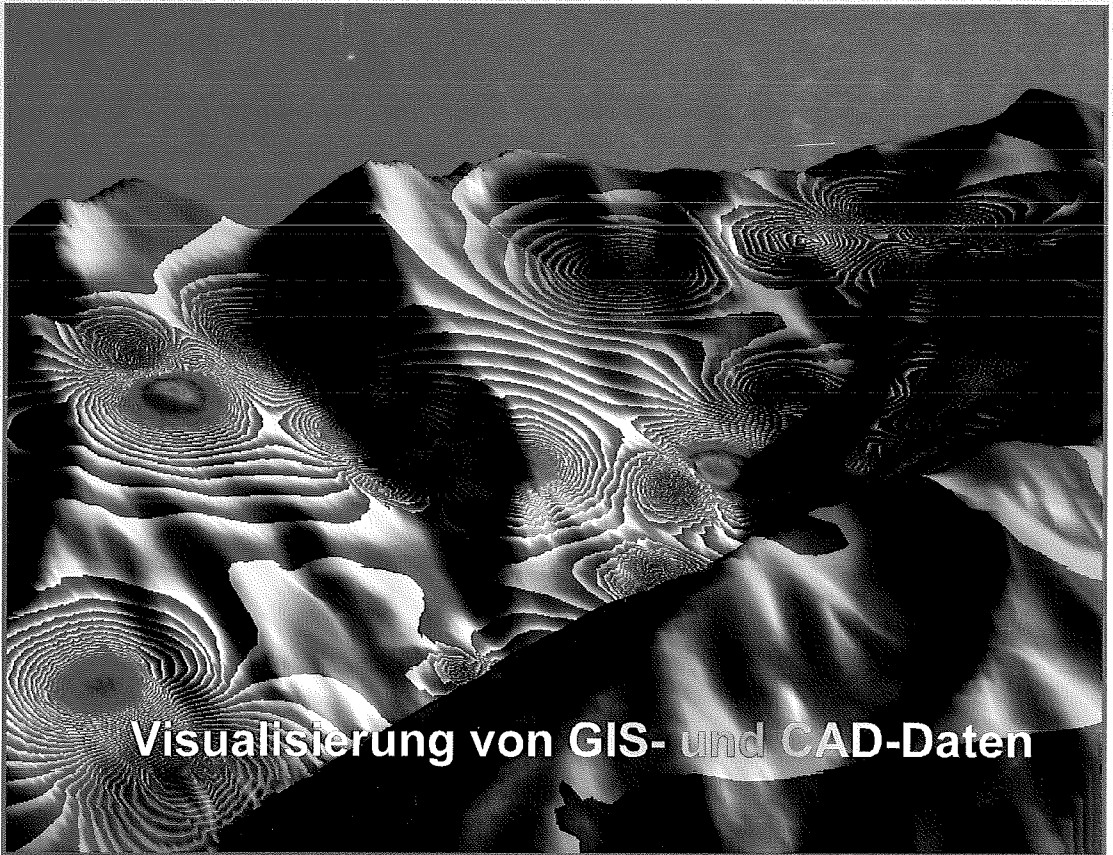
Frankfurt
Österreichische Zeitschrift für
**VERMESSUNG &
GEOINFORMATION**

83. Jahrgang 1995

Heft 4/95

vormals ÖZ

Organ der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation und der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung



GPS-relevante Koordinatensysteme und das österreichische Festpunktfeld

Von der Feldskizze zum Digitalen Feldplan

INTERNET - Interessantes für Geodäten

Satellitengeodäsie in Graz für die Global Change Forschung

Eine direkte Lösung des räumlichen Bogenschnittes



INTERGRAPH
Everywhere you look.

Moderecenterstraße 14, Block A, 4. Stock
A-1030 Wien

Tel.: (43)-1-797 35-0

Fax: (43)-1-797 35-35

Open your mind
to the new reality of
GIS Desktop Solutions



VGI

Österreichische Zeitschrift für VERMESSUNG & GEOINFORMATION

83. Jahrgang 1995
vormals ÖZ

Heft 4/1995

Schriftleiter: Dipl.-Ing. Reinhard Gissing
Stellvertreter: Dipl.-Ing. Norbert Höggerl

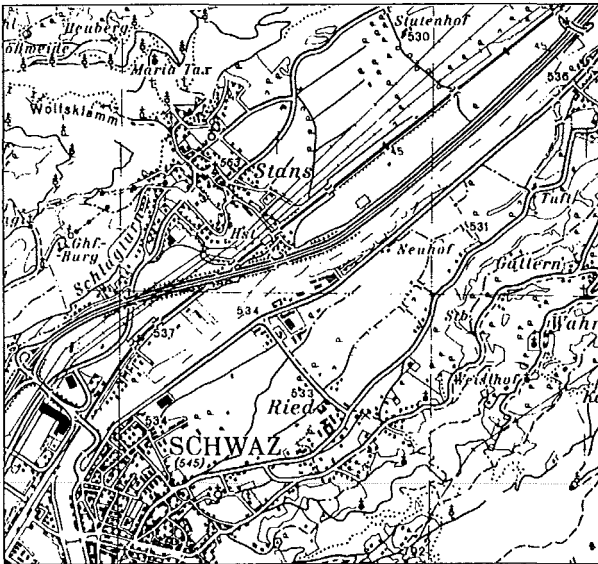
Organ der Österreichischen Gesellschaft für
Vermessung und Geoinformation und der
Österreichischen Kommission für die Inter-
nationale Erdmessung

A-1025 Wien, Schiffamtsgasse 1-3

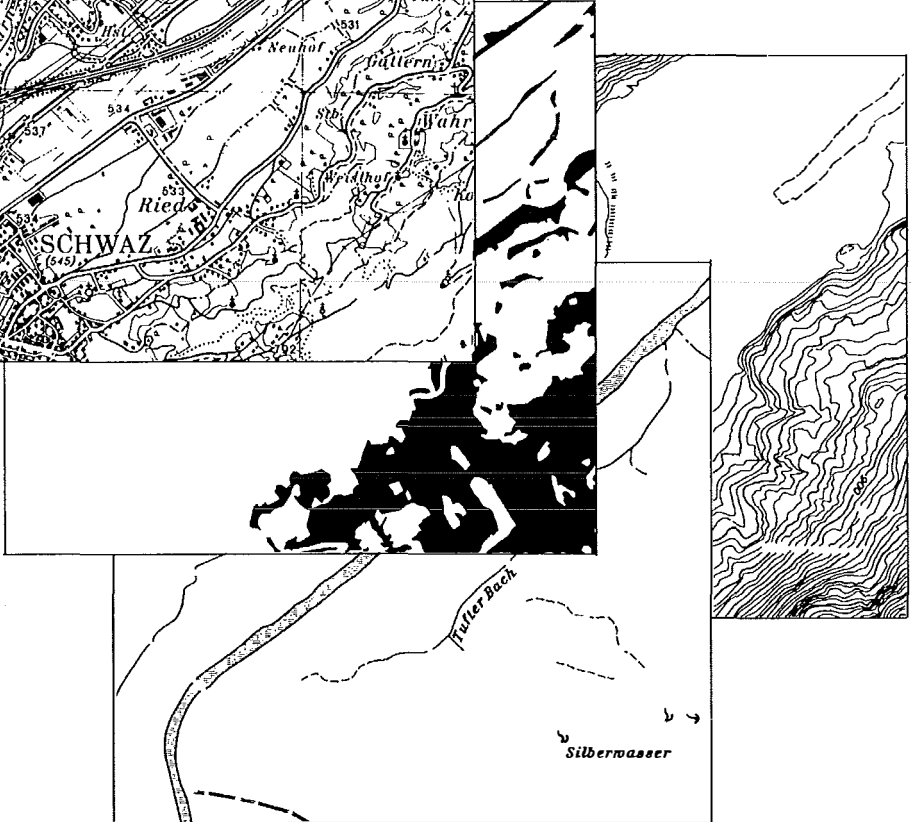
INHALT

Seite

<i>Fuchs, H.:</i> Möglichkeiten der Visualisierung von CAD- und GIS-Daten	183
<i>Weber, R., Walter G., Klotz, S.:</i> GPS-relevante Koordinatensysteme und deren Bezug zum Österreichischen Festpunktfeld	190
<i>Helm, F.:</i> Von der Feldskizze zum Digitalen Feldplan	200
<i>Hatzenberger, Ch., Hochstöger, F.:</i> Kommunikation im Internet – Ein Überblick für Interessenten aus Vermessung und Geoinformation	208
<i>Sünkel, H., Kirchner, G., Pesec, P.:</i> Satellitengeodäsie in Graz im Dienste der Global Change Forschung	215
<i>Lichtenegger, H.:</i> Eine direkte Lösung des räumlichen Bogenschnittes	224
<i>Bácsatyai, L.:</i> Umwandlung der Budapester stereographischen Koordinaten in österreichische Gauß-Krüger-Koordinaten	227
Titelbild:	Dissertationen und Diplomarbeiten 234
Überlagerung eines Höhenmodells mit Rasterdaten, entstanden durch das Grid-Modul eines GIS-Systems. Das Ergebnis einer Faktorenanalyse als Beispiel für eine unkonventionelle Darstellungsart. Erstellt vom Zentrum für Geoinformationswesen der Universität für Bodenkultur in Wien.	Mitteilungen und Tagungsberichte 237
	Persönliches 244
	Firmen & Produkte 246
	Veranstaltungskalender 248
	Buchbesprechungen 248
	Zeitschriftenschau 252
	Impressum 254



KM 50



Wenn Sie weitere Informationen wünschen
-Anruf oder Fax genügen. Wir senden sie ihnen gerne zu.

BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN
1080 Wien, Krotenthallergasse 3 Tel. 0222/ 401 46-461 Fax: 406 99 92



Möglichkeiten der Visualisierung von CAD- und GIS-Daten

Helmut Fuchs, Wien

Zusammenfassung

Mit den vielfältigen Möglichkeiten der heutigen CAD- und GIS-Systeme folgt unweigerlich eine gesteigerte Anforderung in der Darstellung der oft durch komplexe Bearbeitungsschritte erhaltenen Ergebnisse. Die Ergebnisse müssen meist auch Personengruppen präsentiert werden, welche nicht immer die technischen Voraussetzungen oder die Erfahrung haben, Pläne und Karten in einer stark technisch orientierten Darstellungsart zu lesen und zu verstehen.

Abstract

Increase of functionality in CAD and GIS results in the necessity of more enhancement in the quality of representing complex analysis-data. In many cases the results need to be presented to people with only few or even no understanding and experience in reading and interpreting the maps and plans.

1. Einleitung

Die vielfältigen Möglichkeiten der heute zur Verfügung stehenden CAD- und GIS-Systeme erlauben es, immer komplexere Anforderungen und Problemstellungen zu lösen. Die dabei erhaltenen Daten sind oft das Ergebnis von umfangreichen Berechnungsschritten oder komplizierten Analysen. In weiterer Folge müssen solche Ergebnisse Personen zugänglich gemacht werden, die nicht immer die notwendigen Kenntnisse und Erfahrungen im Lesen von Plänen und Karten haben. Dies kann bei der Präsentation von Projekten (Umweltverträglichkeitsprüfungen, Einreichungen bei Behörden, Planungen etc.) zu Mißverständnissen und sogar zu Verzögerungen in der Abwicklung führen, welche bei etwas mehr Sorgfalt und Aufwand in der Darstellungsart leicht vermieden werden können. Jeder gelieferte Plan und jede erzeugte Karte sollte (was ja nicht immer geschieht) von Grund auf ein gewisses ästhetisches Erscheinungsbild aufweisen. Dabei soll jedoch klargelegt werden, daß eine solche Vorgangsweise nichts mit der „Produktion von schönen Bildern“ zu tun hat. Ferner soll nicht unerwähnt bleiben, daß sie nicht konventionelle Pläne und Karten ersetzen sollen, sondern als Zusatz zur bestehenden Dokumentation dienen.

Anhand von einigen signifikanten Beispielen soll auf die Möglichkeiten von Animationsdarstellungen eingegangen werden.

2. Ausgangsdaten

Als Ausgangsdaten kommen vor allem in Frage

- Vektordaten
- Rasterdaten
- Vektordaten und Rasterdaten kombiniert
- 3D Rasterdaten (Volumenelemente = Voxel)

2.1 Vektordaten

In die Gruppe Vektordaten fallen nicht nur konventionelle Vektoren (Linien, Polygone, Kurven) sondern auch alle Arten von Raumflächen (z.B. Dreiecksvermaschungen), einfache Raumkörper (Kugel, Kegel etc.) und komplexere Raumkörper (z.B. Freiformflächen definiert aus Raumkurven, ähnlich den Parameterlinien u, v in der Flächentheorie).

Besonders gut geeignet als Basis für viele Arten von realistischen Darstellungen ist die Dreiecksverkettung. Die Dreiecksverkettung wird in der Regel mit einem Höhenmodell erstellt und bietet sich für Darstellungen an wie:

- Zeitreihendarstellungen für Deponien, Steinbrüche etc.
- Hintergrund für Karten und Pläne aller Art
- photorealistische Darstellungen
- Beleuchtungsmodelle als Ersatz für Böschungslinienschraffuren

Insbesondere Beleuchtungsmodelle können als Hintergrundbasis für Karten und Pläne die-

nen, in denen relativ wenige Daten darzustellen sind. Das Beleuchtungsmodell entsteht aus einer gerenderten Dreiecksvermaschung und ermöglicht es auch dem ungeübten Betrachter sich leichter zu orientieren und zurechtzufinden. Unter „Rendering“ versteht man das Ableiten von 2D-Bildern aus 3D-Szenen, mit dem Ziel einer möglichst realistischen Darstellung von synthetisch modellierten Rauminhalten. Die Palette reicht von einfachen perspektiven Kanten- und Flächenbildern bis hin zu Schattierungsmodellen, verschiedenen Lichtquellen, Einbindung von diffusem Licht, Reflexionen und Spiegelungen, Materialbelegungen und Ray-Tracing. Die gerenderte Dreiecksvermaschung übernimmt in gewissem Maße die Gelände-Schummerung, wie sie aus herkömmlichen Karten allgemein bekannt ist. Was bei der Schummerung durch den erfahrenen Kartographen in künstlerischer Feinarbeit erzeugt wird, muß beim computererzeugten Beleuchtungsmodell durch geeignete Wahl von Parametern ersetzt werden (Farbe des Geländes, Sonnenstand, Nebel effekte, Entfernungseffekte, etc.) und kann unterschiedlichste Resultate erzeugen. Die Abbildungen 1, 2 und 3 zeigen ein Höhenmodell des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (BEV) im Ausmaß von 42 km mal 20 km (50 Meter Punktabstand) und einige mögliche Varianten für solch eine Darstellungsart. Abbildung 1 ist mit Standardparametern gerendert (Sonnenstand ca. 17 Uhr). Durch Änderung von Sonnenstand, Datum, Farbe des Geländes, Farbe der Sonne, Farbe des umgebenden Lichts (ambient light) und Zuschaltung anderer Lichtquellen (z.B. eine Art Blitzlicht) können verschiedene andere Variationen erzeugt werden. Abbildung 2 zeigt die Auswirkung des sogenannten „distance cueing“, welches atmosphärische Effekte simuliert. Abbildung 3 zeigt einen Nebel effekt. Die in Abbildungen 2 und 3 gezeigten Fälle eignen sich vor allem als Hintergrundinformation und Orientierungshilfe für die Darstellung von Daten im Talbereich.

Eine weitere Steigerung in Realitätsnähe kann durch die Zuordnung von „Materialien“ bei Raumflächen und Raumkörpern erreicht werden. Die „Materialien“ sind in der Regel gescannte Bilder von Oberflächen, die auf die Raumflächen und Raumkörper „geklebt“ werden. Abbildungen 4 und 5 zeigen solche Beispiele. Sehr schön sind die Schatten zu sehen, ein wesentliches Strukturelement für realitätsnahe perspektive Bilder.

Abbildung 6 zeigt die Kombination von Dreiecksflächen (Oberflächen), Raumkörpern (Leitungsmasten) und Linien (Leitungsstrasse) als

Sichtbarkeitsstudie für eine geplante Hochspannungsleitung.

Bei perspektiven Darstellungen ist natürlich die Wahl des Blickstandortes und der Brennweite von größter Bedeutung und erfordert eine gewisse Erfahrung um zu optimalen Bildern zu kommen. Das Wissen um das Ziel des Projektes und welche Inhalte an den Betrachter vermittelt werden sollen, ist unbedingt notwendig. Ein Effekt, der meist nicht ausgenützt wird, ist die Tatsache, daß statische Bilder nicht unbedingt ruhig wirken müssen. Durch geeignete Wahl des Standpunktes (möglichst nahe dem Gelände) und einer Weitwinkelperspektive kann ein dynamischer Effekt erzielt werden. Abbildung 7 zeigt, daß auch dynamische Effekte durchaus als Darstellungselement ihre Verwendung finden können. Man vergleiche dazu die Abbildungen 4, 5, und 6, die auf den Betrachter ruhig wirken.

2.2 Rasterdaten

Reine Rasterdaten entstehen meist aus Grid-Analyse Modulen von GIS-Systemen oder kommen aus der digitalen Photogrammetrie (digitale Orthophotos, Satellitenaufnahmen). Generelle Regeln für die Darstellung sind schwer zu definieren und hängen sehr stark von der eigentlichen Problemstellung ab. Bei der Darstellung von Ergebnissen aus Grid-Analysen wird neben dem Kartenlayout vor allem die Farbauswahl eine große Rolle spielen. Die Kombination von Ergebnissen zu verschiedenen Zeitpunkten auf einem Plan oder Karte kann für den Betrachter auch die Interpretation des zeitlichen Ablaufes erleichtern.

2.3 Vektordaten und Rasterdaten kombiniert

Hier werden die Vorteile der Vektordaten und die Vorteile der Rasterdaten optimal kombiniert. Das typische Beispiel für Darstellungen dieser Art findet sich in der Überlagerung von Vektordaten über digitale Orthophotos (siehe Abbildung 8). Digitale Orthophotos können heutzutage sehr schnell und effizient hergestellt werden und haben den Vorteil eines hohen Informationsgehaltes. Als Hintergrundinformation für Vektordaten bieten sie sich vor allem für Karten und Pläne an, welche eine „kurze Lebensdauer“ haben und relativ rasch erneuert werden müssen.

Ein zweites typisches Beispiel ist die Überlagerung von Rasterdaten (Rasterdaten aus Grid-Analysen, Orthophotos, Satellitenbilder) auf ein Höhenmodell (drapping). Hier kann allerdings bei starken Hangneigungen eine Verzerrung des

Rasterpixels in Hangrichtung auftreten (Farbrinneffekt). Daher sollte in diesem Fall auf eine genügend kleine Rastergröße zurückgegangen werden. Durch Variation der Parameter können völlig unterschiedliche Betrachtungseffekte erzielt werden. Das Titelbild dieses VGI-Heftes und Abbildung 9 zeigen die Überlagerung von identen Rasterdaten auf ein Höhenmodell, allerdings mit dem Ziel, eine unterschiedliche Wirkung zu erzielen. Während in Abbildung 9 ein geglätteter, stetiger Übergang in den Rasterwerten gewählt wurde (Betonung der Kernzonen) sind es im Titelbild geglättete Übergänge innerhalb der Wertintervalle (Betonung auf Außenzonen). Dieses Beispiel demonstriert sehr schön die Vielfalt der Möglichkeiten in der Darstellungsart und wie der Betrachter trotz identen Daten auf verschiedene Eigenschaften derselben hingewiesen werden kann. Bei den Rasterdaten handelt es sich um eine Faktorenanalyse von Bodendaten in einem bestimmten Horizont. Darstellungen dieser Art eignen sich aber auch für anderer Informationen, wie zum Beispiel Gefährdungspotentiale, Emissionen etc.

2.4 Dreidimensionale Rasterdaten (Volumselemente = Voxel)

Dieser relativ neue Datentyp ist die Erweiterung des zweidimensionalen Pixels auf das dreidimensionale Voxel. Die Anwendungen sind vor allem im Umweltbereich (Grundwasseranalysen, Geologie etc.) zu finden. Drei-dimensionale Verschnidungen und verschiedene parametergesteuerte Interpolationen sind ebenso machbar, wie sie aus den zwei-dimensionalen Grid-Modulen der GIS-Systeme bekannt sind. Die Möglichkeiten bezüglich der Darstellungsarten sind ausgesprochen vielseitig. Realistische Animationen

von mathematisch nicht definierbaren Raumkörpern sind genauso möglich, wie verschiedenen Schnitte in beliebigen Ebenen (siehe Abbildungen 10 und 11). Abbildung 11 zeigt die Gewitterintensität zu einem bestimmten Zeitpunkt. Die Gewitterwolken sind Volumselemente, die durch eine 3-dimensionale Interpolation aus Punktdaten gewonnen werden. Die in Abbildung 10 erzeugten Schnitte dienen nicht nur zur besseren Darstellung, sondern können auch als Rasterfiles für weitere Analysen in einem Raster-GIS Modul Verwendung finden.

Das völlige Umdenken durch die dritte Dimension ist am Anfang vielleicht etwas ungewohnt, wird aber durch die Vielzahl an neuen Möglichkeiten wieder aufgehoben.

3. Schlußbemerkung

Hard- und Softwarehersteller im CAD- und GIS-Bereich bieten heute schon genügend Werkzeuge an, welche wirklichkeitsnahe und leichter interpretierbare Darstellungsarten erlauben. Tintenstrahldrucker und Tintenstrahlplotter sind als Ausgabegeräte zu erschwinglichen Preisen zu erhalten und liefern sehr gute Ergebnisse. Während Rasterdaten und gerenderte Vektordaten mit Standard CAD- und GIS-Produkten bearbeitet und dargestellt werden können, ist bei Analyse und Darstellung von Voxel-Daten noch spezielle Software notwendig.

Anschrift des Autors:

Univ.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Helmut Fuchs, Universität für Bodenkultur, Zentrum für Geoinformationswesen, Dänenstraße 6, 1190 Wien.

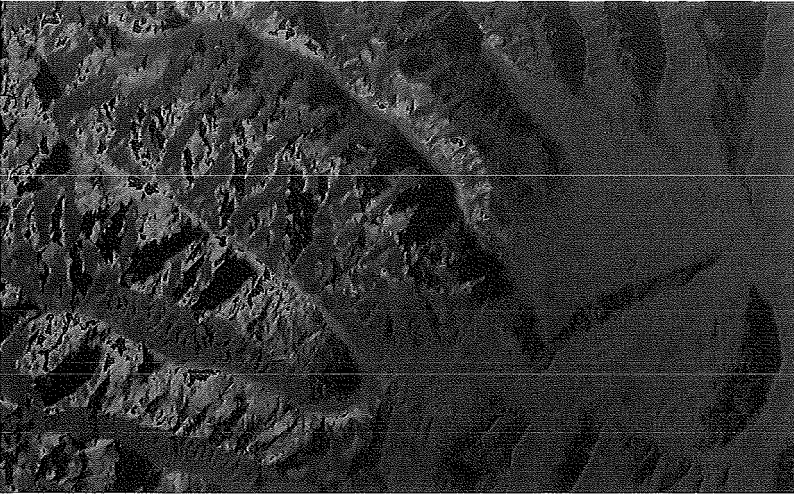


Abb. 1:
Dreiecksvermaschung
normal gerendert

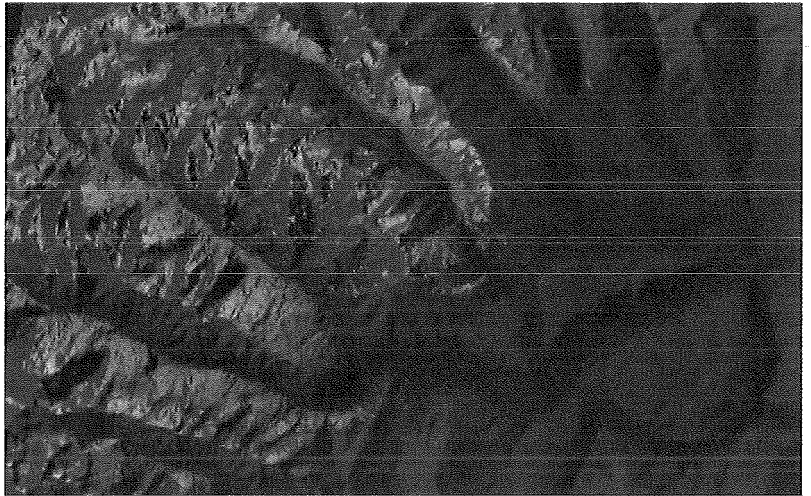


Abb. 2: Der atmosphärische
Effekt (distance cueing)

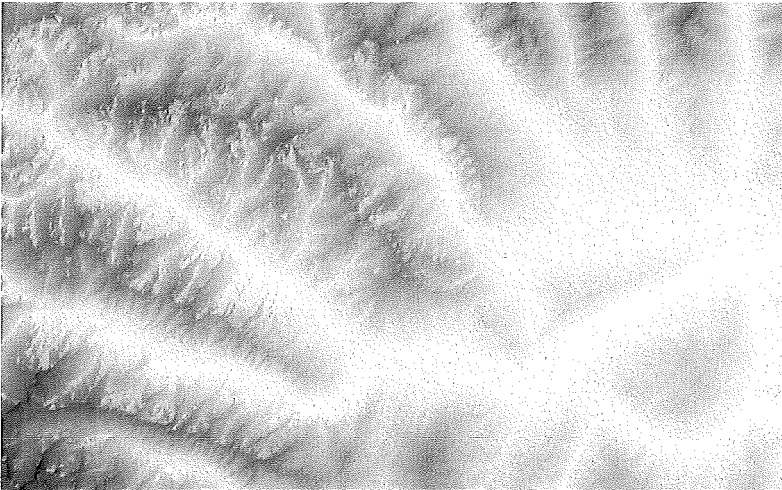


Abb. 3: Der Nebefeffekt

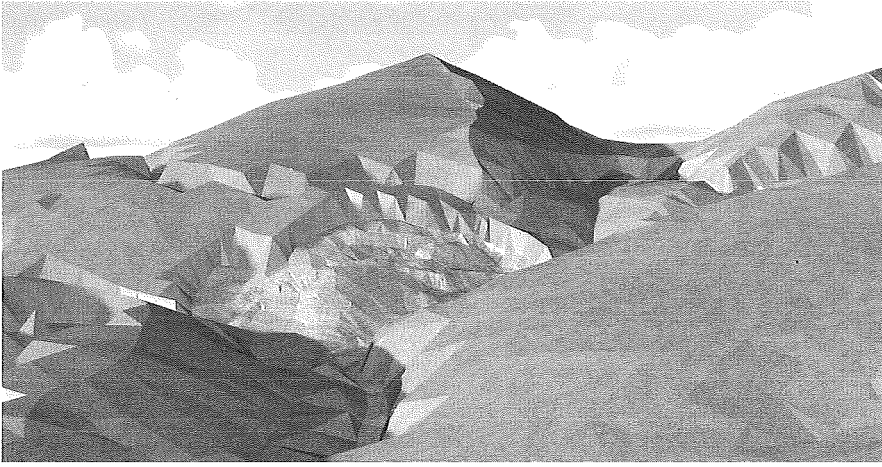


Abb. 4:
Steinbruch,
Wald und Wege
als "Material"

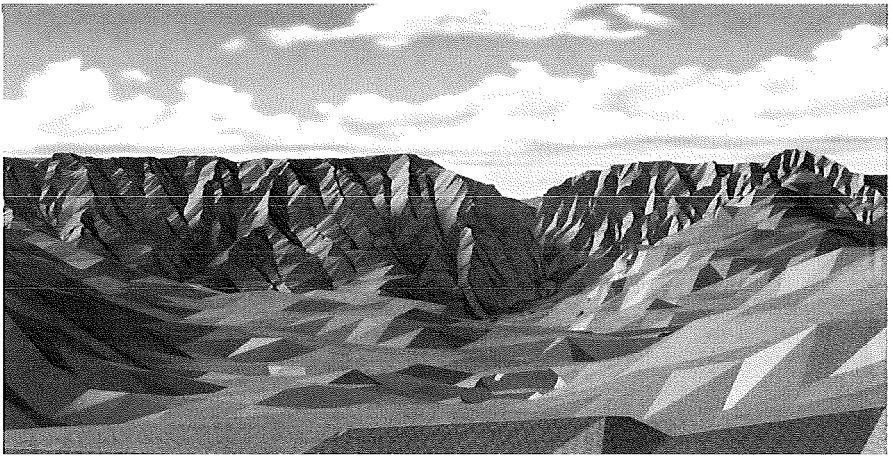


Abb. 5:
Perspektive Ansicht
eines Wildbach-
einzugsgebietes

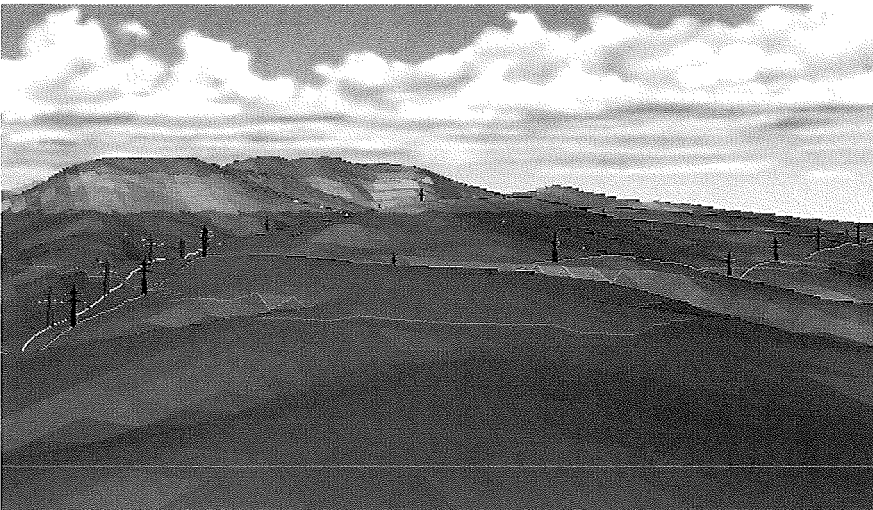


Abb. 6:
Sichtbarkeiten
einer geplanten
Leitungstrasse

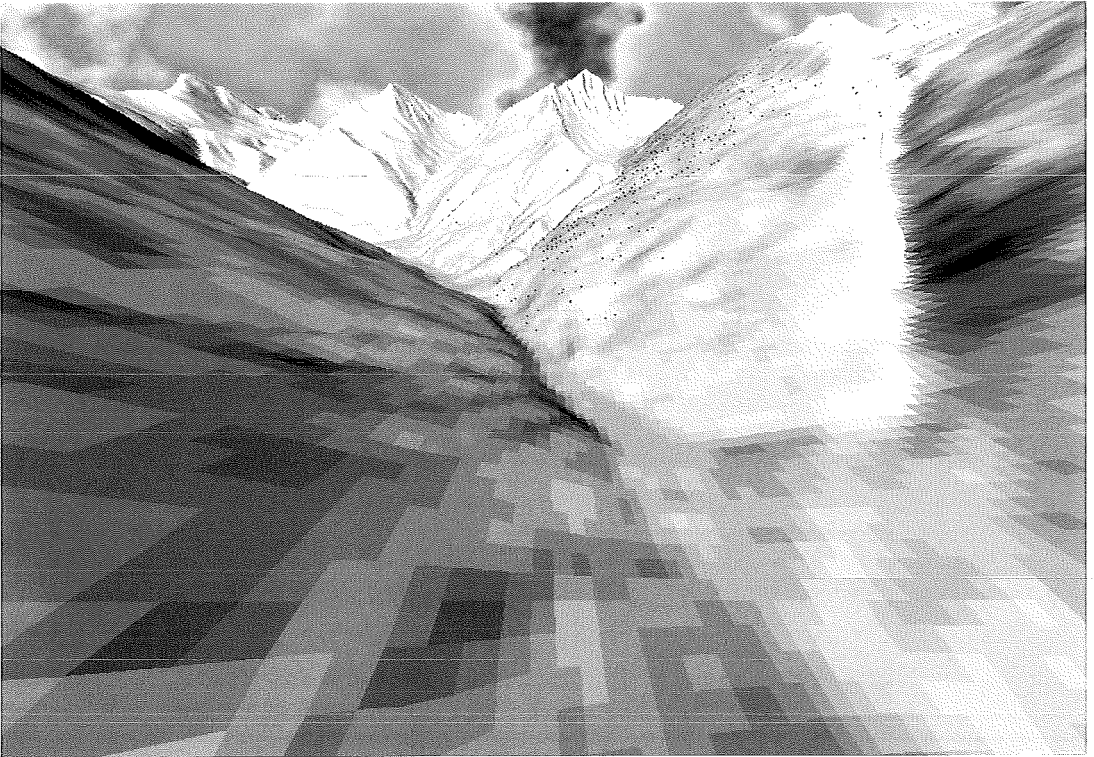


Abb. 7: Dynamischer Effekt

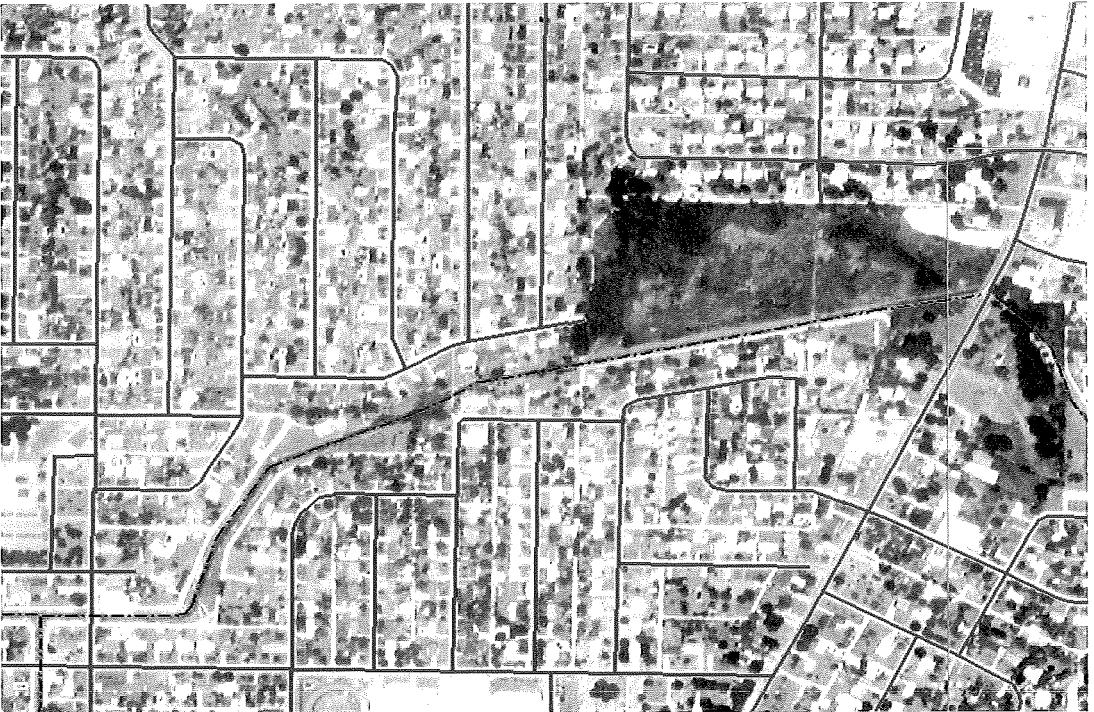


Abb. 8: Digitales Orthophoto und Vektordaten

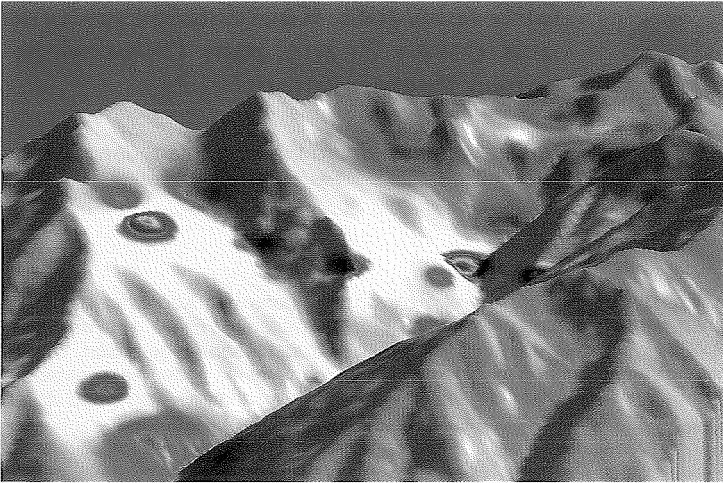


Abb. 9: Drapping von Rasterdaten auf ein Höhenmodell

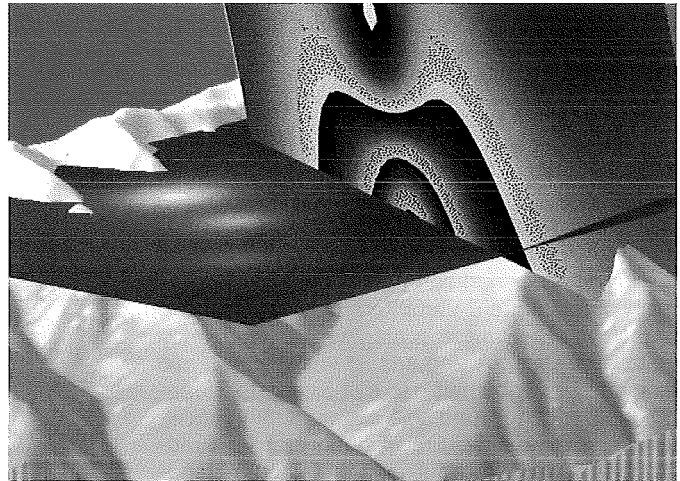


Abb. 10: Schnittbilder aus Voxel-Daten

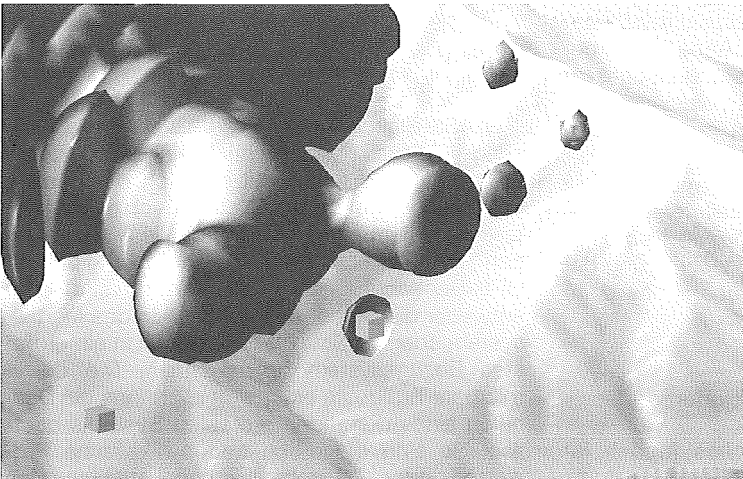


Abb. 11:
Voxel-Daten - Gewittertätigkeit



GPS-relevante Koordinatensysteme und deren Bezug zum Österreichischen Festpunktfeld

Robert Weber, Gerhard Walter, Stefan Klotz, Wien

Zusammenfassung

Der vorliegende Artikel beschreibt zunächst allgemein die im Rahmen von GPS genutzten Koordinatensysteme und stellt die Zusammenhänge zwischen den betrachteten Systemen dar. Im weiteren Verlauf wird der Internationale GPS-Dienst für Geodynamik (IGS) vorgestellt und auf Produkte dieser Institution hingewiesen, welche auch dem österreichischen GPS-Nutzer zur Verfügung stehen. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Analyse der Transformation von Festpunkten des Landessystems in einen geozentrischen Bezugsrahmen. Ausgehend davon werden Überlegungen zu einer Anpassung des österreichischen Bezugssystems an die Erfordernisse einer modernen Landesvermessung angestellt.

Abstract

This paper starts with a discussion of GPS-related coordinate systems and the transformations between these systems. Later on the development and organization of the International GPS Service for Geodynamics (IGS) is briefly addressed and special emphasis is placed on IGS-results and products, which are available to all GPS users. Furthermore we analyse the transformation of Austrian triangulation points into a geocentric reference frame and conclude with some remarks concerning the establishment of a new Austrian reference frame.

1. Einleitung

Die weitgehende Aufnahme der satellitengestützten Punktbestimmung mit Hilfe des GPS in die Gruppe der nun auch im kommerziellen Bereich anerkannten Verfahren der Vermessung und Navigation wurde in jüngster Vergangenheit vollzogen. Diese Akzeptanz ist vor allem auf die einfache Verfügbarkeit des seit Ende 1993 operationell erklärten und voll ausgebauten Satellitensystems, auf die Entwicklung stabiler Empfängerhardware und auf die vereinfachte Handhabung der entsprechenden Auswertesoftware zurückzuführen. Eine Vielzahl vermessungstechnischer Aufgaben lassen sich heute unter Einbeziehung von GPS und unter Anpassung der Meßkonzepte effizienter und kostengünstiger lösen. Gleichzeitig hat diese breite Nutzung einer globalen Meßtechnik vermehrt auch Fragen über Definition und Realisierung von Referenzsystemen hervorgerufen, welche vormals nur für wissenschaftliche Anwender von Interesse waren. In der Folge seien deshalb jene Koordinatensysteme, die eine einfache Beschreibung der GPS-Beobachtungsgrößen erlauben, sowie ihr Bezug zueinander betrachtet.

2. GPS-relevante Koordinatensysteme

Ein vereinfachtes geometrisches Modell für GPS-Phasenbeobachtungen der Form

$$\Phi_R^S(t) = \frac{f}{c} \cdot |\underline{x}_S(t - \tau_R^S) - \underline{x}_R(t)| \quad (2.1)$$

verlangt sowohl die Empfängerposition \underline{x}_R wie auch jene des Satelliten \underline{x}_S in einem einheitlichen System (f = Signalfrequenz, c = Lichtgeschwindigkeit, τ_R^S = Signallaufzeit). Stationskoordinaten sind jedoch im allgemeinen in einem geozentrischen, erdfesten Koordinatensystem gegeben, die Satellitenbewegung dagegen wird am einfachsten in einem Inertialsystem durch die Bewegungsgleichungen (2.2) beschrieben

$$\ddot{\underline{r}} = -\frac{GM}{r^3} \underline{r} + P(\underline{r}, \dot{\underline{r}}, t), \quad (2.2)$$

wobei $P(\underline{r}, \dot{\underline{r}}, t)$ die Summe der Störungsterme beschreibt.

Die Satellitenbahn resultiert als partikuläre Lösung dieses Differentialgleichungssystems 2.Ordnung und entspricht zugleich der Lösung des häufiger benutzten Systems von sechs Differentialgleichungen 1.Ordnung (je 3 Gleichungen für Position und Geschwindigkeit). Um GPS-Beobachtungen auszuwerten, sind nun entweder die Stationskoordinaten in das Inertialsystem oder die Satellitenpositionen in ein erdfestes Bezugssystem umzurechnen. Die deformierbare Erdkruste erschwert allerdings die Definition eines derartigen erdfesten Systems deutlich. So sind die durch geophysikalische Prozesse oder Gezeitenwirkung verursachten

Punktverschiebungen um einen Faktor 5–10 größer als die heute mit GPS erreichbare Meßgenauigkeit. Die Berechnung im inertialen Referenzsystem setzt dagegen die Kenntnis der genauen Orientierung der Erdachse im Raum zur Transformation zwischen den Systemen voraus. Die Beschreibung der Bezugssysteme erfordert zur besseren Übersicht eine hierarchische Einteilung in drei Gruppen: inertielle, global-terrestrische und lokal-terrestrische Systeme. Diese Auflistung ist keineswegs vollständig und dient lediglich der einfachen Einordnung aller im weiteren Verlauf betrachteten Repräsentanten der verschiedenen Gruppen.

Zunächst sei jedoch auf den Unterschied der in weiterer Folge häufig benutzten Begriffe „Bezugssystem“ und „Bezugsrahmen“ hingewiesen. Während das „Bezugssystem“ die theoretische, ideale Definition eines Koordinatensystems im Raum bezeichnet, versteht man unter „Bezugsrahmen“ die Realisierung eines solchen Systems z.B. in Form von definierten Stationskoordinaten. Auf diese Weise ist es durchaus möglich, daß zu ein und demselben Bezugssystem verschiedene Bezugsrahmen nebeneinander existieren. Ein Bezugssystem ist nicht notwendigerweise allein durch die Festlegung seiner Koordinatenachsen definiert, sondern kann zusätzliche Richtlinien (Modelle) und Datensätze zur Reduktion von Meßgrößen oder zur zeitlichen Transformation des Systems umfassen.

2.1 (Quasi-) Inertielle Bezugssysteme und zugehörige Bezugsrahmen

Der klassischen Mechanik folgend werden jene ausgezeichneten Bezugssysteme, in denen die Trägheitsgesetze uneingeschränkt gültig sind, Inertialsysteme genannt. Diese nicht-rotierenden Systeme ruhen bezogen auf den absoluten Raum oder bewegen sich in diesem mit konstanter Geschwindigkeit. Die allgemeine Relativitätstheorie definiert dagegen Inertialsysteme als im lokalen Gravitationsfeld „frei fallende Koordinatensysteme“. Beschränken wir unsere Betrachtungen allerdings auf einen ausreichend kleinen isotropen Bereich im Raum, wie z.B. unser Sonnensystem, lassen sich jedenfalls Inertialsysteme im klassischen Sinn angeben. Geringe Korrekturen aufgrund relativistischer Effekte sind jedoch gerade bei den Satellitenverfahren an die Beobachtungen und das zugrundeliegende Zeitmaß anzubringen. „Quasi-Inertial“ werden speziell jene nicht-rotierenden Systeme genannt, deren Ursprung eine beschleunigte Bewegung ausführt. Dies trifft für geozen-

trische Systeme aufgrund der beschleunigten Bewegung der Erde um die Sonne zu.

Als Inertialsystem wird heute das *Conventional Inertial System (CIS)* verwendet, dessen Ursprung im Massenmittelpunkt der Erde liegt und dessen Z-Achse definitionsgemäß in Richtung der mittleren Drehimpulsachse der Erde (CEP = Celestial Ephemeris Pole) zur Standardepoche J2000.0 weist. Die X-Achse zeigt zum zugehörigen Frühlingspunkt. Die Realisierung erfolgt als konventionelles kinematisches oder als konventionelles dynamisches System.

Das *konventionelle kinematische System* basiert einerseits auf den aus VLBI-Messungen gewonnenen sphärischen Koordinaten extragalaktischer Radioquellen. Diese Realisierung weist innere Positionsgenauigkeiten von ± 0.1 mas ($1 \text{ mas} = 0.001''$) auf. Die Wartung des Systems obliegt dem Internationalen Erdrotationsdienst (IERS) mit Sitz in Paris. Andererseits beruht es auf den Positionen und Eigenbewegungen der Objekte des 5. Fundamentalkataloges (FK5). Die innere Genauigkeit der Positionen liegt hier bei ± 50 mas. Eine deutliche Verbesserung der Situation wird durch den Übergang auf den Objektkatalog der Hipparcos-Mission erwartet (± 2 mas).

Das *konventionelle dynamische System* beruht auf den Bewegungsgleichungen und wird durch die Positionen der Körper im Sonnensystem wie z.B. durch Planeten oder auch künstliche Erdsatelliten (GPS) realisiert. Als offiziell anerkanntes Modell natürlicher Körper fungieren hier die JPL Ephemeriden DE200 aus dem Jahre 1992 (Position ± 10 mas), wenngleich inzwischen schon eine Reihe weiterentwickelter Modelle am Jet Propulsion Laboratory verfügbar sind. Die Beschreibung der Bewegungsgleichungen von GPS-Satelliten benötigt ein geozentrisches dynamisches Bezugssystem mit ausreichender Kurzzeitstabilität (zumindest 7 Tage wünschenswert). Auf dessen aktuelle Genauigkeit wird später noch eingegangen.

2.2 Globale terrestrische Bezugssysteme und zugehörige Bezugsrahmen

Globale terrestrische Bezugssysteme sind geozentrische mit dem Erdkörper mitrotierende Koordinatensysteme mit dem Ursprung im Massenschwerpunkt der Erde (einschließlich Ozeane und Atmosphäre). Als *Conventional Terrestrial System (CTS)* wird jenes System bezeichnet, dessen Z-Achse in Richtung des CTP (= Conventional Terrestrial Pole, siehe Abb.1) weist und dessen XZ-Ebene durch eine Längenkön-

vention (beinhaltet den mittleren Meridian von Greenwich) festgelegt ist. Der CTP repräsentiert genähert die mittlere Position des CEP der Jahre 1900-1905, dessen Bewegung relativ zur Erdkruste sich über 6 Jahre nahezu ausmittelt.

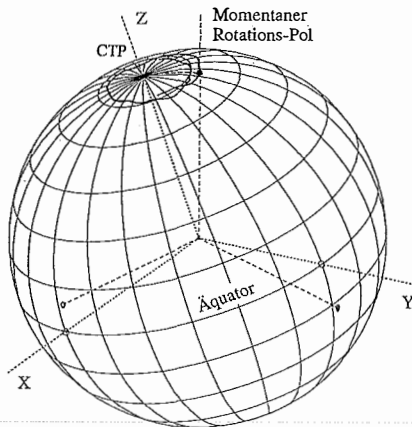


Abb. 1: Rotationsachse der Erde zur Festlegung der Z-Achse

Globale terrestrische Bezugsrahmen sind Realisierungen solcher Systeme in Form von Koordinatensätzen von Punkten, welche unter Zuhilfenahme von VLBI und satellitengestützten Meßtechniken gewonnen wurden. Unter dem Gesichtspunkt der nicht starren Erde wird zwar die Bewegung dieser Stationen mittels eines zugehörigen Geschwindigkeitsmodells berücksichtigt, eine gemeinsame globale Rotation der Punkte relativ zur Erdkruste allerdings nicht zugelassen (no net rotation condition). Die Position eines auf der festen Erdoberfläche gegebenen Punktes zum Zeitpunkt t läßt sich durch die einfache Beziehung (McCarthy, 1992)

$$\underline{r} = \underline{r}_0 + \underline{v}_0 (t - t_0) + \sum_i \Delta \underline{r}_i (t) \quad (2.3)$$

beschreiben, wobei \underline{r}_0 und \underline{v}_0 Ort und Geschwindigkeit zur Epoche t_0 und $\Delta \underline{r}_i$ periodische Effekte wie z.B. die Gezeitenwirkung bedeuten.

Der Geschwindigkeitsvektor \underline{v}_0 kann bei Vorlage eines Plattenbewegungsmodells noch in

$$\underline{v}_0 = \underline{v}_{\text{Platte}} + \underline{v}_R \quad (2.4)$$

aufgespalten werden, wobei \underline{v}_R die nicht durch das Modell erfaßte Restgeschwindigkeit bezeichnet. GPS-Auswertungen sind heute in der Lage, global Aussagen sowohl über den vorerst unbekanntes Ortsvektor (Lage ca. $\pm 5\text{mm}$, Höhe ca. $\pm 1\text{cm}$) als auch bei Vorlage eines ausreichend langen Beobachtungszeitraumes über dessen zeitliche Änderung \underline{v}_0 bzw. \underline{v}_R zu treffen (vgl. Abb.2).

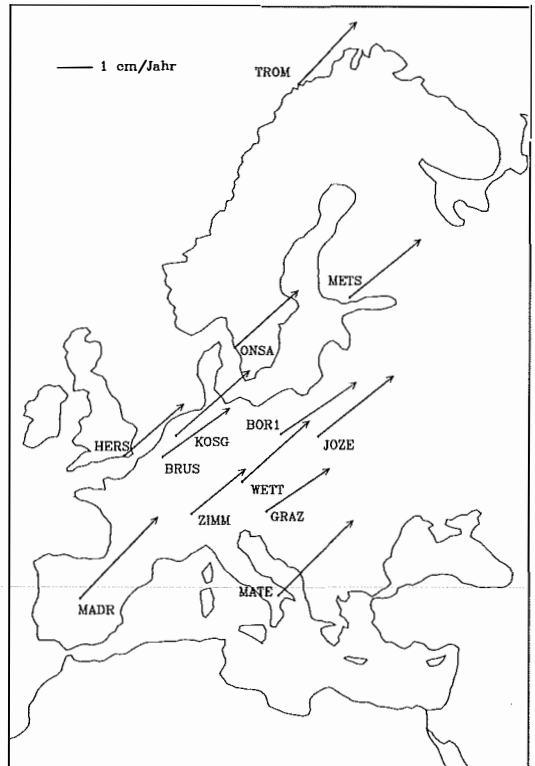


Abb. 2: ITRF93-Geschwindigkeitsvektoren europäischer Stationen als 24-Monatslösung des CODE-GPS-Rechenzentrums

Im folgenden seien zwei bekannte Beispiele für ein CTS angeführt:

Das *World Geodetic System 1984 (WGS 84)* ist das vom amerikanischen Verteidigungsministerium veröffentlichte System zur Beschreibung der Bahndaten der GPS-Satelliten. Dabei wurden die Parameter des Geodetic Reference Systems 1980 (vgl. Moritz, 1992) zur Festlegung des Ellipsoides übernommen. (Tab.1)

$$\begin{aligned} a &= 6\,378\,137 \text{ m} \\ C_{2,0} &= -484.16685 \cdot 10^{-6} \\ GM &= 3\,986\,005 \cdot 10^8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-2} \\ \omega &= 7\,292\,115 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

- a..... Große Halbachse
- $C_{2,0}$. Zonaler Kugelfunktionskoeffizient 2.Grades
- GM . Geozentrische Gravitationskonstante
- ω Winkelgeschwindigkeit der Erdrotation

Tab. 1: Parameter des Geodetic Reference Systems 1980 (GRS 80)

Eine Kugelfunktionsentwicklung des Störpotentials bis Grad und Ordnung 36 ist ebenfalls Teil des Referenzsystems (Boyle, 1987). Die im GPS-Signal mitgesendeten Satellitenpositionen

(Broadcast-Ephemeris) sind im WGS 84 berechnet und können direkt im Empfänger oder in einfacher Auswertungssoftware verarbeitet werden. Alle Echtzeitanwendungen (Navigation) sind damit vorrangig an dieses System gebunden. Ein wie oben beschriebenes CTS wird durch das WGS 84 allerdings mit nur geringer Genauigkeit realisiert, da es sich auf wenige (fünf) Monitor-Stationen stützt, deren Koordinaten zudem ursprünglich einer verbesserten Doppler-Lösung entstammen. Ein global gültiges CTS sollte heute aber die durch Satellitentechniken bestmöglich erzielbare Genauigkeit widerspiegeln. Eine jüngst erfolgte Koordinatenkorrektur des WGS84-Referenznetzes konnte gewährleisten, daß WGS84-Koordinaten zumindest im Meterbereich mit dem bestmöglichen CTS-Bezugsrahmen übereinstimmen. Während diese Systeminkonsistenz für kleinräumige GPS-Vermessungsaufgaben als typische Differenzverfahren ohne Bedeutung ist, nimmt die Notwendigkeit eines hochgenauen CTS für großräumige oder gar globale Netze rasch zu.

Das *IERS Terrestrial Reference System (ITRS)* (Boucher, Altamimi, 1989) ist das heute gültige System für die geometrische Beschreibung der von VLBI, GPS, DORIS, SLR und LLR bestimmten Stationskoordinaten. Der darin definierte Bezugsrahmen ITRF (= IERS Terrestrial Reference Frame) findet weltweit Anwendung und wird aufgrund regelmäßiger Messungen aller Raumtechniken unterhalten und laufend verbessert. Als Referenzellipsoid wird das GRS 80-Ellipsoid verwendet. Die aktuellste Lösung ITRF93 (die beiden Ziffern bezeichnen jene Jahreszahl, deren Beobachtungen noch vollinhaltlich in der Lösung berücksichtigt wurden) bezieht sich auf einen Satz von derzeit ca. 150 global verteilten Stationskoordinaten mit einer Konsistenz im 1–2cm-Bereich und auf ein zugehöriges Geschwindigkeitsmodell (Boucher et al., 1994). Der Aufbau und die Verdichtung des ITRF stützt sich seit der Aufnahme des Probebetriebs des Internationalen Dienstes für Geodynamik im Jahre 1992 (siehe Abschnitt 3) massiv auf GPS.

Transformation zwischen CIS und CTS

Der Übergang vom inertialen System CIS in ein globales erdfestes Referenzsystem CTS gelingt mittels folgender Drehmatrizen

$$\underline{r}_{CTS}(t) = XYUNP \underline{r}_{CIS}(t) \quad (2.5)$$

wobei \underline{r}_{CIS} und \underline{r}_{CTS} Ortsvektoren im jeweiligen System darstellen, und das Zeitargument t mit ausreichender Genauigkeit durch

$$t = (TAI - 2000 \text{ Jan } 1.5 \text{ TAI}) / 36525 \text{ Tage} \\ (TAI \dots \text{ Internationale Atomzeit}) \\ \text{berechnet wird.}$$

Die Präzessionsmatrix P berücksichtigt die Präzession zwischen der Referenzeпоche J2000.0 und dem aktuellen Datum und beschreibt den Übergang vom CIS zum mittleren System zur aktuellen Epoche. Die Nutationsmatrix N beschreibt die Nutation zum aktuellen Datum und bewirkt den Übergang vom mittleren zum wahren Himmelsystem. Die Matrix U legt die Rotation um den Stundenwinkel des wahren Frühlingspunktes fest und beinhaltet damit den Übergang zum rotierenden System. Die Polbewegungsmatrizen X und Y berücksichtigen schließlich die Lage des CEP im erdfesten System und vermitteln den Übergang zum CTP. Die Transformationsmatrizen setzen sich aus den Einzeldrehmatrizen

$$P = R_z(-z) \cdot R_Y(\vartheta) \cdot R_z(-\zeta) \\ N = R_X(-(\varepsilon + \Delta\varepsilon)) \cdot R_z(-\Delta\psi) \cdot R_X(\varepsilon) \\ U = R_z(\Theta_{Gr}) \\ X \cdot Y = R_Y(-x_P) \cdot R_X(-y_P) \quad (2.6)$$

zusammen, wobei z , ϑ , ζ die Präzessionswinkel, $\Delta\psi$, $\Delta\varepsilon$ Nutation in Länge und Schiefe, ε die mittlere Ekliptikschiefe, Θ_{Gr} die wahre Sternzeit Greenwich und x_P bzw. y_P die Polkoordinaten bedeuten. Aufgrund der Definition als gleichförmig rotierendes System ist für die Transformation in das WGS84 allerdings die mittlere Sternzeit Greenwich zu benutzen. Die Drehmatrizen R_X , R_Y , R_Z bezeichnen dabei eine Drehung um die jeweilige Koordinatenachse. Es ist an dieser Stelle zu bemerken, daß die Orientierung des terrestrischen Systems im Inertialsystem grundsätzlich nur drei Drehparameter benötigt. Die Aufteilung in fünf nun nicht mehr unabhängige Drehungen hat formale Gründe, deren Erläuterung allerdings hier zu weit führen würde.

Abbildung 2 zeigt deutlich, daß europäische Stationen im ITRS eine gleichartige Bewegung von etwa 3 cm pro Jahr erfahren. Dies entspricht der tektonischen Bewegung der eurasischen Platte im globalen Bezugssystem. Diese stete Koordinatenänderung ist aber für den praktischen Vermessungsgebrauch hinderlich. So wurde auf der EUREF-Sitzung 1990 in Florenz beschlossen auf dem stabilen Teil der eurasischen Platte den Datensatz der europäischen ITRF-Stationen zur Epoche 1989.0 festzuhalten und in Anlehnung an das globale System mit ETRF89 (European Terrestrial Reference Frame) zu bezeichnen. Koordinaten im zugehörigen ETRS-System sind also genau zur Epoche 1989.0 mit jenen im ITRS identisch. Die zeitliche Entwicklung wird mit einem globalen kinemati-

schen Modell beschrieben, welches die eurasi- sche Platte einer räumlichen Drehbewegung von ca. 1 mas/Jahr um eine durch den Massen- schwerpunkt der Erde gelegte Achse unterzieht. Diese Drehung entspricht etwa den oben ge- nannten 3cm/Jahr. Komplizierte tektonische Ver- hältnisse wie im Mittelmeerraum oder im Alpen- gebiet sind damit allerdings noch nicht zu erfassen und fordern eine permanente Verbesserung der kinematischen Modelle. Die Umrechnung von Koordinatensätzen vom ITRF-Bezugsrah- men in das ETRS89-System gelingt mit Hilfe einer 7-Parameter-Ähnlichkeitstransformation und ist in (Boucher, Altamimi, 1995) ausführlich behandelt.

Die stetige Verbesserung von Referenzsystemen und Bezugsrahmen unter Zuhilfenahme von VLBI-, Laser- oder GPS-Messungen ist ein iterativer Prozeß. Jede nach einem genau definierten physikalischen Modell reduzierte Beobachtung ist einem Referenzsystem zuzuordnen und kann zur Verbesserung dessen Bezugsrah- mens (also der Stationskoordinaten) und des be- nutzten physikalischen Modells selbst beitragen. Jede Veränderung von Stations- oder Satelliten- koordinaten beeinflußt den Bezugsrahmen und umgekehrt, jede Änderung des offiziell anerkannten physikalischen Modells beeinflußt wieder das Referenzsystem.

2.3 Lokale terrestrische Bezugssysteme und zu- gehörige Bezugsrahmen

Mit Hilfe der klassischen geodätischen Metho- den war an die Schaffung globaler Referenzsys- teme nicht zu denken. So bedienten sich die verschiedenen Staaten beim Aufbau ihres Lan- destriangulierungsnetzes eines lokalen Bezugs- systems. Dies geschah im allgemeinen durch die willkürliche Wahl eines Fundamentalpunktes möglichst im Zentrum des Netzes, in dem die astronomische Breite und Länge sowie das astronomische Azimut zu einem terrestrischen Zielpunkt fehlerfrei in das geodätische System übernommen wurden. Nach der Festlegung der Dimensionen eines Referenzellipsoides definierte man den Netzmaßstab durch die Reduktion einer nahe am Fundamentalpunkt gelegenen Basis (mittels der bekannten orthometrischen Höhe) auf das Ellipsoid. Damit ist die Lagerung des Referenzellipsoides gegenüber dem Geoid erfolgt, und auch das mit dem Ellipsoid verbundene Ko- ordinatensystem ist eindeutig mit dem Erdkörper verbunden. Im allgemeinen fällt nun aber der El- lipsoidmittelpunkt nicht mit dem Erdschwerpunkt zusammen, zu dem man ohne Satellitentechni- ken keinen Zugriff hatte. Der Aufbau des Lan-

desnetzes erfolgte sodann ausgehend vom Zen- tralpunkt durch die klassische Netzausbreitung und Netzverdichtung auf dem Bezugsellipsoid.

Lokale terrestrische Bezugssysteme sind also erdfeste Koordinatensysteme deren Ursprung gegenüber dem Erdschwerpunkt verschoben ist und deren Achsen kleine Verdrehungen gegen- über den CTS-Achsen aufweisen. Als Beispiel sei hier die österreichische Realisierung ange- führt. Das österreichische Netz wurde im Funda- mentalpunkt Hermannskogel gelagert und mit- tels der Übernahme des Ausgangsazimuts Her- mannskogel-Hundsheimer Berg orientiert. Als Bezugsellipsoid diente das Besselellipsoid ($a = 6\,377\,397.155\text{m}$, $e^2 = 6.674\,3722 \cdot 10^{-3}$). Die- ser Bezugsrahmen wird auch als „*geodätisches Datum MGI*“ (= Militär-Geographisches Institut) bezeichnet. Weiterführende Informationen über Aufbau und Entwicklung des österreichischen Grundlagnetzes können den Arbeiten von (Zeg- ger, 1993) entnommen werden. Die Übernahme des Ausgangsazimutes hat sich als nicht fehler- frei erwiesen. Daraus resultieren heute Verdre- hungen der Achsen des österreichischen Be- zugsellipsoides gegenüber dem ITRS im Bereich von einigen Altsekunden.

Die Transformation lokaler Landessystemkoor- dinaten in ein geozentrisches System erfolgt vor- erst durch Umrechnung der Landeskoordinaten in das kartesische System

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{MGI} = \begin{pmatrix} (N+h) \cos\varphi \cos\lambda \\ (N+h) \cos\varphi \sin\lambda \\ (N(1-e^2) + h) \sin\varphi \end{pmatrix} \quad (2.7)$$

$$\text{mit } N = \frac{a}{\sqrt{1-e^2 \sin^2 \varphi}}$$

und mittels einer nachfolgenden räumlichen Ähnlichkeitstransformation der Gestalt (kleine Drehungen vorausgesetzt):

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{CTS} = \begin{pmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{pmatrix} + (1+s) \begin{pmatrix} 1 & \omega_z & -\omega_y \\ -\omega_z & 1 & \omega_x \\ \omega_y & -\omega_x & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{MGI} \quad (2.8)$$

Numerische Größen für die Umwandlung von österreichischer Landessystemkoordinaten in das ITRF93 werden im Kapitel 4 angegeben.

3. Der Internationale GPS-Dienst für Geo- dynamik (IGS)

Im August 1991 wurde anlässlich der 20. Gener- alversammlung der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG) in Wien der Be- schluß gefaßt, das Konzept eines Internationalen

**GPS TRACKING NETWORK OF THE INTERNATIONAL GPS SERVICE FOR GEODYNAMICS
OPERATIONAL AND PLANNED STATIONS**

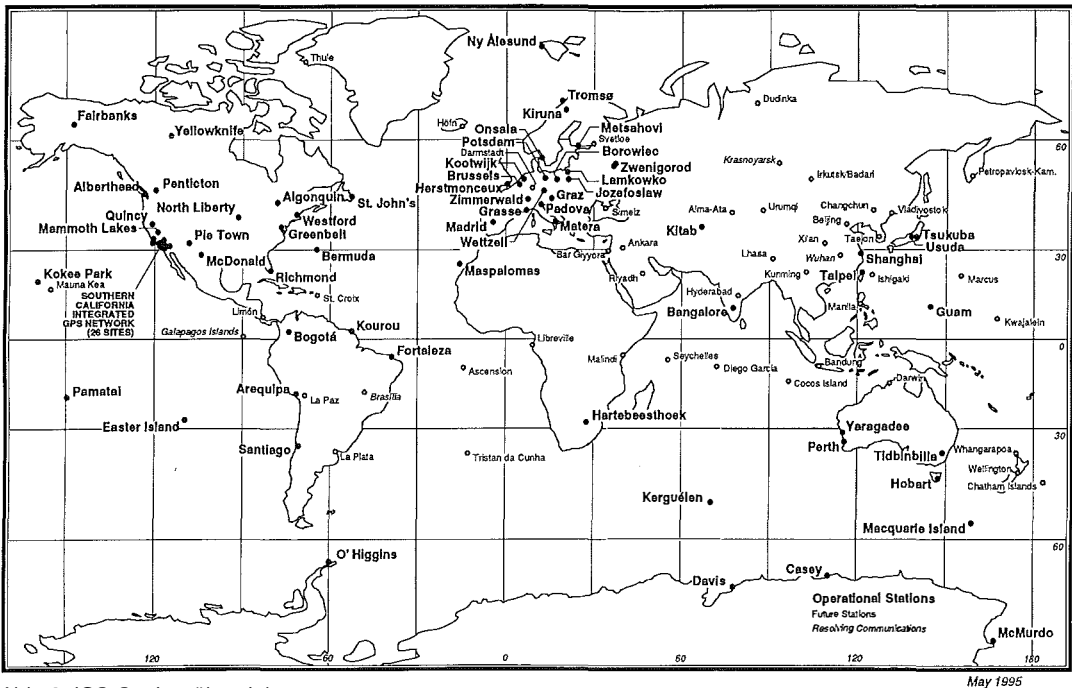


Abb. 3: IGS-Stationsübersicht

Dienste zu erproben, dessen vorrangiges Ziel die Unterstützung von geodätischen und geophysikalischen Forschungsarbeiten durch permanente Bereitstellung der aus GPS abgeleiteten Resultate ist. Die Testphase im Jahr 1992 verlief derart erfolgreich, daß sie ohne Unterbrechung von einem IGS-Pilot-Service abgelöst wurde und schließlich am 1.1.1994 der offizielle IGS-Dienst seinen Betrieb aufnahm. IGS verfügt heute über ein Netz von über 80 weltweit verteilten permanenten GPS-Stationen, die von verschiedenen staatlichen und universitären Organisationen betrieben werden (siehe Abb. 3). Von einer IGS-Permanent-Station wird nicht nur die örtlich fixe Aufstellung (vorzugsweise in der Nähe einer VLBI-, SLR- oder LLR-Station), sondern auch die Aufnahme von Code und Phase auf beiden Frequenzen, ein 24-Stunden-Betrieb und der Anschluß an internationale Datennetze zur Weiterleitung der Daten innerhalb weniger Stunden nach ihrer Aufnahme gefordert.

Über drei globale Datenzentren gelangen die GPS-Meßwerte an sieben Auswertezentren von denen eines in Kanada, drei in den USA und drei in Europa ihren Sitz haben. Diese Analysezentren produzieren tägliche hochpräzise Ephemeriden der GPS-Satelliten mit Genauigkeiten von ± 0.15 m pro Bahnpunkt (Precise Epheme-

ris), bestimmen ebenfalls täglich die Koordinaten des CEP im terrestrischen System mit einer Genauigkeit von ± 0.2 mas sowie das Rotationsverhalten der Erde (Length of Day) auf ± 0.04 msec und berechnen zusätzlich die Koordinaten und Geschwindigkeiten der Beobachtungsstationen im aktuellen ITRS. Die Lagegenauigkeit für ITRF93-Stationen liegt derzeit bei etwa ± 1 cm. Die Ergebnisse aller sieben IGS-Rechenzentren werden wöchentlich vom Center-Koordinator und vom IERS-Subbüro einer Kontrolle unterzogen.

Bereits die Dokumentation allein der wesentlichsten Ergebnisse von IGS würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Deshalb sei stellvertretend und als Beweis für die Güte der von IGS zur Verfügung gestellten Bahndaten das Ergebnis einer am europäischen Zentrum für Bahnbestimmung in Bern (CODE) durchgeführten Langzeitstudie in Abb.4 dargestellt. Gezeigt wird das zeitliche Verhalten der 1170 km langen Basislinie zwischen der schwedischen IGS-Station in Onsala und der österreichischen Station Graz-Lustbühel über einen Zeitraum von 70 Tagen. Zu Vergleichszwecken wurde diese Linie einerseits mit den von den Satelliten abgestrahlten Broadcast-Ephemeriden und andererseits mit den IGS-Precise-Ephemeris ausgewertet. Die Ergebnisse zei-

gen klar, daß die IGS-Bahndaten die Bestimmung dieser Strecke mit einer Genauigkeit von ± 3 ppb erlauben und die Koordinatenkomponenten der freien Station Graz im ± 5 mm Bereich in Lage und im ± 1 cm Bereich in der Höhe variieren. Die Variationen der Broadcast-Lösung sind deutlich um einen Faktor 10 größer.

Die Güte der Bahndaten wirkt sich proportional zur Länge der auszuwertenden Basislinie aus. Für großräumige GPS-Netze ist die Verwendung der präzisen Bahndaten daher unerlässlich und bildet eigentlich erst die notwendige Voraussetzung für die Schaffung hochgenauer Bezugsrahmen.

Satellitengestützte Meßtechniken erlauben heute die Durchführung geodätischer und geodynamischer Studien mit einer noch nie dagewesenen Präzision. GPS spielt aufgrund seiner weiten Verbreitung eine zentrale Rolle im Reigen

dieser Techniken und besitzt in IGS ein engagiertes internationales Forum, das sich um verbesserte Auswertemodelle, qualitativ hochstehende Produkte und einen einfachen Zugriff zu diesen bemüht. IGS betreibt ein im Zentralbüro am Jet Propulsion Laboratory installiertes Informationssystem, das über Internet und WorldWideWeb (URL: <http://igs.cb.jpl.nasa.gov>) den Abruf von Informationen über das Stationsnetz und den aktuellen Datenbestand sowie nicht zuletzt den Zugriff auf die Produkte wie z.B. die präzisen Bahndaten erlaubt (Liu et al., 1994).

4. Der Bezug des Österreichischen Festpunktfeldes zum ITRF

Zur Verdichtung des ITRF wurden in den vergangenen Jahren mehrere europäische und nationale Verdichtungskampagnen durchgeführt. In Österreich wird seitens des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (BEV) ein GPS-Grundnetz aufgebaut (AGREF), dessen Auswertung kurz vor dem Abschluß steht. Dieses Netz dient auch geodynamischen Zwecken und wird dem Anwender Punkte zur Verfügung stellen, die neben den Gebrauchskordinaten auch solche im internationalen Bezugsrahmen besitzen. Für die Anbindung eines Netzes an das ITRF sind jedenfalls die Produkte des IGS, speziell die Stationsdaten der nächstgelegenen IGS-Permanentstationen und die präzisen Bahndaten erforderlich. Als Beispiel für die erreichbaren Genauigkeiten sei die Einrechnung eines Pfeilers am Dach der Technischen Universität Wien gezeigt. Verwendet wurden die IGS-Stationen Graz, Wettzell(D) und Zimmerwald(CH) und die Ephemeriden des CODE. In Abbildung 5 sind die Abweichungen in Breite, Länge und Höhe der drei Einzelösungen von einer Netzwerklösung aufgetragen, die wegen der einheitlichen Modellierung der Troposphäre in der Wiener Station die optimale Lösung darstellt. Lagegenauigkeiten besser als 1 cm können auch für Basislinienlängen von meh-

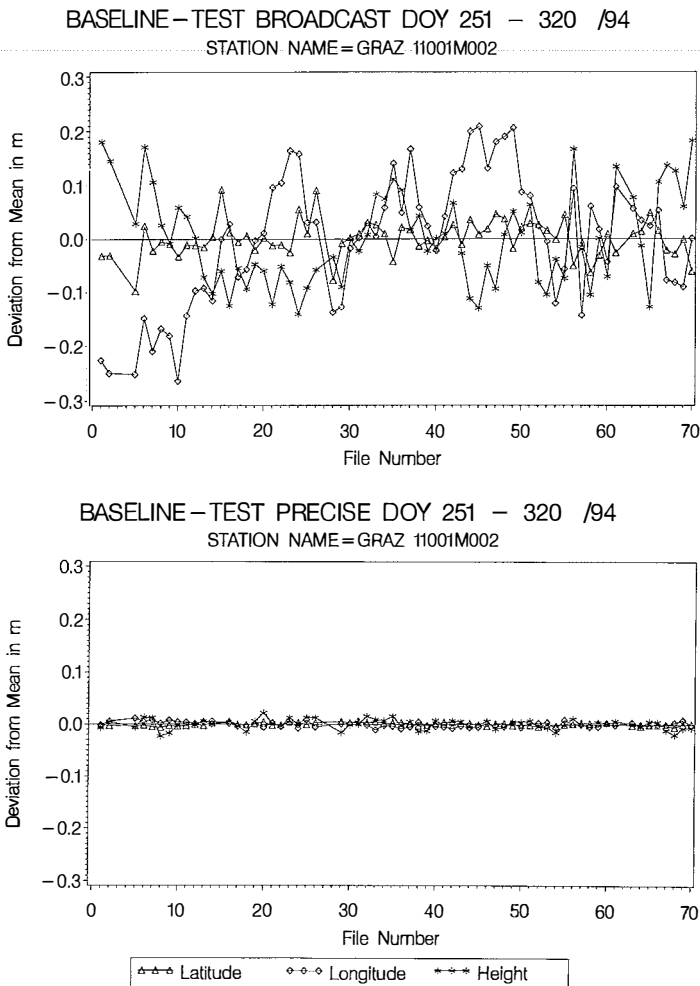


Abb.4: Vergleich Broadcast-Precise anhand der Basislinie ONSA-GRAZ

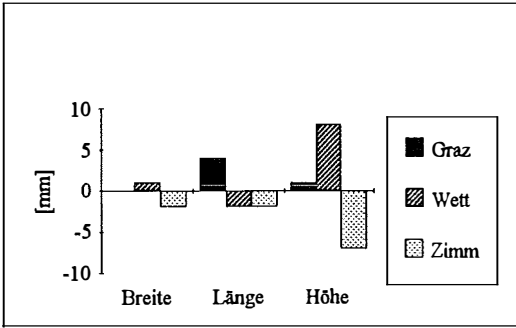


Abb. 5: Einrechnung in das ITRF93: Abweichungen der Einzel- von einer Gesamtlösung

renen hundert Kilometern erzielt werden, wenn Beobachtungen von mindestens 12 Stunden vorliegen. Das Beispiel belegt die Qualität der verwendeten Orbits und zeigt die Genauigkeit in der heutigen Realisierung des internationalen Bezugsrahmens.

Bereits aus wenigen absolut in das ITRF eingerechneten Punkten können die Verdrehungen und Verschiebungen des alten österreichischen Datums MGI bestimmt werden. Aus den 14 in Abbildung 6 dargestellten Punkten, die aus verschiedenen Kampagnen stammen, wurden die dort angeführten Parameter der räumlichen Ähnlichkeitstransformation (im Sinne MGI → ITRF) ermittelt.

Diese Parameter können für manche Anwendungen – etwa in der Navigation – bereits ausreichend sein. Für eine genauere Analyse des österreichischen Festpunktfeldes sind freilich nähere Untersuchungen notwendig. Abb. 7 zeigt die Ergebnisse einer an der Abteilung für Theoretische Geodäsie der TU Wien durchgeführten Kampagne (Klotz, 1995). Das im Juli 1994 beobachtete Netz besteht aus 74 Punkten, die zum Teil Punkte des Netzes 1. Ordnung oder des

AGREF sind. Dargestellt sind die Residuen nach einer Transformation unter Verwendung der Punkte 1. Ordnung als Identpunkte.

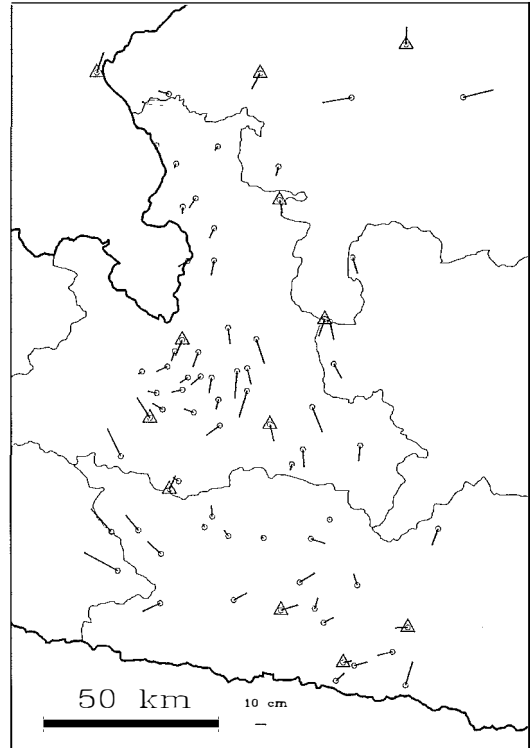
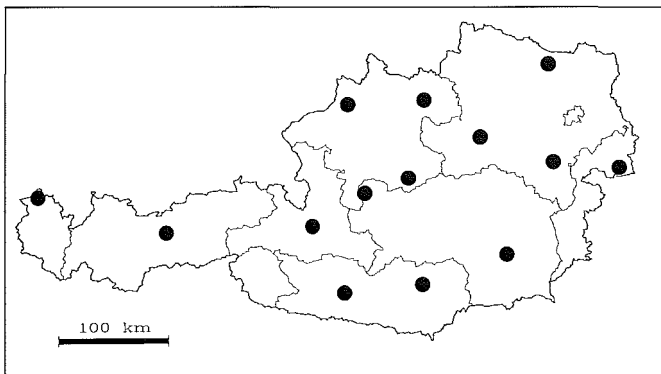


Abb. 7: Lagerresiduen nach der Transformation ITRF93 MGI

Abbildung 8 zeigt eine Detailstudie in der Dreiecksmasche der Triangulierungspunkte 1. Ordnung HKOE = Hochkönig, RRFK = Reißbrachkopf und MMDL = Mosermandl. Die Residuen bei der Transformation der ITRF93-Koordinaten in das Gebrauchssystem betragen bis zu 20 cm.



$$\begin{aligned} \Delta X &= 575 \pm 7 \text{ m} \\ \Delta Y &= 93 \pm 5 \text{ m} \\ \Delta Z &= 466 \pm 7 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \omega_X &= -5.1 \pm 0.1'' \\ \omega_Y &= -1.6 \pm 0.3'' \\ \omega_Z &= -5.2 \pm 0.1'' \end{aligned}$$

$$s = 2.5 \pm 0.6 \text{ ppm}$$

Abb. 6: Identpunkte für die räumliche Ähnlichkeitstransformation und ermittelte Parameter

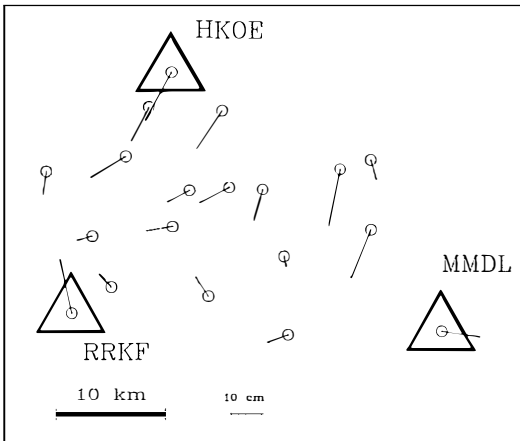


Abb. 8: Dreiecksmasche HKOE - RRFK - MMDL

Das zentrale Problem bei einer Homogenisierung der Gebrauchskoordinaten ist die Frage nach einem geeigneten Algorithmus für die Interpolation der Residuen in kleinräumigen Bereichen. Die möglichen Methoden reichen von Interpolations- über Kollokations- bis hin zu Algorithmen, die sich der Methode der Finiten Elemente bedienen. Als Beispiel sind die Klaffungen von Abb. 8 mit der multiquadratischen Methode nach (Hardy, 1972) interpoliert worden (Walter, Klotz, 1995).

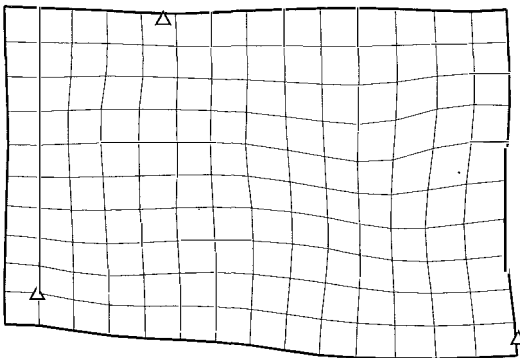


Abb. 9: Interpolation der Klaffungen

5. Ein neues Bezugssystem für Österreich ?

Mit dem Eindringen der Verfahren der Satellitengeodäsie in die Vermessungspraxis verändern sich auch die Anforderungen an das Festpunktfeld. An ein modernes nationales Bezugssystem können heute die folgenden Anforderungen gestellt werden:

- Anschluß an globale geodätische Bezugssysteme

- Grundlage für die Beobachtung geodynamischer Vorgänge
- Anschlußmöglichkeit für Folgemessungen der Ingenieur- und amtlichen Vermessung
- Gewährleistung eines homogenen Festpunktfeldes mit hoher Genauigkeit
- Möglichkeit der eindeutigen und umkehrbaren Überführung von Koordinaten des bestehenden Landesvermessungssystems in das neue Bezugssystem

Mit der hochgenauen Realisierung durch das ITRF sind heute alle Voraussetzungen für den Anschluß an globale geodätische Bezugssysteme geschaffen. Dieser globale Bezug ist sowohl für grenzüberschreitende Ingenieurprojekte als auch für Informationssysteme, deren Daten über Ländergrenzen hinweg ausgetauscht werden, von großer Bedeutung. Aber nicht nur für die Aufgaben der Vermessung, sondern auch für andere Bereiche sind internationale Bezugsrahmen erforderlich. Das zeigt ein Projekt der Abteilung Theoretische Geodäsie (TU Wien), bei dem in Zusammenarbeit mit der österreichischen Zivilluftfahrtbehörde AustroControl die Navigationsanlagen von Österreich in den internationalen Bezugsrahmen eingerechnet wurden.

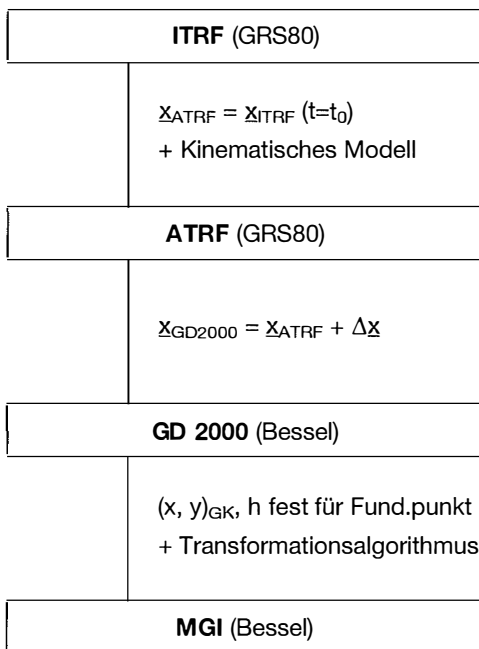
Das nationale Bezugssystem bildet neben dem Präzisionsnivellement auch die Grundlage für die Beschreibung rezenter Krustenbewegungen. Durch Wiederholungsmessungen kann die zeitliche Abhängigkeit der Koordinaten bestimmt und die Erstellung eines Bewegungsmodelles für den Ostalpenraum ermöglicht werden.

Zusätzlich muß die Anschlußmöglichkeit für Folgemessungen der Ingenieur- und der amtlichen Vermessung gewährleistet sein. Das daher erforderliche homogene Festpunktfeld bringt durch die Vereinfachung bei der Einschaltung von Neupunkten auch wirtschaftliche Vorteile. Dazu ist aber ein eindeutiger Bezug zum System der bestehenden Landesvermessung herzustellen, der die auftretenden Verzerrungen berücksichtigt. Dies betrifft ebenfalls die Höhenkomponente, unterstützt doch der Aufbau eines GPS-gestützten Referenzsystems auch die Neuberechnung des Geoides.

Vor der Erstellung eines neuen österreichischen Bezugssystems ist jedoch eine weitere Verdichtung und eine Anbindung weiterer Punkte des bestehenden Triangulierungsnetzes an das GPS-Grundnetz (AGREF) notwendig. Dann kann eine gemeinsame Ausgleichung der terrestrischen und der GPS-Daten erfolgen. In einer Analyse der Verzerrungen können damit grobe Fehler erkannt werden. Außerdem ist beim Aufbau eines neuen Bezugsrahmens darauf zu achten,

daß die Vorteile, die die derzeitige Lagerung bietet, nicht verlorengehen. So sind dank der im Fundamentalpunkt getroffenen Annahmen Lotabweichungen und Geoidundulationen im österreichischen Staatsgebiet klein. Die Reduktion der geodätischen Meßgrößen auf das Ellipsoid und die Verzerrungen der Projektion können einfach berechnet werden und liegen innerhalb vertretbarer Größenordnungen.

Im Anschluß wird in Tab.2 ein mehrstufiges Konzept für die Verwirklichung eines neuen österreichischen Bezugssystems skizziert, welches in groben Zügen einem derzeit in der Schweiz diskutierten Vorschlag zum Aufbau einer GPS-gestützten Landesvermessung (Schneider et al., 1994) folgt. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß die vorgestellte Vorgangsweise nur eine von mehreren denkbaren Varianten darstellt. Daneben sind durchaus andere Konzepte möglich, die nicht zwingend den Übergang auf ein neues Bezugssystem erfordern. Rechtliche Aspekte bei der Umsetzung wurden vorerst jedenfalls ausgeklammert.



Tab.2: Konzept für ein neues Bezugssystem für Österreich

Das ITRF selbst ist wegen seiner zeitlich veränderlichen Koordinaten nicht als Bezugsrahmen für die Vermessungspraxis geeignet. Deswegen könnte ähnlich dem ETRF zunächst ein „Austrian Terrestrial Reference Frame“ (ATRF)

festgelegt werden, das definitionsgemäß zu einer bestimmten Epoche $t = t_0$ mit dem ITRF der entsprechenden Epoche übereinstimmt. Für diesen Zeitpunkt werden die dreidimensionalen Koordinaten eines zu wählenden Fundamentalpunktes festgehalten. Als solcher Referenzpunkt bietet sich die Station Graz-Lustbühel an, die in alle internationalen Netze eingebunden ist, und die neben GPS auch andere Raumtechniken (SLR) nützt. Das ATRF dient zunächst wissenschaftlichen Zwecken. In diesem System wäre ein kinematisches Modell zu entwickeln, das alle Punkte des betrachteten Grundnetzes enthält, und das für eine gemeinsame Ausgleichung von geodätischen Beobachtungen verschiedener Epochen verwendet werden kann.

Das neue österreichische Datum, in Tabelle 2 „Geodätisches Datum 2000“ (GD2000) genannt, soll andererseits die Vorteile des bestehenden Systems behalten. Daher wären weiterhin das Bessel-Ellipsoid und die Österreichische Meridianstreifenabbildung beizubehalten, wenngleich gezeigt werden kann, daß vorteilhaftere Abbildungen für Österreich möglich sind (Bretterbauer, 1995). Weiterhin werden die Gebrauchskordinaten des Fundamentalpunktes oder die Verzerrungsgrößen beim Übergang zum neuen System in diesem Punkt festgehalten. Fordert man nun, daß die Achsen des Systems GD2000 parallel zu jenen des ATRF sind, und läßt man keine Maßstabsänderung zwischen diesen beiden Systemen zu, ist die Lagerung des neuen Systems GD2000 zum globalen Bezugsrahmen erfolgt. Der Übergang erfolgt durch einen konstanten Verschiebungsvektor, ist mathematisch eindeutig und von Messungen unabhängig.

Das verbleibende Problem ist der zu entwickelnde Algorithmus für die Transformation zwischen dem alten System MGI und dem GD2000. Die zu behandelnden Klaffungen erreichen über ganz Österreich Größenordnungen von etwa zwei Metern und sollten jedenfalls in einen systematischen und in einen zufälligen Anteil getrennt werden. Eine Gegenüberstellung der verschiedenen Möglichkeiten der Interpolation im Vektorfeld dieser Residuen ist im Rahmen dieses Beitrages nicht möglich. Es soll aber in diesem Zusammenhang die Methode der Finiten Elemente (Carosio, Plazibat, 1995) speziell erwähnt werden.

Literatur

- [1] Beutler G., Brockmann E., Gurtner W., Hugentobler U., Mervart L., Rothacher M., Verdun A. (1994): Extended Orbit Modeling Techniques at the CODE Processing Center of the International GPS Service for Geodynamics (IGS): Theory and Initial Results, Manuscripta Geodaetica, Volume 19, Heft 6.

- [2] *Beutler G., Mueller I., Neilan R., Weber R. (1994):* IGS – Der Internationale GPS-Dienst für Geodynamik, Zeitschrift für Vermessungswesen, Heft 5, 1994, Wittwer Verlag, Stuttgart.
- [3] *Boucher C., Altamimi Z. (1989):* The Initial IERS terrestrial reference frame, IERS Technical Note 1, Central Bureau of IERS-Observatoire de Paris.
- [4] *Boucher C., Altamimi Z., Duhem L. (1992):* Results and Analysis of the ITRF93, IERS Technical Note 18, Central Bureau of IERS-Observatoire de Paris.
- [5] *Boucher C., Altamimi Z. (1995):* Specifications for reference frame fixing in the Analysis of a EUREF GPS campaign, Institute Geographique National, Paris.
- [6] *Boyle M. (1987):* Supplement to Department of Defense World Geodetic System 1984, Part I, DMA Technical Report, Washington.
- [7] *Bretterbauer K. (1995):* Koordinatensysteme – der rote Faden durch Geodäsie und GIS, Universität Innsbruck, Institut für Geodäsie, Beiträge zur VIII. Internationalen Geodätischen Woche, Innsbruck.
- [8] *Carosio A., Plazibat M. (1995):* Lineare Transformation mit finiten Elementen. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, Heft 4/95.
- [9] *Hardy R. L. (1972):* Geodetic Applications of multiquadratic analysis, Allgemeine Vermessungsnachrichten 79, S. 398-406.
- [10] *Hofmann-Wellenhopf B., Lichtenegger H., Collins J. (1994):* GPS – Theory and Practice, Springer-Verlag, Wien, New York.
- [11] *Klotz S., 1995:* Messung und Auswertung eines regionalen GPS-Netzes zur Datumsbestimmung im österreichischen Festpunktfeld, Diplomarbeit, Technische Universität Wien, in Vorbereitung.
- [12] *Liu R., Gurtner W., Zumberge J., Neilan R. (1994):* Introducing the Central Bureau Information System of the International GPS Service for Geodynamics, IGS Central Bureau, JPL, Pasadena.
- [13] *McCarthy D. (1992):* IERS Standards 1992, IERS Technical Note 13, Central Bureau of IERS-Observatoire de Paris.
- [14] *Moritz H., Mueller I. (1988):* Earth Rotation, Theory and Observation, Ungar-Verlag, New York.
- [15] *Moritz H. (1992):* Geodetic Reference System 1980, Bulletin Geodesique, Vol.66, Nr.2.
- [16] *Mueller, A. (1993):* Bestehende und künftige geodätische Bezugssysteme in Europa und im wiedervereinigten Deutschland, aus: Das Global Positioning System im praktischen Einsatz der Landes- und Ingenieurvermessung, Schriftenreihe Studiengang Vermessungswesen, Heft 45, Neubiberg.
- [17] *Schneider D., Gubler E., Marti U. (1994):* Aufbau der neuen Landesvermessung LV95: Terrestrische Bezugssysteme und Bezugsrahmen. Berichte aus der L+T, Wabern.
- [18] *Seidelmann (1992):* Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac U.S. Naval Observatory, Washington.
- [19] *Walter G., Klotz S. (1995):* Using GPS to analyse the Austrian triangulation network, Proceedings of the Third International Seminar on GPS in Central Europe, Penc.
- [20] *Weber R., Beutler G., Rothacher M. (1994):* Aufgaben und Produkte des CODE-GPS-Rechenzentrums im Rahmen von IGS. Proceedings des 34.DVW Fortbildungsseminars „GPS-Leistungsbilanz 1994“, Karlsruhe.
- [21] *Zeger J. (1993):* Die historische Entwicklung der staatlichen Vermessungsarbeiten (Grundlagenvermessungen) in Österreich, Band IV, Neutriangulierung, Wien.

Anschrift der Autoren:

Dipl.-Ing. Dr. Robert Weber, Dipl.-Ing. Gerhard Walter, Stefan Klotz, Institut für Theoretische Geodäsie und Geophysik, Abteilung Theoretische Geodäsie, Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27-29, A-1040 Wien.



Von der Feldskizze zum Digitalen Feldplan

Florian Helm, Wien

Zusammenfassung

Die moderne vermessungstechnische Planerstellung wird bei den Aufnahmearbeiten im Feld entweder durch die Registrierung zweckbezogener Codes oder durch die manuelle Anfertigung einer Feldskizze gestützt. Für die letztere Strategie hat sich durch die Entwicklung der Pentop-Computer die Möglichkeit zur sofortigen on-line-Darstellung der vermessenen Punkte im Feld in Form sogenannter „Graphischer Feldbuch“-Software (GF) eröffnet. Um die Zwänge, welche sich aus der starken CAD-Bindung solcher GF ergeben, zu überwinden, wurde das Konzept des „Digitalen Feldplanes“ (DF) erdacht. Wie durch interaktives Zeichnen die Flexibilität der herkömmlichen Feldskizze erreicht und durch effektive Kontrollmechanismen besondere Qualitätssicherung realisiert werden kann, wird hier diskutiert.

Abstract

Up to date surveys are supported during field-work either by registration of appropriate codes or by preparing a manual sketch. Considering the latter strategy, the development of Pentop-Computer has enabled ways to directly plot the surveyed points on the screen by means of “Graphical Fieldbook”-Software (GF). However, there are some constraints brought in by the use of customary CAD-software as basis. These can be overcome by the concept of a “Digital Field Map” (DF); interactive drawing will preserve the flexibility of the field-based sketch we are accustomed to and effective control algorithms will assure the quality of the field map.

1. Einleitung und Problemstellung

Für zeitgemäße geodätische Aufnahmen steht ein Arsenal an leistungsfähigen Tachymetern zur Auswahl, welche – je nach Wunsch des Anwenders – mit Speichermedien, Servomotoren, automatischen Zielsystemen und Kommunikationseinheiten bestückt sein können. Ein kontrollierter automatischer Datenfluß erlaubt im Anschluß an die Aufnahme die rasche Berechnung und die Ausfertigung der graphischen Darstellung. Grundlage für die naturgetreue Planerstellung bilden neben den Meßwerten entweder im Feld vergebene und mitverspeicherte Codes oder der Inhalt einer sorgfältig vor Ort angefertigten Feldskizze. Der Gedanke, diese Feldskizze statt auf Papier auf einem sensitiven Bildschirm zu erzeugen und dann schrittweise, mittels telemetrisch eingebrachter Meßwerte des Tachymeters zu geometrisieren (lagerichtig darzustellen) führt auf den neuen Begriff des *Digitalen Feldplanes (DF)* (Wunderlich, 1994).

In einer Diplomarbeit der TU-Wien, Abteilung Ingenieurgeodäsie, wurden nun die wesentlichen Kriterien für die Konzeption eines DF erarbeitet.

Da die Erstellung einer Feldskizze auf digitalem Zeichenmedium eine sehr komplexe Aufgabe darstellt und in vielerlei Hinsicht andere Anforderungen als bei der Erstellung eines CAD-Planes gegeben sind, wurde keine handelsübliche CAD-Software für den Feldgebrauch adaptiert, sondern ein neues Konzept erstellt, wobei natürlich viele Merkmale von CAD-Programmen (z.B. Zoom-Funktionen udgl.) übernommen wurden. Der Schwerpunkt der Arbeit lag neben der Erstellung einer Demonstrationssoftware und der Beurteilung der am Markt erhältlichen Hard- und Software vor allem in den feldplanspezifischen Eigenschaften (on-line-Berechnung von a-priori-Koordinaten, Möglichkeit des interaktiven Zeichnens, etc.) und in der Erarbeitung von Kontrollmechanismen, welche den entscheidenden Vorteil des DF gegenüber der herkömmlichen Feldskizze darstellen. Dies betrifft vor allem die Kontrolle der Vollständigkeit der Aufnahme, welche die wirtschaftlichen Nachteile einer unwillkommenen Nachmessung vermeidet und wesentlich zur Qualitätssicherung beiträgt.

Erste Studien, die auf den möglichen Einsatz des DF in der Vermessung hinwiesen, entstanden vor etwa 15 Jahren (Systemkonzept Topomat von Matthias, 1982). Eine ernsthafte Diskussion entwickelte sich aber erst vor etwa 5 Jahren, als mit der Marktreife sogenannter Pentop-Computer auch die wichtigste hardwaretechnische Voraussetzung geschaffen wurde. Ein auf

Matthias aufgebautes, den hardwaretechnischen Neuerungen angepaßtes Konzept wurde 1994 von Ingensand veröffentlicht. Seit Februar 1995 ist auch ein handliches Datenfunkmodem erhältlich, welches imstande ist, die Meßdaten vom Tachymeter zum Pentop bis zu einer Entfernung von etwa 300m gesichert telemetrisch zu übertragen. Für den praktischen Feldgebrauch sind die derzeit am Markt erhältlichen Pentops aber immer noch nicht geeignet. Vor allem der beschränkte Temperatureinsatzbereich und die Empfindlichkeit gegenüber hoher Luftfeuchtigkeit aber auch mangelnde Robustheit, Bildschirmauflösung und -größe sowie das Fehlen der Farbdarstellung und störende Bildschirmreflexionen bei Sonneneinstrahlung beschränken den Einsatzbereich dieser Geräte gegenwärtig noch beträchtlich.

Trotzdem gibt es namhafte Unternehmen, die sich bereits seit Jahren mit der Entwicklung von Feldplansoftware beschäftigen und diese seit jüngster Vergangenheit auch am Markt anbieten. Diese Produkte verkörpern aber noch keine wirkliche Alternative zur herkömmlichen Feldskizze und kommen eher vom Bestreben, vorhandene Hard- und Software zu adaptieren und einen Markt dafür aufzubauen. Sie gehen nicht von typisch geodätischen Vorgangsweisen und Bedürfnissen aus. Häufig wird vorhandene CAD-Software zugrundegelegt, wodurch das mutierte Endprodukt den Anwender in eine von zwei Richtungen drängt. Entweder kann ein bestehender Plan vorab eingelesen werden, welcher anschließend im Feld durch Tachymetermeßdaten ergänzt wird oder es wird von vornherein eine Neuaufnahme durch lagerichtige Darstellung der soeben vermessenen Punkte graphisch gestützt. Beides entspricht nicht der gewohnten geodätischen Handlungsweise, die Aufnahme während einer begleitend oder vorausgehend erstellten unmaßstäblichen, jedoch topologisch korrekten Feldskizze durchzuführen. Dies kann bei Einsatz eines modernen Pentop-Computers anstelle des Feldbuchrahmens nur dann gelingen, wenn (abweichend zu anderen Ansätzen) folgende Komponenten des DF realisiert sind:

- Telemetrische Verbindung zum Tachymeter
- Interaktives Zeichnen
- Sukzessive Geometrisierung der Feldskizze zum Feldplan
- Effektive Kontrollmechanismen

Die telemetrische Datenübertragung ermöglicht die Loslösung des DF vom Tachymeter. Somit kann der Feldplanzeichner Anweisungen unmittelbar an den Meßhelfer weitergeben, da er

sich selbst beim aufzunehmenden Punkt (Reflektor) befindet. Abgesehen von anderen Hindernissen ist bei Verwendung eines Meßroboters auch die vielzitierte 1-Mann-Partie denkbar.

2. Interaktives Zeichnen und Geometrisierung

Die Konzipierung eines DF ist vor allem deswegen sehr anspruchsvoll, weil in ihm zwei verschiedenartige Arbeiten (Zeichnen einer Feldskizze, Zeichnen eines CAD-Planes) mit deren Vorteilen vereinigt werden müssen. In Abb. 1 wird diese Problematik verdeutlicht.

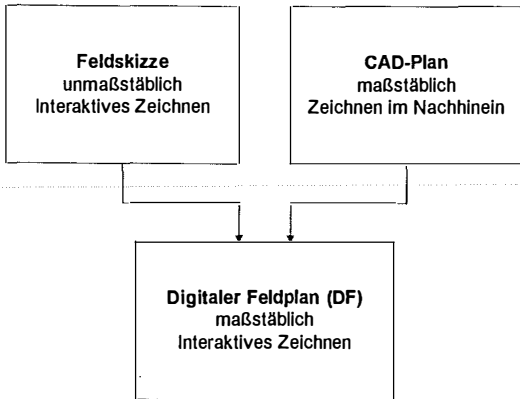


Abb. 1: Grundkonzept eines DF

Es gilt also, die Möglichkeit des interaktiven Zeichnens der herkömmlichen Feldskizze mit der Maßstäblichkeit eines CAD-Planes zu vereinen. Die Realisierung des interaktiven Zeichenprozesses ist für eine flexible Arbeitsgestaltung in einem Vermessungsteam unumgänglich. Unter interaktivem Zeichnen wird verstanden, daß die graphische Information des Feldplanes (Linien, Symbole, Signaturen oder Texte werden dem Feldplan mittels speziellem Zeichenstift z.T. unter Verwendung der automatischen Schrifterkennung mitgeteilt) unabhängig von koordinativ bekannten Punkten (die kartesischen Koordinaten dieser Punkte werden on-line aus den telemetrisch übertragenen Meßdaten berechnet) vergeben werden kann. Die Verknüpfung

von graphischer Information und koordinativ bekannten Punkten erfolgt mittels Punktnummer. Dem Feldplanzeichner wird es somit ermöglicht, Skizzenteile vorzuzeichnen. Die vorgezeichnete Skizze, die durch Punkte (mit Punktnummer) abstrahiert wurde, wird bei der anschließenden Vermessung geometrisiert. Die Software des DF hat also bei jeder Punktberechnung zu prüfen, ob der Punkt bereits koordinativ vorliegt (Identpunkt) bzw. ob der Punkt bereits graphisch vorliegt. Ist letzteres der Fall, so muß der entsprechende Punkt bzw. der anschließende Bereich koordinativ berichtigt (geometrisiert) werden.

Der einfachste Lösungsansatz besteht in der alleinigen Berichtigung des zuletzt gemessenen Punktes, der bereits graphisch existiert (Abb. 2).

Der Vorteil dieser Vorgangsweise liegt in der einfachen und eindeutigen Realisierung sowie im minimalen Rechenaufwand (die graphischen Koordinaten werden durch die rechnerisch bestimmten Koordinaten ersetzt und der gemessene Punkt mit den abstoßenden Linien neu dargestellt). Der Nachteil liegt in der Zerstörung der Topologie des unmittelbaren Aufnahmebereiches. Besonders fatal wirkt sich dieser Nachteil beim Vorzeichnen größerer Skizzenteile aus, da dabei innerhalb des graphischen Skizzenbereiches verwirrende Situationen auftreten können. Die Übersichtlichkeit geht dabei rasch verloren.

Ein Lösungsweg, der diese Problematik weitgehend umgeht, ist durch eine einheitliche Translation der gesamten vorgezeichneten Skizze (Abb. 3) gegeben. Der Vorteil dieser Lösungsvariante liegt wiederum in der eindeutigen

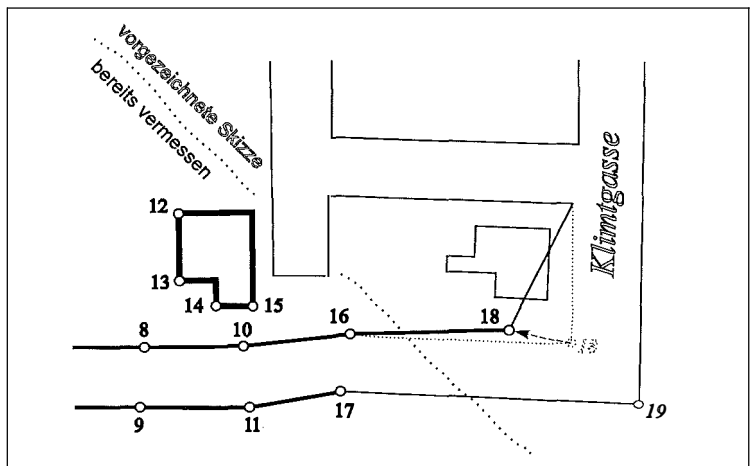


Abb. 2: Vorgezeichnete Skizze mit Richtigstellung des zuletzt gemessenen graphischen Punktes

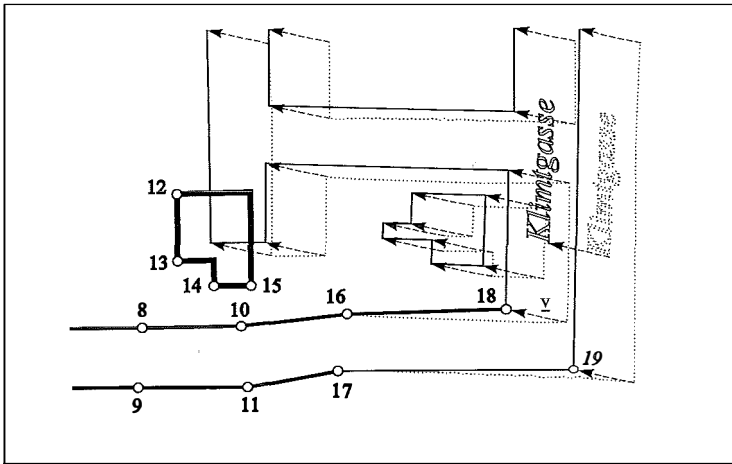


Abb. 3: Einheitliche Translation der vorgezeichneten Skizze

Realisierung (alle graphischen Punkte werden um den einheitlichen Vektor \underline{v} verschoben und die Situation neu dargestellt). Der Zeitaufwand für die Neuberechnung der graphischen Punkte sowie die Neudarstellung der gesamten vorgezeichneten Skizze kann allerdings beträchtlich werden, wenn der graphische Skizzenbereich entsprechend groß ist. Der Hauptnachteil liegt aber wiederum in der Zerstörung der Topologie, wobei hier vor allem der Übergangsbereich vom vermessenen Feldplanbereich zum graphischen Skizzenbereich betroffen ist. Bei größeren vorgezeichneten Skizzenbereichen liegt der Übergangsbereich vom maßstäblichen DF zum unmaßstäblichen Skizzenbereich in der Regel nicht unmittelbar im Aufnahmebereich. Dadurch kann man den Nachteil der schlechten Topologie in diesem Bereich durch gezieltes Ausblenden bestimmter Skizzenanteile mildern. Die Problematik ergibt sich hierbei im Festsetzen sinnvoller Kriterien für das Ausblenden (z.B. nur Darstellung innerhalb eines bestimmten Abstandes zum zuletzt vermessenen Punkt; nur Darstellung einer bestimmten Anzahl zuletzt vermessener Punkte und der davon ausgehenden graphischen Elemente, . . .).

Abb. 3 zeigt ein etwas besseres Ergebnis als Abb. 2. Insgesamt ist aber auch diese Lösung aufgrund der

zuvor angeführten Mängel unbefriedigend. Vor allem der ständige Neuaufbau der graphischen Skizze und die daraus resultierenden Überlappungen im Übergangsbereich (maßstäblicher – unmaßstäblicher Bereich) geben Motivation für einen weiteren Lösungsansatz.

Eine lokal variable Translation mit entfernungsabhängigem Translationsvektor (Abb. 4) ist geeignet, um Überlappungen sowohl im unmittelbaren Aufnahmebereich als auch im Übergangsbereich weitestgehend zu eliminieren (alle graphischen Punkte innerhalb

einer bestimmten Entfernung werden um einen Vektor \underline{v}_i , dessen Länge von der Entfernung des Punktes zum zuletzt vermessenen Punkt abhängig ist, verschoben und die Situation neu dargestellt). Die Realisierung dieser Lösungsvariante ist eindeutig und aufgrund des begrenzten Translationsbereiches auch schnell zu lösen. Fehler der Topologie abseits des momentanen Aufnahmebereiches werden weitgehend unterbunden.

Abb. 4 zeigt die Problematik dieser Lösungsvariante. Überschneidungen, wie sie in den beiden vorgehenden Varianten zu sehen waren, treten zwar nicht mehr auf, doch kommt es zu irritierenden Winkelverzerrungen. Die Verzerrung rechtwinkliger Gebilde wirkt sich besonders störend aus.

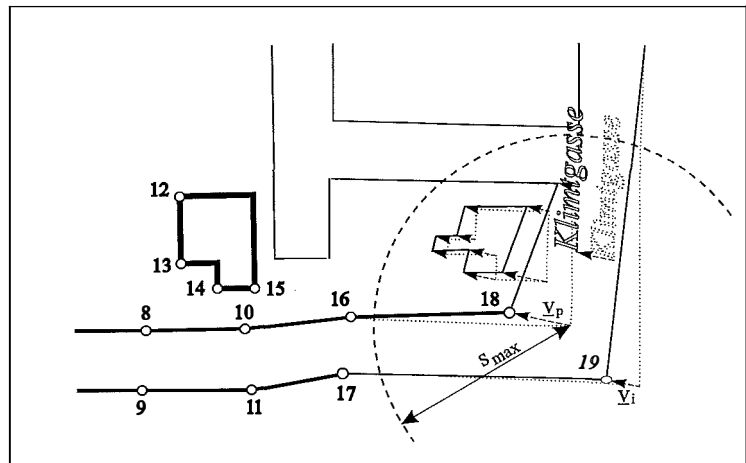
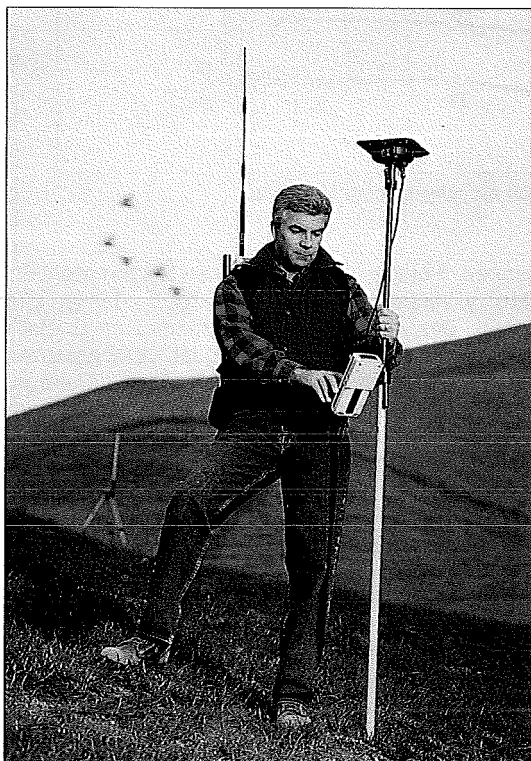


Abb. 4: Lokal variable Translation (entfernungsabhängig)



TrimbleNavigation

GPS - Totalstation



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

Ersatzgeräte stehen innerhalb kürzester Zeit zur Verfügung.

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

AGIS

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

Das größte Problem bei dieser Vorgehensweise liegt allerdings im Finden einer geeigneten Formel zur Reduktion der Länge des Vektors v_i . (1) stellt einen geeigneten Lösungsansatz dar, kritisch ist jedoch die Bestimmung des Längenänderungsfaktors a . Dieser Faktor ist von der Topologie im Aufnahmebereich abhängig. Hier ist mittels Versuchsreihen zu testen, welcher Wert für a ein allgemein zufriedenstellendes Ergebnis liefert.

$$|v_i| = \begin{cases} 0 & \text{für } s_{ip} \geq a \cdot |v_p| \\ |v_p| \cdot \left(1 - \frac{s_{ip}}{a \cdot |v_p|}\right) & \text{für } s_{ip} < a \cdot |v_p| \end{cases} \quad (1)$$

$|v_i|$... Verschiebungslänge eines Punktes der vorgezeichneten Skizze

$|v_p|$... Verschiebungslänge des zuletzt vermessenen Punktes

s_{ip} Entfernung zwischen dem zuletzt vermessenen Punkt (Koordinaten des graphischen Punktes) zu einem Punkt i der vorgezeichneten Skizze

a Faktor für Längenänderung (immer > 1)

Bei diesem Lösungsansatz wird erstmals klar, daß für die beste Lösung des Problems eine Beachtung auf die Topologie unumgänglich ist. Anzustreben ist daher eine Transformation mit topologischen Rahmenbedingungen (Abb. 5). Das Ergebnis ist eine topologisch einwandfreie Skizze. Die mathematische Bewältigung topologischer Bedingungen ist allerdings sehr anspruchsvoll. Zusätzlich müssen die Rechenalgorithmen in Sekundenbruchteilen bewältigt werden um den Arbeitsfluß des Feldplanbearbeiters nicht zu unterbrechen.

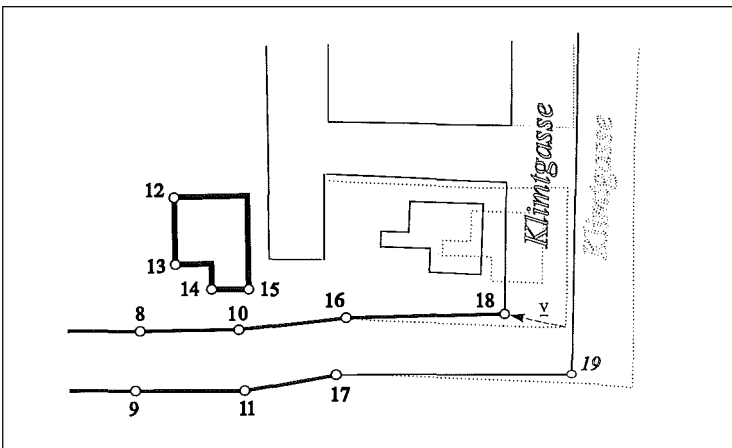


Abb. 5: Transformation der vorgezeichneten Skizze mit topologischen Rahmenbedingungen

Folgende topologische Rahmenbedingungen muß der mathematische Algorithmus für eine derartige Transformation enthalten:

- Überlappungen ausschließen
- Symbole, Signaturen und Texte innerhalb der ursprünglichen Fläche belassen
- Rechte Winkel von Gebäuden erhalten
- Richtungsänderungen von Linien minimieren

Das sind nur die wichtigsten Bedingungen für diese Transformation, deren Entwicklung derzeit Gegenstand einer fortführenden Arbeit ist.

Wurde im ersten Teil dieser Veröffentlichung ein Hauptproblem bei der Realisierung einer praxisgerechten Feldplansoftware behandelt, so wird der folgende Teil einem der Hauptvorteile, welche der DF gegenüber der herkömmlichen Feldskizze bieten kann, gewidmet.

3. Kontrollmechanismen

Ein wesentlicher Vorteil des DF ergibt sich durch das Einbinden automatischer Kontrollmechanismen. Dadurch ist es möglich, den Planinhalt in vielerlei Hinsicht auf Vollständigkeit und Plausibilität zu prüfen. Der Einsatz von Kontrollmechanismen ist ein wesentlicher Beitrag zur Qualitätssicherung des erzeugten Planes.

Auszug möglicher Kontrollmechanismen:

Situationsbezogenheit aller Punkte:

Ziel ist es, alle Punkte zu visualisieren, die nicht in die Situation eingebunden sind. Auszuklammern sind jedoch Festpunkte, Polygonpunkte, und Höhen(fest)punkte. An diese ist üblicherweise keinerlei Situation geknüpft. Ein Punktkontrollmechanismus ist vor allem beim Zeichnen im nachhinein (d.h. die graphische Information durch den Feldplanzeichner wird nach Vermessung des entsprechenden Punktes eingebracht) notwendig (z.B. wird oft vergessen, Punkte mit einem Symbol zu versehen, Bogenpunkte werden übersprungen, ...).

Vollständige Bestimmtheit aller Symbole:

Dabei ist zu prüfen, ob genügend Bestimmungsstücke zur Darstellung eines bestimmten Symbols vor-

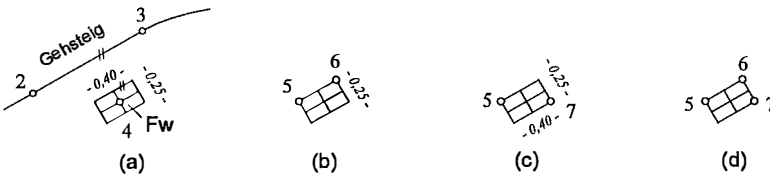


Abb. 6: Mögliche Bestimmungsstücke zur Darstellung eines rechteckigen Deckels
 a: 1 Punkt, 2 Seiten, 1 Vereinbarung (längere Kante parallel zur Linie 2-3)
 b: 2 Punkte, 1 Seite, 1 Vereinbarung (Deckel rechts von Linie 5-6)
 c: 2 Punkte, 2 Seiten (Überbestimmung durch rechten Winkel)
 d: 3 Punkte (Überbestimmung durch rechten Winkel)

handen sind. Das Beispiel „Deckel“ in Abb. 6 zeigt, daß diese Überprüfung recht aufwendig sein kann.

Vollständige Bestimmtheit aller Linien:

Da dieser Prüfungsvorgang zu den wichtigsten Kontrollmechanismen zählt, soll hier näher darauf eingegangen werden. Es ist zu prüfen, ob jede Linie durch die entsprechende Anzahl koordinativ eindeutig bestimmter Punkte definiert ist.

Die Problematik liegt darin, daß es eine Vielzahl an Möglichkeiten gibt, eine Linie zu bestimmen. Abb. 7 zeigt einen Ausschnitt einer Straßenaufnahme, wobei sofort erkennbar ist, daß viele Linien mathematisch nicht definiert sind, wobei in der Skizze genügend Informationen enthalten sind, um (im gegebenen Fall) einen Plan zu erstellen.

Die Aufgabe erschwert sich auch dadurch, daß die Bedingungen, welche Linien für eine eindeutige Darstellung zu erfüllen haben, von Plan zu Plan verschieden sind. Im gegebenen Fall ist es z.B. ausreichend, abstoßende Hausfluchten an-

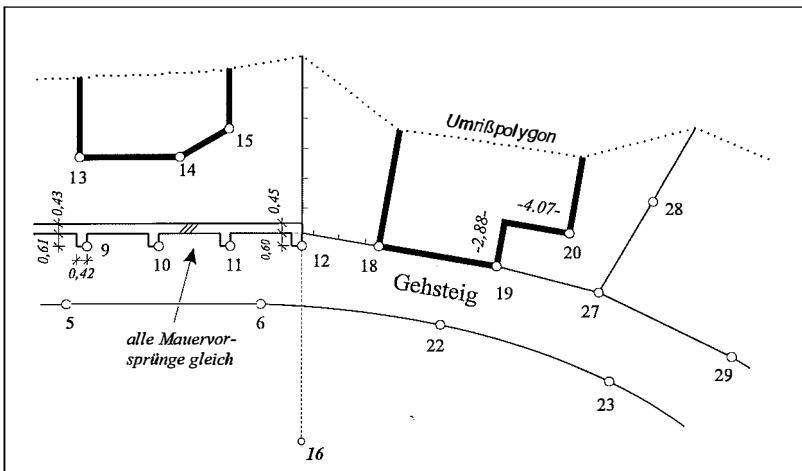


Abb. 7: Indirekte Bestimmung von Feldskizzendetails

zureißen, da vom Auftraggeber nur die Hausfronten verlangt werden. Ein Geodät würde aber niemals nur die Punkte 13, 14 und 15 verbinden, was zwar dem Auftrag entsprechen, die Lesbarkeit eines Planes aber wesentlich beeinträchtigen würde. Dem Feldplanbediener muß daher die

Möglichkeit gegeben werden, dem Programm mitzuteilen, für welche Elemente die graphische Information zur mathematischen Bestimmung herangezogen werden darf. Die abstoßenden Hausfronten von den Punkten 13, 18 und 20 werden (dem Augenschein nach) im rechten Winkel zur Hausfront definiert, die gezeichnete und somit geschätzte Länge wird (wie bei allen abstoßenden Linien) zur endgültigen Darstellung herangezogen. Die abstoßende Hauskante in Punkt 15, der Zaun bei Punkt 12 sowie die abstoßende Linie in Punkt 28 werden durch Parallelitäten zur Hauskante in Punkt 13, zur Fluchtgeraden 12-16 bzw. zur Linie 27-28 definiert. Der Feldplanzeichner muß dem Programm daher bei allen abstoßenden Linien mitteilen, daß ein, dem Augenschein nach bestimmter Winkel sowie eine geschätzte Länge zur Definition der entsprechenden Linie genügen. Als Bedingung ist im Programm hinzuzufügen, daß die abgeleitete Richtung, welche dem Augenschein nach von einer anderen Richtung abgeleitet wurde, z.B. nicht länger sein darf, als die ursprüngliche Richtung, um einer ungünstigen Fehlerfortpflanzung gegenzusteuern. Die abstoßende Hauskante in

Punkt 13 darf also nicht länger sein, als die Hausfront 13-14, der abstoßende Zaun bei Punkt 12 darf nicht länger sein, als die Fluchtgerade 12-16, usw..

Das manuelle Ausklammern aller abstoßenden Linien vom Kontrollmechanismus kann durch eine elegante Lösung umgangen werden. Dazu ist lediglich ein im fertigen Plan unsichtbares Umrisspolygon um das aufzu-

nehmende Gebiet zu definieren. Alle Linien, welche mit dem Umrißpolygon gemeinsame Punkte haben, sind sodann vom Kontrollmechanismus als abstoßende Linien zu behandeln. Das Umrißpolygon bietet zudem auch seine Dienste für einen wirksamen Flächenkontrollmechanismus.

Probleme für einen Linienkontrollmechanismus entstehen auch durch kleinräumige, immer wiederkehrende Situationen wie z.B. der Mauer in Abb. 7 (Punkt 9 bis 12). Zusatzinformationen (z.B. alle Mauervorsprünge gleich), welche in herkömmlichen Feldskizzen üblich waren, kön-

Vorsprüngen zugewiesen (ein ähnlicher Vorgang existiert bei vielen CAD-Programmen, wobei z.B. Layer vererbt werden können).

Eine vereinfachte Variante eines Linienkontrollmechanismus wurde in einem Demonstrationsprogramm verwirklicht (Abb. 8). Die Abbildung zeigt alle eindeutig bestimmten Linien in grauer Farbe, alle unvollständig bestimmten Linien in schwarzer Farbe.

Die Linien von Punkt 241 bis 244 zählen deswegen zu den unbestimmten Linien, da kursiv geschriebene Punkte vorgezeichnete Punkte sind und somit nur mit graphischer Genauigkeit vorliegen. Erst nach endgültiger Vermessung und Geometrisierung der Punkte werden diese Linien vom Linienkontrollmechanismus nicht mehr visualisiert.

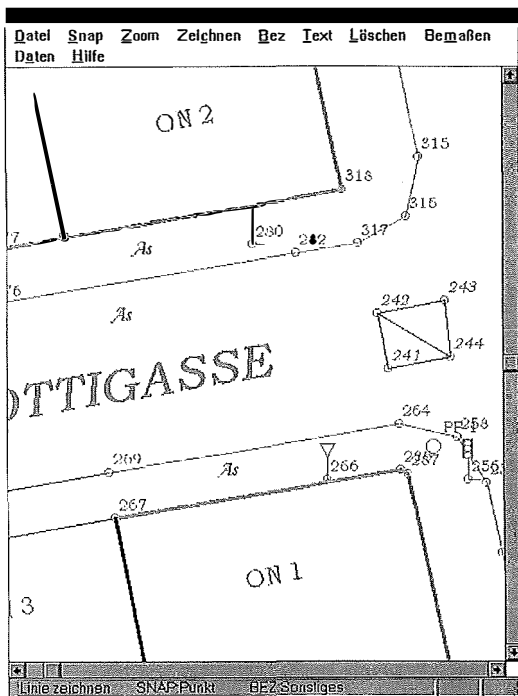


Abb. 8: Linienkontrollmechanismus bei gedrehter Benutzeroberfläche

nen vom Kontrollmechanismus nicht verwertet werden. Der einmal bei Punkt 9 gemessene Mauervorsprung muß daher seine Bestimmungsstücke vererben können. Dies kann entweder durch Kopieren erfolgen (die Vorsprünge in Punkt 10 bis 12 werden nicht gezeichnet sondern Vorsprung 9 dreimal kopiert, wobei die vererbte Länge des Vorsprunges bei Punkt 12 manuell verändert wird. Eine andere Möglichkeit besteht darin, daß nur die Bestimmungsstücke vererbt werden, d.h. alle Vorsprünge werden gezeichnet, die Bestimmungsstücke nachträglich vom Vorsprung 9 übernommen und den anderen

Vollständige Bestimmtheit aller Flächen:

Dabei wird geprüft, ob jeder Fläche eine Benützungszugewiesen wurde. Eine Prüfung, ob einer Fläche widersprüchliche Benützungszugewiesen wurden, ist ebenfalls sinnvoll. Ein Algorithmus zur Prüfung der vollständigen Bestimmtheit aller Flächen führt zu einigen Problemen (Linien, welche keine Flächen begrenzen → z.B. Leitschiene, Flächen innerhalb anderer Flächen → z.B. Haus im Garten, . . .). Randflächen können wieder unter Verwendung eines Umrißpolygons geprüft werden.

Natürlich sind noch weitere Kontrollmechanismen denkbar. Einige Fehlerquellen (z.B. das Vergessen einpunktiger Symbole wie Laternen) können aber auch die raffiniertesten Kontrollmechanismen nicht aufdecken. Neben den Kontrollmechanismen bietet der DF aber noch eine Reihe anderer Vorteile. Aufgrund des digitalen Zeichenmediums fällt die Platzbeschränkung durch die physische Größe eines Feldbuchrahmens weg. Bei ausgereifter Hardware wird ein Zeichnen im Regen möglich. Ergänzungsaufnahmen werden wesentlich vereinfacht, da der zu ergänzende Plan unmittelbar in den Feldplan geladen werden kann. Die visuelle Kontrolle (vor allem rechter Winkel) wird bereits im Feld ermöglicht. Neben diesen und vielen anderen Vorteilen ist der DF auch mit Nachteilen belastet. Neben den bereits erwähnten Hardwarenachteilen bedarf es vor allem höherer Ansprüche, die an den Feldplanbediener gestellt werden. Die erforderliche Schrifterkennung läßt ebenfalls noch Wünsche offen. Die Lesbarkeit eines digitalen Zeichenmediums ist vor allem durch die beschränkte Auflösung reduziert.

4. Schlußbetrachtung

Trotz der erwähnten Schwierigkeiten wird die Entwicklung des DF in Zukunft nicht gebremst. Die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten sowohl bei der Erfassung von Daten als auch bei der Übertragung von Plandaten in die Natur geben dem DF eine zentrale Managementposition bei der Datenverwaltung im Feld. Die vielfältigen Aspekte der Qualitätssicherung werden die Akzeptanz des DF in der geodätischen Praxis entscheidend fördern.

Dank

Für wertvolle Anregungen bin ich den Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen Dipl-

Ing. Dr. G. Palfinger, Mödling, Dipl.-Ing. P. Stix, Wien, und meinem Betreuer Doz. Dr. T. Wunderlich, TU-Wien zu Dank verpflichtet.

Literatur

- [1] Helm, F.: Wege zum Digitalen Feldplan. Diplomarbeit an der TU-Wien, Abteilung Ingenieurgeodäsie, Februar 1995.
- [2] Ingensand, H.: Automatisierte polare Meßsysteme. Vermessung, Photogrammetrie und Kulturtechnik, S. 71-74, Heft 2/1994.
- [3] Wunderlich, T.: Wege zum Digitalen Feldplan, Vortrag an der TU-Graz, Mai 1994.

Anschrift des Autors:

Dipl.-Ing. Florian Helm, Ausstellungsstraße 45/26, 1020 Wien



Kommunikation im Internet – Ein Überblick für Interessenten aus Vermessung und Geoinformation

Christoph Hatzenberger und Franz Hochstätger, Wien

Zusammenfassung

Internet, das größte Computer-Netzwerk der Erde, wird auch im Bereich der Geo-Wissenschaften immer interessanter. In diesem Beitrag werden die Dienste, die im Internet verfügbar sind und die Realisierung des Zugangs zum Internet behandelt. Anhand von ausgewählten Beispielen aus den Fachbereichen Vermessungswesen und Geoinformation werden praktische Anwendung des Internet beschrieben.

Abstract

Internet, the worlds largest computer-network, is growing into the sphere of earth based sciences. This paper covers the services available within the internet and the technical realisation of connections. Based on selected examples from surveying and GIS the practical use of internet is described.

1. Einleitung

Computernetzwerke verbinden heutzutage schon in fast jedem Büro die einzelnen Arbeitsplätze untereinander. Datenaustausch wird dadurch leicht gemacht. Das Internet, das größte Netzwerk der Erde, verbindet rund um den Globus solche Computernetze untereinander. Diese Größe erklärt, warum die Möglichkeiten des Internet kaum eingeschränkt sind.

Die Autoren wollen auf den nächsten Seiten einerseits die technischen Möglichkeiten, aber auch die Grenzen des Internet aufzeigen und sodann Informationsquellen aus Sicht der Geowissenschaften näherbringen. Ein kurzer histori-

scher und technischer Abriss des Internet soll am Beginn des Artikels stehen.

2. Entwicklung und technische Grundlagen des Internet

Der Grundstein zum Internet wurde im Jahre 1969 gelegt, als die ARPA (Advanced Research Project Agency), eine Abteilung des US Verteidigungsministeriums, die Entwicklung eines überregionalen, möglichst ausfallssicheren Computernetzes beauftragte. Nachdem nach den Militärs vor allem universitäre und andere wissenschaftliche Forschungseinrichtungen den Zugang zum Internet gefunden haben, sind es in

Ihre Anforderung:
**Sie brauchen ein zuverlässiges Meßsystem?
... können keinen Signalverlust gebrauchen...
und wollen vermessen, wie Sie es gewöhnt sind?**



Unsere Lösung:
**Geotracer System 2000 mit UDS,
Imem und SetOut**

Wir kündigen eine Weiterentwicklung unseres erfolgreichen Geotracer Systems 2000 an. Das neue System ist einfach zu bedienen, höchst zuverlässig und genau sowie ebenso ausbaubar und zukunfts offen wie unsere Totalstationen Systeme.



Geotracer 2100

Das L1 GPS-System für statische Messungen und RTK-Anwendungen.

Geotracer 2200

Das L1/L2 GPS-System für statische Messungen und RTK-Anwendungen.

Jetzt können Sie mit GPS genauso einfach und zuverlässig vermessen, wie Sie es von unseren Totalstationen gewöhnt sind. Und wie bei den Totalstationen werden Sie feststellen, daß die Meßabläufe für den Vermesser entworfen worden sind. Totalstationen und GPS-Systeme, die die gleiche Sprache sprechen. Das ist es, was wir unter Intergrated Surveying (IS™) verstehen.

Rufen Sie uns an! Wir geben Ihnen gerne mehr Informationen zu unserem Geotracer System 2000.



Geodimeter Ges.m.b.H.
Vivenotgasse 48, 1120 Wien
Tel.: 0222-8130850
Fax: 0222-8130849

letzter Zeit die Privatnutzer und die kommerziellen Interessen von Firmen, die das Internet im wahrsten Sinne des Wortes boomen lassen. Die weltweite Anzahl der Teilnehmer im Internet verdoppelt sich derzeit etwa alle neun Monate.

Für jeden Dienst im Internet ist es wichtig, daß zwei Computer direkt miteinander kommunizieren. Einer dieser Computer fungiert dabei als Server, stellt also die Informationen zur Verfügung und übernimmt die Kontrolle, der zweite Computer fungiert als Klient, der um diesen Dienst ansucht und nach bestimmten Regeln die Abarbeitung bestimmter Befehle beauftragt. In speziellen Sonderfällen kann es auch sein, daß beide miteinander verbundenen Computer gleichzeitig Server und Klient sind.

Technisch betrachtet basiert das Internet vor allem auf dem Übertragungsprotokoll TCP/IP, das entwickelt wurde, um Computer der unterschiedlichsten Systeme miteinander zu verbinden.

3. Dienste im Internet

Es stellt sich jetzt natürlich die Frage, warum das Internet sowohl für die Wissenschaft als auch für die Wirtschaft und für Privatnutzer so interessant ist. Welche Dienste sind es, die in so vielen Menschen den Wunsch nach dem Netz auslösen?

Auf der einen Seite stehen hier die Informationsdienste des Internet, die den persönlichen Informationsaustausch ermöglichen. Dazu zählen neben dem elektronischen Brief, dem e-mail noch die Mailing-Listen und das Newsnet. Auf der anderen Seite stehen die interaktiven Informationsdienste wie zum Beispiel Gopher oder das World Wide Web. Weitere Dienste sind Telnet und das File Transfer Protocol.

e-mail – die elektronische Post

Der Wunsch über den Computer erreichbar zu sein war schon oft der Einstieg in ein Netzwerk, das nicht unbedingt Internet sein muß. Viele andere Netzwerke oder BBS-Systeme bieten das Service e-mail an. Zwischen den meisten dieser Netze gibt es in der Zwischenzeit Verbindungen, sogenannte Gateways. Der elektronische Brief ist aber nicht auf die reine Nachricht in Textform beschränkt; mit den modernen Mail-Programmen können auch komplexere Daten und Programme ausgetauscht werden.

Mailing-Listen

Die Mailing-Listen sind eine Erweiterung des e-mail. Zu einem bestimmten Thema gibt es eine e-mail Adresse, hinter der sich ein Computerprogramm verbirgt, das allen Interessenten zu diesem Thema, die sich dazu anmelden mußten, jede einlangende Nachricht weiterleitet. Im Bereich der Geowissenschaften gibt es zum Beispiel eine Interessentenliste zum Thema GIS, die von Österreich aus initiiert wurde und deren Sprache auch Deutsch ist. Die Adresse lautet `acdgis-l@akh-wien.ac.at`.

News – die schwarzen Bretter des Internet

Derzeit gibt es an die (vielleicht schon über) 10.000 Newsgruppen. Vergleichbar sind sie mit Interessensgemeinschaften, die ihre Fragen und Neuigkeiten über den Computer austauschen. Die Nachrichten werden automatisch gelöscht, wenn sie ein gewisses Alter erreicht haben. Im Bereich der Geowissenschaften gibt es unter anderem Newsgruppen zu den Themen Vermessungswesen, Satellitennavigation, Erdbeben und Geologie.

Telnet

Eines der ältesten, wenn nicht das älteste Service im Internet. Die Verbindung zu einem anderen Rechner, um dort zu arbeiten. Dieses Service ist vergleichbar mit einem Terminal oder dem jetzt immer stärker werdenden Remote Access. Damit ist es zum Beispiel möglich, von einem Telefon im Außendienst eine Verbindung mit dem Büro aufzubauen und die dort verfügbare Hard- und Software zu nutzen. Bei einem Wählleitungszugang im Büro ist nur sicherzustellen, daß dieser auch aufgebaut ist.

File Transfer Protocol (FTP)

Zur Datenübertragung zwischen zwei Computern im Internet gibt es das FTP (File Transfer Protocol), also die Möglichkeit von einem Computer an einen andern Computer Daten zu übertragen. Das kann als registrierter User sein oder über einen anonymen Login. Dafür braucht es aber spezielle Rechner, die einen solchen Zugang erlauben. In der Zwischenzeit gibt es aber auch davon eine Unzahl, sie heißen anonymous ftp server. Diese sind es auch, auf denen man unter anderem alle Programme findet, die notwendig sind, um die Dienste des Internet zu nutzen.

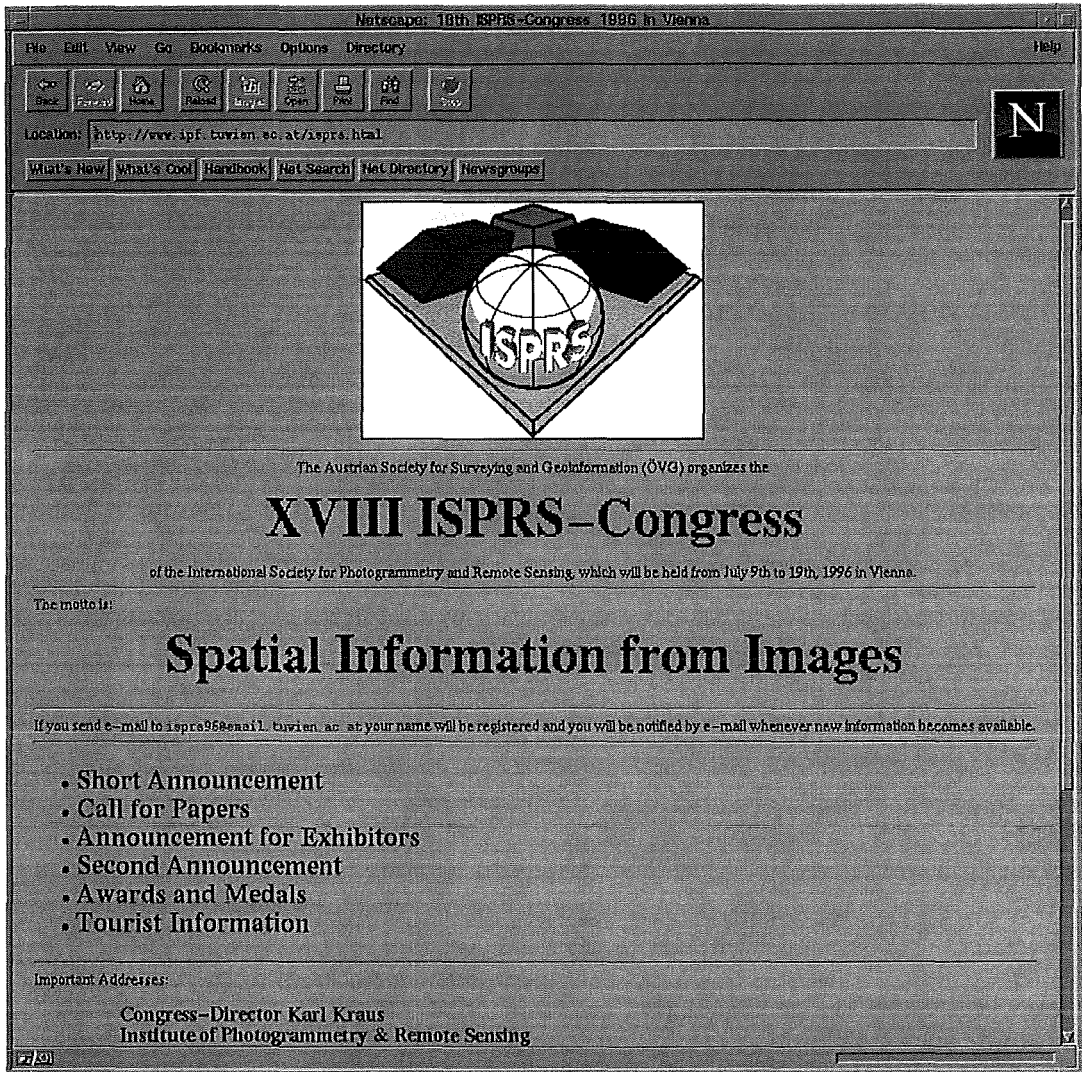


Abb.: Einstiegsseite für den Kongreß der ISPRS

Archie

Wenn man weiß, wie das, was man sucht, heißt, hilft einem Archie. Das ist ein Service, das auf einem Rechner läuft, und die Suche auf anonymous ftp servern erleichtert. Man gibt einen Dateinamen (oder einen Teil davon) ein und erhält den Namen des Servers (der Server) auf denen eine Datei des entsprechenden Namens vorhanden ist.

Gopher

Ein menügeführtes Service, das am Boston College entwickelt wurde und in die unterschied-

lichsten Bereiche eindringt. Es sind damit aber nur Informationen zu finden, die in diese Struktur aufgenommen wurden. Zwei interessante Gopher-Server in Österreich mit vielen interessanten Verzweigungen in alle Welt sind: gopher.tugraz.ac.at und gopher.wu-wien.ac.at.

WWW (World Wide Web)

Ein Hypertext basierendes Informationssystem mit einer (nicht notwendigerweise) graphischen Benutzeroberfläche, entwickelt vom CERN in der Schweiz.

Das World Wide Web ist in Form eines Hypertext-Systems aufgebaut. Dabei können Wörter in einem Text auf weitere Information verweisen – egal, ob es sich dabei um Texte, Bilder, ganze Verzeichnisse oder Datenbanken handelt. Ein Verweis im World Wide Web wird als „link“ bezeichnet. Durch Klicken auf einen „link“, wird man zu der entsprechenden Information verbunden. Der Unterschied zu gängigen Hypertext-Systemen (wie etwa die Windows-Hilfe oder Macintosh Hypercard-Stacks) besteht darin, daß man im World Wide Web nicht an einen Rechner gebunden ist, sondern von einem Rechner des Internet auf einen beliebigen anderen Rechner im Internet weiterverbunden wird. Egal, von welchem Punkt man startet – alle anderen Hypertext-Dokumente stehen im direkten Zugriff.

Eine Erweiterung des Hypertext-Systems stellt das World Wide Web auch dadurch dar, daß es Multimedia-Einbindungen erlaubt. Neben reinen Text-Dateien werden ebenso Bilder, Ton- und Filmdokumente in dieses Hypermedia-System integriert. Es kann also so sein, daß durch klicken auf einen „link“ damit eine Film aktiviert oder eine Melodie übertragen wird.

4. Zugang zum Internet und Kosten

Das Internet wird täglich größer und es kann eigentlich niemand genau sagen, wie es zu einem bestimmten Zeitpunkt aussieht. Aber es ist doch so, daß gewisse Regeln beachtet werden müssen, wenn man seinen Rechner oder sein eigenes Netzwerk ins Internet einbinden möchte.

Was man braucht, ist der sogenannte Provider. Der stellt sicher, daß einer der Grunddienste im Internet, nämlich die tatsächliche Verbindungsmöglichkeit zwischen jedem Rechner im Netz zu jedem anderen Rechner im Netz realisiert wird. Provider bieten nicht nur die Möglichkeit, Computer mit einem Internet-Knoten zu verbinden, sie garantieren auch, daß die nationalen und internationalen Verbindungen aufrecht erhalten bleiben und daher der permanente Zugang zum gesamten Internet möglich ist und bleibt.

In Österreich gibt es derzeit rund ein Dutzend Provider. Bei der Auswahl des Providers sollte neben den angebotenen Diensten und Basiskosten auch die regionale Nähe des nächsten Anwahlpunktes berücksichtigt werden, da sich diese direkt auf die Telefonkosten auswirkt.

Welche Hardware bzw. welches Betriebssystem verwendet wird, ist von eher untergeordneter Bedeutung für den Internet Zugang. Es gibt

die für den Zugang zum Internet notwendigen Programme für alle bekannten Betriebssysteme. Die Software selbst wird am Markt sowohl als Shareware oder sogar Public Domain angeboten, es gibt aber auch viele kommerzielle Pakete zum Zugang ins Internet.

Die Mindestanforderungen für solch einen Zugang sind ein Modem (wie es z.B. auch für BTX bzw. PAN im Einsatz ist) mit mindestens 9600 baud (14400 baud sind empfehlenswert, 28800 baud werden in der letzten Zeit aber auch schon zum Standard). Einen schnelleren Zugang bietet ISDN, für das allerdings spezielle Terminaladapter oder ISDN Karten benötigt werden. Bei Bedarf nach größeren Datentransferaten besteht dann noch die Möglichkeit der Standleitung.

Sobald man beim Provider einen Zugang zum Internet beantragt hat, wird zum Austausch von elektronischen Briefen eine e-mail Adresse zugeteilt. E-mail Adressen im Internet bestehen aus zwei Teilen: dem Namen (auf Wunsch auch ein Phantasienamen), der auf der linken Seite steht, dann dem Zeichen @ vom englischen Wort at (bei) und rechts davon dem Namen des lokalen Netzes oder des Providers; je nachdem, in welchem Umfang der Internet-Zugang realisiert ist. Mit dieser e-mail Adresse ist man dann weltweit eindeutig erreichbar. Die Autoren sind beispielsweise unter *chatzenb@ctr.co.at* bzw. *fhochsto@fbgeo1.tuwien.ac.at* erreichbar.

Zu bezahlen ist die technische Realisierung des Anschlusses bis zum nächsten Provider. Das sind bei Wählleitungen einerseits die Telefonkosten, die von der aktiven Zeit im Internet abhängen, auf der anderen Seite die Anschlußgebühren, die der Provider für die Realisierung des Anschlusses berechnet. Hier gibt es die unterschiedlichsten Tarife: Zeitabhängige Tarife oder datentransferabhängige Tarife. Um den größtmöglichen Nutzen bei den geringsten Kosten zu ermöglichen, sollten man eine Zeit lang die Aktivitäten im Internet beobachten und etwaige Kostenunterschiede zwischen zeitabhängigen und verkehrsabhängigen Kosten gegeneinander abwägen. Welche Datentransferate für welche Dienste notwendig ist bzw. wie lange die unterschiedlichsten Informationen brauchen, bis sie auf dem eigenen Rechner angekommen sind, läßt sich mit einigen Überlegungen vorausberechnen (Modem mit 14.400 baud): eine Seite mit Textinformationen im WWW ist meist unter 10 Kilobyte groß, die Übertragung mit dem Modem dauert daher 6 Sekunden, mit ISDN unter 2 Sekunden. Eine aufwendigere Grafik ist um die 100 Kilobyte groß, die Übertragungszeit per Modem beträgt daher etwa eine Minute. Eine

Filmsequenz ist meist über 1 Megabyte groß, die Übertragung dauert mit dem Modem schon über 10 Minuten, mit ISDN noch 2–3 Minuten.

5. Vermessung und Geoinformation im Internet

Nach dem allgemeinen Überblick über Internet, der darin angebotenen Dienste und den Zugangsmöglichkeiten für den Privatanutzer, sollen im folgenden Abschnitt exemplarisch einige facheinschlägige Server bzw. Anbieter herausgegriffen werden, um einen Einblick zu geben, was im Zusammenhang mit den Fachgebieten Vermessung und Geoinformation sowohl international als auch lokal im Netz zu finden ist. Die Auswahl erfolgt subjektiv. Die Nennung oder Nichtnennung bestimmter Anbieter stellt keine Wertung dar.

Der Großteil der Anbieter kommt nach wie vor aus den Reihen der Universitäten, wobei die Autoren dieses Beitrags den Eindruck haben, daß Institute unseres Fachgebietes im Vergleich zu anderen weit größeren Disziplinen überdurchschnittlich stark vertreten sind. Weitere Anbieter sind unter den Behörden (U.S. Geological Survey, Geodetic Survey of Canada, National Land Survey of Finland, . . .) und Organisationen (ISPRS, CIPA, FIG, . . .) zu finden und schließlich tauchen zunehmend auch Firmen auf, die ihre Produkte und Dienstleistungen anbieten.

Das Institut für Geographie der Universität Salzburg (<http://www.edvz.sbg.ac.at/geo/home.htm>) veranstaltet jährlich das Symposium „Angewandte Geographische Informationsverarbeitung (AGIT)“. In diesem Jahr wurde erstmals in großem Stil WWW in die Organisation des Symposiums einbezogen. Bereits Wochen vor der eigentlichen Veranstaltung waren praktisch alle Vorträge im Netz zugänglich. Dieses Institut veranstaltet auch einen Hochschullehrgang „Geographische Informationssysteme (UNIGIS)“, der in Form eines Fernlehrganges abgewickelt wird. Neben regelmäßigen Workshops erfolgt die Kommunikation zwischen Studierenden und Betreuern hauptsächlich über Electronic Mail, so daß für die Teilnahme an diesem Kurs ein Internet-Zugang verpflichtend ist.

Die Abteilung Geoinformation am Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie der Technischen Universität Wien (<http://www.geoinfo.tuwien.ac.at/>) präsentiert Information zur Tagung „Conference On Spatial Information Theory (COSIT)“, die im Herbst 1995 stattfindet. Außerdem sind Hinweise auf ein post-graduales Aus-

bildungsprogramm der Europäischen Union (COMETT) im Bereich der Geographischen Informationssysteme zu finden.

Als Beispiele für österreichische Firmen seien CTR (<http://www.ctr.co.at/ctr/>) und WGeo-GIS (<http://www.via.at/wigeogis/>) genannt. CTR bietet Schulungen für AutoCAD und Internet an, während WGeo-GIS Daten aus den Großzählungen des Statistischen Zentralamtes mit digitalen Kartengrundlagen verknüpft, sodaß sie für Geomarketing und Geodemographie eingesetzt werden können. Die Gruppe Geoinformation (<http://www.geoinfo.co.at/geoinfo/>) als ein Zusammenschluß von etwa einem Dutzend vornehmlich in Ostösterreich beheimateter Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen soll ebenfalls nicht unerwähnt bleiben.

6. WWW-Server am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der TU Wien

Das Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung (I.P.F.) der Technischen Universität Wien betreibt seit Dezember 1994 einen eigenen WWW-Server (<http://www.ipf.tuwien.ac.at/>). Eine Experimentier- und Testphase von einigen Monaten war vorausgegangen, um erste Erfahrungen zu sammeln und aufgrund dieser Erkenntnisse den Aufbau des Servers hinsichtlich des Inhalts und der Strukturierung der angebotenen Information mit vernünftigen personellen Aufwand möglichst zielführend abwickeln zu können.

Ein Großteil der Information, die angeboten werden sollte, stand bereits in digitaler Form zur Verfügung, mußte allerdings noch für WWW aufbereitet werden. Für einen anderen, relativ geringen, Anteil wurde der Aufbau des Servers zum Anlaß genommen, das Datenmaterial zu erfassen, wobei zumeist Scannen mit anschließender Texterkennung eingesetzt wurde. Als letzter Teil sollte Information über das Institut integriert werden, die bereits über Server des EDV-Zentrums der TU Wien im WWW zugänglich war.

Die Gestaltung der Home-Page des I.P.F. erfolgte bewußt einfach und übersichtlich, um für Benutzer mit vergleichsweise langsamen Internet-Zugang (z.B. über Modem) die Übertragungszeiten in Grenzen zu halten, aber doch eine kompakte Zusammenstellung über das Informationsangebot zu vermitteln. Dazu wurden verwandte Themenbereiche zu Gruppen zusammengefaßt, am Anfang der Seite das Instituts-Logo eingefügt und am Seitenende die Institutsadresse ergänzt. Von der Home-Page aus ist

das komplette Informationsangebot des I.P.F. über entsprechende Links zu diversen Dokumenten erreichbar.

Einige Themenkomplexe sollen hier etwas ausführlicher erläutert werden, um einen Einblick zu geben, welche Information vom I.P.F. im Internet angeboten wird.

In einem größeren Block wird das Institut als Organisationseinheit der TU Wien präsentiert. Diese Information wird von der Universität selbst angeboten und liegt für alle Institute der TU Wien vor. Neben Personalverzeichnis, Vorlesungsverzeichnis, Hörsaalverzeichnis sind auch die Studienpläne der einzelnen Studienrichtungen und der Lehrzielkatalog, der für jede Lehrveranstaltung eine Zusammenfassung der Lehrinhalte und Lehrziele enthält, zu finden. Das Außeninstitut der TU Wien aktualisiert regelmäßig eine Zusammenstellung der Forschungsprojekte an den Instituten („FODOK“) der TU Wien. Dieser Block wurde seitens des I.P.F. um eine Aufstellung der technischen Ausstattung, die für Lehr- und Forschungsaufgaben zur Verfügung steht, ergänzt.

Einen weiteren Schwerpunkt bilden alle Aktivitäten in Zusammenhang mit der Präsentation von Ergebnissen aus Lehre, Forschung und abgewickelten Projekten mit der Privatwirtschaft. Im wesentlichen sind das vollständige Listen der Publikationen und Vorträge von Institutsangehörigen, aber auch eine Liste aller am I.P.F. durchgeführten Diplomarbeiten und Dissertationen. Für alle Dissertationen und die meisten jüngeren Diplomarbeiten sind Kurzfassungen in deutscher und englischer Sprache zugänglich. Einige neuere Veröffentlichungen liegen im Volltext inklusive der Abbildungen vor. Weiters wird in diesem Block über Veranstaltungen informiert. Derzeit läuft an der TU Wien der 2. Hochschullehrgang „Geoinformationswesen“, eine postgraduale Weiterbildungsmöglichkeit für fach einschlägig tätige Personen. Eine viel größere Veranstaltung findet im Juli 1996 in Wien statt. Es ist das der nächste Kongreß der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung (ISPRS). Veranstalter ist die Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation und Kongreßdirektor ist Prof. Kraus, der Vorstand des I.P.F. der TU Wien. Sämtliche Unterlagen, die in gedruckter Form ausgeschildet worden sind (First Announcement, Second Announcement, Announcement for Exhibitors, Call for Papers, . . .) werden auch im WWW angeboten. Die Vorteile dieser Form der Präsentation liegen sicher in der höheren Aktualität der Information und auch darin, Publikum erreichen zu können, das unser Fachgebiet nur am Rande verfolgt.

In einem dritten Schwerpunkt werden Softwareprodukte (Geländemodellanwendungen, Bündelblockausgleichung, . . .), und Daten (Geländemodelle, Landnutzungsdaten, . . .) beschrieben, die vom I.P.F. angeboten werden.

Alle Zugriffe auf den WWW-Server werden protokolliert und können analysiert werden. Im Zeitraum zwischen Dezember 1994 und Juli 1995 wurden Zugriffe von knapp 2000 verschiedenen Rechnern aus etwa 50 Ländern registriert.

Seit dem Frühjahr 1995 läuft am I.P.F. eine Diplomarbeit, in der versucht werden soll, möglichst umfassende Information über den Themenkomplex „Vermessung und Geoinformation in Österreich“ zusammenzutragen und in Form eines Informationssystems im Internet anzubieten. In diesem Zusammenhang wurden in der Zwischenzeit zahlreiche Kontakte mit mehreren Behörden, Organisationen und Universitäten geknüpft, um sie zur Mitarbeit einzuladen. Mit dem Abschluß der Diplomarbeit wird für Ende 1995 gerechnet.

7. Schlußbemerkung und Ausblick

Wir stehen heute erst am Beginn einer rasend schnellen Entwicklung, die ungeahnte Möglichkeiten der Kommunikation und der Informationsbeschaffung bietet. So wie beispielsweise Telefax vor einigen Jahren eine neue Ära der Kommunikation einleitete und heute selbstverständlich genutzt wird, so werden es in Zukunft sicherlich verstärkt die Dienste auf dem Datenhighway sein. Für den Benutzer scheint es weniger ein technisches oder finanzielles Problem zu sein, mit der Entwicklung Schritt zu halten, als vielmehr eine mühevoll und zeitraubende Aufgabe, aus der schier unermeßlichen Informationsflut das herauszufinden, was er tatsächlich benötigt.

Anmerkung:

Dieser Beitrag ist auch im WWW zu finden, wobei dort viele Links integriert wurden, die direkt auf die erwähnten Server oder Dokumente zeigen.

Die Adresse lautet: http://www.ipf.tuwien.ac.at/veroeffentlichungen/ch_fh_p_vj95.html

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Ing. Christoph Hatzenberger, CTR, Neubaugasse 76, 1070 Wien, Dipl.-Ing. Dr. Franz Hochstöger, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, Technische Universität Wien, Gußhausstraße 25-29, 1040 Wien.



Satellitengeodäsie in Graz im Dienste der Global Change Forschung

Hans Sünkel, Georg Kirchner, Peter Pesec, Graz

Zusammenfassung

Die zunehmende Konfrontation mit Umweltproblemen und die von Sir Karl Popper artikulierten Erkenntnis „Wir wissen nicht – wir raten“ gaben letztlich den Anstoß für die Global Change Forschung. Ihr Ziel ist es, das dynamische, hochgradig vernetzte, komplexe System Erde verstehen zu lernen, und so eine tragfähige Plattform für künftige internationale geopolitische Steuerungsmaßnahmen zu schaffen. Ein weltweites geowissenschaftliches Unterfangen dieser Art bedarf natürlich ebenso globaler Untersuchungsmethoden, die uns heute durch mannigfache Satellitenverfahren zur Verfügung stehen.

Die Satellitengeodäsie als Teil der Geowissenschaften trägt zu dieser weltweiten Initiative mehrfach bei; durch die Überwachung und Analyse von Rotationsverhalten und Verformung des Erdkörpers und durch die Erforschung des globalen Gravitationsfeldes als Antwort auf die Massenverteilung im Erdinneren. Die Grazer Satellitengeodäsie leistet auf diesen Gebieten beachtenswerte Beiträge durch Forschung, Entwicklung und Anwendung von extrem genauen Satelliten-Laserverfahren, durch GPS-gestützte geodynamische Untersuchungen, sowie durch Analyse von Radar-Altimeterdaten und mathematisch-numerische Entwicklungen im Hinblick auf eine geplante dedizierte Erdschwerefeldmission.

Abstract

The growing concern for the environment and common knowledge, interpreted by Sir Karl Popper in terms of „We are ignorant – we just guess“, triggered contemporary Global Change research. Its goal is a sound understanding of how the highly dynamic and utterly complex system Earth works which enables us to establish a solid platform for further geopolitical measures on an international level. A global geoscientific undertaking such as this one requires equally global investigation methods and tools which we have at our disposal nowadays in terms of various satellite techniques.

Space Geodesy as one branch of geoscience is contributing to this worldwide initiative in various ways: by monitoring and analyzing the rotation and deformation behaviour of the Earth, and by investigating the global gravitational field as a response to the Earth's mass distribution. The Space Geodesy Division in Graz is making remarkable contributions to the Global Change Program in terms of research, development and application of very precise satellite laser techniques, GPS-supported geodynamical investigations, by analyzing radar altimeter data, and through mathematical-numerical developments for a dedicated satellite gravity field mission.

1. Einleitung

Wenn man von rechtlichen und administrativen Aspekten absieht, so war das Aufgabengebiet der Geodäsie seit jeher gekennzeichnet durch die Herstellung, Darstellung und Verwaltung des Raumbezugs sowie durch die Erforschung des Erdschwerefeldes. Bis vor etwa drei Jahrzehnten bediente man sich dazu naturgemäß terrestrischer Verfahren, die bis zur Grenze ihrer Möglichkeiten ausgereizt und ausgeschöpft wurden.

Die imposante technologische Entwicklung während der letzten Jahrzehnte hat uns Satelliten als neue Werkzeuge zur Verfügung gestellt. Mit diesem enorm leistungsfähigen Instrumentarium hat sich sowohl ein qualitativer als auch ein quantitativer Wandel in vielen geodätischen Auf-

gabenbereichen vollzogen. War bis vor kurzem vor allem die Erforschung des Zustandes der Erde ein zentrales Anliegen, so ist es nunmehr die Zustandsänderung, die meßbar geworden ist und derzeit im Blickfeld internationaler Forschung und Entwicklung steht. „Global Change“ ist das Schlagwort, „space only“ ist out, „space-time“ ist in.

Zur Erforschung des Zustandes und der Zustandsveränderung unserer Erde bedienen wir uns bekanntlich verschiedenster Sensoren, welche zur Bewältigung der jeweiligen Aufgaben gleichsam maßgeschneidert sind. So liefern raumgestützte Fernerkundungs- und Positionierungssysteme bedeutende Informationen über großräumige Bewegungen und Deformationen tektonischer Platten, über die Änderung des Rotationsverhaltens der Erde, die Struktur des Erd-

schwerfeldes, die Topographie und Dynamik der Ozeane, die Atmosphäre, die Kryosphäre und die Biosphäre. Derzeit in Diskussion befindliche dedizierte Satelliten-Schwerfeldmissionen versprechen einen enormen Informationszuwachs in bezug auf Auflösung und Genauigkeit des Erdschwerfeldes, und erlauben uns, in Verbindung mit seismischen Daten einen Blick ins Erdinnere zu werfen und so zu ergründen, „was die Welt im Innersten zusammenhält“.

Die an der Grazer Abteilung für Satellitengeodäsie des Institutes für Weltraumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW) betriebenen Aktivitäten decken sich mit den eingangs erwähnten Aufgabenbereichen der Geodäsie. Es sind dies Forschung und Entwicklung auf den Gebieten der satellitengestützten Geodynamik und der satellitengestützten Erdschwerfeldbestimmung. Die diesen beiden Aufgabenbereichen zugeordneten Ziele unserer Anstrengungen, die natürlich nur im Verbund mit anderen weltweit operierenden geowissenschaftlichen Institutionen erreicht werden, lassen sich im Detail wie folgt zusammenfassen:

Geodynamik:

- Bahnprädiktion, Bahnverfolgung und Bestimmung von Satellitenbahnen
- Realisierung eines internationalen terrestrischen Referenzsystems
- Überwachung des Erdrotationsvektors
- Bestimmung der Bewegung von großen tektonischen Einheiten
- Herstellung und Überwachung eines geodynamischen Grundnetzes für Österreich

Erdschwerfeld:

- Bestimmung des Erdschwerfeldes im Allgemeinen und des Geoids im besonderen
- Bestimmung der dynamischen Meeresflächen-topographie
- Entwicklung optimaler numerischer Verfahren zur Verarbeitung von GPS Satellite-to-Satellite Tracking-Daten in Verbindung mit Satelliten-Gradiometerdaten zur globalen Erdschwerfeldbestimmung

Zur Erfüllung dieser Aufgaben steht ein mittlerweile ungemein breites Spektrum satellitengestützter Meßverfahren zur Verfügung. Die bei uns derzeit schwerpunktmäßig eingesetzten Verfahren lassen sich den technologischen Komplexen Laser, GPS, Satelliten-Radar-Altimetrie und Satelliten-Gradiometrie zuordnen. In der Folge wird über unsere einschlägigen Aktivitäten auf diesen Gebieten berichtet.

2. Geodynamik – F & E

Die Positionierung ist für die Geowissenschaften von zentraler Bedeutung, da der Wert einer geowissenschaftlichen Messung oft von der Positionierungsgenauigkeit des Meßpunktes abhängt. In der Vergangenheit war statische Relativpositionierung in einem lokal beschränkten Gebiet oft ausreichend. Heutzutage haben wir hochtechnologische Positionierungssysteme zur Verfügung, welche die Überwachung von Punktpositionen in einem globalen Koordinatensystem erlauben und die Messung der relativen Lageveränderung von Punkten über interkontinentale Entfernungen mit Zentimetergenauigkeit ermöglichen. Die zu diesem Zweck derzeit eingesetzten drei Verfahren sind VLBI (Very Long Baseline Interferometry), SLR (Satellite Laser Ranging) und GPS (Global Positioning System). SLR und GPS werden im Wirkungsbereich der Abteilung für Satellitengeodäsie seit geraumer Zeit für die Zwecke geodynamischer Überwachung sehr erfolgreich eingesetzt. Die dabei erzielten Meßgenauigkeiten haben mittlerweile ein Niveau erreicht, das geodätische Positionierung zum leistungsfähigsten Werkzeug für die globale Überwachung der Bewegung von großräumigen tektonischen Platten bis hin zur Deformationsanalyse kleiner lokaler Strukturen macht.

Positionierungsverfahren liefern dreidimensionale geozentrische Koordinaten, die für die globalen Aufgaben der Realisierung eines internationalen Bezugssystems, zur Überwachung des Erdrotationsvektors, zur Bestimmung von Satellitenbahnen und natürlich auch zur globalen Überwachung geodynamischer Vorgänge benötigt werden. Laserverfahren (SLR), haben seit mehr als einem Jahrzehnt ihre hohe Leistungsfähigkeit unter Beweis gestellt und sich zum Standardverfahren der absoluten Positionierung entwickelt. Sie beruhen auf der hochpräzisen Messung der Zweiweg-Laufzeit von Laserimpulsen zwischen Bodenstationen einerseits und mit Retroreflektoren ausgestatteten Satelliten andererseits. Das Prinzip ist also denkbar einfach, die Realisierung wie so oft ein anderes Thema. Durch SLR-Messungen von den weltweit verteilten etwa 40 SLR-Stationen aus können bei Kenntnis der Satellitenbahn(en) die geozentrischen Koordinaten der Bodenstationen abgeleitet werden, und umgekehrt können bei Kenntnis der Position der Bodenstationen die Bahnen von Satelliten bestimmt werden.

Werden solche Laser-Entfernungsmessungen laufend durchgeführt, so können aus der zeitlichen Veränderung der Position der Bodenstationen

nen natürlich auch die Bewegungen und Deformationen von tektonischen Platten abgeleitet werden. Darüberhinaus enthalten Zeitreihen dieser Art auch noch Information über die zeitliche Änderung des Rotationsverhaltens der Erde. Somit ermöglichen Laserverfahren auch die Überwachung des Erdrotationsvektors. Und da die Bahnen aller Satelliten vom Gravitationsfeld der Erde kontrolliert werden, enthalten Laser-Entfernungsmessungen auch Information über das Erdschwerefeld. Die derzeit bei SLR-Messungen weltweit erzielten Einzelschuß-Genauigkeiten der ernstzunehmenden SLR-Stationen schwanken zwischen etwa 5 und 50 mm.

Zu einem äußerst kostengünstigen und zuverlässigen relativen Positionierungsverfahren hat sich mittlerweile bekanntlich GPS entwickelt. Im Gegensatz zum optischen SLR-Verfahren wirkt die Ionosphäre auf die Ausbreitung der Mikrowellen dispersiv. Ihr Einfluß wird bekanntlich durch Messung in zwei Frequenzen weitgehend eliminiert. Die Qualität der GPS-Ergebnisse hängt daher zu einem erheblichen Teil von der Kenntnis des Zustandes der Ionosphäre zum Zeitpunkt der Messungen ab. Die Troposphäre als nichtionisierte neutrale Atmosphäre beeinflusst ebenso, wenn auch nicht dispersiv, die Ausbreitung von Mikrowellen, weshalb die Genauigkeit der GPS-Ergebnisse auch von der Kenntnis des Zustandes der Troposphäre abhängt. Daher werden derzeit weltweit große Anstrengungen unternommen, um aus GPS-Messungen durch atmosphärische Tomographie den Zustand der Troposphäre zu bestimmen und die GPS-Daten von diesem Einfluß zu befreien. Aus den bisher weltweit erfolgten GPS-Messungen läßt sich jedoch ableiten, daß mit den besten derzeit verfügbaren Zweifrequenz-Empfängern Relativgenauigkeiten zwischen 1 und 0.01 ppm, abhängig von der Länge der Basislinie, erreichbar sind. GPS stellt daher derzeit bereits eine ideale Ergänzung der beiden „aristokratischen“ Verfahren SLR und VLBI dar und ist auf dem besten Weg, diese beiden Verfahren in vielen Bereichen zu verdrängen.

Die Abteilung für Satellitengeodäsie des Instituts für Weltraumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften beteiligt sich seit dessen Gründung vor mehr als 20 Jahren mit der in Österreich einzigartigen geodynamischen Fundamentalstation Graz-Lustbühel an internationalen Satellitenprojekten, welche die Bestimmung der geometrischen und geophysikalischen Parameter unserer Erde und ihre zeitlichen Veränderungen zum Ziel haben. Sie nimmt teil an internationalen geodynamischen Projekten wie

DOSE (Dynamics of the Solid Earth, NASA), am europäischen Projekt WEGENER (Messung und Interpretation von Erdkrustenbewegungen in Europa), am internationalen Erdrotationsdienst IERS (Überwachung der Polbewegung und Rotationsgeschwindigkeit der Erde), sowie an der Bahnbestimmung von Erdbeobachtungssatelliten. Graz/Lustbühel ist des weiteren Basisstation des IGS-Netzes (International GPS Geodynamic Service) und international als GPS-Datenzentrum für spezielle geodynamische Auswertungen im ost- und südeuropäischen Raum im Rahmen von CEI (Central European Initiative) verantwortlich. Zur Wahrnehmung der geodynamischen Positionierungsaufgaben werden von uns SLR und GPS massiv eingesetzt. In der Folge geben wir einen kurzen Überblick über die Grazer SLR-Anlage und informieren über gegenwärtige geodynamische Forschungsaktivitäten im Bereich Österreichs und im adriatischen Raum.

SLR:

Die Grazer Satelliten-Laser-Anlage wurde im Jahr 1979 auf Initiative von Karl Rinner eingerichtet und ist seit 1982 operationell. Sie stellt das Herzstück der Abteilung für Satellitengeodäsie der ÖAW dar. Der routinemäßig mit einer Wellenlänge von 532 nm (grün) arbeitende Nd:Yag-Laser wird mit einer maximalen Energie von 50 mJ und einer maximalen Schußfrequenz von 10 Hz betrieben. Die Qualität einer Laser-Entfernungsmessung ist von vielen Faktoren, vor allem aber von drei Kenngrößen abhängig: der Pulslänge, der Startpulsdetektion und der Photonen-Empfangsdetektion.

Die laufenden technologischen Verbesserungen der Anlage haben zu einer sehr beachtlichen qualitativen, aber auch quantitativen Steigerung geführt. So wird derzeit routinemäßig mit einer Pulslänge von lediglich 35 psec gearbeitet, was einer Länge des Photonenpaketes von 1 cm entspricht. Der Zeitpunkt der Aussendung des Photonenpaketes und des Empfangs des reflektierten Signals (bloß einige wenige Photonen (!)) wird mit einer Präzision von besser als 10 psec festgestellt. Die Zeit wird dabei durch die mit äußerst genauen Atomuhren ausgestattete Zeitstation am Observatorium Graz/Lustbühel (Prof. W. Riedler, Doz. D. Kirchner) zur Verfügung gestellt. Eine neue technologische Entwicklung erlaubt sogar die Detektion eines einzigen (!) Photons mit Hilfe des seit 1991 installierten Einzelphotonen-Lawinendetektors.

Derzeit werden von uns im operationellen Betrieb 14 Satelliten, die sich in einem Bahnhöhen-

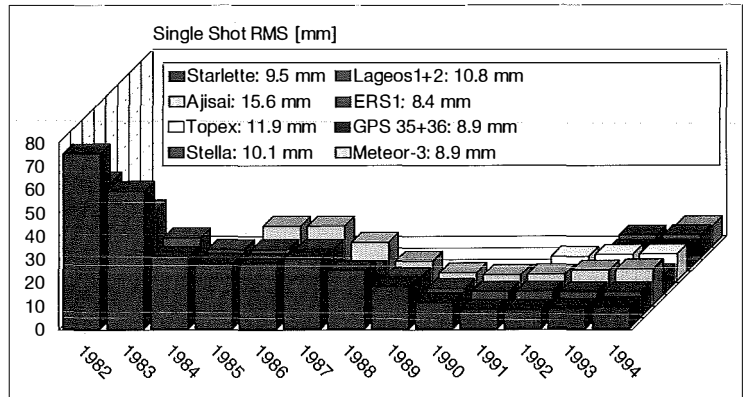
bereich von etwa 300 bis 2000 km befinden, mittels SLR-Messungen in ihrer Bahn verfolgt: die vier geodynamischen Satelliten LAGEOS-1, LAGEOS-2, STARLETTE und AJISAI, die drei Fernerkundungssatelliten ERS-1, ERS-2 und TOPEX/POSEIDON, die beiden GPS-Satelliten 35 und 36, die beiden GLONASS-Satelliten ETALON-1 und ETALON-2 sowie drei weitere Satelliten Stella, Meteor-3 und GFZ-1. Die Messungen erfolgen routinemäßig während der Nacht; Tageslichtmessungen sind ebenso möglich und werden bei Bedarf durchgeführt.

sungen dramatisch zu verbessern. Die Messung in der zweiten und dritten Farbe (rot, 683 nm und blau, 430 nm) wird mit einer Energie von wenigen mJ betrieben. Graz gelingt damit weltweit erstmals die gleichzeitige SLR-Messung in drei Farben zu den meisten beobachtbaren Satelliten. Die operationelle Mehrfarben-SLR-Messung wird uns erlauben, den Störeinfluß der Troposphäre auf die Signalausbreitung weitgehend zu eliminieren und Einzelschußgenauigkeiten von wenigen Millimetern zu erreichen – ein technologischer Quantensprung, der die Grazer SLR-Sta-

Mit diesen hervorragenden Leistungsmerkmalen der Grazer SLR-Anlage werden derzeit im Routinebetrieb Einzelschußgenauigkeiten von typischerweise 8–10 mm erreicht (siehe Abbildung 1), wobei die nicht modellierbare Dispersion der Troposphäre einen Anteil von etwa 5 mm verursacht. Die Grazer SLR-Anlage ist damit bezüglich aller Leistungsmerkmale seit vielen Jahren die beste in Europa und in bezug auf Datenrate und so manche andere Kenngrößen bereits jetzt weltweit führend (siehe Abbildung 2). Unsere Lasermessungen fließen in ein Verarbeitungssystem ein, das laufend nicht nur die Bahnen der weltweit beobachteten Satelliten bestimmt, sondern darüberhinaus auch die aktuellen Positionen und gegenseitigen Bewegungen der Laserstationen und die aktuellen Erdrotationsparameter ermittelt.

Derzeit wird im Rahmen eines ESA-Projektes an einer grundlegenden technologischen Erweiterung in Richtung 3-Farbenmessung gearbeitet, um auch noch den nicht modellierbaren Anteil der Troposphäre weitgehend eliminieren zu können und so die Genauigkeit der SLR-Mes-

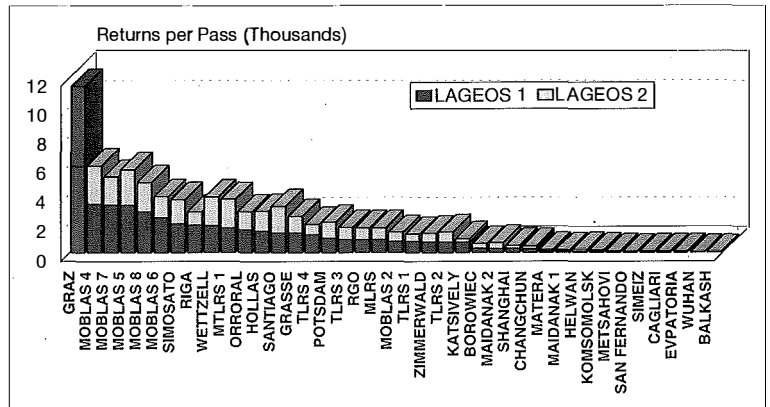
LASER STATION GRAZ SINGLE SHOT RMS IMPROVEMENT



<Kirchner/Koidl, 1994-12-31>

Abb. 1: Verbesserung der „Einzelschußgenauigkeit“ der Grazer SLR-Anlage

GLOBAL SLR NETWORK AVERAGE LAGEOS RETS / PASS



<Kirchner/Koidl, 1995-06-07>; Source: NASA

Abb. 2: Datenrate der Grazer SLR-Anlage im internationalen Vergleich

tion in allen Belangen weltweit zur Nummer Eins machen wird.

GPS:

Die Abteilung für Satellitengeodäsie der ÖAW begann bereits vor mehreren Jahren mit dem Aufbau eines geodynamischen GPS-Netzes für Österreich, das aus etwa 100 weitgehend im Fels vermarkten GPS-Punkten besteht. Die Überwachung der Veränderungen der mit Zentimetergenauigkeit bestimmten Koordinaten dieser GPS-Punkte soll Aufschluß über regionale geotektonische Bewegungsvorgänge im Ostalpenraum geben.

Die im Rahmen dieses Projektes AGREF (Austrian Geodynamics Reference Network) getätigten GPS-Messungen, die im übrigen auch den Bereich Sloweniens und den nördlichen Teil Kroatiens abdecken, konnten in den letzten Jahren abgeschlossen werden. Diese Erstvermessung des geodynamischen Netzes Österreich, an der auch das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) sowie die beiden geodätischen Institute der Technischen Universität Graz maßgeblich mitgewirkt haben, stellt gleichsam eine Nullmessung dar. Es ist beabsichtigt,

das gesamte Netz im Abstand von etwa 5–10 Jahren zu vermessen, um so eine Zeitreihe relativer Positionsveränderungen der Netzkpunkte zu erhalten, die wiederum geodynamische Aktivitäten im Ostalpenraum abbildet.

Eine wesentliche Ursache für die geodynamischen und seismischen Vorgänge im Bereich der Alpen und somit in Österreich ist die Aktivität der adriatischen Mikroplatte, die bis nach Kärnten reicht. Um ihre Dynamik zu studieren, wird derzeit im Rahmen des IDNDR-Projektes (International Decade for Natural Disaster Reduction) ALPMED ein Netz von etwa 20 GPS-Punkten im adriatischen Raum (Österreich, Italien, Griechenland, Albanien, Kroatien, Slowenien) aufgebaut. Als geodynamische Basisstationen im Bereich Österreichs dient die seit Jahren bereits permanent messende GPS-Fundamentalstation Graz/Lustbühel, sowie die in Zusammenarbeit mit der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik nunmehr betriebenen GPS-Permanentstationen Patscherkofel, Hafelekarak und die in Kürze in Betrieb gehende Station Reißbeck (siehe Abbildung 3).

Es wird erwartet, daß Wiederholungsmessungen des Adria-Netzes innerhalb von etwa fünf

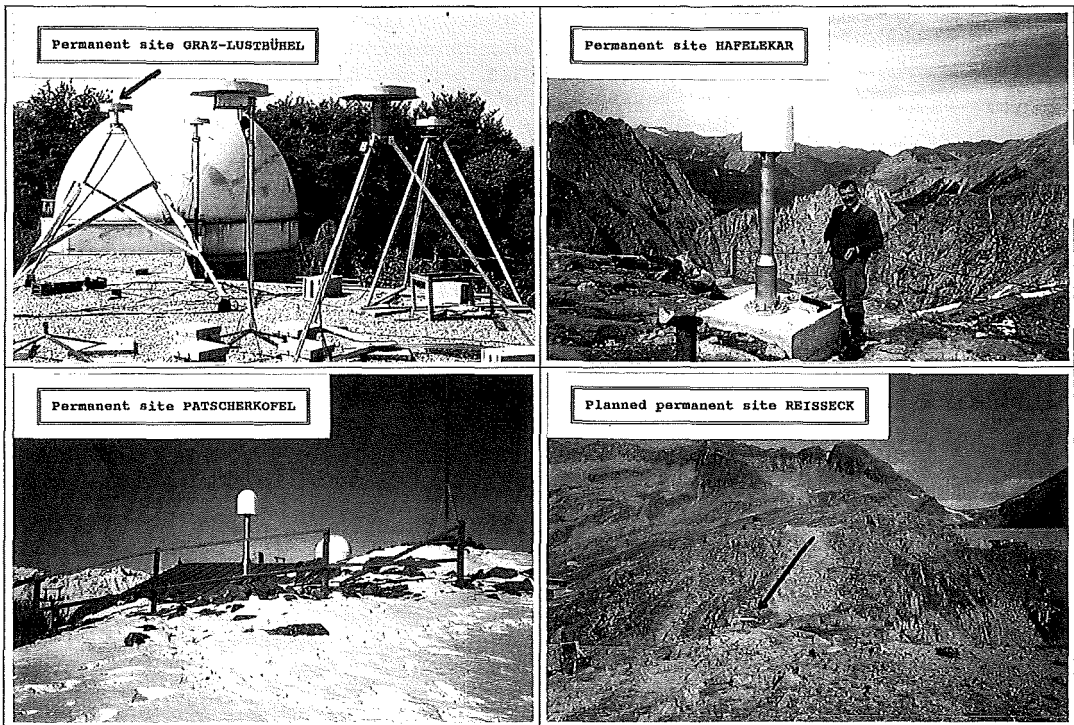


Abb. 3: GPS-Permanentstationen

Jahren die wesentlichen geodynamischen Aktivitäten dieser Mikroplatte mit hinreichender Genauigkeit und Zuverlässigkeit abbilden.

3. Erdschwerefeld – F & E

Die Bestimmung der Detailstruktur des Erdschwerefeldes, das im Bereich des mittleren Meeresniveaus durch das Geoid als ausgezeichnete Äquipotentialfläche repräsentiert wird, ist sowohl für die Erforschung der dynamischen Vorgänge im Erdinneren als auch für die präzise Vorhersage der Bahnen erdnahe Satelliten von fundamentaler Bedeutung. Des weiteren stellt das Geoid bekanntlich eine globale Referenzfläche für orthometrische Höhen dar und ist aus diesem Grunde auch von erheblicher praktischer Bedeutung, insbesondere bei der Verknüpfung von GPS-Ergebnissen mit terrestrischen Daten.

Bis vor etwa drei Jahrzehnten basierte die Erdschwerefeldbestimmung auf der Messung von Schwere und Lotabweichung, wobei diese Messungen fast ausschließlich auf das Festland beschränkt waren, zumal die Dynamik der Meere lediglich Schweremessungen mit geringer Dichte und Genauigkeit zuläßt. Diese Messungen wurden vor allem in den großen Industrienationen weitgehend flächendeckend durchgeführt. Die Dichte der Schwerefelddaten im überwiegenden Teil der Erdoberfläche, vor allem auf den Weltmeeren, war völlig unbefriedigend und nicht geeignet, ein globales Geoid mit hoher Genauigkeit und Auflösung bestimmen zu können.

SLR-gestützte dynamische Satellitenmethoden, welche sich kugelförmiger und mit Laser-Retroreflektoren ausgestatteter Satelliten mit hoher Massendichte als passive Sensoren im Gravitationsfeld der Erde bedienen, lieferten und liefern den langwelligen Anteil des globalen Gravitationsfeldes mit hoher Genauigkeit. Erdschwerefeldmodelle, die aus solchen SLR-Messungen abgeleitet werden, repräsentieren das Erdschwerefeld mit kleinsten, gerade noch auflösbaren Wellenlängen von etwa 1000 km. Eine Kombination dieser Erdmodelle mit den oben angeführten terrestrischen Erdschwerefelddaten führte zu zahlreichen lokalen bis regionalen Geoidbestimmungen – so auch etwa zum Geoid für Österreich, das 1987 am Institut für Theoretische Geodäsie der Technischen Universität Graz berechnet wurde (Im übrigen ist eine Neuberechnung des Geoids für Österreich mit dem Arbeitstitel GEOID 2000 derzeit im Gange.).

Alle diese lokalen bzw. regionalen Geoidlösungen beschränkten sich mit wenigen Ausnahmen

auf kontinentale Bereiche. Über den Kontinenten war das Geoid daher in vielen Fällen bedeutend besser bekannt als in ozeanischen Bereichen. Durch die Möglichkeit der satellitengestützten Radar-Altimeter-Abtastung der Meeresoberfläche, gekoppelt mit einer präzisen Bahnbestimmung, hat sich dieses Bild jedoch schlagartig geändert, sodaß heute die Geoidstruktur in Meeresbereichen im allgemeinen deutlich besser bekannt ist als über kontinentalen Gebieten. Zu diesem enormen Informationszuwachs haben die NASA-Satelliten GEOS-C, SEASAT und GEOSAT, die allesamt mit Radar-Altimetersystemen ausgestattet waren, in hohem Maße beigetragen.

Die enorme Steigerung der Meßgenauigkeit (Radar-Altimetrie und Bahnbestimmung), die hohe Abtastrate und die Möglichkeit der Verknüpfung mehrerer Sensoren ermöglichen nunmehr nicht nur eine hochpräzise Geoidbestimmung, sondern darüberhinaus auch die Untersuchung der Meerestopographie, also die Abweichung der mittleren Meeresoberfläche vom Geoid, und sogar die Überwachung der gesamten Ozeandynamik.

Derzeit liefern uns die ESA-Fernerkundungssatelliten ERS-1, ERS-2 und der NASA/CNES-Satellit TOPEX/POSEIDON, die alle mit Radar-Altimetern ausgestattet sind, eine enorme Fülle von hochpräziser Information mit räumlich oder zeitlich höchster Auflösung. Ihre Daten, verknüpft mit anderen Erdschwerefeldinformationen, bieten uns ein äußerst detailliertes Bild vom Zustand und der Zustandsänderung der Weltmeere. Diese globale Information liefert nicht nur das Geoid im Bereich der Ozeane und ein Bild der dynamischen Ozeantopographie, sondern stellt aufgrund der starken Wechselwirkung zwischen den Weltmeeren, der Erdatmosphäre und den polaren Eismassen auch eine bedeutende Randbedingung für die Erforschung des Weltklimas dar.

Satelliten-Altimetrie:

Die Abteilung für Satellitengeodäsie des Institutes für Weltraumforschung der ÖAW und die Abteilung für Mathematische Geodäsie und Geoinformatik der Technischen Universität Graz waren bei ERS-1 an zwei Altimetrie-Projekten beteiligt: am Projekt COMPASS II, das eine alternative Methode der Kalibrierung des Radar-Altimeters durch Verwendung von Mikrowellen-Transpondern als idealisierte Reflexionsfläche zum Inhalt hatte, und am Projekt GEOMED, das sich der Erforschung des Geoids sowie der Un-

tersuchung der Meerestopographie und der Ozeanströmungen im geotektonisch so aktiven (und vermutlich deshalb auch landschaftlich und kulturell so attraktiven) Bereich des Mittelmeerraumes widmete.

Im Rahmen des Projektes COMPASS II, das in Zusammenarbeit mit Gruppen aus Großbritannien und der Schweiz durchgeführt wurde, erfolgte die Kalibrierung des ERS-1 Radar-Altimeters sowie der Versuch einer Höhenübertragung durch Altimetrie mittels zweier Mikrowellen-Transponder. Die beiden Transponder waren entlang des Venedig-Orbits von ERS-1 in Revine bei Venedig und in Ginzling im Zillertal für mehrere Wochen stationiert, ihre Position wurde mit Hilfe von GPS bestimmt. Der Radar-Altimeter an Bord von ERS-1 wurde jeweils beim Überflug aktiv. Durch Vergleich der Altimeter-Messungen mit der Sollhöhe des Satelliten über den Transpondern, die durch SLR-Bahnbestimmung bzw. durch GPS ermittelt wurde, konnte das Altimetersystem kalibriert werden und gleichzeitig eine Höhenübertragung zwischen den beiden Transpondern durch Radar-Altimetrie getestet werden.

Die dabei erzielten Ergebnisse, die im Genauigkeitsbereich weniger Zentimeter liegen, sind nicht nur in hohem Maße befriedigend, sondern gaben Anlaß zu gänzlich neuen Einsatzmöglichkeiten von Transpondersystemen. So ist etwa bei bekannter Position des Transponders die sehr kritische vertikale Komponente der Satellitenbahn mittels Radar-Altimetrie bestimmbar oder umgekehrt, bei bekannter Bahn (etwa aus SLR-Daten oder mittels PRARE ermittelt) lassen sich über große Distanzen Höhen zwischen Transpondern mit hoher Genauigkeit übertragen. Eine detaillierte Analyse der Transponder-Echos zeigt, daß neben der vertikalen Komponente der Satellitenbahn durch genaue Zeitzuordnung der Radar-Impulse auch noch die Komponente in Flugrichtung mit einer Genauigkeit im Bereich weniger Dezimeter mittels Transponder bestimmbar ist.

Radar-Altimetrie über Mikrowellen-Transponder liefert so bedeutende Beiträge zur Bahnbestimmung. Besonders für ERS-1 war dies von großer Bedeutung, zumal sein bordeigenes Positionierungssystem bekanntlich kurz nach dem Start ausgefallen ist und die genaue Positionierung allein von SLR-Bahnverfolgung abhängt. Diese neuen, vielversprechenden Aspekte haben im Vorjahr zum Erwerb eines Mikrowellen-Transponders durch die Abteilung für Satellitengeodäsie geführt, der derzeit in einschlägigen ERS-2-Projekten, wie oben beschrieben, eingesetzt wird.

Ein von wissenschaftlichen Instituten (Rutherford Appleton Laboratory, Newcastle, Cambridge, Kopenhagen und Graz) gemeinsam eingebrachter Vorschlag zur Nutzung von Transpondern für die Kalibrierung des ERS-2 Altimeters und für Höhenübertragungen mittels Altimeterdaten wurde von der ESA mit höchster Priorität angenommen. Unsere Gruppe beteiligt sich daher während der Commissioning Phase von ERS-2 mit Transpondermessungen in Ostösterreich und Auswertungen. Weitere Einsätze im Mittelmeerraum, in Grönland und der Antarktis befinden sich derzeit in Planung.

Im Rahmen des GEOMED-Projektes wurden, wie bereits erwähnt, das Geoid, die Meerestopographie und die Ozeandynamik für den Bereich des Mittelmeeres aus ERS-1 Radar-Altimeterdaten und zusätzlichen Erdschwerefelddaten bestimmt (siehe Abbildung 4). Das Projekt wurde im Rahmen eines europäischen Konsortiums unter Beteiligung der Universitäten in Mailand, Madrid, Thessaloniki, Kopenhagen, Helsinki und TU Graz durchgeführt. Unsere Grazer Gruppe arbeitete dabei am Problem der Kreuzungspunktausgleichung, das als Output den Input für die anschließende Geoidbestimmung liefert, an der recht aufwendigen Validierung des Höhenmodells für das Untersuchungsgebiet sowie an den vergleichenden statistischen Analysen im Zusammenhang mit der Geoidbestimmung und der Bestimmung der dynamischen Meerestopographie.

Die nunmehr vorliegenden Ergebnisse zeigen eine Genauigkeit der Geoidbestimmung im Dezimeterbereich bei einer Auflösung von etwa 10 km Wellenlänge. Diese beachtlichen Ergebnisse verstärkten daher die Bestrebungen der beiden Abteilungen, sich auch an den derzeitigen und zukünftigen Altimeter-Missionen von ESA und NASA im Rahmen ihrer Möglichkeiten zu beteiligen.

Satelliten-Gradiometrie:

Die mangelhafte Kenntnis des globalen Erdschwerefeldes stellt derzeit noch immer die Schwachstelle schlechthin bei Bahnvorhersagen bzw. Bahnbestimmungen dar. Ohne globale Detailkenntnis des Erdschwerefeldes kann das gewaltige Potential, das in den Altimeterdaten von SEASAT, GEOSAT, ERS-1, ERS-2, TOPEX/POSEIDON und zukünftigen Missionen liegt, nur zum Teil ausgeschöpft werden.

Sowohl bei ESA als auch bei NASA wird daher seit geraumer Zeit eine dedizierte Schwerefeldmission diskutiert, die das Geoid mit einer Auflö-

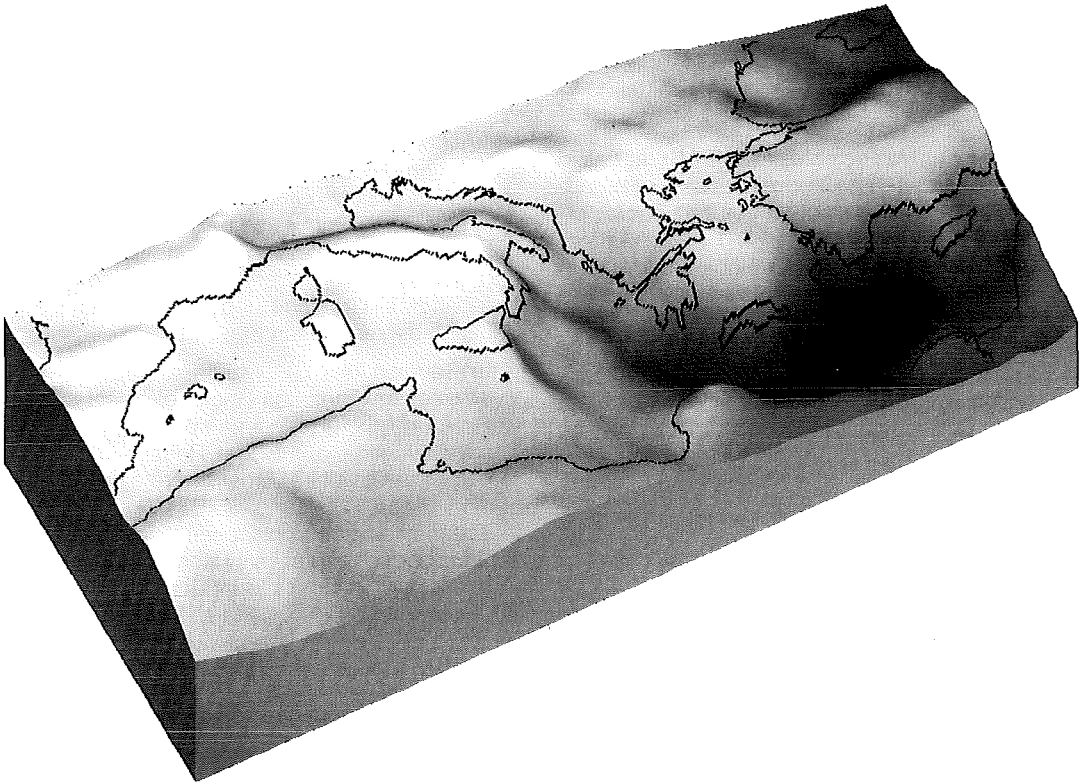


Abb. 4: Altimeter-Geoid Mittelmeerraum

sung von 100 km und einer homogenen Genauigkeit von besser als 10 cm liefert. Dieses Ziel wird erreicht durch eine Kombination von GPS Satellite-to-Satellite Tracking (GPS-SST) und die Messung zweiter Ableitungen des Gravitationspotentials (Satelliten-Gradiometrie-SGG) in sehr niedriger Bahnhöhe von 200 bis maximal 450 km.

Das SGG-Kerninstrument besteht aus einem Bündel von Beschleunigungsmessern, die im Verbund ein Satelliten-Gradiometer repräsentieren, das mit einer kaum vorstellbar hohen Präzision von $10^{-13} / \sqrt{\text{Hz}} \cdot \text{sec}^{-2}$ arbeitet. Die Orbit-Bestimmung erfolgt mittels des globalen Positionierungssystems GPS, gestützt durch SLR, mit einer Positionierungsgenauigkeit von vermutlich 1 cm (!).

Das Schwerfeld als Antwort auf die Massenverteilung der Erde liefert durch Inversion enorm wichtige Ausgangsdaten (Randbedingungen) für zahlreiche geophysikalische Fragestellungen. Eine genaue Kenntnis des globalen Schwerfeldes hilft daher auch in hohem Maße bei der Erforschung geodynamischer Prozesse im Erdinneren. Schließlich liefern Zustand bzw. Zu-

standsänderung des Geoids bedeutende Information für den riesigen Komplex der Klimaforschung.

Eine solche Mission mit dem geplanten integrierten geodätischen Paket (SGG+GPS) würde nicht nur das globale Geoid mit hoher Auflösung und Genauigkeit liefern, sondern darüberhinaus einen enormen Synergieeffekt bewirken und das Instrumentarium zur Ausschöpfung des gesamten Potentials der Erdbeobachtungsmissionen bereitstellen. Praktisch alle Geowissenschaften wie Geodäsie, Geophysik, Ozeanographie und Klimaforschung würden von einer solchen dedizierten Schwerfeldmission in hohem Maße profitieren.

Die Abteilung für Satellitengeodäsie arbeitet seit kurzem gemeinsam mit der Abteilung für Mathematische Geodäsie der TU Graz bereits an theoretischen Untersuchungen und umfangreichen Simulationen und spielt verschiedene Missions-Szenarien zur Bahn- und Gravitationsfeldbestimmung der Erde durch. Neben den massiven theoretischen Problemen, deren Lösung an sich schon eine gewaltige Herausforderung darstellt, werden mathematisch-numeri-

sche Mammutaufgaben bewältigt, die letztlich in der Lösung linearer Gleichungssysteme mit allen erdenklichen unangenehmen Eigenschaften numerischer Art und darüberhinaus mit gewaltiger, ja nahezu furchterregender Dimension münden. Als Ergebnis dieser Anstrengungen wird das Gravitationsfeld der Erde, durch etwa 100,000 Parameter modelliert, vorliegen.

4. Schlußfolgerungen

Die gegenwärtigen gewaltigen Fortschritte in der Hochtechnologie der Positionierung erlauben nicht nur die Realisierung eines globalen geozentrischen Koordinatensystems höchster Präzision, sondern ermöglichen auch Positionsveränderungen in diesem System zu überwinden. Da aber natürliche Positionsveränderungen stets physikalische und chemische Prozesse im Erdinneren, aber auch in der Atmosphäre als Ursache haben, stellen solche Informationen sehr bedeutende Randbedingungen für die Erforschung der äußerst komplexen Vorgänge im Erdinneren, in den Weltmeeren und in der Atmosphäre dar und sind so auch indirekt für die Klimaforschung von erheblicher Bedeutung – eine wahrlich komplexe, aber oder gerade deshalb wunderschöne Welt, in der wir leben dürfen.

Mit der ständigen Überwachung der Erde trägt die Satellitengeodäsie maßgeblich zu einer Forschungsinitiative bei, welche die Beschreibung des globalen Erdsystems und seiner feststellbaren Änderungen mit dem Ziel umfaßt, Vorhersagen der Veränderungen der Einzelkomponenten des Erdsystems bei Vorgabe realistischer Randbedingungen für die kommenden Jahrzehnte zu erstellen. Solche Vorhersagen sollen die Grundlage für geopolitische Entscheidungen bilden, deren Ziel die Eindämmung von Folgen globaler Veränderungen für das Leben der Menschen einerseits und für die Festlegung von Maßnahmen zur Reduzierung menschlicher Einflußnahme auf dieses System andererseits beinhalten.

Diese neue globale Funktion, in der Raum und Zeit vereint auftreten, bedingt eine intensive fachübergreifende Kooperation mit allen Geowissenschaften. Diese Zusammenarbeit wirkt gegenseitig befruchtend und eröffnet bisher un-

gekante Möglichkeiten in Forschung und Entwicklung. Die wissenschaftliche Geodäsie ist aufgefordert, diese einmalige Herausforderung anzunehmen und eine zentrale Rolle zu spielen im Konzert aller Geowissenschaften.

Literatur

- [1] Egger, E.-M., W. Fürst, E. Höck and H. Sünkel (1994): Validation of ETOPO5U in a Local Area Referring to the Height Model of Spain and a Comparative Analysis of Different Geoid Models in the Mediterranean. In: Mare Nostrum IV, University of Thessaloniki, pp. 33-61.
- [2] Fürst, W., W. Hausleitner, E. Höck, W.-D. Schuh, and H. Sünkel (1992): GEOMED-Crossover Adjustment of Satellite Altimeter Data. In: Mare Nostrum II, University of Madrid, pp. 75-90.
- [3] Kirchner, G., K. Hamal, and I. Prochazka (1991): Advanced Technologies for Satellite Laser Ranging. Paper presented at the XX General Assembly of IUGG, Vienna, 1991.
- [4] Kirchner, G., F. Koldl, I. Prochazka, and K. Hamal (1994): Multiple Wavelengths Ranging in Graz. In: Proceedings, 9th Int. Workshop on Laser Instrumentation, Canberra, in Druck.
- [5] Lichtenegger, H. and H. Sünkel (1989): Mathematische-Geophysikalische Modelle. In: Österreichische Beiträge zum Wegener-Medlas-Projekt. Mitteilungen der geodätischen Institute der Technischen Universität Graz, Folge 65, S. 61-80.
- [6] Pesec, P. (1994): The Use of Transponders for Precise Height Transfer. 1st Working Conference on CERGOP, Warsaw.
- [7] Pesec, P., H. Sünkel, and N. Windholz (1995): Transponders for Altimeter Calibration and Height Transfer. Paper presented at the XXI General Assembly of IUGG, Boulder.
- [8] Pesec, P. and N. Windholz (1995): Dynamics of the Adriatic Microplate and the Eastern Alps. In: „Gravity and Geoid“ (Ed.: H. Sünkel and I. Marson), Proceedings, IAG Symposium „Gravity and Geoid“, Springer-Verlag, Heidelberg, pp. 502-508.
- [9] Sünkel, H. (1989): Solid Earth, Gravity Field and Environment. In: Remote Sensing and the Earth's Environment. ESA publication no. SP-301, pp. 115-123.
- [10] Sünkel, H., W. Hausleitner, and W.-D. Schuh (1995): Satellite Gravity Gradiometry and GPS Satellite-to-Satellite Tracking-Tailored Numerical Solution Strategies. ESA-CI-GAR III/Phase 2 Study, ESA, Paris.
- [11] Sünkel, H. (1995): Classical Dynamical Satellite Geodesy. In: Proceedings, ECMI 94 Conference, Kaiserslautern, in Druck.

Anschrift der Autoren:

o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Hans Sünkel^{1,2}, Dipl.-Ing. Dr. Georg Kirchner¹, Dr. Peter Pesec¹.

(1): Abteilung für Satellitengeodäsie, Institut für Welt- raumforschung, Österreichische Akademie der Wissen- schaften, Lustbühelstraße 46, A-8043 Graz.

(2): Abteilung für Mathematische Geodäsie und Geoin- formatik, Institut für Theoretische Geodäsie, Techni- sche Universität Graz, Steyrergasse 30, A-8010 Graz.



Eine direkte Lösung des räumlichen Bogenschnitts

Herbert Lichtenegger, Graz

Zusammenfassung

Es wird eine direkte Lösung des räumlichen Bogenschnitts angegeben. Diese basiert auf Vektoralgebra und ist im Vergleich zu den bisher bekannten Lösungen verblüffend einfach.

Abstract

A direct solution of the three-dimensional intersection by ranges is presented. The method is based on vector algebra and is amazingly simple in comparison with known solutions.

1. Einleitung

Das Interesse der Fachwelt an direkten, nicht iterativen Lösungen für die dreidimensionalen Einschneideverfahren scheint ungebrochen, wie [2] zum räumlichen Rückwärtsschnitt, [5] zum räumlichen Bogenschnitt und [3] zum räumlichen Pseudostreckenschnitt beweisen. Dies ist auch die Motivation, eine neue direkte Lösung für den räumlichen Bogenschnitt vorzustellen, die im Vergleich zu den bisher bekannten Lösungen verblüffend einfach ist. Dabei bezieht sich die Einfachheit sowohl auf das geometrische Modell als auch auf die numerische Lösung, die durch Anwendung eines von Kleusberg (1994) angegebenen Verfahrens gewonnen wird.

wobei der Kosinus des Winkels zwischen den Einheitsvektoren \mathbf{b}_i und \mathbf{e} durch deren skalares Vektorprodukt ersetzt wurde. Nach Einführung der (berechenbaren) Hilfsgrößen

$$l_i = \frac{s_0^2 - s_i^2 + b_i^2}{2s_0 b_i} \quad (4)$$

vereinfacht sich (3) zu

$$\mathbf{b}_i \cdot \mathbf{e} = l_i, \quad (5)$$

wobei wiederum $i = 1, 2$ zu setzen ist. (5) stellt daher ein System von zwei linearen Gleichungen für die drei unbekanntenen Komponenten von $\mathbf{e} = (e_1, e_2, e_3)^T$ dar. Die zur Lösung notwendige dritte Gleichung ist durch die Bedingung

$$\mathbf{e} \cdot \mathbf{e} = e^2 = 1 \quad (6)$$

gegeben.

2. Problemstellung und Lösung

Es seien gemäß Abbildung 1 die Raumstrecken s_0, s_1, s_2 zwischen den drei bekannten Punkten P_0, P_1, P_2 und einem Neupunkt N gemessen. Wird angenommen, daß der Einheitsvektor \mathbf{e} bekannt ist, dann lautet die einfache Lösung für die räumlichen Koordinaten \mathbf{X} des Neupunktes

$$\mathbf{X} = \mathbf{X}_0 + s_0 \mathbf{e}, \quad (1)$$

wobei mit \mathbf{X}_0 die vorgegebenen Koordinaten des Punktes P_0 bezeichnet sind.

Zur Bestimmung von \mathbf{e} werden vorerst die Einheitsvektoren

$$\mathbf{b}_i = \frac{\mathbf{X}_i - \mathbf{X}_0}{\|\mathbf{X}_i - \mathbf{X}_0\|} = \frac{\mathbf{X}_i - \mathbf{X}_0}{b_i}; \quad i = 1, 2 \quad (2)$$

berechnet. Nach Anwendung des Kosinussatzes in den Dreiecken (P_i, P_0, N) folgt weiters

$$s_i^2 = s_0^2 + b_i^2 - 2 s_0 b_i (\mathbf{b}_i \cdot \mathbf{e}), \quad (3)$$

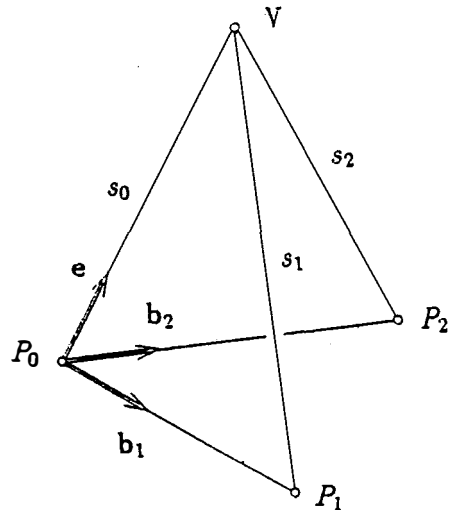


Abbildung 1: Zur Geometrie des räumlichen Bogenschnitts

Das System (5) entspricht auch den Bestimmungsgleichungen des sphärischen Bogenschnitts in der geodätischen Astronomie, vgl. [4]. Dem Vektor \mathbf{e} entspricht dort die unbekannte Zenitrichtung, den Vektoren \mathbf{b}_i entsprechen die Richtungsvektoren zu zwei bekannten Sternen und die Hilfsgrößen l_i sind identisch mit dem Kosinus der beobachteten Zenitdistanzen. Von Lichtenegger (1982) wird auch eine Lösung angegeben, welche die sukzessive Berechnung der drei unbekanntenen Komponenten von \mathbf{e} unter Beachtung der Bedingung (6) erlaubt. Hierzu wird vorerst das lineare Gleichungssystem (5) durch die evidente Beziehung $\mathbf{a} \cdot \mathbf{e} = e_3$ mit $\mathbf{a} = (0,0,1)^T$ ergänzt, so daß das System in Matrixschreibweise durch

$$\mathbf{A} \mathbf{e} = \mathbf{l} \quad (7)$$

dargestellt werden kann. Die Matrix \mathbf{A} enthält in den beiden ersten Zeilen die beiden Vektoren \mathbf{b}_i und in der dritten Zeile den Vektor \mathbf{a} . Der Vektor \mathbf{l} ist durch $\mathbf{l} = (l_1, l_2, e_3)^T$ definiert. Wird die Lösung von (7) in die Bedingung (6) eingesetzt, ergibt sich wegen

$$\mathbf{e} \cdot \mathbf{e} = (\mathbf{A}^{-1}\mathbf{l})^T(\mathbf{A}^{-1}\mathbf{l}) = \mathbf{l}^T(\mathbf{A}^{-1T}\mathbf{A}^{-1})\mathbf{l} = \mathbf{l}^T\mathbf{M}\mathbf{l} = 1 \quad (8)$$

zunächst eine quadratische Gleichung für die Komponente e_3 . Diese kann gelöst werden, da die Elemente der Matrix \mathbf{M} berechenbar sind. Anschließend werden die restlichen beiden Komponenten von \mathbf{e} aus der zu (7) inversen Beziehung gewonnen. Bezüglich weiterer Einzelheiten wird auf die angegebene Literatur verwiesen.

In [3] wird gezeigt, daß auch die Lösung des Pseudostreckenschnitts auf ein zu (5) analoges System zurückgeführt werden kann. Weiters wird eine Formel zur expliziten Berechnung von \mathbf{e} angegeben. Die Ableitung dieser Beziehung wurde in einer persönlichen Mitteilung freundlicherweise zur Verfügung gestellt und soll nachstehend leicht modifiziert wiedergegeben werden.

Zur Lösung vor (5) wird von der Identität

$$\mathbf{e} \times (\mathbf{b}_1 \times \mathbf{b}_2) = (\mathbf{e} \cdot \mathbf{b}_2)\mathbf{b}_1 - (\mathbf{e} \cdot \mathbf{b}_1)\mathbf{b}_2 \quad (9)$$

ausgegangen, die aus der Zerlegungsformel für das doppelte Vektorprodukt folgt, vgl. etwa [1]. Hierfür kann auch

$$\mathbf{e} \times \mathbf{g} = \mathbf{h} \quad (10)$$

geschrieben werden, wobei die beiden Vektoren

$$\mathbf{g} = \mathbf{b}_1 \times \mathbf{b}_2 \quad (11)$$

$$\mathbf{h} = (\mathbf{e} \cdot \mathbf{b}_2)\mathbf{b}_1 - (\mathbf{e} \cdot \mathbf{b}_1)\mathbf{b}_2 = l_2\mathbf{b}_1 - l_1\mathbf{b}_2 \quad (12)$$

bekannt sind. Unter Beachtung der Definition für das vektorielle und skalare Produkt kann (10) auch in der Form

$$(\mathbf{e} \times \mathbf{g})^2 = \mathbf{e}^2\mathbf{g}^2 - (\mathbf{g} \cdot \mathbf{e})^2 = \mathbf{h}^2 \quad (13)$$

ausgedrückt werden. Wegen der Bedingung (6) folgt daraus aber auch die Beziehung

$$\mathbf{g} \cdot \mathbf{e} = \pm \sqrt{\mathbf{g}^2 - \mathbf{h}^2}. \quad (14)$$

Wird (10) von links vektoriell mit \mathbf{g} multipliziert und anschließend auf die linke Seite wiederum die Zerlegungsformel für das doppelte Vektorprodukt angewendet, dann folgt

$$(\mathbf{g} \cdot \mathbf{g})\mathbf{e} - (\mathbf{g} \cdot \mathbf{e})\mathbf{g} = \mathbf{g} \times \mathbf{h}. \quad (15)$$

Für das skalare Produkt im zweiten Term der linken Seite von (15) kann in (14) eingesetzt werden und es ergibt sich schließlich die explizite Beziehung

$$\mathbf{e}^{(1,2)} = \frac{1}{\mathbf{g}^2} \left[\mathbf{g} \times \mathbf{h} \pm \sqrt{(\mathbf{g}^2 - \mathbf{h}^2)} \mathbf{g} \right] \quad (16)$$

für die beiden möglichen Lösungsvektoren.

Die Diskussion von (16) erlaubt einen geometrischen Einblick in Art, Genauigkeit und Stabilität der Lösung:

- Der Vektor \mathbf{g} steht normal auf die Ebene durch die drei gegebenen Punkte (Basisebene), während der Vektor \mathbf{h} in der Basisebene liegt.
- Der Vektor $\mathbf{g} \times \mathbf{h}$ liegt wiederum in der Basisebene und die beiden Lösungen $\mathbf{e}^{(1,2)}$ sind daher symmetrisch bezüglich der Basisebene.
- Es gibt nur eine Lösung, wenn der Wurzelausdruck in (16) verschwindet. Der Wurzelausdruck ist auch ein Maß für die Genauigkeit der Lösung, da bei kleinen Werten schleifende Schnitte auftreten.
- Die Lösung versagt, wenn die beiden Vektoren \mathbf{b}_i kollinear sind und damit \mathbf{g} zu Null wird.

3. Numerisches Beispiel

Für das numerische Beispiel wurden die Ausgangsdaten von [5] entnommen. Es sind dies die nachfolgend in Metern angegebenen Koordinaten der Punkte des Basisdreiecks und die gemessenen Entfernungen zum Neupunkt.

Punkt	Koordinaten			Entfernung
P_0	888 806.888	696 452.798	990 808.120	16 188.809
P_1	880 220.736	701 216.040	996 997.005	11 562.454
P_2	892 694.551	716 297.039	985 590.542	12 747.290

Aus den gegebenen Daten lassen sich vorerst gemäß den (2) und (4) die Längen b_i , die Einheitsvektoren \mathbf{b}_i und die dimensionslosen Hilfsgrößen l_i ableiten.

$$b_1 = 11\,606.583 \text{ m}$$

$$b_2 = 20\,883.748 \text{ m}$$

$$\mathbf{b}_1 = (-0.7397\ 6568, +0.4103\ 9140, +0.5332\ 2195)^T$$

$$\mathbf{b}_2 = (+0.1861\ 5734, +0.9502\ 2411, -0.2498\ 3915)^T$$

$$l_1 = 0.7001\ 1843$$

$$l_2 = 0.7922\ 8333$$

Mit Hilfe von (11) und (12) werden dann die beiden Vektoren

$$\mathbf{g} = (-0.6092\ 1219, -0.0855\ 5925, -0.7793\ 4056)^T$$

$$\mathbf{h} = (-0.7164\ 3620, -0.3401\ 2315, +0.5973\ 7986)^T$$

und aus (16) die beiden Lösungen für den Einheitsvektor \mathbf{e}

$$\mathbf{e}^{(1)} = (-0.3220\ 0926, +0.9353\ 5388, +0.1463\ 6653)^T$$

$$\mathbf{e}^{(2)} = (-0.3194\ 4541, +0.9357\ 1395, +0.1496\ 4635)^T$$

erhalten, wobei das Ergebnis mit Hilfe der Beziehungen (5) und (10) durchgreifend kontrolliert werden kann. Über (1) folgen schließlich die beiden Lösungen für den Neupunkt

Lösung	Koordinaten			
$N^{(1)}$	883 593.942	711 595.063	993 177.620	
$N^{(2)}$	883 635.447	711 600.892	993 230.716	

mit deren Hilfe die Schlußkontrolle durch Vergleich der gemessenen Entfernungen mit den aus Koordinaten gerechneten durchgeführt werden kann.

Es fällt auf, daß die beiden Lösungen benachbart sind. Der Grund liegt darin, daß der Wurzelausdruck in (16) nur etwa $2 \cdot 10^{-3}$ und damit der Winkel zwischen den Lösungsvektoren und der Basisebene nur etwa 0.1° beträgt. Dieser Fall wird in der Praxis eher selten auftreten, er zeigt aber die Stabilität des Lösungsalgorithmus. Bemerkenswert ist auch, daß wegen der ungünstigen Geometrie eine Rechenunschärfe von 10^{-8}

eine Änderung in den Koordinaten in der Größenordnung von 0.05 m verursacht. Dies ist der Grund, warum das vorliegende Ergebnis geringfügig vom Ergebnis in [5] abweicht.

4. Danksagung

Der Autor dankt Herrn Prof. Dr.-Ing. Alfred Kleusberg von der University of New Brunswick in Kanada sehr herzlich für seine Hilfe. Weiters wird Herrn Dipl.-Ing. Robert Kropf von der Technischen Universität in Graz der Dank für die Unterstützung bei der Erstellung des Manuskripts ausgesprochen.

Literatur

- [1] *Baule B. (1960): Die Mathematik des Naturforschers und Ingenieurs. Band III: Analytische Geometrie, 6. Auflage, S. Hirzel Verlag Leipzig.*
- [2] *Grafarend E.W., Lohse P., Schaffrin B. (1989): Dreidimensionaler Rückwärtsschnitt. Zeitschrift für Vermessungswesen, 114:2, 61 ff.*
- [3] *Kleusberg A. (1994): Die direkte Lösung des räumlichen Hyperbelschnitts. Zeitschrift für Vermessungswesen, 119:4, 188–192.*
- [4] *Lichtenegger H. (1982): Über die Lösung astrogeodätischer Grundaufgaben. In: Geodaesia Universalis, Festschrift Karl Rinner zum 70. Geburtstag, Mitteilungen der geodätischen Institute der Technischen Universität Graz, Folge 40, 232–241.*
- [5] *Singer P., Ströbel D., Hördt R., Bahndorf J., Linkwitz K. (1993): Direkte Lösung des räumlichen Bogenschnitts. Zeitschrift für Vermessungswesen, 118:1, 20–24.*

Anschrift des Verfassers

Univ.-Doz. Dr. Herbert Lichtenegger, Abteilung für Landesvermessung und Landinformation, Institut für Angewandte Geodäsie und Photogrammetrie, Technische Universität Graz, A-8010 Graz, Steyrergasse 30.



Umwandlung der Budapester stereographischen Koordinaten in österreichische Gauss-Krüger-Koordinaten

László Bácsatyai, Sopron

Zusammenfassung:

Im Laufe des OTKA (Staatliche Stiftung für wissenschaftliche Untersuchungen in Ungarn)-Forschungsprojektes „Untersuchung des Verlandungsprozesses des Neusiedler Sees“ zur einheitlichen Verarbeitung der topographischen Messungsergebnisse in Zusammenarbeit des Lehrstuhls für Geodäsie, TU für Forst- und Holzwissenschaften, Sopron, mit dem Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU Wien, ist die Aufgabe entstanden, die ungarischen stereographischen Koordinaten in die österreichischen Gauss-Krüger-Koordinaten (M34) umzuwandeln und damit die horizontalen Festpunktnetze der beiden benachbarten Länder zu verbinden. In diesem Artikel wird über die zu diesem Zweck ausgearbeiteten und bei der Untersuchung verwendeten Umwandlungsmethoden berichtet. Außerdem werden im Anhang die in dieser Arbeit verwendeten neuen Formeln für den Übergang von der stereographischen Projektion zur Gauss-Kugel abgeleitet.

Hinweis: Eine umfangreiche Publikation über die inzwischen abgeschlossene Auswertung der topographischen Meßdaten ist gegenwärtig am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung in Vorbereitung. Diese Auswertung wurde vom Österreichischen Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung gefördert.

1. Ausgangssituation

Zur Verbindung des Budapester stereographischen Projektionssystems mit dem österreichischen Gauss-Krüger-System mit dem Mittelmeridian 34° von Ferro (M34) standen insgesamt 16

in beiden Systemen bekannte Festpunkte zur Verfügung. Aus diesen 16 gemeinsamen Punkten sind 9 Punkte in Österreich, 4 Punkte in Ungarn zu finden, 3 Punkte sind Grenzpunkte. Die Liste der Festpunkte mit ihren Koordinaten sind in der Tabelle 1 angegeben.

Punktnummer	Stereographische Koordinaten		Österreichische Gauss-Krüger Koordinaten	
	y	x	y	x
147-49	158 612.64	- 41 003.55	44 648.74	5 299 881.43
92-78	178 493.21	- 41 020.72	24 783.96	5 299 202.16
62-78	177 631.96	- 37 627.19	25 763.46	5 295 841.78
61-78	177 818.10	- 37 579.66	25 579.18	5 295 787.82
116-108	166 255.50	- 30 956.21	37 364.41	5 289 574.43
19-78	168 494.17	- 32 911.64	35 058.89	5 291 450.06
8-78	178 390.08	- 32 496.72	25 185.85	5 290 688.90
95-109	160 810.37	- 25 970.07	42 979.82	5 284 783.07
122-108	181 180.03	- 25 620.58	22 638.69	5 283 721.06
4-78	178 438.47	- 32 374.59	25 141.62	5 290 564.95
137-108	183 895.70	- 25 394.92	19 933.31	5 283 400.53
552-107	186 189.10	- 22 492.90	17 743.57	5 280 420.93
140-108	183 763.29	- 19 387.62	20 276.05	5 277 402.70
1015	174 490.73	- 30 251.56	29 160.39	5 288 582.38
1016	174 490.58	- 28 836.01	29 210.12	5 287 167.98
1022	172 562.55	- 24 196.50	31 298.92	5 282 599.81

Tabelle 1

Die Daten der Budapester stereographischen Projektion:

Projektion: konforme Projektion des Ellipsoids auf die Gauss-Kugel, $R = 6\,378\,512,966$ m konforme Abbildung der Gauss-Kugel auf die Ebene

Einheiten: Meter

Sphäroid: Ellipsoid von Bessel 1841

geogr. Normalbreite auf dem Ellipsoid:

$46^\circ 32' 43,41035''$

auf der Gauss-Kugel:

$46^\circ 30' 00,00000''$

Skalierungsfaktor (Reduzierung) an der Mittelbreite: 1.000000

geogr. Länge des Mittelmeridians:

$36^\circ 42' 53,5733''$ auf dem Ellipsoid (von Ferro),

$0^\circ 00' 00,0000''$ auf der Gauss-Kugel

geogr. Breite des Ursprungs:

$47^\circ 29' 09,63803''$ auf dem Ellipsoid,

$47^\circ 26' 21,1372''$ auf der Gauss-Kugel

Orientierung der Projektion:

Süd - West

2. Ermittlung der Transformationsparameter

Aufgrund der gemeinsamen Punkte wurden Transformationsparameter der ebenen Helmert-Transformation und der räumlichen Ähnlichkeitstransformation zur Umwandlung Budapester stereographischer Koordinaten in österreichische Gauss-Krüger-Koordinaten berechnet. Die Transformationsformeln, wie bekannt, sind die folgenden:

a) *Im Falle der ebenen Helmert-Transformation:*

$$\begin{aligned} y' &= m \cdot [c \cdot (y - y_0) - s \cdot (x - x_0)] + y'_0 \\ x' &= m \cdot [s \cdot (y - y_0) + c \cdot (x - x_0)] + x'_0 \end{aligned} \quad (1)$$

wo die Koordinaten ohne Strich die stereographischen, die mit dem Strich die österreichischen Gauss-Krüger-Koordinaten, c und s – Sinus und Cosinus, m – Maßstabsfaktor, k_0 , x_0 , y'_0 , x'_0 die Koordinaten des Schwerpunktes der Festpunktmenge in den beiden Systemen, sind. Die Transformationsparameter sind die folgenden (Szádeczky-Kardoss, 1991):

$$\begin{aligned} y_0 &= +175\,094.780 \text{ m}, \quad x_0 = -30\,507.528 \text{ m}, \\ y'_0 &= +28\,547.936 \text{ m}, \quad x'_0 = +5\,288\,816.874 \text{ m} \\ m &= 0.99978290, \quad m \cdot c = -0.99916968, \\ m \cdot s &= -0.035012650, \\ \text{der Drehungswinkel} &= -177^\circ 59' 35''. \end{aligned}$$

Aufgrund der Unterschiede der originalen und der mit den Transformationsparametern gewonnenen Koordinaten der 16 Punkte wurden für

die genäherte Schätzung der inneren Genauigkeit die folgenden Maßzahlen bestimmt:

$$\mu_y = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{16} (y_i - y_{tr,i})^2}{16}} = \pm 0.173 \text{ m} \quad (a)$$

$$\mu_x = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{16} (x_i - x_{tr,i})^2}{16}} = \pm 0.197 \text{ m} \quad (b)$$

b) *Im Falle der räumlichen Ähnlichkeitstransformation:*

Die Umrechnungsformeln zwischen den Projektionskoordinaten und den geographischen Koordinaten sind bekannt (z.B. Jordan-Eggert-Kneissl, 1959). Für den Übergang von Budapester stereographischen Koordinaten zur Gauss-Kugel wurden die neu abgeleiteten Formeln

$$\begin{aligned} \text{ctg} \lambda_p &= \frac{1}{y} \cdot \left[x \cdot \sin \varphi_K + \left(R - \frac{d^2}{4 \cdot R} \right) \cdot \cos \varphi_K \right], \\ \sin \varphi_p &= \frac{1}{R + \frac{d^2}{4 \cdot R}} \cdot \left[-x \cdot \cos \varphi_K + \left(R - \frac{d^2}{4 \cdot R} \right) \cdot \sin \varphi_K \right] \end{aligned}$$

benutzt (siehe Anhang).

Die Rechnungsformeln für die räumlichen Koordinaten mit dem Ausgangspunkt im Zentrum des Ellipsoids sind, wie bekannt:

$$\begin{aligned} X &= N \cdot \cos \Phi \cdot \cos \Lambda \quad (a) \\ Y &= N \cdot \cos \Phi \cdot \sin \Lambda \quad (b) \\ Z &= N \cdot (1 - e^2) \cdot \sin \Phi \quad (c) \end{aligned} \quad (3)$$

Die geographischen Koordinaten können aus räumlichen Koordinaten X, Y, Z aufgrund der Formeln (3/a) und (3/b) unter Beachtung des Zusammenhanges

$$\tan \Lambda = \frac{Y}{X}, \quad (4)$$

bzw. aufgrund der Formel (3/c), die bezüglich Φ implizit ist, mit Iteration berechnet werden.

Die räumliche Ähnlichkeitstransformation in Matrixschreibweise lautet:

$$\mathbf{X}' = \mathbf{X}_0 + m \cdot \mathbf{A} \cdot \mathbf{X}, \quad (5)$$

wo der Vektor \mathbf{X}' die Koordinaten X', Y', Z' , der Vektor \mathbf{X} die Koordinaten X, Y, Z , der Vektor \mathbf{X}_0 die Verschiebungsparameter X_0, Y_0, Z_0 des Koordinatensystems mit Strich in Bezug auf das Koordinatensystem ohne Strich, m der Maßstabsfaktor, \mathbf{A} die Drehmatrix sind. Die Elemente der Drehmatrix sind die folgenden:

$$\begin{aligned} a_{11} &= \cos \beta \cdot \cos \gamma \\ a_{12} &= \cos \beta \cdot \sin \gamma \end{aligned}$$

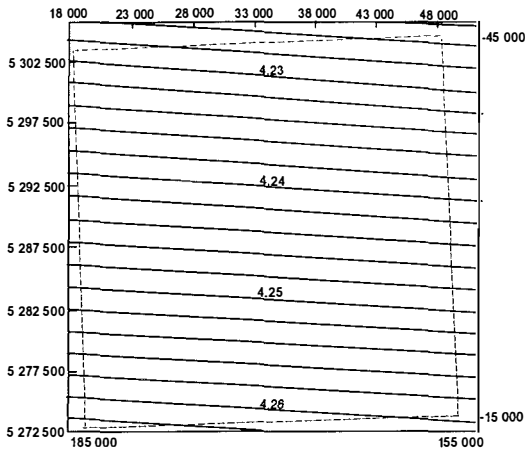


Abb. 1: Isolines für die geographischen Breitenabweichungen $\Delta\phi$

$$\begin{aligned}
 a_{13} &= -\sin\beta \\
 a_{21} &= -\cos\alpha \cdot \sin\gamma + \sin\alpha \cdot \sin\beta \cdot \cos\gamma \\
 a_{22} &= \cos\alpha \cdot \cos\gamma + \sin\alpha \cdot \sin\beta \cdot \sin\gamma \\
 a_{23} &= \sin\alpha \cdot \cos\beta \\
 a_{31} &= \sin\alpha \cdot \sin\gamma + \cos\alpha \cdot \sin\beta \cdot \sin\gamma \\
 a_{32} &= -\sin\alpha \cdot \cos\gamma + \cos\alpha \cdot \sin\beta \cdot \sin\gamma \\
 a_{33} &= \cos\alpha \cdot \cos\beta
 \end{aligned} \quad (6)$$

In der Formel (6) bedeuten die Winkel α, β und γ entsprechend die Drehungen um die Achsen X, Y und Z .

Die Transformationsparameter X_0, Y_0, Z_0, m , sowie die Drehmatrix \mathbf{A} wurden mit Hilfe der gemeinsamen Punkte ($i=1,2,\dots,16$) aus dem aufgrund der linearisierten Verbesserungsgleichungen

$$\begin{aligned}
 v_{X_i} &= X_0 + m \cdot X_i - m \cdot Z_i \cdot d\beta + m \cdot Y_i \cdot d\gamma - X_i \\
 v_{Y_i} &= Y_0 + m \cdot Y_i + m \cdot Z_i \cdot d\alpha + m \cdot X_i \cdot d\gamma - Y_i \\
 v_{Z_i} &= Z_0 + m \cdot Z_i - m \cdot Y_i \cdot d\alpha + m \cdot X_i \cdot d\beta - Z_i
 \end{aligned} \quad (7)$$

abzuleitenden Normalgleichungssystem mit 7 Unbekannten mit Iterationen berechnet, wobei die elementaren Winkelwerte $d\alpha, d\beta, d\gamma$ nach den einzelnen Iterationen in die Formeln (6) substituiert wurden. Nach der Lösung des Normalgleichungssystems muß noch zur Berechnung der Werte $d\alpha, d\beta, d\gamma$ jeweils durch m dividiert werden.

Die Drehmatrix \mathbf{A} kann aus der Formel

$$\mathbf{A} = \mathbf{A}_n \cdot \mathbf{A}_{n-1} \cdot \dots \cdot \mathbf{A}_j \cdot \dots \cdot \mathbf{A}_2 \cdot \mathbf{A}_1 \quad (8)$$

berechnet werden, wo n die Anzahl der Iterationen \mathbf{A}_j und die nach der j -ten Iteration erhaltene Drehmatrix ist. Die Elemente der Matrizen \mathbf{A}_j können aus den Formeln (6) ermittelt werden. Praktisch gibt schon die zweite Iteration an-

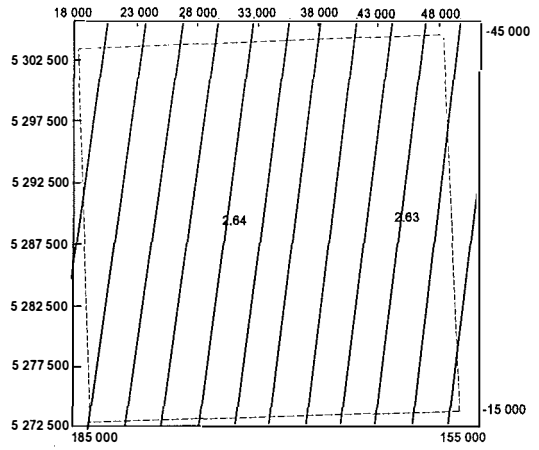


Abb. 2: Isolines für die geographischen Längenabweichungen $\Delta\lambda$

nehmbare Ergebnisse, weil die Winkel α, β und γ genügend klein sind.

Der Wert des Maßstabsfaktors m kann durch die Multiplikation der aus den einzelnen Iterationen erhaltenen Maßstabsfaktoren, wie folgt, erhalten werden:

$$m = m_n \cdot m_{n-1} \cdot \dots \cdot m_j \cdot \dots \cdot m_2 \cdot m_1 \quad (9)$$

Die endgültigen Werte der Verschiebungsparameter X_0, Y_0, Z_0 sind die für die einzelnen gemeinsamen Punkte erhaltenen arithmetischen Mittelwerte. Wenn neben der Drehmatrix \mathbf{A} auch die Winkel α, β und γ zu berechnen sind, ist diese Aufgabe am einfachsten mittels der in den Zusammenhängen (6) gegebenen Ausdrücke für α_{11} (oder α_{12}), α_{13} und α_{23} zu lösen.

Mit dem für die oben genannten Zusammenhänge geschriebenen Computerprogramm wurden mit Hilfe der 16 gemeinsamen Punkte die folgenden Transformationsparameter erhalten:

$$\begin{aligned}
 X_0 &= 121,981 \text{ m}, \alpha = 0^\circ 00' 01,84288'' \\
 Y_0 &= 80,885 \text{ m}, \beta = 0^\circ 00' 03,25906'' \\
 Z_0 &= 184,686 \text{ m}, \gamma = 0^\circ 00' 02,36702'' \\
 m &= 0,9999633270.
 \end{aligned}$$

Ähnlich wie bei der ebenen Transformation wurden nach den Formeln (2/a) und (2/b) für die genäherte Schätzung der inneren Genauigkeit die folgenden Maßzahlen bestimmt:

$$\mu_y = \pm 0,173 \text{ m}, \mu_x = \pm 0,156 \text{ m}.$$

3. Transformation von Gitterpunkten

In weiterem wurden die entsprechenden Gauss-Krüger-Koordinaten für die 5×5 km dicht

gelegenen, insgesamt 49 Gitterpunkte mit der runden stereographischen Koordinate zwischen $y=155000\text{ m}$ und $y=185000\text{ m}$, $x=-45000\text{ m}$ und $x=-15000\text{ m}$ mit den beiden Transformationen berechnet. Diese Größe des Gitters wurde gewählt, um die 16, in beiden Systemen bekannten Festpunkte zu überdecken.

Aus den stereographischen und österreichischen Gauss-Krüger-Koordinaten der Gitterpunkte wurden die geographischen Koordinaten am für die beiden Projektionssysteme gültigen Bessel'schen Erdellipsoid berechnet; dann wurden für dieselben Gitterpunkte die geographischen Breiten- und Längenabweichungen, wie folgt, gebildet:

$$\Delta\Phi = \Phi_{GK} - \Phi_{St}, \Delta\Lambda = \Lambda_{GK} - \Lambda_{St},$$

wo Φ_{GK} , Λ_{GK} die aus den Gauss-Krüger-Koordinaten, Φ_{St} , Λ_{St} die aus den stereographischen Koordinaten berechneten geographischen Koordinaten sind.

Zu den mit den beiden Transformationen erhaltenen, in beiden Systemen bekannten Gitterpunkte wurden digitale Abweichungsmodelle angepaßt, und zwar so, daß den Projektionskoordinaten y, x als dritte Koordinaten die Werte $\Delta\Phi$ und $\Delta\Lambda$ zugeordnet wurden.

Die zu den mit der räumlichen Ähnlichkeitstransformation (Fall b)) erhaltenen Abweichungsmodellen gehörenden Isolinienskizzen sind in Abbildungen 1 und 2 zu sehen. Wie im Falle der geographischen Breite, so auch im Falle der geographischen Länge zeigen die Isolinen einen linearen Zusammenhang zwischen den durch die räumliche Transformation berechneten Projektionskoordinaten und den geographischen Koordinatenabweichungen $\Delta\Phi$ und $\Delta\Lambda$, sodaß sie in der Form

$$\begin{aligned} \Delta\Phi'' &= \Phi_0'' + \alpha_\Phi \cdot y + b_\Phi \cdot x & (a) \\ \Delta\Lambda'' &= \Lambda_0'' + \alpha_\Lambda \cdot y + b_\Lambda \cdot x & (b) \end{aligned} \quad (10)$$

ausgedrückt werden können, und zwar sowohl im Budapestster stereographischen, als auch im österreichischen Gauss-Krüger-Projektionssystem. Das mit der Strichellinie bezeichnete Viereck ist der stereographische Koordinatenrahmen mit obigen y und x - Koordinaten.

Die aufgrund der Projektionskoordinaten der 49 Gitterpunkte erhaltenen Koeffizienten für die Formeln (10/a) und (10/b) sind in der Tabelle 2 zusammengefaßt (die Werte y und x sind in Meter einzuführen).

Stereographisches System	Österreichisches Gauss-Krüger-System
$\Delta\Phi_0''$ 4.25901020408''	10.0954139375''
$\Delta\Lambda_0''$ 2.51963153061''	2.16523471373''
a_Φ 1.08040841440 · 10 ⁻⁷ "/m	-6.94921945296 · 10 ⁻⁸ "/m
b_Φ 1.10255070940 · 10 ⁻⁶ "/m	-1.10594338672 · 10 ⁻⁶ "/m
a_Λ 6.73796074935 · 10 ⁻⁷ "/m	-6.77602444705 · 10 ⁻⁷ "/m
b_Λ -1.17377517928 · 10 ⁻⁷ "/m	9.36513523120 · 10 ⁻⁸ "/m

Tabelle 2

Daraus folgt, daß die Ergebnisse der zwischen dem Budapestster stereographischen und dem österreichischen Gauss-Krüger Projektionssystem durchgeführten räumlichen Ähnlichkeitstransformation den aus der bekannten Koordinatenmethoden erhaltenen Ergebnissen äquivalent sind, wenn nach dem Übergang von den Projektionskoordinaten zu den geographischen Koordinaten letztere mit der aus den Formeln (10) zu bekommenden Werte $\Delta\Phi$ und $\Delta\Lambda$ verändert werden. Das macht die Berechnungen sehr einfach (siehe Tabelle 3).

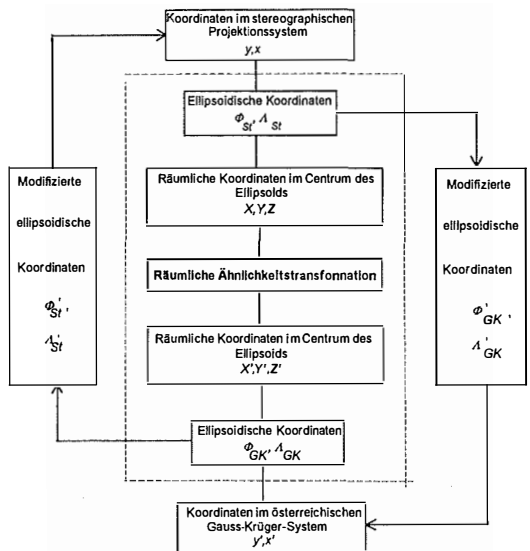


Tabelle 3

Die Veränderungen sind wie folgt:

a) im Falle der Umwandlung der stereographischen Koordinaten in die Gauss-Krüger-Koordinaten:

$$\Phi'_{GK} = \Phi_{St} + \Delta\Phi, \Lambda'_{GK} = \Lambda_{St} + \Delta\Lambda \quad (11)$$

b) im Falle der Umwandlung der österreichischen Gauss-Krüger-Koordinaten in die Budapestster stereographischen Koordinaten:

$$\Phi'_{St} = \Phi_{GK} + \Delta\Phi, \Lambda'_{St} = \Lambda_{GK} - \Delta\Lambda. \quad (12)$$

Literatur

- [1] Fasching, A.: A magyar országos háromszögelések és részletes felmérések új vetületi rendszere (Das neue Projektionssystem der ungarischen staatlichen Triangulierungen und Detailaufnahmen). Budapest, 1909 (57 old.)
- [2] Jordan, W.-Eggert, O.-Kneissl, M.: Handbuch der Vermessungskunde, Band IV.: Mathematische Geodäsie, J. B. Metzler Verlag, Stuttgart, 1959.
- [3] Hazay, I.: Vetületek (Projektionslehre). Tankönyvkiadó, Budapest, 1964.
- [4] Buchholtz, A.-Rüger, W.: Photogrammetrie. VEB Verlag für Bauwesen, Berlin, 1973.
- [5] Schwidawsky, K.-Ackerman, F.: Photogrammetrie. B. G. Teubner, Stuttgart, 1976.
- [6] Csepregi, Sz.-Soha, G.: Szabatos vetületi számítások (Exakte Projektionsberechnungen). Geodézia és Kartográfia, 1983/4.

- [7] Varga, J.: Alapházatok I. (Vetületek) – Festpunktetze (Projektionslehre). Universität-Manuscript. Tankönyvkiadó, Budapest, 1986.
- [8] Szádeczky-Kardoss, Gy.: A Fertő tó medrének topográfiai felmérése (Die topographische Aufnahme des Beckens des Neusiedler Sees). Forschungsbericht, 1991.
- [9] Bácsatyai, L.: Magyarországi vetületek (Geodätische Projektionen in Ungarn). Lehrbuch. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, 1994.

Anschrift des Autors:

Univ.-Doz. Dr. László Baácsatyai, Universität für Forstwirtschaft und Holzindustrie, Bajcsy-Zsilinszky Str. 4, H-9400 Sopron.

Anhang

In folgendem werden neue geschlossene Formeln für den Übergang von der stereographischen Projektion zur Gauss-Kugel abgeleitet.

Zur einfacheren Darstellung falle die Ebene des Anfangsmeridians in die Ebene der Abbildung (Abb.1).

Wir betrachten ein kartesisches räumliches Rechtssystem x', y', z' mit Mittelpunkt O, dessen z' -Achse die Rotationsachse der Erde ist, ihre Richtung $+z'$ nach Norden zeigt, die x' -Achse die Schnittlinie der Meridianebene K und des Äquators nach Osten ausgerichtet ist, die y' -Achse aber senkrecht auf x' liegt und in Abb.1 mit dem Punkt O übereinstimmt, der positive Ast auf die Ebene der Abbildung senkrecht gegen uns ausgerichtet ist. Betrachten wir weiters ein räumliches rechtwinkliges x, z, y Koordinatensystem mit dem Mittelpunkt K, dessen $+z$ -Achse in Richtung der Kugel-Normale des Punktes K zeigt, die $+x$ -Achse in die Projektionsebene S fällt und nach Süden ausgerichtet ist, die y -Achse aber ebenfalls in der Ebene der Projektion rechtwinklig auf die x -Achse liegt und in Abbildung 1 mit dem Punkt K übereinstimmt und auf der die Ebene der Abbildung ebenfalls rechtwinklig auf uns zuläuft. Die y' - und y -Achsen sind parallel und fallen sogar in die durch die x' -, z' - und x -, z -Achsen bestimmte Ebene.

Drücken wir die im ungestrichenen System befindlichen räumlichen Koordinaten vorerst in Funktion der räumlichen Koordinaten des ' - Systems aus. Man kann dann sofort sehen, daß die $y = y'$ und die x', z' und x, z der Systeme durch die einfache ebene Koordinatentransformation zusammenschlossen werden können. Aufgrund der bekannten Zusammenhänge der analytischen Geometrie der Ebene kann man ansetzen:

$$\begin{aligned} x &= r \cdot i, z = r \cdot k, \\ r &= x^* \cdot i' + z^* \cdot k' \\ x &= (x^* \cdot i' + z^* \cdot k') \cdot i = x^* \cdot i' \cdot i + z^* \cdot k' \cdot i, \\ z &= (x^* \cdot i' + z^* \cdot k') \cdot k = x^* \cdot i' \cdot k + z^* \cdot k' \cdot k, \end{aligned}$$

Der Absolutwert der Einheitsvektoren i', i, k', k ist 1, bezüglich der zwischen ihnen liegenden Winkel besteht der Zusammenhang

$$\begin{aligned} i' \cdot i &= |i'| \cdot |i| \cdot \cos(90^\circ - \varphi_K) = \sin\varphi_K, \\ k' \cdot i &= |k'| \cdot |i| \cdot \cos(180^\circ - \varphi_K) = -\cos\varphi_K, \\ i' \cdot k &= |i'| \cdot |k| \cdot \cos\varphi_K = \cos\varphi_K, \\ k' \cdot k &= |k'| \cdot |k| \cdot \cos(90^\circ - \varphi_K) = \sin\varphi_K, \quad \text{d.h.} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} x &= x^* \cdot \sin\varphi_K - z^* \cdot \cos\varphi_K, \\ z &= x^* \cdot \cos\varphi_K + z^* \cdot \sin\varphi_K, \end{aligned}$$

und φ_K bezeichnet die geographische Breite des Punktes K. Weiters in Betracht bezogen, daß

$$\begin{aligned} r &= \rho - R, \quad \text{d.h.} \\ x^* &= x' - x_K = x' - R \cdot \cos\varphi_K \\ z^* &= z' - z_K = z' - R \cdot \sin\varphi_K, \end{aligned}$$

da R der Radius der Erde ist, können wir schließlich den Zusammenhang aufschreiben:

$$\begin{aligned} x &= (x' - R \cdot \cos\varphi_K) \cdot \sin\varphi_K - (z' - R \cdot \sin\varphi_K) \cdot \cos\varphi_K = \\ &= x' \cdot \sin\varphi_K - z' \cdot \cos\varphi_K, \\ y &= y' \\ z &= (x' - R \cdot \cos\varphi_K) \cdot \cos\varphi_K + (z' - R \cdot \sin\varphi_K) \cdot \sin\varphi_K = \\ &= x' \cdot \cos\varphi_K + z' \cdot \sin\varphi_K - R, \end{aligned} \quad (2)$$

Die inverse Transformation wird auch durch die Tabelle 1 übersichtlich und leicht verständlich:

	x'	y'	z'
x	$\sin\varphi_K$	0	$-\cos\varphi_K$
y	0	1	0
$z + R$	$\cos\varphi_K$	0	$\sin\varphi_K$

Tabelle 1

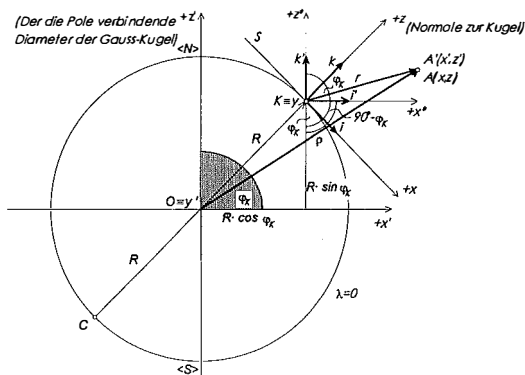


Abbildung 1

Zum Übergang von den stereographischen Koordinaten auf die Gauß'sche Kugel sind wir von der $x, y, z \Rightarrow x', y', z'$ Transformation ausgegangen. Die Zusammenhänge erhalten wir aufgrund der Spalten der Zerlegung der Tabelle 1 mit Hilfe von Multiplikationen:

$$\begin{aligned} x' &= x \cdot \sin\varphi_K + (z + R) \cdot \cos\varphi_K \\ y' &= y \\ z' &= -x \cdot \cos\varphi_K + (z + R) \cdot \sin\varphi_K \end{aligned} \quad (3)$$

Die Koordinaten $x'_{P'}$, $y'_{P'}$, $z'_{P'}$ des beliebigen Kugelpunktes P' können wir aufgrund der Abbildung 2 mit den Formeln

$$\begin{aligned} x'_{P'} &= R \cdot \cos\varphi_P \cdot \cos\lambda_P \\ y'_{P'} &= R \cdot \cos\varphi_P \cdot \sin\lambda_P \\ x'_{P'} &= R \cdot \sin\varphi_P \end{aligned} \quad (4)$$

ausdrücken.

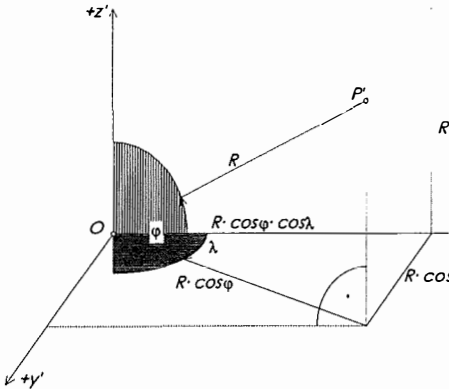


Abbildung 2

Die Werte von $x'_{P'}$, $y'_{P'}$, $z'_{P'}$ in Gl. (3) substituiert, erhalten wir:

$$\begin{aligned} R \cdot \cos\varphi_P \cdot \cos\lambda_P &= x_P \cdot \sin\varphi_K + (z_P + R) \cdot \cos\varphi_K \\ R \cdot \cos\varphi_P \cdot \sin\lambda_P &= y_P \\ R \cdot \sin\varphi_P &= -x_P \cdot \cos\varphi_K + (z_P + R) \cdot \sin\varphi_K \end{aligned} \quad (5)$$

Aus der Lösung des Gleichungssystems (5) erhalten wir die geographischen Koordinaten wie folgt:

$$\operatorname{ctg}\lambda_P = \frac{x_P \cdot \sin\varphi_K + (z_P + R) \cdot \cos\varphi_K}{y_P} \quad (a)$$

$$\sin\varphi_P = \frac{-x_P \cdot \cos\varphi_K + (z_P + R) \cdot \sin\varphi_K}{R} \quad (b) \quad (6)$$

Zur Bestimmung der Koordinaten x_P , y_P und z_P betrachten wir Abb. 3.

Da der Kugelpunkt P' sich auf der Linie CP befindet, ist es zweckmäßig, zwischen den Lösungen die Koordinaten des Punktes P' als Koordinaten des die Entfernung $|\overline{CP}|$ proportional teilenden Punktes zu bestimmen. Die Länge des Vektors \overline{CP} können wir aufgrund der Abbildung 3 folgendermaßen erhalten:

$$\begin{aligned} \overline{KP} &= x \cdot \mathbf{i} + y \cdot \mathbf{j}, \quad \overline{KO} = -R \cdot \mathbf{k}, \quad \overline{KC} = -2 \cdot R \cdot \mathbf{k}, \\ \overline{CO} &= -(\overline{KC} - \overline{KO}) = -(2 \cdot R + R) \cdot \mathbf{k} \quad \text{und} \\ \overline{CP} &= \overline{KP} - \overline{KC} = x \cdot \mathbf{i} + y \cdot \mathbf{j} + 2 \cdot R \cdot \mathbf{k} \end{aligned} \quad (7)$$

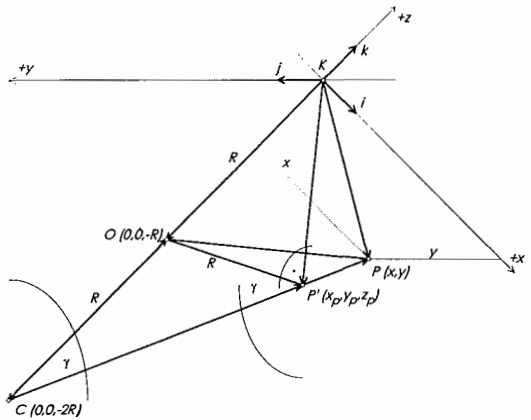


Abbildung 3

Die Länge des Vektors \overline{CP} ist die Entfernung $|\overline{CP}|$:

$$|\overline{CP}| = \sqrt{x^2 + y^2 + 4 \cdot R^2}. \quad (8)$$

Der Cosinus des durch die Vektoren \overline{CO} und \overline{CP} (\overline{CP}) eingeschlossenen Winkels ist:

$$\cos\gamma = \frac{\overline{CO} \cdot \overline{CP}}{|\overline{CO}| \cdot |\overline{CP}|} = \frac{R \cdot \mathbf{k} \cdot (x \cdot \mathbf{i} + y \cdot \mathbf{j} + 2 \cdot R \cdot \mathbf{k})}{R \cdot \sqrt{x^2 + y^2 + 4 \cdot R^2}}.$$

Reduziert und die im Zähler vorhandenen Operationen durchgeführt, und in Betracht gezogen, daß $\mathbf{k} \cdot \mathbf{i} = \mathbf{k} \cdot \mathbf{j} = 0$ ist, weil die senkrechten Einheitsvektoren und $\mathbf{k} \cdot \mathbf{k} = 1$ sind, erhalten wir

$$\cos\gamma = \frac{2 \cdot R}{\sqrt{x^2 + y^2 + 4 \cdot R^2}}. \quad (9)$$

$|\overline{CP}| = 2 \cdot R \cdot \cos\gamma$. Das Dreieck CKP' ist nämlich rechtwinklig, weil sich KP' in der Tangentialebene des Punktes P' der Kugel befindet.

Die Entfernungsproportionen sind $|\overline{CP}|$ und $|\overline{P'P}|$ sind

$$\frac{|\overline{CP}|}{|\overline{P'P}|} = \frac{|\overline{CP}|}{|\overline{CP}| - |\overline{CP}|} = \frac{2 \cdot R \cdot \cos\gamma}{\sqrt{x^2 + y^2 + 4 \cdot R^2} - 2 \cdot R \cdot \cos\gamma} = \frac{m}{n}. \quad (10)$$

Die Koordinaten des die Entfernung $|\overline{CP}|$ aufgrund der Gl. (10) proportional teilenden Kugelpunktes P' sind im System x, y, z die folgenden:

$$x_P = \frac{n \cdot x_C + m \cdot x}{n + m},$$

$$y_P = \frac{n \cdot y_C + m \cdot y}{n + m},$$

$$z_P = \frac{n \cdot z_C + m \cdot z}{n + m}.$$

Laut Abbildung 1 ist $x_C = 0$ und $y_C = 0$ und $z_C = -2 \cdot R$, sowie $n + m = \sqrt{x^2 + y^2 + 4 \cdot R^2}$. Unter Beachtung des Zusammenhangs (9), erhalten wir schließlich:

$$x_P = \frac{4 \cdot R^2}{x^2 + y^2 + 4 \cdot R^2} \cdot x; \quad (a)$$

$$y_P = \frac{4 \cdot R^2}{x^2 + y^2 + 4 \cdot R^2} \cdot y; \quad (b) \quad (11)$$

$$z_p = \frac{4 \cdot R^2}{x^2 + y^2 + 4 \cdot R^2} - 4 \cdot R; \quad (c)$$

Führen wir die Bezeichnung

$$c = \frac{4 \cdot R^2}{x^2 + y^2 + 4 \cdot R^2}$$

ein, so erhalten wir

$$x_p = c \cdot x$$

$$y_p = c \cdot y$$

$$z_p = c \cdot 2 \cdot R - 2 \cdot R$$

Substitution der gewonnenen Werte in Beziehung (6/a):

$$ctg \lambda_p = \frac{c \cdot x \cdot \sin \varphi_K + c \cdot 2 \cdot R \cdot \cos \varphi_K - 2 \cdot R \cdot \cos \varphi_K + R \cdot \cos \varphi_K}{c \cdot y}$$

$$ctg \lambda_p = \frac{1}{y} \left(x \cdot \sin \varphi_K + 2 \cdot R \cdot \cos \varphi_K - \frac{R \cdot \cos \varphi_K}{c} \right)$$

Ändern wir die in Klammern stehenden beiden letzten Glieder des letzten Zusammenhanges, so wird:

$$2 \cdot R \cdot \cos \varphi_K - \frac{R \cdot \cos \varphi_K}{c} = R \cdot \cos \varphi_K \left(2 - \frac{1}{c} \right);$$

$$2 - \frac{1}{c} = \frac{2 \cdot c - 1}{c} = \frac{8 \cdot R^2 - x^2 - y^2 + 4 \cdot R^2}{x^2 + y^2 + 4 \cdot R^2} = \frac{4 \cdot R^2 - (x^2 + y^2)}{4 \cdot R^2} = 1 - \frac{d^2}{4 \cdot R^2}$$

worin $d^2 = x^2 + y^2$

Damit erhalten wir schließlich den folgenden Zusammenhang:

$$ctg \lambda_p = \frac{1}{y} \cdot \left[x \cdot \sin \varphi_K + \left(R - \frac{d^2}{4 \cdot R} \right) \cdot \cos \varphi_K \right] \quad (12)$$

Der Wert für P kann, ähnlich der bei der Ableitung der Formel (12) angenommenen Denkweise, laut dem Zusammenhang (6/b) bestimmt werden:

$$\sin \varphi_p = \frac{-c \cdot x \cdot \cos \varphi_K + c \cdot 2 \cdot R \cdot \sin \varphi_K - 2 \cdot R \cdot \sin \varphi_K + R \cdot \sin \varphi_K}{R}$$

$$\sin \varphi_p = \frac{c}{R} \cdot \left(-x \cdot \cos \varphi_K + 2 \cdot R \cdot \sin \varphi_K - \frac{R \cdot \sin \varphi_K}{c} \right)$$

Wenn oben eingeführter Wert von c substituiert wird, kann P aus der ähnlichen Formel (12) in der Form

$$\sin \varphi_p = \frac{1}{R + \frac{d^2}{4 \cdot R}} \cdot \left[-x \cdot \cos \varphi_K + \left(R - \frac{d^2}{4 \cdot R} \right) \cdot \sin \varphi_K \right] \quad (13)$$

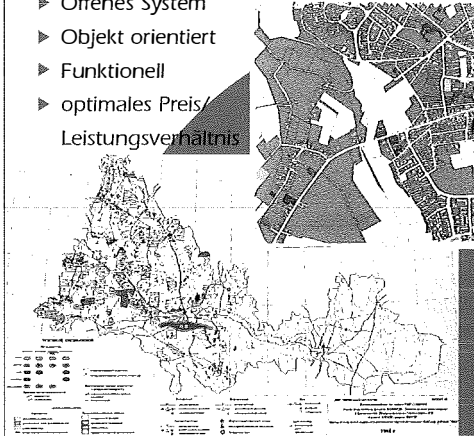
erhalten werden.

Zeigen Sie's allen!

WinGIS™

Einfach in der Bedienung

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



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

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

- Grafik- und Datenbankabfragen beidseitig möglich
- Visualisieren Sie Ihre Daten durch: Variantenkarten, Businessgrafiken und Beschriftungen von Objekten aus der Datenbank.
- Multi-Media Verknüpfungen
- Grafik- und Datenbank-Monitoring
- Grafikeditor mit zahlreichen Funktionalitäten und einer großen Anzahl von Schnittstellen (ArchiInfo, Sicad, ASCII, DXF, ALK-GIAP, DKM, GRIPS, Intergraph), um Daten zu importieren und zu exportieren.
- Sehr hohe Geschwindigkeit durch objektorientierte Programmierung



PROGIS w. h. m.™
Software, die's zeigt!

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

Österreich Tel:+43(0)42 26332, Fax:+43(0)42 263327 / USA Tel:+1(360)736-2443, Fax:+1(360)736-2798 / Singapur Tel:+65 288-4445, Fax:+65 288-4445, E-Mail: info@progis.at / Moskau Tel.+Fax: +7 (095)3325471

Waldgrenzenerhebung mittels einer KFA-3000-Aufnahme im Raum Wienerwald

Michael Hauenschild

Diplomarbeit: Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU Wien, 1989. Begutachter: o.Univ.-Prof. Dr. K. Kraus, Betreuer: Dipl.-Ing. A. Sindhuber

Bei dieser Arbeit wurden zwei unterschiedliche Methoden untersucht, um Aufschluß über die inneren und äußeren Waldgrenzen des Wienerwaldes zu bekommen. Mit einer russischen KFA-3000-Aufnahme, die eine Bodenauflösung von 2–3m besitzt, wurden mittels Monoplotting die Waldgrenzen ausgewertet und einer Auswertung mit einem Luftbild-Stereomodelle gegenübergestellt. Die Ergebnisse zeigen, daß die KFA-3000-Aufnahme einen sehr guten Beitrag zur Erfassung von inneren und äußeren Waldgrenzen liefern kann. Außerdem können andere Landschaftselemente wie Straßen und Häuser gut erfaßt werden.

In der gleichen Arbeit wurde auch eine multispektrale Klassifikation mit LANDSAT-TM-Aufnahmen vorgenommen, mit dem Ziel, einen „Waldlayer“ zu bestimmen. Die Qualität des „Waldlayers“ wurde mit einem digitalen Orthophoto, das aus der KFA-3000-Aufnahme mit 1,2m-Pixel hergestellt wurde, überprüft. Zu diesem Zweck wurden die Waldgrenzen am Bildschirm vektorisiert digitalisiert und mit dem rasterförmigen Klassifikationsergebnis verglichen. Dabei zeigte sich bei den äußeren Waldgrenzen eine gute Trennung von Wald und Nichtwald. Für die Bestimmung der inneren Waldgrenzen ist dagegen die 30m-Bodenauflösung der TM-Aufnahmen zu grob; insbesondere bei kleinstrukturierten Flächen kam es zu großen Ungenauigkeiten.

Die Nutzungsmöglichkeiten hochauflösender Weltraumphotographien für Interpretationsaufgaben im Raum Nationalpark Neusiedlersee im Vergleich zu herkömmlichen Luftbildern

Ulrike Herbig

Diplomarbeit: Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU Wien. Begutachter: Univ. Prof. Dr. E. Csaplovics, Mitbetreuer: Dipl. Ing. A. Sindhuber

Seit dem Frühjahr 1992 sind die russischen hochauflösenden Satellitenbildaufnahmen KFA-3000 auch westlichen Benutzerkreisen zugänglich. Durch einen Vergleich zwischen Satellitenbild und herkömmlichem Luftbild sollte untersucht werden, wie weit diese KFA-3000 Aufnahmen im Bereich der Nationalparkplanung und Überwachung im Raum Neusiedler See – Seewinkel verwendet werden können. Bisher wurde die Naturraumkartierung in diesem Gebiet hauptsächlich mit

Hilfe der Luftbilder des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen durchgeführt.

Der visuelle Vergleich ergab, daß man bei der Interpretation der KFA-3000 Aufnahmen, in Hinblick auf die Übereinstimmung mit dem Gelände, annähernd die selben Ergebnisse wie bei der Interpretation des Luftbildes erreichen kann. Durch die unterschiedlichen Aufnahmezeitpunkte – das Satellitenbild wurde 1993, die Luftbilder 1992 aufgenommen – konnte festgestellt werden, daß Veränderungen in der landwirtschaftlichen Nutzung gut erkennbar sind. Dies ist vor allem im Nationalpark interessant, wo durch Weingartenstillegungen und Brachlegen von Feldern charakteristische Lebensräume um die Salzlacken erhalten oder wiederhergestellt werden sollen. Um die Genauigkeit der Kartierung mit Hilfe der KFA-3000 Aufnahme zu untersuchen, wurden für einen geometrischen Vergleich die Bilder entzerrt. Der Koordinatenvergleich von gleichmäßig verteilt gemessenen Punkten ergab eine Genauigkeit von unter 2m.

Damit können die KFA-3000 Aufnahmen als oft verfügbare, kostengünstige Arbeitsunterlagen für Aufgaben im Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel empfohlen werden.

Messung und Auswertung zweier koplanarer Schwerprofile über und unter Tag

Christian Holaus

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

Für die Berechnung orthometrischer Höhen ist die Kenntnis über den Verlauf der Schwere entlang der Lotlinie erforderlich. Die Schwerewerte im Erdinneren erhält man dabei aus den Oberflächenwerten mit Hilfe der Reduktion von Poincare-Prey. Während Oberflächenmessungen mit hoher Genauigkeit möglich sind, ist jene der Reduktionsgrößen prinzipiell beschränkt. Die vorliegende Arbeit untersucht die Fehlereinflüsse bei der Reduktion von Schwerewerten, wobei vor allem Dichtefehler und die ungenügende Erfassung der Geländeform durch digitale Geländemodelle untersucht werden. Die verwendeten Reduktionsalgorithmen können überprüft werden, wenn für Punkte in einer Lotlinie Höhen- und Schweredifferenzen vorliegen. Dazu wurde eine Meßanordnung gewählt, bei der zwei Schwerprofile angelegt wurden, von denen eines in einem Bergwerksstollen und das andere genau darüber an der Erdoberfläche verläuft. Die Untersuchungen zeigen die Notwendigkeit eines hochauflösenden Geländemodells in Aufpunktsnähe und erlauben Aussagen über den notwendigen Reduktionsradius. Daneben zeigt, sich daß gerade im Hochgebirge kein linearer Verlauf der Lotlinienschwere angenommen werden kann, was bei

den Reduktionsalgorithmen berücksichtigt werden muß. Die gewählte Meßanordnung erlaubt schließlich auch die Bestimmung von Gesteinsdichten aus den Messungen korrespondierender Profilpunkte.

Eustatische Meeresspiegelschwankungen und Erdfigur

Herfried Pock

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

Globale Klimaveränderungen beeinflussen den Wasserhaushalt der Erde. Die damit verbundenen Meeresspiegelschwankungen und Veränderungen der an Grönland und die Antarktis gebundenen Eismassen bedeuten eine Verlagerung der Masse auf der Erdoberfläche, und damit eine Veränderung des Erdschwerefeldes. Die Hauptaufgabe der vorliegenden Arbeit ist es, Meeresspiegelbeobachtungen unter diesem veränderten Schwerefeld, sowohl für die zur Zeit vermutete Klimaerwärmung als auch für die letzte Eiszeit, zu betrachten.

Massenverlagerungen auf der Erdoberfläche bewirken aber auch eine Veränderung fast aller physikalischen Erdparameter. Von diesen werden das Rotationsverhalten, die Lotabweichung und Schwereänderung sowie die Polbewegung betrachtet.

Ergonomie im Vermessungswesen: Konzept einer Evaluationsmethode für tachymetrische Meßsysteme

Martin Staudinger

Diplomarbeit: Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie, Abt. Geoinformation und Landesvermessung, TU Wien. Begutachter: o.Univ.-Prof.Dr. A. Frank, Mitbetreuer: Univ.Ass.Dr. H. Stanek

Neue Methoden auf dem geodätischen Instrumentensektor können grundlegende Veränderungen im Meßablauf nach sich ziehen. Die Anwender stehen dabei vor dem Problem, bei der Auswahl eines neuen Meßsystems das richtige zu wählen; oft werden die Anschaffungskosten und Qualitätsmerkmale wie Genauigkeit, Speicherkapazität etc. als Vergleichsbasis herangezogen. Um aber eine Gerät mit einer optimalen Methode (meistens gleichbedeutend mit: niedrige Beobachtungskosten) zu finden, darf das Instrument nicht allein für sich sondern im Kontext mit dem ganzen Meßablauf betrachtet werden. Über die gesamte Einsatzdauer betrachtet, spielen die Anschaffungskosten dabei meist nur eine geringe Rolle; heutzutage fallen z.B. Personalkosten viel mehr ins Gewicht. Es gilt daher, einen Zusammenhang herzustellen zwischen Instrument, Methode und zeitlichem Personalaufwand. Für eine Beurteilung unter diesen Gesichtspunkten eignen sich Methoden des Industrial Engineering. Aufgabe der vorliegenden Diplomarbeit war, dazu ein generelles Konzept zu erarbeiten und im speziellen Fall Tachymetrie bzw. Absteckung die Methode auch anzuwenden.

Zunächst wurde der bestehende Arbeitsprozeß nach aufgabenmäßigen und zeitlichen Gesichtspunkten gegliedert. Zur Ermittlung des Zeitbedarfs wurden zwei Experimente durchgeführt, bei denen das operatorlose One-Man-System der Firma Geodimeter mit einem konventionellen System verglichen wurde. Dabei wurden die Benutzer während der Arbeit am Instrument mit einer Videokamera aufgenommen; außerdem wurden in den Registriereinheiten der Instrumente zu den jeweiligen geodätischen Meßwerten auch die geräteinternen Zeiten mitregistriert.

Für verschiedene einzelne Arbeitsschritte des Aufstellens und Messens wurden Durchschnittszeiten ermittelt, die teilweise überraschend waren. Es stellte sich z.B. heraus, daß die Testpersonen bis zu einem Drittel der Zeit für das Aufstellen und die Eingabe des Meßprotokolls benötigten. Das erarbeitete analytische Arbeitszeit-Modell kann zur Evaluierung bestehender Meßsysteme verwendet werden; nach entsprechenden Anpassungen sicherlich auch für andere geodätische Meßmethoden als Tachymetrie und Absteckung. Durch die synthetische Kombination beliebiger Arbeitsschritte zu einem neuen, fiktiven Meßablauf kann es aber auch für die Gestaltung und Optimierung zukünftiger Geräte und Meßmethoden herangezogen werden.

Genauigkeitsanalyse des Atlas Tyrolensis

Christian Steiner

Diplomarbeit: Institut für Theoretische Geodäsie und Geophysik, Abteilung Theoretische Geodäsie, TU Wien. Begutachter: o.Univ.-Prof.Dr. K. Bretterbauer, Mitbetreuer: Univ.Ass.Dr. H. Stanek

In dieser Diplomarbeit gelangt die Methode von Mekenkamp zur Beurteilung der Genauigkeit alter Karten zur Anwendung. Sie basiert auf dem Vergleich ausgewählter Kartendistanzen mit den entsprechenden Distanzen in der Natur. Mekenkamps Ansatz wurde um die Anfelderung, einem speziellen Algorithmus der Ausgleichsrechnung, erweitert. Dabei wird der Punkthaufen in der Abbildung jenem in der Natur unter Minimierung der Quadratsumme der auftretenden Verschiebungen optimal angenähert.

Die so entstandene Methodenkombination findet ihren Einsatz bei der Genauigkeitsanalyse des „Atlas Tyrolensis“ (1774), einem 20 Blätter umfassenden Kartenwerk der Tiroler Geodäten und Kartographen Peter Anich und Blasius Hueber. Eine blattweise durchgeführte Genauigkeitsanalyse ergibt für das Kartenwerk einen mittleren Maßstab von 1:104200. Die Lagegenauigkeiten werden durch die Darstellung von Abweichungsvektoren, das sind die aus der Anfelderung ermittelten Lageverschiebungen, veranschaulicht. Eine umfassende Analyse ergab eine mittlere Lageverschiebung von 780 m und eine mittlere Standardabweichung der Kartendistanzen von ihren wahren Werten von 5,8 %. Diese beachtliche Genauigkeit und das im Kartenwerk dargestellte Detailreichtum heben den „Atlas Tyrolensis“ über andere kartographische Werke des 18. Jahrhunderts hinaus.

GPS-Einfrequenzempfänger kontra Zweifrequenzempfänger - ein Genauig- keitsvergleich

Helmut Stummer

Diplomarbeit: Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie, TU Wien. Begutachter: o.Univ.-Prof. Dr. H. Kahmen, Mitbetreuer: Univ.-Ass. Dipl.-Ing. G. Retscher

Diese Arbeit untersucht, ob sich bei geodätischen Aufgabenstellungen im Kurzstreckenbereich (bis 20km Basislinienlänge) mit modernen GPS-Einfrequenzempfängern – ohne Berücksichtigung der ionosphärischen Refraktion – dieselben Genauigkeiten erzielen lassen wie mit Zweifrequenzempfängern. Zu diesem Zweck wurde das 1993 mit Leica System 200 Zweifrequenzgeräten beobachtete technische GPS-Netz „Pottendorfer Linie“ mit Einfrequenzgeräten – unter anderem vom Typ Geotracer 2102 - neu vermessen.

Nach einem kurzen Einblick in den Aufbau eines modernen GPS-Empfängers und in die derzeit angewandten Beobachtungsverfahren werden die Punkte Planung, Messung, Auswertung mit der Geotracer Post-processing Software und anschließender Transformation in das Landessystem M34 beleuchtet. Zusätzlich werden aus den Beobachtungsdaten Kampagnen mit kürzeren Meßzeiten simuliert, um zusätzliche Vergleichsmöglichkeiten zu erhalten. Anschließend wird ein Vergleich aller erzielten Ergebnisse durchgeführt. Die daraus resultierenden Abweichungen zwischen den einzelnen Auswertungen werden im wesentlichen durch die Unterschiede in der jeweils ermittelten Höhe des Referenzpunktes hervorgerufen.

Daraus ergibt sich: bei der Beobachtung mit der Methode Static von präzisen GPS-Netzen mit Basislinien bis zu einer Länge von 10km erreicht man mit Einfrequenzempfängern neuer Bauart (z.B. Geotracer 2102) Genauigkeiten, die jenen beim Einsatz von Zweifrequenzempfängern entsprechen (Zweifrequenz: Static: $\pm 5\text{mm} + 1\text{ppm}$; Einfrequenz: Static: $\pm 5\text{mm} + 1\text{--}2\text{ppm}$). Voraussetzung dafür sind normale atmosphärische Bedingungen. Bei der Methode Rapid Static ergeben sich beim Vergleich die gleichen Genauigkeiten (Zweifrequenz: Rapid Static: $\pm 5\text{--}20\text{mm} + 1\text{ppm}$; Einfrequenz: Rapid Static: $\pm 10\text{mm} + 2\text{ppm}$), jedoch sind mit Zweifrequenzgeräten kürzere Beobachtungszeiten möglich, was auf die zusätzlichen Meßdaten auf der zweiten Frequenz zurückzuführen ist.

Erstellen eines konzeptionellen Modells für ein räumliches Informationssystem und Implementierung des Datenmodells am Beispiel des HIPS

Stefan Wailzer

Diplomarbeit: Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie, Abteilung für Geoinformation und Landesvermessung, TU Wien. Begutachter und Betreuer: o.Univ.-Prof.Dr. André Frank, Mitbetreuerin: Ass. Dipl.-Ing. Adrijana Car

An der Technischen Universität Wien wird im Rahmen eines Projektes der interdisziplinären Arbeitsgemeinschaft für Geoinformationssysteme (TUGIS) ein Hochschul-Informations- und Planungssystem (HIPS) entwickelt. HIPS soll den Entscheidungsträgern der Universität als Abfrage- und Analysesystem dienen. Die Erstellung des konzeptionellen Modells für HIPS und dessen Implementierung wird in dieser Arbeit behandelt.

Zu Beginn werden an Hand von Befragungen der Bediensteten der Universitätsverwaltung und anderer universitärer Institutionen mögliche Datenquellen ermittelt. Gleichzeitig werden die Anforderungsprofile dargestellt, die von Seiten der Benutzer an das System gestellt werden. Die Anforderungen beziehen sich sowohl auf den Dateninhalt, als auch auf die Funktionen von HIPS. An Hand dieses Anforderungskataloges wird das Datenmodell nach der Methode des Erweiterten Relationenmodells nach Zehnder (1989) erstellt. Die Implementierung des Datenmodells erfolgt im relationalen Datenbankmanagementsystem ORACLE. Die Überprüfung, ob das Modell die gestellten Anforderungen erfüllt, wird durch die Beantwortung beispielhafter Fragen durchgeführt.

Aufnahme und Absteckung von Gleislagen

Christian Rudorfer

Diplomarbeit: TU Wien

Die bisher verwendeten Verfahren zur Aufnahme und Absteckung der Gleislage, bei denen Lage und Höhe getrennt voneinander erfaßt werden, sollen in Zukunft durch ein effizienteres, dreidimensionales Aufnahmeverfahren ersetzt werden. Dieses neue Konzept wird mit einem Polarmeßsystem (Geodimeter System 4000) und einem gleisfahrbaren Wagen realisiert. Mit den ebenfalls gemessenen Gleisparametern Spurweite und Überhöhung läßt sich an jeder Stelle die tatsächliche Lage des Gleises rekonstruieren.

Die Testmessungen wurden ausschließlich auf Nebenbahnen mit alten Gleisanlagen durchgeführt. Die dabei aufgetretenen zufälligen Fehleranteile waren hauptsächlich auf die Einflüsse der Sensormessungen und auf Schienenunebenheiten und nur zu einem geringen Teil auf Meßfehler des Meßsystems zurückzuführen.

Um die Isttrasse zu erhalten, wurden diese zufälligen Fehleranteile mit Hilfe der gleitenden Mittelwertbildung eliminiert. Wenn sich herausstellt, daß der tatsächliche Gleisverlauf den gestellten Anforderungen nicht mehr entspricht, läßt sich mit der gleichen Methode eine Solltrasse erzeugen. Durch Wahl des geeigneten Filters werden die im Gleisverlauf auftretenden, sinusförmigen Schwingungen eliminiert. Der letzte Schritt bei der Wiederherstellung einer optimalen Gleislage ist die Verschiebung des Gleises in seine Sollage. Die Korrekturstellen und die dabei angewendeten radialen Verschiebungen wurden mit Hilfe des dynamischen Deformationsmodells bestimmt.

62. PC-Sitzung der FIG, 21.–26. 5. 1995 in Berlin

Der Deutsche Verein für Vermessungswesen e.V. lud die Internationale Vereinigung der Vermessungsingenieure (FIG) ein, die 62. Sitzung des Ständigen Ausschusses (PC) in Berlin abzuhalten und veranstaltete zugleich ein internationales Symposium „Von der Planwirtschaft zur Marktwirtschaft“, das von den FIG-Kommissionen 7, 8 und 9 ausgerichtet wurde (siehe Bericht in diesem Heft).

Eröffnung

Es nahmen 330 registrierte Delegierte aus 40 Staaten an beiden Veranstaltungen teil, wobei die relativ hohe Beteiligung aus den osteuropäischen Reformländern sehr erfreulich war, die dank der Unterstützung des deutschen Veranstalters möglich wurde. Beide Tagungen fanden im Berliner Congress Center (BBC) statt. Es war Absicht des Veranstalters einen Tagungsort im Zentrum des ehemaligen Ostteils der Stadt zu wählen. Der Vorsitzende des DVW Dr. H.-J. Platen (DE) begrüßte bei der Eröffnungszeremonie die Tagungsteilnehmer, der FIG Präsident E. James (AU) wies auf die Bedeutung der von der FIG fertiggestellten Kataster-Richtlinie für die Reformländer in Osteuropa hin, die in sieben Sprachen übersetzt werde. Es zeige sich, daß in diesen Ländern das Haupthindernis bei der Einführung eines Katasters ein institutionelles und kein technisches sei.

62. PC-Sitzung

Diese PC Sitzung war die letzte des australischen Büros, die Amtsübergabe an das englische Büro wird im Oktober dieses Jahres in London erfolgen. Der vor vier Jahren aufgestellte Arbeitsplan des Büros wurde weitgehend erfüllt. Für das künftige englische FIG Büro (1996 – 1999) wurde als neuer Generalsekretär Mr. Roy Swanston (GB), der derzeit Präsident der RICS ist, nominiert; er ist quantity surveyor.

Generalsekretär G. Lindsay (AU) erwähnte in seinem Jahresbericht,

daß die Büromitglieder seit der letzten PC Sitzung 25 Mitgliedsverbände besucht hätten. Die Verwaltungstätigkeit werde durch moderne Kommunikationsmedien sehr erleichtert. Er begrüßte, daß alle sechs angesetzten Task Forces hier ihre Berichte abgeben würden.

Vor vier Jahren hatte die FIG 55 Mitglieder aus 53 Ländern, heute 71 Mitglieder aus 65 Ländern sowie 10 Sponsoren. Zur internationalen Information über die FIG richtet das Büro derzeit im Internet World Wide Web ein Directory, genannt „FIG Tree“ ein. Diese Informationen sind auch auf Diskette verfügbar.

Als Gastgeber für die FIG Sitzungen 1999 und 2000 hatten sich Österreich, Indonesien, Südafrika und Tschechien beworben. In der Abstimmung über den Tagungsort für 1999 erhielt Südafrika, für 2000 Tschechien den Zuschlag.

Gruppensitzungen

Am Ende der ersten PC Sitzung teilten sich die Delegierten zu den sechs Gruppensitzungen.

- 1 – Die Vermarktung des Berufs und strategische Planung
- 2 – Schwerpunkte der Kommunikation,
- 3 – Arbeitsplan für das englische FIG Bureau
- 4 – Arbeitsgruppe zu den FIG Sprachen
- 5 – Arbeitsgruppe für außerordentliche Finanzierung und
- 6 – Der UNCHS Bericht für Eigentumssicherung

Gruppe 2 stellte fest, daß nur wenige Mitgliedsverbände Internet-Anschluß hätten, sodaß ein Newsletter, einfach kopiert und an die Mitglieder verteilt, gewünscht werde. Dem in Gruppe 3 vorgestellten Arbeitsplan des nächsten FIG Bureau war zu entnehmen, daß das Thema „Den Beruf weiter entwickeln in einer sich weiterentwickelnden Welt“ lauten werde, d.h. Förderung neuer Techniken. Folgende Schwerpunkte scheinen auf: mehr Einsatz der FIG in Entwicklungsländern,

Mithilfe bei der Errichtung von Berufsverbänden in Ländern, wo solche noch nicht bestehen, zunehmende Verbindung der FIG mit UN-Institutionen, Verwendung von E-Mail und Internet (FIG Tree), mehr Informationen den Mitgliedsverbänden (Newsletter), Einführung neuer Strukturen wie ein Ständiges Sekretariat und außerordentliche Finanzierung. Gruppe 5 berichtete, daß die FIG zuwenig Mittel durch Mitgliedsbeiträge einnehme. Der australische Mitgliedsverband schlug daher vor, eine Firma FIG Foundation Limited zu gründen, die in Australien steuerfrei wäre. Diese solle von den UN, von Verbänden und Privaten Mittel für Aus- und Weiterbildung beschaffen, die dann der FIG zur Verfügung gestellt werden würden. Von den Mitgliedsverbänden, die Mitglieder der Foundation werden sollten, solle mit AU\$ 50 beigetragen werden. Darüber hinaus wären noch kommerzielle Organisationen und jährliche Spender als außerordentliche Mitglieder vorgesehen. Der Vorschlag wurde angenommen.

Die schriftlich vorgelegten Berichte der neun Kommissionspräsidenten und des OICRF wurden angenommen. Die ersten beiden Bände des mehrsprachigen Fachwörterbuchs der FIG (Band 4 – Kataster und Band 5 – Instrumente) wurden präsentiert. Gleichfalls wurde die FIG Richtlinie zum Kataster angenommen und zur Veröffentlichung freigegeben.

Vizepräsident P. Dale (GB) präsentierte den Endbericht der Arbeitsgruppe über die Errichtung eines Ständigen Sekretariats der FIG. Das Bureau stimmt der Empfehlung, ein ständiges Hauptquartier zu errichten, zu. Die nachfolgende Debatte schloß E. Höflinger (AT) mit einer Zusammenfassung der Vorteile eines Ständigen Sekretariats und bot Wien als möglichen Standort an.

Die Arbeitsgruppe über die drei offiziellen FIG Sprachen legte ihren Schlußbericht vor. Darin wird vorgeschlagen, wegen der hohen Kosten der Simultanübersetzung und ihrer teilweise schlechten Qualität, Eng-

lich als einzige FIG Sprache zu verwenden. Für Kongresse und Kommissionssitzungen könnten die Mitgliedsverbände eigene Übersetzer mitbringen. Dazu wäre vom Veranstalter die technische Infrastruktur beizustellen. Nach längerer Debatte wurde der Vorschlag mit einer Stimmenthaltung (Frankreich) angenommen. Die nächste PC Sitzung in Argentinien 1996 wird nur in Englisch gehalten und eine spanische Simultanübersetzung durch den Veranstalter angeboten werden.

Das FIG Bureau wird immer wieder von UN Organisationen und anderen internationalen Institutionen um die Nominierung von Beratern gebeten. Das FIG Bureau hat nun ein

Protokoll über die Vorgangsweise für die Nennung ausgearbeitet, in dem vorgesehen ist, daß die nationalen Mitgliedsorganisationen geeignete Consultants bekanntgeben. Aus diesen Listen nennt das Bureau Consultants aus mehreren Ländern. Nach Debatte wird mit der Auflage, einige Passagen bis zur nächsten PC Sitzung zu überarbeiten, die Einrichtung einer Liste mehrheitlich angenommen.

Der langjährige Vorsitzende der Ständigen FIG Organisation für Katasterdokumentation OICRF, J. Hensen (NL) ist zurückgetreten. An seiner Stelle wird P. van der Moolen (NL), Direktor des Niederländischen Katasters, als Präsident des OICRF

bestellt. Der DVW kündigt seine Bewerbung, den FIG Kongreß im Jahre 2006 in München abzuhalten, an.

An gesellschaftlichen Veranstaltungen gab es einen Begrüßungsabend im „Lokschuppen“, dem der Eisenbahn gewidmeten Teil des Museums für Verkehr und Technik, wo sich die Delegierten zwischen Lokomotiven, Draisinen und Waggons tummeln konnten. Der Senat der Stadt Berlin lud zu einem Barockkonzert in das berühmte Konzerthaus, ein Schinkel-Bau am Gendarmenmarkt, ein. Schließlich gab es noch einen Abschiedsabend in der Bankethalle des BBC. Dank und Anerkennung dem Veranstalter.

Ernst Höflinger

Internationales Symposium „Von der Planwirtschaft zur Marktwirtschaft“ der FIG 23.–25. 5. 1995 in Berlin

Anläßlich des FIG PC Meetings in Berlin veranstaltete der DVW zusammen mit den Kommissionen 7, 8 und 9 der FIG ein Symposium mit dem Titel „From Centrally Planned to Market Economy, Contributions of Land Regulation and Economics“. Die Vorträge wurden vorwiegend in Englisch gehalten und simultan in die drei FIG Sprachen und Russisch übersetzt. Sie sind abgedruckt im Band 17 der Schriftenreihe des DVW (Verlag Konrad Witwer, Stuttgart). Im folgenden eine Auswahl aus den insgesamt 26 angemeldeten Vorträgen.

Prof. Dr. Walter Bielenberg über „Die Garantie des Eigentums in einem freien rechtlichen und sozialen System mit gesellschaftlicher Verantwortung, dargestellt durch das Grundeigentum.“ Er stellte am Beispiel der BRD das System des verfassungsrechtlichen Schutzes des Eigentums vor. Der Garantie des privaten Grundeigentums komme eine freiheitsverteidigende Funktion zu und sie verhindere die Verwendung des Grundeigentums als Machtinstrument. Damit die Garantie des Grundeigentums akzeptiert werde, müsse eine große Anzahl von Bürgern in der Lage sein, Grundeigentum zu erwerben. Eine Beschränkung des Eigentumsrechts ist in der Verfassung festgelegt und ist nur gestattet durch öffentliches

Interesse, wie es durch die Raumplanung, das Baurecht, das Boden- und Umweltschutzrecht vorgegeben wird. Dazu ist der Schutz des Eigentums durch unabhängige Gerichte gegeben. Zur gegenwärtigen Situation führte Bielenberg weiter aus, daß die ehemalige DDR keine gemeindeeigene Verwaltung hatte. Das Schwierige war die Umstellung von einer zentralen Verwaltung auf eine lokale, gemeindeeigene.

Dr.-Ing. Egbert Dransfeld vom Institut für Bodenmanagement, Dortmund, brachte anschließend einen europaweiten Querschnitt über die nationalen Systeme der Stadt- und Raumplanung unter dem Titel „Town and Country Planning Systems in Western Europe“. Stadt- und Regionalplanung bedeuten Rationierung des verfügbaren Lands und schränken die Möglichkeit eines freien Marktes ein. In den untersuchten fünf Ländern wird die Planung als Notwendigkeit, die Entwicklung zu kontrollieren, angesehen. Stadtplanung wurde notwendig durch das rapide Wachstum der Städte. Es gibt zwei Planungsrichtungen in Europa: die eine zielt auf Koordinierung der Landnutzung, die andere auf wirtschaftliche Entwicklungsplanung. So ist in einigen Ländern der Planungsschwerpunkt auf die Flächennutzung gerichtet, in anderen auf die wirtschaftliche Gestaltung.

Dipl.-Ing. Volkmar Teetzmann, öffentlich bestellter Vermessungsingenieur aus Schleswig-Holstein, sprach über die „Dienste des freien Berufs im Prozeß der Änderung von einer Planwirtschaft zu einer Marktwirtschaft.“ Er führte aus, daß in den alten und neuen deutschen Bundesländern, mit Ausnahme Bayerns, 1200 ÖbVI mit 25.000 Mitarbeitern tätig sind. Der öffentlich bestellte, freiberufliche Vermessungsingenieur ist allgemein bekannt in Zentraleuropa, jedoch kaum in englisch-beeinflussten Ländern und außerhalb Europas. Dieser Beruf hat zwei Säulen. Eine ist die breite Kenntnis der Anwendung der Geodäsie, die andere die profunde Kenntnis des einschlägigen Bau-, Eigentums-, Boden- und Vermessungsrechts. Die Ausstellung öffentlicher Urkunden ist das hervorstechende Recht dieses Berufs. Alle fünf neuen Bundesländer haben sich entschlossen, den Beruf des ÖbVI wieder einzuführen. 500 ÖbVI mit 4000 Mitarbeitern arbeiten bereits in den neuen Bundesländern.

Dr. Paul Munroe-Faure, chartered surveyor und Dozent am Royal Agricultural College Cirencester, untersuchte zum Thema „Land Registration and Management in the Process of Transition“ die Erfahrung und Herausforderung durch die neuen Wirtschaften der Reformländer. Es gibt zwei Verfahren für die Privatisierung von Grund und Boden: einmal die Rückgabe an die früheren Eigentümer bzw. ihre Nachfahren und zum anderen die

Aufteilung des Lands auf eine bestimmte Gruppe von Personen, zu einem festgelegten Eigentumsanteil. Gleich welches Verfahren, ist die Errichtung einer gesetzlichen Struktur für die effiziente Nutzung von Land und Eigentum von allgemeiner Notwendigkeit. Dazu gehört die Aufzeichnung des Grundeigentums und seiner Veränderung. Sicher wird eine Beratung der Reformländer durch zuständigen Stellen über die Nutzung und Registrierung von Land in einer Marktwirtschaft notwendig sein.

Dr.-Ing. Karl-Friedrich Thöne, von Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forste, Bonn, sprach zum Thema „Landnutzenplanung und Landregulierung – Erfahrung in ländlichen Gebieten in den östlichen Ländern Deutschlands.“ In der Zeit von 1952 bis 1960 wurde die alte, gewachsene Agrarstruktur zerstört. Vorher war die Betriebsgröße 35 Hektar, danach 4500 Hektar. Alle Grenzsteine wurden entfernt, die Änderungen in der Eigentumsstruktur wurden kaum mehr im Grundbuch eingetragen. Nun können die früheren Parzellen- und Eigentumsstrukturen kaum mehr wiederhergestellt werden. 300,000 Wohnhäuser und 70,000 Wirtschaftsgebäude, die von den Kooperativen auf fremdem Grund errichtet wurden, verursachen einen enormen gesellschaftlichen Konflikt. Derzeit laufen ca. 10,000 Verfahren bei den Flurerneuerungsbehörden und privaten Ingenieurbüros. Sie sind kostenfrei, die BRD trägt die Kosten. Das Problem ist die Zusammenführung von Grund- und Gebäudeeigentum.

Die Freude der Wiedervereinigung, meinte Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Sandmann aus Bonn, in seinem Vortrag „Land Use Planning and Land Readjustment“, ist heute der Skepsis gewichen. In der DDR hatten Private keinen Anspruch auf eine Baubewilligung. Auch gab es keine allgemeine Regionalplanungs- und Stadtplanungsgesetzgebung. Über 70% der Gebäude des öffentlichen Wohnungsbaus der DDR wurden errichtet, ohne auf die früheren Grenzen Rücksicht zu nehmen.

Timo Linkola aus Helsinki sprach über „Land Use Planning and Land Reform in the Baltic Countries“. Die Bevölkerung der drei baltischen

Staaten wünscht die Wiedererrichtung von Privateigentum. Die Rückgabe des Landes erfolgt nach verschiedenen Richtlinien. Vieles ist überhaupt noch ungeklärt. In Estland soll Land nicht den früheren Eigentümern zurückgegeben werden, wenn diese dafür Ersatz oder Kompensation wünschen. Die Aufteilung von Land und der bestehenden Gebäuden ist nicht klar definiert. In Lettland wird das Eigentum von Gebäuden und die Privatisierung der Gebäude getrennt von der Landreform behandelt. Bisher wurden 82,100 Grundstücke vermarktet und vermessen und 5840 Grundeigentümer in Grundbüchern registriert. Auch hier ist das große Problem die Landaufteilung zwischen bestehenden Gebäuden. In Litauen wurden 420,000 landwirtschaftliche Grundstücke und 384,000 Bauparzellen errichtet. Einige Flächen bleiben Staatsland und werden nicht privatisiert, wie z.B. Flächen für die öffentliche Nutzung.

Dipl.-Ing. Willi Zimmermann von der Deutschen Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ), die die technische Zusammenarbeit mit den Entwicklungsländern für die deutsche Regierung ausführt, betonte in seinem Vortrag „Technologietransfer und Landmanagement für die Landinformationsverwaltung in den Entwicklungsländern“, daß sowohl die industrialisierten als auch die Entwicklungsländer bei ihrer Entwicklung Agenda 21 der UN Konferenz von Rio 1992 beachten müssen. Agenda 21 betont die Notwendigkeit des Landinformations-Managements als Beitrag für eine nachhaltige, erträgliche Entwicklung. Das bedeutet vielfach den Transfer von Landinformations-Technologien in Entwicklungsländer. Es wäre aber stupide, ein Katastersystem von einem Land in ein anderes zu übertragen. Man muß immer eine geeignete Form neu errichten. Zu wünschen wäre, daß NGOs, wie z.B. die FIG, mehr Aktivitäten in der Landinformation setzen. LIS Technologie muß so kosteneffektiv sein, daß Entwicklungsländer sie sich leisten können. Die eingesetzten Experten müssen bereit sein, einen außerordentlich mühsamen Lernprozess durchzumachen.

Ministerialrat Dipl.-Ing. Josef Attenberger vom Bayerischen Staatsmini-

sterium für Ernährung, Landwirtschaft und Forste, berichtete über ein Transferprojekt im Zusammenhang mit einer technischen Kooperation. Bayern und die Provinz Shandong der VR China gingen eine Partnerschaft ein, mit dem Ziel, wirtschaftliche und kulturelle Beziehungen zu stärken. Eines der zugehörigen Projekte ist die Errichtung eines agrarischen Ausbildungszentrums in der Stadt Pingdu in Verbindung mit einem Landentwicklungs-Projekt des Dorfes Nan Zhang Lou. Dieses Dorf hat 4000 Einwohner und verfügt über 400 Hektar meist landwirtschaftlicher Fläche. Obzwar es in China keinen privaten Landbesitz gibt, wurden die von den Familien bearbeiteten, landwirtschaftlichen Flächen durch Landregulierung zu Einzelparzellen pro Familie vereinigt. Lediglich die Häuser der Familien, mit etwas Grund rundherum, konnten im privaten Eigentum gegeben werden. Die Parzellengrenzen wurden vermarktet, vermessen und ein Katasterplan 1:1000 erstellt, als Grundlage für eine Landregistratur. Gleichzeitig wurde im Zuge einer Dorferneuerung die Infrastruktur wesentlich verbessert.

Dr.-Ing. Winrich Voß von der deutschen Stadtentwicklungsgesellschaft in Frankfurt berichtete über einen Vergleich der Baulanderschließung in verschiedenen europäischen Ländern. In allen diesen Ländern erfolgt die Baulanderschließung in Kooperation zwischen dem öffentlichen und privaten Sektor. In den Niederlanden kaufen die Gemeinden alles künftige Bauland auf und veräußern es an die künftigen Nutzer. Dank dieses Monopols ist Bauland dem freien Markt, aber auch der Spekulation entzogen. In Großbritannien kümmert sich die öffentliche Hand nicht um Bauland. Dieses wird ausschließlich von privaten Developern erworben, aufgeschlossen und von Privatfirmen bebaut und die Häuser dann angeboten und verkauft. Ähnlich ist die Aufschließung in Italien, wenn auch zum Teil die Gemeinden als Zwischenerwerber auftreten. In Frankreich treten für die Errichtung von Wohnbauten vorwiegend Privatfirmen (Lotisseurs) auf, die Baugrund errichten und erschließen, jedoch nicht bebauen. Für die kommerzielle Bebauung und die Reaktivierung von Ödland werden Gesellschaften aktiv, die aus Lotis-

seurs, Baufirmen und öffentlichen Institutionen gebildet werden. In Deutschland ist im Wohnbau die Einzelschließung durch bisherige und neue Eigentümer ohne Flächenakkumulierung vorherrschend, jedoch auch die Baulandumlegung mit Hilfe lokaler Institutionen. Anders im kommerziellen und Büroausektor, dort sind Aufschließungsgesellschaften dominant.

Dipl.-Ing. Dietrich Ribbert von der Berliner Senatsverwaltung für Bau- und Wohnungswesen sprach anschließend zum Thema „Strategien und Kriterien für die Bestimmung des Grundstückswerts“. Der Verkehrswert ist eine Funktion erzielter Kaufpreise. Wesentlich für die Wertermittlung ist die Kaufpreissammlung. Nach der Wiedervereinigung der beiden deutschen Staaten wurde die Verkehrswertdefinition auch im früheren Ostdeutschland eingeführt. Obwohl privates Grundeigentum in der DDR existierte, gab es wegen Preiskontrollmaßnahmen (Grundstückswerte eingefroren auf Stand 1936) keinen freien Grundstücksmarkt. Es mußte daher ein simulierter Marktpreis auf Basis des westdeutschen Durchschnittsgrundpreises 1985/89 von DM 85/m² mit sechs Zuschlags- bzw. Abschlagsfaktoren angenommen werden. Damit errechnete sich als maximaler Bodenwert für Berlin, Alexanderplatz, DM 3100/m². Bereits Ende 1992 berechnete das Berliner Grundwertamt für Zentralberlin einen Durchschnittswert von DM 10,000/m². Seither ist der Marktwert wieder fallend, denn die Euphorie der ersten Jahre ist Ernüchterung gewichen. Hohe Erwartungen von Büromieten von DM 100/m² sind nicht eingetreten. Selbst am Kurfürstendamm können derzeit keine Büromieten über DM 50/m² erzielt werden. Mittlerweile existiert auch eine brauchbare Kaufpreissammlung für das ehemalige Ostberlin.

Dipl.-Ing. Hans-Wolfgang Schaar zählte in seinem Vortrag über das

Bewertungssystem in der BRD die rechtlichen Grundlagen der Wertermittlung auf. Nebeneinander bestehen das Vergleichswertverfahren (was kosten vergleichbare Grundstücke), das Ertragswertverfahren (Renditeberechnung) und das Sachwertverfahren (was kosten Grundstücke und Gebäudesubstanz). Gutachterausschüsse bestehen bei Kreisen und kreisfreien Städten. Dort werden auch Kaufpreissammlungen geführt, die aber unter Verschluß sind, jedoch offen für anonyme Auskünfte. Auf dieser Basis wird ein Richtwertatlas erstellt, der zu kaufen ist.

Über Erfahrungen bei der Rückgabe von Grundeigentum im ehemaligen Ostdeutschland berichtete Dipl.-Ing. Bernhard Bischoff. Bei der Vereinigung der beiden deutschen Staaten im Oktober 1990 erhob sich die Frage: Wer erhält welche Grundstücke aus dem Eigentum der DDR? Die DDR hatte eine Fläche von 107,866 km² davon waren 84,236 km² Volkseigentum und der Rest Privateigentum, zu dem auch der Boden der landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften zu zählen ist. Es wurden bisher 2,2 Mio Anträge auf Rückgabe von Grundstücken an Private und 4,0 Mio Anträge auf Zuerkennung an Städte und Kommunen gestellt. Für die Behandlung dieser Anträge gelten folgende Regeln: Investition geht vor Rückgabe, Rückgabe geht vor Entschädigung. Viele Grundstücke können nicht zurückgegeben werden, da auf ihnen öffentliche Betriebs- oder Wohngebäude und auch Verkehrsanlagen errichtet wurden. Viele Probleme können nicht gelöst werden, was viele Konflikte in der Bevölkerung verursacht. Die Erledigung aller Fälle wird noch 20 Jahre dauern.

Zur Privatisierung und Rückgabe von Grundeigentum in der Tschechischen Republik sprach Dipl.-Ing. Jiri Rydval von der tschechischen Katasterverwaltung. Als

Folge des Kollapses des kommunistischen Regimes war die Privatisierung der wichtigste und komplizierteste Schritt in der Systemreform, die 1990 begonnen wurde. Obzwar auch im kommunistischen Regime der überwiegende Teil des Agrarlands in Privatbesitz blieb, wurde dieses zu großen landwirtschaftlichen Kooperativen vereinigt und so dem privaten Grundeigentum entzogen. Der Grundsatz der Privatisierung lautet auch hier: Rückgabe geht vor Entschädigung. 234,000 Rückgabeanträge wurden eingebracht die 1/3 des tschechischen Territoriums betrafen. Die Erledigung wird bis zum Jahre 2000 dauern. Parallel dazu wird die Übertragung der staatlichen Betriebe an Private ausgeführt (Unternehmensprivatisierung). Bis jetzt wurden 24,000 staatliche Unternehmungen zu einem Preis von 380 Mrd Kronen an Private übertragen. Verursacht durch diese Maßnahmen kollabierte der staatliche Kataster. 1992 wurde eine Katasterreform eingeleitet, die zuerst die Automatisierung des Katasters und anschließend die Zusammenführung mit dem Grundbuch unter der Leitung der Vermessungsverwaltung zum Ziel hat. Parallel dazu wird die Zusammenlegung privatisierter Grundstücke, das Aufsuchen von 8 Mio fehlender Parzellen, die Digitalisierung der Katastralmappe und die Bewertung der Grundstücke betrieben. Diese riesige Aufgabe hat keine Parallele in der Geschichte des Landes.

Ein Ziel des Symposiums, die Probleme in den Reformländern, die mit der Landreform einhergehen, aufzuzeigen und Lösungen dafür anzubieten, wurde voll erreicht. Auch das zweite Ziel, möglichst vielen Kollegen aus den Reformländern diese Dinge nahezubringen, wurde dank zahlreicher Teilnahme erreicht. Dem Veranstalter gebührt Dank und Anerkennung!

Ernst Höflinger

Workshop „From Pixels to Sequences“ 22.–24. März 1995 in Zürich

Das Workshop fand an der ETH Zürich statt und wurde von den Arbeitsgruppen WG I/3 (Optical Digital

Imaging Systems), WG V/2 (Close-Range Imaging Systems and their Performance), Intercommission WG

V/III (Image Sequence Analysis) der ISPRS organisiert. An der Veranstaltung nahmen 133 Personen aus 17 Ländern teil. Das wissenschaftliche Programm bestand aus 11 technischen Sitzungen mit insgesamt 35 Vorträgen sowie aus zwei Poster-

Sitzungen mit insgesamt 25 Beiträgen. Den Abschluß bildete ein Nachmittag mit Demonstrationen an verschiedenen Instituten der ETH.

60% der Autoren stammten von Universitäten, 12% von Forschungsinstitutionen, 16% von großen Firmen, 12% von Kleinfirmen. Dank des breiten Spektrums der vertretenen wissenschaftlichen Disziplinen - nur 52% der Autoren waren Fotografen - fand das Workshop in einer anregenden interdisziplinären Atmosphäre statt. Im folgenden eine Übersicht über die - nach Meinung des Berichtstatters - interessantesten Beiträge; bei Autorengruppen wird hier nur der erstgenannte angeführt.

Der Eröffnungsvortrag [Seitz] vermittelte einen Überblick über Stand und Zukunft der CCD-Sensorproduktion. Dabei wurden unter anderem auch die physikalischen Limits für die Erzeugung von CCD-Chips aufgezeigt; so liegt etwa die theoretisch erreichbare minimale Pixelgröße bei 2-3 μm (derzeit etwa 5 μm).

Mehrere Vorträge widmeten sich den neuen 3-Zeilen CCD-Kameras für den Fernerkundungseinsatz. Die WAAC (Wide Angle Airborne Camera) mit einer Sensorgröße von 5184 Pixel basiert auf der WAOSS (Wide Angle Optoelectronic Stereo Scanner) und wurde von der DLR (Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt) für die Mars Mission 1996 entwickelt [Scheele, Eckhart]. Diese Kameras scannen die Geländeoberfläche entlang der Flugbahn simultan in drei verschiedenen Ansichten. Somit kann eine automatische Generierung eines Höhenmodells und anschließend die Orthophotoherstellung aus der gescannten Bildmatrix erfolgen. Beim Einsatz zur Erderkundung kann durch Verwendung von Inflight-GPS in Zukunft auf Bodenpaßpunkte weitestgehend verzichtet werden [Murai]. Für die on-line Plattformnavigation mit cm-Genauigkeit müßten landesweite Netze von Referenzstationen mit Systemen zur Datenübertragung mit einer Frequenz von 1 Hz aufgebaut werden. Off-line Plattformorientierungen nach dem Flug werden heute bereits praktiziert [Cocard].

Das DAIS-7915 (Digital Airborne Imaging Spectrometer), produziert

von der Geophysical Environmental Research Group (USA), ist für den Umweltmonitoring Einsatz gedacht. Dieses Spektrometer hat 512 Pixel und 79 Kanäle von Wellenlängen im sichtbaren Licht bis hin zum thermalen Infrarot. Die Bodenauflösung liegt je nach Flughöhe zwischen 3m und 20m pro Pixel [Oertel].

Von Rollei und von Kodak wurden neue CCD-Kameras vorgestellt; in beiden Fällen wird eine digitale Rückwand (mit CCD-Flächensensor anstelle des analogen Films) mit einem handelsüblichen Kameragehäuse kombiniert. Die Rollei Chip-Pack hat eine Auflösung von 2000 x 2000 Pixel, die Kodak DCS 460 3000 x 2000 Pixel. Die DCS 460 hat einen eigenen auswechselbaren Speicher für ca. 20 Farbaufnahmen und eignet sich somit auch für den Feldeinsatz [Goddig, Peipe].

Die vergleichende Kalibrierung von vierzehn CCD-Flächensensor-Kameras mit Hilfe eines signalisierten Testfeldes ergab innere Genauigkeiten von 1/14 bis 1/38 Pixel im Bild und 1/26000 bis 1/93000 der Objektdimensionen [Shortis]. Eine weitere Untersuchung über den praktischen Industrieinsatz von CCD-Kameras ermittelte erzielbare innere Genauigkeiten von 1/100000 der Objektdimensionen bei der 3D-Bestimmung signalisierter Punkte [Beyer].

Bei den Thematic-Mapper-Bildern der Fernerkundungssatelliten Landsat 4 und 5 können Bildstörungen in Form von horizontalen und vertikalen Streifen auftreten. Für den neuen Landsat 7 ist daher ein klappbares „Kalibrierungspaddel“ zur laufenden radiometrischen Kalibrierung der Detektoren vorgesehen [Freedman].

Ein Schwerpunkt war die räumliche Auswertung von linien- und flächenhaften Elementen aus digitalen Bildern. Ein Beitrag beschäftigte sich mit der Modellierung von Freiformkurven im Rahmen der Bündelblockausgleichung; zur Demonstration wurden 3D-Fahrzeugkarosserielinien aus zweidimensionalen Bildern rekonstruiert [Forkert]. Durch Matching-Algorithmen lassen sich aus Bildern auch 3D-Oberflächen generieren; bei Farbluftbildern könnte dabei durch Multikanal-Matching eine Zuverlässigkeits- und Genauig-

keitssteigerung erzielt werden [Hahn]. Bei Anwendungen im Automobilbau werden durch Verwendung von strukturiertem Licht Oberflächen mit einer Genauigkeit von 1/10000 der Objektdimensionen rekonstruiert [Krzystek, Riechmann]. Auch die Silhouetten eines Objektes, abgebildet in mehreren rundum angeordneten Aufnahmen, können als Grundlage für die Oberflächenrekonstruktion nach dem „Bildhauerprinzip“ dienen [Fromherz].

Eine Reihe von Vorträgen beschäftigte sich mit der Verfolgung bewegter Objekte mit Hilfe von Sequenzen digitaler Bilder. Für die Visualisierung eines Strömungsfeldes wurde ein Verfahren zur Bestimmung der räumlichen Trajekturen von bewegten Partikeln vorgestellt [Netzschn]. Ein anderes Projekt befaßte sich mit dem automatischen Erkennen und Verfolgen entgegenkommender Fahrzeuge [Kasprzak]. Für die Überwachung von Förderbändern wurde ein Verfahren zur 3D-Kantenbestimmung der transportierten Objekte vorgestellt [Otterbach].

Die automatische Steuerung von Greifrobotern erfordert Algorithmen zur schnellen und zuverlässigen Erkennung von Angriffspunkten. Demonstriert wurde dies anhand eines Roboters zur sukzessiven Entfernung von Gegenständen aus einem Haufen [Rutishauser].

Verschiedene Ansätze existieren für Digitalkameras zur direkten Entfernungsmessung. Ein Vorschlag beruht auf einem CCD-Zeilensensor mit „hoher“ Zeile und großer Sensorfläche zur Überwachung von Förderbändern. Ein schräg auf das Förderband projizierter Lichtstreifen wird so justiert, daß sich sein Abbild je nach Höhe des vorbeitransportierten Objektes mehr oder weniger in die Sensorzeile verschiebt. Aus der Helligkeitsverteilung in der Sensorzeile kann somit auf das Profil des Objektes geschlossen werden [Massen]. Die Laser-Scanning-Kamera basiert auf dem Triangulationsprinzip und registriert sowohl ein Intensitäts- als auch ein Entfernungsbild („Range Image“) mit 512 x 483 Pixeln. Die Ausführung für den Weltraumeinsatz (Andocken an Satelliten) kann in Echtzeit Entfernungsbilder bis zu einem Meter auf 2mm genau erfassen [Boulanger].

Die breite Palette von speziellen Nahbereichsanwendungen umfaßte unter anderem: Die Kalibrierung eines Stereomikroskops [Danuser], die Kontrolle von Schienenbefestigungen mit Hilfe einer Zeilenkamera [Matsumoto], ein kombiniertes elektrooptisches-interferometrisches 3D-Eichsystem für den Industrieersatz [Biancardi], die 3D-Lokalisierung

von Signalen in Computertomographieaufnahmen mit Hilfe von errechneten Pseudophotos [van Gemens], die Deformationsbestimmung von Gemäldeträgern sowie die 3D-Analyse von Lippenbewegungen mit CCD-Kameras [Robson, Minakuchi].

Alle Beiträge sind im Internationalen Archiv der Photogrammetrie und

Fernerkundung - Band 30, Kommission 5 WG1 (Herausgeber E. Baltasvias), erschienen und können bei RICS Books, Surveyor Court, Westwood Way, Coventry, CV4 8JE, UK (Tel. +44-171-2227000), bezogen werden.

Gerald Forkert

St. Petersburg – Great Lakes Conference on Digital Photogrammetry and Remote Sensing '95 25.-30. Juni 1995

Die „Wissarion Belinsky“ führte eine internationale Gruppe von Wissenschaftlern von St.Petersburg zu den großen Seen Kareliens im Norden des europäischen Rußland. An Bord dieses Passagierschiffes fanden in der letzten Juniwoche gleichzeitig 3 Kongresse statt, für deren Wissensgebiete Querverbindungen von immer größerer Bedeutung werden.

- Die internationale Tagung über Digitalphotogrammetrie und Fernerkundung
- Die Veranstaltung „Virtual Reality Technology“ und
- Die Konferenz einer ökologischen Arbeitsgruppe Rußlands

An der erstgennanten Tagung nahmen von österreichischer Seite Univ.-Doz. Dr. K. Hanke (Technische Fakultät der Universität Innsbruck) und Univ.-Doz. Dr. R. Kostka (TU Graz) teil und konnten ihre Beiträge einem interessierten Expertenkreis zu Gehör bringen. Die Organisation dieser Veranstaltung lag in

den Händen des Staatlichen Forschungsinstitutes für Aviatik (GosNIIAS) in Moskau mit internationaler Beratergruppe unter der Verantwortung von cand. techn. sc. Sergei Zheltow. Unterstützt wurde die Tagung nicht nur von russischen, wie der Akademie der Wissenschaften, sondern auch von internationalen Organisationen, von denen die Internationale Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung genannt sei. Das Tagungsprogramm wurde in 2 Parallelveranstaltungen (insgesamt 8 Technische Sitzungen) und einer Posterpräsentation (Graphiken und PC-Demonstrationen) durchgeführt. Die Gliederung der technischen Sitzungen erfolgte in:

- Sensoren, Kalibrierung und Plattformen im Luftraum
- Digitale Auswertestationen und deren Komponenten
- Digitale Stationen und Aerotriangulation
- Bildverarbeitung und Objektsrekonstruktion

- Straßenextraktion und Analyse von Bildfolgen
- Oberflächenrekonstruktion und Orientierung
- Modellbildung und Monitoring der Umwelt
- Auswertung von Weltraum- und Luftbildern

Die Wahl des Tagungsortes, eines sich in der Weite des russischen Nordens in Fahrt befindlichen Schiffes, und der Zeitpunkt der bekannten „Weißen Nächte“ von St.Petersburg, die die kurzen Stunden der Nacht lediglich in silbriges Dämmerlicht verwandeln, ermöglichten und förderten ausgedehnte „side talks“. Diese dienten dem gegenseitigen Kennenlernen, dem Austausch wissenschaftlichen Gedankengutes und der Diskussion über zukünftige Entwicklungen und Forschungskooperationen. Neben Vortragstätigkeit, Posterpräsentationen und den in absehbarer Zukunft erscheinenden Proceedings ist dieser Gedankenaustausch zwischen Ost und West mit zukunftsweisender Zielsetzung ebenfalls als wichtiges Ergebnis der wissenschaftlichen Veranstaltung zu werten.

Robert Kostka

Cassini – Huygens – Projekt zur Erforschung des Saturns

Die Cassini/Huygens-Mission ist ein von der NASA und der ESA konzipiertes Gemeinschaftsvorhaben zur Erforschung des Saturnsystems. Das Cassini-Raumfahrzeug besteht aus dem Cassini-Orbiter der NASA und der Huygens-Landesonde der ESA.

Im Oktober 1997 soll eine Titan/Centaur-Rakete das Raumfahrzeug von Cape Canaveral aus in eine Bahn bringen, auf der es nach 6 Jahren und 7 Monaten den Saturn er-

reicht. Nach zwei Swingby-Manövern an Venus im April 1998 bzw. Juni 1999, einem Swingby an der Erde im August 1999 und einem weiteren an Jupiter im Dezember 2000 wird das Raumfahrzeug die erforderliche Geschwindigkeit erhalten, um im Juli 2004 den Saturn zu erreichen. Nach einigen Monaten in einer Saturnumlaufbahn wird Cassini die Huygens-Sonde abstoßen, die dann in die Atmosphäre des größten Saturn-Satelliten, Titan, absteigt. Huygens soll zunächst die

Zusammensetzung der Titan-Atmosphäre und die Verteilung von Spurengasen und Aerosolen sowie Winde und Temperaturen messen und schließlich Druck und Oberflächenbeschaffenheit untersuchen. Eine in der Huygens-Sonde mitgeführte Multispektralkamera wird Bilder von Titan liefern.

Titan ist ein einzigartiges Objekt des Sonnensystems mit einer Atmosphäre, die überwiegend aus Stickstoff besteht, aber auch reich an Kohlenwasserstoffen ist. Da das Saturnsystem sehr weit von der Sonne entfernt ist, herrscht in dieser Atmosphäre eine sehr niedrige Tempera-

tur, bei der alle chemischen Prozesse erheblich langsamer ablaufen. Eine Untersuchung dieser Atmosphäre wird Hinweise darauf geben, wie sich unsere eigene Atmosphäre entwickelt hat, und wird uns helfen, die Entstehung des Lebens auf der Erde besser zu verstehen. Beim Eintritt in die Titan-Atmosphäre werden an der Sonde sehr hohe Temperaturen entstehen, da sie durch die Reibung der oberen Atmosphärenschichten abgebremst wird. Hat sich die Geschwindigkeit genügend verringert, wird die

Sonde mit Hilfe von Fallschirmen etwa zweieinhalb Stunden lang langsam zur Titan-Oberfläche absteigen. Mit den wissenschaftlichen Messungen kann erst begonnen werden, wenn der Hitzeschild, der die Sonde vor den hohen Temperaturen in der Eintrittsphase schützen soll, abgesprengt worden ist. Dies geschieht in einer Höhe von etwa 170 km über der Titan-Oberfläche.

Um diesen komplexen Vorgang zu verifizieren, wurde vor kurzem mit einem originalgroßen Modell der

Sonde ein Abwurftest mit Hilfe eines Ballons durchgeführt. Der Ballon trug die Sonde in eine Höhe von 36 km über dem Startgelände ES-RANGE bei Kiruna in Schweden. Die Sonde wurde automatisch losgelöst, und alle Abstiegskontrollsysteme wurden eingeschaltet. Der Test war ein voller Erfolg, und das Abstiegsmodul wurde unbeschädigt und in gutem Betriebszustand am Boden geborgen.

esa-Pressemittteilung

Tägliche Ozonkarten

Bei sommerlichen Schönwetter klettern auch die Ozonwerte wieder in für die Gesundheit bedenkliche Zonen. Durch eine Neuentwicklung des Forschungszentrums Seibersdorf ist es nun in Österreich erstmals möglich, die Ozonbelastung auf einer Karte im Halbstundenakt flächendeckend grafisch darzustellen. Schon bald könnte dieses Bild bei erhöhten Ozonwerten im Fernsehen im Anschluß an den täglichen Wetterbericht gezeigt werden.

Bisher wurde die Ozonkonzentration in Österreich an etwa 120 Meßstationen erfaßt. Da die Ozonbelastung kleinräumig, abhängig von Tageszeit und Seehöhe, stark schwanken kann, konnte über die Situation abseits dieser Meßstellen keine genaue Aussage getroffen werden. Bei dem von uns entwickelten Verfahren zur Simulation der flä-

chenhaften Ozonbelastung werden diese Einflüsse berücksichtigt und mit Hilfe eines mathematischen Modells die Ozonkonzentration für ganz Österreich berechnet.

Das Modell ist bereits im Umweltbundesamt (UBA) installiert und kann halbstündlich nach dem Einlangen der Meßwerte auf dem UBA-Rechner aktuelle Ozonbelastungskarten berechnen. Schon in Kürze können diese Ozonkarten bei hohen Ozonwerten die Öffentlichkeit via Fernsehen über die räumliche und zeitliche Verteilung der Ozonbelastung aktuell informieren.

Von dieser Entwicklung profitiert aber nicht nur die Bevölkerung, sondern auch die Umweltforschung. Um kausale Wirkungsanalysen der Ozonbelastung durchführen zu können, ist eine genaue Information

über die flächenhafte Ozonbelastung notwendig. So soll jetzt in einem EU-Projekt in Zusammenarbeit mit Partnern aus allen Alpenländern dieses Modell weiterentwickelt werden, um den Tages- und Jahresverlauf der Ozonbelastung im gesamten Alpenraum berechnen zu können. Diese Ozonkarten werden genaue Rückschlüsse geben, wie stark die sehr sensiblen Schutz- und Bannwälder heute durch Ozon gefährdet sind.

Aufbauend auf diesen neuen Methoden wird derzeit auch an einem Modell zur kurzfristigen regionalen Ozonprognose gearbeitet. Mit ihm könnte die Bevölkerung via Bildschirm im Anschluß an die Wetterprognose über die zu erwartende Ozonentwicklung täglich im voraus informiert werden.

Pressemittteilung des Forschungszentrums Seibersdorf

Integrierte Produktentwicklung durch virtuelles Unternehmen

Elektronische Informationsnetzwerke werden jetzt auch zur Produktentwicklung eingesetzt. Durch die Nutzung moderner Technologien (ISDN, Internet) sollen kleine und mittlere Unternehmen (KMUs) dazu angeregt werden, in losen Kooperationen gemeinsam Systeme und Produkte zu entwickeln, die auf internationalen Märkten wettbewerbsfähig sind. Seibersdorf wird bei diesem zukunftsweisenden Vorhaben ein Netzwerkzentrum installieren, das die Voraussetzung für das erste österreichische virtuelle Unternehmen auf Netzwerkbasis

bildet. Abgewickelt wird dieses Vorhaben in der neuen Außenstelle im Regional-Innovations-Zentrum (RIZ) in Wr. Neustadt.

Mit dem Vorhaben, das im Rahmen der vom Wirtschaftsministerium und von der EU unterstützten „Gemeinschaftsinitiative KMU“ abgewickelt werden könnte, sollen kleine und mittlere Unternehmen raschen Zugang zu neuesten Produktionstechnologien – wie etwa Hochfrequenzfräsen, Rapid Prototyping und Reverse Engineering – bekommen. Außerdem werden Wege auf-

gezeigt, wie Ökodesign und Simultaneous Engineering bereits in die Produktentwicklung integriert werden können.

Durch den Zusammenschluß von KMUs und den Einsatz telematischer Strukturen werden diese Firmen in die Lage versetzt, bei ihren Kunden sozusagen als ein einziges großes virtuelles Unternehmen aufzutreten, das komplette Systemlösungen anbieten kann.

Die Vorteile eines virtuellen Unternehmens liegen auf der Hand, da jeder Netzwerkteilnehmer nur seine Kernkompetenzen zur Verfügung stellt, kann eine sehr gesteigerte Produktqualität erreicht werden. Fir-

menpartnerschaften werden nur auf Zeit geschlossen, wodurch eine hohe Flexibilität gegeben ist. Nicht zuletzt können durch die Ausnutzung des „Info-Highway“ die Produktentwicklungsdauer verringert

und etwaige Standortnachteile wettgemacht werden.

Ob das virtuelle Unternehmen auf Basis der Telekommunikation in der Praxis funktioniert, wollen die Sei-

bersdorfer Ingenieure in den nächsten Monaten anhand eines konkreten Beispiels genau testen.

Pressemitteilung des Forschungszentrums Seibersdorf

79. Geodätentag mit INTERGEO '95 23.–25. August 1995 in Dortmund

Voll erfüllt wurden die Erwartungen der Besucher des 79. Geodätentages und der begleitenden Fachmesse INTERGEO in Dortmund. Drei Tage lang trafen sich über 11.000 Vermessungsexperten und Besucher aus verwandten Fachdisziplinen, um auf Einladung des Deutschen Vereins für Vermessungswesen (DVV) zu diskutieren und sich die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet der geodätischen Hightech anzusehen. Namhafte Software-Häuser zeigten weiterentwickelte und verbesserte Produkte im Bereich geographischer Informationssysteme. Bei den Geräteherstellern setzte sich der Trend zu weitgehend automatisierten Geräten fort. Im Bereich der globalen Positionierungssysteme (GPS) geht die Entwicklung hin zu kleinen, handlichen und intelligenten Präzisionsmeßgeräten. Behörden und Institutionen aus Nordrhein-Westfalen präsentierten zudem praktische Beispiele ihrer täglichen Arbeit mit Geobasisdaten.

Äußerst lebhaften Anklang fand das neue Kongreß-Konzept, das erst-

mals nach den Referaten jeweils eine fachliche Diskussionsrunde vorsah. Im übrigen waren die Säle während der Vorträge überwiegend voll besetzt. Eine umso bemerkenswertere Tatsache, da ein Teil der Referenten bislang noch unbekannt war oder über ein (noch) nicht populäres Thema sprach. Die Vorträge sind in der DVV-Schriftenreihe 20/95 nachzulesen. Neu war auch die verstärkte Einbringung der Arbeitskreise des DVV in den Kongreß. Nicht wenige Teilnehmer am 79. Geodätentag äußerten übereinstimmend ihre Eindrücke: Erfrischen Neues, professionelle Moderation, Kritik an bestehenden Zuständen sowie an Institutionen, aber auch Hinweise auf fachliche Kompetenzen und Lösungen im weiten Feld der Geodäsie.

Der 79. Geodätentag in Dortmund war ein Forum für Geodäsie im Alltag wie zum Beispiel GPS im Automobil. Der Geodätentag war aber auch ein Forum für nationale oder europäische, für praxisnah städtebauliche oder entwickelnde

Wertermittlung. Natürlich wurde die Wertermittlung auch als zukunftsweisendes Expertensystem diskutiert.

Laut repräsentativer Umfrage eines unabhängigen Meinungsforschungsinstitutes wurden die Erwartungen der Messebesucher zu 100 Prozent erfüllt. Besucher und Aussteller des Geodätentages und der INTERGEO '95 trafen aus rund 15 Nationen zusammen, darunter zahlreiche Länder der Europäischen Union, Polen, Rußland, USA, Asien und Australien. Zufriedene Gesichter gab es aber auch auf Seiten der Aussteller. Eine repräsentative Umfrage ergab, daß schon jetzt 71 Prozent der Aussteller bei der nächsten INTERGEO in Dresden ihre Produkte präsentieren wollen. Für knapp 80 Prozent der in Dortmund vertretenen Aussteller besaß die INTERGEO '95 einen guten bis herausragenden Stellenwert im Rahmen ihrer Messeaktivitäten. Insgesamt beurteilen 37 Prozent der vertretenen Firmen die vermessungstechnische Branche als zufriedenstellend, 37 Prozent als gut und vier Prozent als sehr gut.

Pressemitteilung

Persönliches

Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) unter neuer Führung

Am 18. September 1995 bestellte der Herr Bundesminister für wirtschaftliche Angelegenheiten Herrn **Hofrat Dipl.-Ing. August Hochwartner** mit sofortiger Wirksamkeit zum Leiter des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen.

In einer ersten Aussendung des neuen Präsidenten werden der Beitritt Österreichs zur Europäischen Union, die Maßnahmen zur Konsolidierung des Bundeshaushaltes und die technologischen Veränderungen als Anlässe für eine neue Denkweise

im Bereich der öffentlichen Verwaltung genannt. Präsident Hochwartner formuliert es als Ziel, die Aufgaben des Eich- und Vermessungsdienstes im Interesse der Erhaltung der Rechtssicherheit zu garantieren und deren Vollzug durch ein nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten ausgerichtetes Verwaltungsmanagement zu unterstützen. Er gibt sich zuversichtlich, daß es gelingen wird, die Eich- und Vermessungsbehörden als moderne Servicestellen für den Staatsbürger zu gestalten und gleichzeitig anerkannter Partner von Industrie und Wirtschaft zu sein.

Die Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation gratuliert Präsident Dipl.-Ing. Hochwartner sehr herzlich zur Betrauung und wünscht ihm bei der Erfüllung

seiner neuen Aufgabe besten Erfolgs.

Ehrung

Die Niederösterreichische Landesregierung hat mit Beschluß vom 27. Juni 1995 dem ehemaligen Leiter des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, **Präsident i.R. Dipl.-Ing. Friedrich Hrbek**, in Würdigung seiner hervorragenden Verdienste das Goldene Komturkreuz des Ehrenzeichens für Verdienste um das Bundesland Niederösterreich verliehen.

Die Österreichische Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation gratuliert sehr herzlich zu dieser Auszeichnung!

NEU IV*

GPS-Empfänger GePoS® RS 12 von Carl Zeiss

Meßtechnologie der Kompaktklasse
steckt in GePoS® RS 12, dem ersten
GPS-Empfänger von Carl Zeiss.

Alles ist dran, alles ist drin: Empfänger,
Antenne, Bedienfeld, Anzeige, Speicher-
karte. Das vereinfacht Transport und
Bedienung, macht Kabel überflüssig,
schafft Flexibilität.

Mit dem Einschalten beginnen Sie zu
messen. Über 12 unabhängige Kanäle
nutzen Sie alle GPS-Informationen für
die Frequenz L1 und den C/A-Code. Die
Speicherkarte ist austauschbar. So haben
Sie jeweils die gewünschte Speicher-
kapazität. Und mit der Universal-Soft-
ware GePoS® wird der GePoS® RS 12
zum effizienten Meßsystem für jede
Anwendung.

Sein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis
macht den GePoS® RS 12 ideal auch
für den GPS-Einsteiger. Davon wollen wir
Sie gern überzeugen. Rufen Sie uns an
oder faxen Sie.



Weitere Neuheiten von
Carl Zeiss:

- I. Rec Elta® RL
- II. DiNj® 10/20
- III. Elta® 50 Eth® 50

ZEISS Instrumente

Zertifizierte Qualität
gemäß

DIN EN ISO 9001/EN 125001



Carl Zeiss GmbH
Modcenterstr. 16
A-1034 Wien
Tel. (0222) 795 18-0
Fax (0222) 795 18-400

...damit es beim Messen vorwärts geht.

INTERGRAPH informiert

Erfolgsmeldungen aus der GIS-Welt:

Das **Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft** hat die MGE-Familie von INTERGRAPH als die beste GIS-Software ausgewählt. Die österreichweite Verwaltung des *Wildbach- und Lawinenkatasters* (WLK) ist in einem 3-Stufenplan zu verwirklichen. Im Oktober werden ein **GIS-Datenserver** (ISMP62), der schnellste Intel-basierende Parallelprozessor-Server der Industrie laufend unter WindowsNT-Server, und **4 weitere GIS-Stationen** (TD40 bzw. TD30) unter **Windows NT** installiert.

Die Leistungsfähigkeit in einem offenen **DeskTop-System**, mächtige Funktionen in der 3D-Welt und die hohe Integrationsfähigkeit zu anderen Systemen gaben den Ausschlag zu dieser Entscheidung. Der österreichweite Ausbau wird in den nächsten 2 Jahren erfolgen.

Die Module ERMA (Environmental Research Management Application), MGA (MGE-Analyst), MGGA (MGE Grid Analyst), MTA (MGE Terrain Analyst) werden die Aufgabenstellungen, wie Naturraumanalysen, Ausbreitungsmodelle und Schichtmodell Darstellungen, lösen.

Das **Vermessungsbüro Dipl.Ing. Peter SCHMID** ist mit großer Energie in das Geschäftsfeld der GIS-Systeme eingestiegen. Auch hier war das Betriebssystem **Windows NT** in technischen Applikationsumgebungen überzeugend. Im Vordergrund eines Vermessungsbüros mit vielen verschiedenen Auftraggebern steht die Möglichkeit des **effektiven Datenaustausches**. Mit MGE und dem **MGE-ASCII-Loader** steht das wohl mächtigste Werkzeug am GIS-Markt zur Verfügung. Tabellengesteuert kann beinahe jede ASCII-Datenschnittstelle bidirektional behandelt werden. Auf mehr als **6 Arbeitsstationen** wird büroweit Datenerfassung im MGE betrieben.

Um wirklich konkurrenzfähig zukünftige Aufgaben lösen zu können wurde im Juni eine **ImageStation** zur Verarbeitung digitaler Photogrammetriedaten installiert. Klassische Auswertungen, **Orthophotoerstellung**, etc. stehen im Vordergrund der Aufgabenstellung. Die integrierte, MGE-kompatibel 3D-Datenerfassung führt schnell und einfach zum Ziel, dem fertigen Produkt. Bereits nach einer einwöchigen Einschulung war es den Mitarbeitern möglich erste Ergebnisse, Orthophotos, vorzuweisen.

Nach dem BEV, Abt.L (Orthophotoerstellung), und der Universität für Bodenkultur, dem Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung, Prof. Stolitzka, ist dies bereits die dritte digitale Photogrammetrie-Auswertestation von INTERGRAPH in Österreich; europaweit sind **87 ImageStations** bei 60 Kunden im Einsatz. Somit setzt INTERGRAPH auch in diesem Marktbereich Maßstäbe und beweist auch hier die Nr 1.

Das **Ingenieurbüro Dipl.Ing. Werner** vertraut nunmehr auf INTERGRAPH-Applikationen der AEC-Produktreihe. Mit **InRail** und **InRoads** werden Trassierungsaufgaben höchster Anforderung für Großkunden gelöst. Mit der

Faszination der 3D-Fähigkeit und den schier unendlichen Möglichkeiten der Trassierungs-, Profilierungs- und Ausgabemöglichkeiten wird das Arbeiten zum Vergnügen.

Attraktive gebündelte Produkte

Unter gebündelten Produkten verstehen wir die Kombination verschiedener Produkte unter einem Namen.

Mapping Office

Folgende Produkte sind enthalten:

MGE-PC Meist verkauftes PC-GIS

I/RASC Rasterbearbeitung

I/RASB Manipulation von Binärstervorlagen

I/Geovec Intelligente Raster/Vektorkonvertierung

INTERGRAPH-Produkte genügen den höchsten Integrationsansprüchen und sind über Jahre hinweg auch technologisch immer am letzten Stand. Diese eigentlich sehr positiven Aspekte bedürfen aber auch eines hohen Einsatzes Ihrerseits, vor allem jenen von Ihnen, die permanent Verbesserungen in Arbeitsabläufen, Datenwartung, etc. zu finden haben, um gewinnbringende Produkte zu erzeugen.

Die CAD-Softwarewelt heute und die GIS-Welt von morgen befindet sich in einer entscheidenden Phase der Veränderungen hin zu neuen, bisher nur angedachten Technologien. Mit INTERGRAPH haben Sie einen Partner, der zu den absoluten Trendsettern dieser Entwicklungen gehört.

Für weitere Informationen steht Ihnen das INTERGRAPH-Team in Wien unter der Telefonnummer 79735-0 gerne zur Beantwortung Ihrer Fragen zur Verfügung.

Ihr INTERGRAPH GIS/Mapping-Team

Österreichisches Fernerkundungs-Datenzentrum (OFD) gegründet

Erdbeobachtungsdaten von Satelliten finden immer stärkeren Einsatz in Wissenschaft, Verwaltung und Wirtschaft. Das Angebot an Standardprodukten wächst laufend, neben Satellitendaten steht eine Vielzahl vorverarbeiteter Produkte für einen großen Anwenderkreis zur Verfügung.

Um die potentiellen Nutzer von Fernerkundungsdaten umfassender beraten und schneller bedienen zu können, hat der Techno-Z Salzburg Research Verein in Zusammenarbeit mit Geospace – der bisherigen Vertriebsstelle für Fernerkundungsdaten in Österreich – das Hochschulforschungsinstitut

Österreichisches Fernerkundungs-Datenzentrum (OFD)

gegründet.

Ab sofort steht den Anwendern das OFD für die Beschaffung aller wesentlicher Satelliten-Fernerkun-

ungsdaten von SPOT, Eurimage und EOSAT (z.B. Landsat, JERS und Resurs Daten), Worldmap (Priroda Aufnahmen: KFA 1000, KFA 3000, etc.) ESA-Earthnet (ERS 1 u. ERS-2 Daten) sowie des neuen kanadischen Satellitensystems RadarSat zur Verfügung.

Die Aufgabe des Datenzentrums ist es, allen österreichischen Nutzern von Satellitenbilddaten Informations- und Serviceleistungen zur Verfügung zu stellen und den Vertrieb der Daten in Österreich durchzuführen. Die Mitarbeiter des OFD nehmen laufend an internationalen Schulungen teil und die Forschungsaktivitäten des OFD im Bereich des Einsatzes von Satellitenbilddaten sichert seinen Kunden die Aktualität der Information über Stand und Entwicklung der Satellitenbildtechnologie.

Folgende Leistungen werden vom Österreichischen Fernerkundungs-Datenzentrum geboten:

- Suche nach den geeigneten Satellitenbilddaten für die Anwender in Datenbanken und Archiven
- Durchführung der Programmierung von Satelliten für spezielle Aufnahmen (derzeit nur bei SPOT möglich)
- Beratung bei der Auswahl der Daten und Datenbestellung

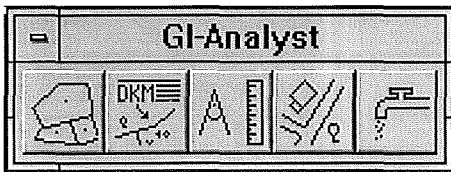
Die Serviceleistungen des Österreichischen Fernerkundungs-Datenzentrums sind kostenlos. Selbstverständlich informieren wir Sie gerne unverbindlich über den Einsatz von Satellitenbilddaten für Ihre spezielle Problemstellung.

Österreichisches Fernerkundungs-Datenzentrum (OFD)
Jakob-Haringer Straße 1
A-5020 Salzburg
Tel: 0662 45 85 06
Fax: 0662 45 81 154

Dem Zivilingenieur neue Bereiche erschließen

Ein mögliches zukünftiges Arbeitsgebiet für die Zivilingenieure ist die Erzeugung und Wartung der **Grundstücks- oder Leitungsdaten für Gemeinden** in Form von geographischen Informationssystemen. Die dafür notwendigen Software- und Hardware-Komponenten bietet die Firma **GEOSolution** an.

Auf der einen Seite gibt es eine Vielzahl von Funktionen zur Eingabe der Grundstücks- und Leitungsdaten in das geographische Informationssystem, auf der anderen Seite einfache und praktische **Analyse- und Abfragefunktionen**.



Als Basis-Programm benutzt GEOSolution Bentley's MicroStation, die mit mehr als 155.000 weltweit verkauften Lizenzen sehr populäre 2D, 3D CAD-Software, die es auf sehr vielen Betriebssystemplattformen wie Unix, MicroSoft's Windows, DOS, WindowsNT, oder Apple's Macintosh gibt. Schon im Standard-Umfang gehören Datenbankanbindungen zu Oracle oder Borland's DBase zum Lieferumfang.

Sehr zukunftsfruchtig ist die Datenbankverbindung zu MicroSoft's Access. Als wesentlicher Vorteil ist die **völlige Hardware-Unabhängigkeit** zu nennen, die dem Anwender die Neuanschaffung von teurer Spezial-Hardware erspart.

GEOSolution hat nun spezielle GIS-Werkzeuge für die unterschiedlichen Thematiken entwickelt. Einen Schwerpunkt bilden die **Funktionen rund um die Digitale Katastralmappe (DKM)**. Die wesentlichsten Features sind:

- DKM-Daten können sowohl im DXF- als auch im BEV-Format direkt ins GIS eingespielt werden
- dabei gleichzeitiges Eintragen der Attribute in die relationale Datenbank
- und darauffolgende Flächenbildung
- Einspielen und damit Verknüpfung der GDB-Daten mit den DKM-Daten
- die benötigten Mappenblätter können über Namen oder Koordinaten aufgerufen werden oder durch einen Darstellungsmanager automatisch dargestellt werden
- Suchen und Visualisieren von Grundstücken, Straßen und Adressen

Auf Grundlage dieser DKM-Basis-GIS-Daten setzen dann die besonderen Anwenderprogramme auf:

- Das **Flächenwidmungsmodul** ermöglicht die einfache Zuordnung von Widmungen bzw. Verbauungen zu Flächen und die Ausgabe von Grundstücksstatistiken.
- Die **Dateneingabemodule** basieren auf dem Prinzip, daß bei der Eingabe die Daten schon auf Plausibilität geprüft werden. Beim Setzen einer Grundstücksnummer z.B. kann nicht nur durch Schalter die Darstellungsart (ein- oder zweizeilig, mit Zuordnungspfeil, im Grenzkataster) gewählt werden, sondern auch geprüft werden, ob ein Grundstück überhaupt in der GDB vorkommt.
- Die Daten können durch Digitalisierung von Tablett oder Bildschirm (Rasterhinterlegung), über Schnittstellen oder manuelle Eingabe eingebracht werden.
- Programmmodule zur Eingabe und Verwaltung von **Versorgungsleitungen** runden das Programm ab.
- Die **Datenausgabe** kann einfach am Bildschirm, Drucker oder Plotter erfolgen.

Informationen:

GEOSolution
Dr. Bernhard Engelbrecht
Kandlgasse 7/1/3
1070 Wien
Tel. und Fax +43 1 522 77 23

Veranstungskalender

International Symposium on Spectral Sensing Research '95 (ISSSR '95)

26. November – 1. Dezember 1995 in Melbourne, Australien

Informations: J.C.Cole, Science and Technology Corporation, 101. Research Drive, Hampton, VA 23666 USA, Tel. (804)865-7604, Fax (804) 865-8721, E-mail cole@stcnet.com

Joint European Conference and Exhibition on Geographical Information

From Research to Application through Cooperation
27.–29. März 1996 in Barcelona

Informations: Administrative Secretariat JEC-GI96, c/o AKM Congress Service, Clarastraße 57, CH-4005 Basel, Tel. ++41 61 691 51 11, Fax ++ 41 61 691 81 89.

63rd FIG-PC Meeting and

International Symposia

15.–19. April 1996 in Buenos Aires, Argentinien

Informations: Comité Organizador, Peru 562 (1068) Buenos Aires, Tel. 343-8407/342-7289, Fax 54-1-343-8423.

XVIII ISPRS Congress

9.–19. Juli 1996 in Wien

Informations: K.Kraus, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU Wien, Gusshausstraße 27–29, 1040 Wien, Tel. +43-1-58801-3811, Fax +43-1-505-6268, Email: isprs96@email.tuwien.ac.at

XII. Internationaler Kurs für Ingenieurvermessung

9.–14. September 1996 in Graz

Informations: Institut für Angewandte Geodäsie und Photogrammetrie der TU Graz, Steyrergasse 30, A-8010 Graz, Tel. (+43 316) 873-6321, Fax (+43 316) 831 793, E-mail: iv96@aig.tu-graz.ac.at

Selbstverständlich steht für alle Mitglieder auch das Sekretariat der Österreichischen Gesellschaft für Vermessung und Geoinformation jederzeit für Auskünfte und nähere Informationen zu den angeführten Veranstaltungen, soweit vorhanden, zur Verfügung.

Buchbesprechungen

Dresbach, D., Kriegel, O.: **KATASTER-ABC** 3. überarbeitete und erweiterte Auflage, 1995, 197 Seiten, kartoniert, Wichmann Verlag, Heidelberg, ISBN 3-87907-271-X, ÖS 351,-.

Das Kataster-ABC bietet Begriffsdefinitionen entsprechend dem Charakter eines Nachschlagewerkes. Die angesprochenen Vorschriften, Richtlinien und Erlasse können so nachgelesen und schnell kennengelernt werden. Das Buch baut bei den Begriffen aus dem Kataster- und Bauordnungsbereich in erster Linie auf das Recht des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen auf, enthält aber auch Verweise auf das Recht anderer Bundesländer. Insgesamt werden in alphabetischer Reihenfolge Begriffe aus den Fachgebieten des Kataster- und Liegenschaftsrechtes, des Baurechtes und deren Randgebieten kurz und präzise beschrieben. Enthalten sind auch die immer noch gültigen Begriffe aus dem Reichskataster. Außerdem werden Hinweise auf die entsprechenden Gesetzestexte, Verordnungen und Erlasse aufgeführt.

Die nun vorliegende Auflage ist durch viele Begriffe aus dem Bauleitplanungs- und Bauordnungsrecht ergänzt worden, um auch aus diesen Bereichen dem am Grundstücksrecht interessierten Leser ein weites Angebot zu unterbreiten. Neu übernommen sind ebenfalls zahlreiche Begriffe aus dem Gebiet der automatisierten Führung des Katasterbuchwerkes. Schließlich konnte der Anhang um viele Abbildungen, insbesondere aus dem Automatisierten Liegenschaftsbuch (ALB), erweitert werden.

(red)

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover (Hrsg.): **Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten, Band 1 – Geofernerkundung**. 166 Seiten, 74 Abbildungen, gebunden, Springer Verlag, 1995, ISBN 3-540-58728-4, ÖS 920,40.

Dieses Handbuch besteht aus insgesamt sieben Einzelbänden: Geofernerkundung, Geologie, Geophysik, Geochemie, Tonmineralogie, Strömungs- und Transportmodelle, Handlungsanweisungen. Als Grundlage diente den 37 beteiligten Forschungseinrichtungen und Firmen die Analyse von 28 Einzelvorhaben. Von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe berufene Wissenschaftler stellten aus den dabei gewonnenen Erkenntnissen das vorliegende Werk zusammen.

Band 1 behandelt in einem Kapitel die physikalischen Grundlagen der Fernerkundung und erläutert in einem weiteren die Möglichkeiten der Aquisition von Fernerkundungsdaten, wobei die unterschiedlichen satelliten-gestützten Sensoren einander gegenübergestellt werden. Flugzeuggestützte Aufnahmeverfahren – alle Arten von Luftbildern, optisch-mechanische und optisch-elektronische Scanner – werden näher besprochen und illustriert. Kapitel 4 geht auf die eigentlichen Untersuchungsziele und Auswertekriterien wie Eigenschaften der Gesteinsschichten, Auffinden von Drainagen, Art der verkippten Abfälle, Gefährdungen für Boden und Grundwasser usw. ein.

Ausführliche Bildbeispiele zur Erkundung von Deponiekörpern, des Deponieumfeldes und des Untergrundes bestehender Deponien zeigen Anwendungs- und Lö-

sungsmöglichkeiten. Die erforderlichen begleitenden Geländeuntersuchungen sind Thema von Kapitel 5. Breiten Raum nehmen die ausführlich dokumentierten Fallstudien von drei Deponien ein, die praxisnah konkrete Untersuchungen vorstellen.

Diese Buch ist kein Lehrbuch, sondern für Nutzer und Anwender der Fernerkundung zur Erkundung von Deponiestandorten gedacht, ist jedoch auch für interessierte Geodäten, insbesondere in Hinblick auf die geforderte Interdisziplinarität, empfehlenswert.

Reinhard Gissing

Moritz, H.: Science, Mind And The Universe. An introduction to Natural Philosophy. 1995, Herbert Wichmann Verlag, Heidelberg, 298 pages, ISBN 3-87907-274-4, ATS 765,-.

Our higher polytechnical schools have frequently become „Technical Universities“ or „Universities of Technology“. This implies that they intend not only to give a profound scientific or professional education, but also to offer a touch of „universality“. Now, the common interdisciplinary background of all scientific, engineering and medical disciplines is becoming increasingly „philosophical“. The term „natural philosophy“ has a proud English tradition: Physicists from Isaac Newton to W. Thomson (Lord Kelvin) used it for what we would today call „theoretical physics with a philosophical touch“. The word „Naturphilosophie“ was used in Germany by Goethe, Schelling and Hegel, in quite a different, philosophical-speculative sense. The present work seeks to reflect something of both connotations.

The intention of the book, based on an introductory course given at the Graz University of Technology, is to provide an absolutely introductory yet rather systematic and comprehensive textbook tailored to the interests of science, technology and medicine. It attempts to relate the principles of modern science, classical physics as well as relativity theory and quantum mechanics, chaos and complexity theory to basic ideas of classical philosophy, with a view to a certain unification. Besides being an introduction to philosophical thinking for students of natural sciences, it may also be used as an introduction to scientific thinking for students of philosophy. Little is presupposed beyond a secondary-school education; therefore the book should be of value also to readers with a general interest in basic questions of philosophy and science.

(red)

Backhaus/Grunwald (Hrsg.): Umwelt und Fernerkundung. Was leisten integrierte Geo-Daten für die Entwicklung und Umsetzung von Umweltstrategien? 1995, Herbert Wichmann Verlag, Hüthig GmbH, Heidelberg, ISBN 3-87907-284-1, 306 Seiten, kartoniert, ÖS 497,-.

Fernerkundung für Umwelterfassung und Umweltschutz genießt zur Zeit hohe politische und öffentliche Aufmerksamkeit. Satellitenbilder der Erde in Atlanten und Kalendern sind geradezu populär geworden.

Augenfällig manifestieren sich darin sowohl Nutzen als auch Faszination der Erkundung der Erde vom Weltraum aus. Fernerkundung ermöglicht die Abbildung und Untersuchung von Erdoberfläche und Atmosphäre in Abhängigkeit vom Reflexions- und Absorptionsspektrum der interessierenden Objekte in verschiedener räumlicher, zeitlicher und spektraler Auflösung sowie mit unterschiedlicher radiometrischer Empfindlichkeit. Die darauf aufbauende Informationsbereitstellung ist bislang nur zu einem geringen Teil realisiert bzw. genutzt worden. Andererseits ist aber unbestritten, daß wir angesichts globaler Problemlagen wie Klimaveränderung und Ozonloch sowie vielfältiger regionaler Umweltprobleme über das System Erde und seine Subsysteme zu wenig wissen.

Es ist deshalb geboten, die problemorientierte Nutzung der Fernerkundung und ihre Einbindung in umweltpolitische Konzepte zu verbessern. Das vorliegende Buch stellt sich dieser Situation. Sein Titel „Umwelt und Fernerkundung - Was leisten integrierte Geo-Daten für die Entwicklung und Umsetzung von Umweltstrategien?“ zeigt, daß Fernerkundung nur einen, allerdings wesentlichen und für gewisse Zwecke unverzichtbaren Informationsbaustein zur Lösung der ökologischen Probleme bereitstellen kann. Die Zusammenführung von Datensätzen auf der Basis von Fernerkundungsdaten, konventionell erhobenen geographischen, ökologischen und meteorologischen Daten, digitalen Gelände-modellen und dynamischen Simulationsmodellen bildet die unverzichtbare Informationsgrundlage für eine präventive und auf regionaler und globaler Ebene operierenden flächendeckenden Umweltpolitik.

(red)

Heck, B.: Rechenverfahren und Auswertemodelle der Landesvermessung. Klassische und moderne Methoden, 2., verbesserte Auflage, 1995, Wichmann Verlag, Hüthig GmbH, Heidelberg 1995, ISBN 3-87907-269-8, ÖS 599,-.

Mit dem Einzug moderner Meßverfahren der Satellitengeodäsie – insbesondere der Nutzung des satellitengestützten Positionierungssystems GPS – sowie der intensiven Anwendung der EDV sind die Auswertemethoden der Grundlagenvermessung gegenwärtig einem tiefgreifenden Wandel unterworfen. Langfristig führen diese Entwicklungen zu einer Abkehr vom klassischen Prinzip der getrennten Bearbeitung des Lage- und des Höhenproblems und münden in eine ganzheitliche, dreidimensionale Behandlung der Positionsbestimmung.

Das Buch ist in vier Hauptteile und den Anhang gegliedert. Im Teil I werden die allgemeinen Grundlagen der Modellbildung in der Grundlagenvermessung behandelt, wobei die strenge dreidimensionale Betrachtungsweise im Vordergrund steht.

Die mit der zweidimensionalen Positionsbestimmung auf der Oberfläche von Kugeln und Rotationsellipsoiden verbundenen Auswertemodelle sind Gegenstand des Teils II. Ausführlich werden die differentialgeometrischen Eigenschaften von Kugel und Ellipsoidflächen sowie von Flächenkurven auf diesen Flächen beschrieben.

ben, wobei zur Parametrisierung die für geodätische Anwendungen besonders wichtigen geographischen Koordinaten, geodätische Polar- und Parallelkoordinaten sowie isotherme Flächenkoordinaten verwendet werden.

Im Teil III werden die eindimensionalen Modelle der Höhenbestimmung behandelt. Ausgehend von den aus Nivellements und linienweisen Schweremessungen abgeleiteten geopotentiellen Koten werden die in der Praxis verwendeten Systeme der dynamischen, orthometrischen und Normalhöhen abgeleitet und dem üblichen System der sphäroidisch-orthometrischen Höhen gegenübergestellt. Diese auf das Schwerefeld der Erde bezogenen, potentialtheoretisch definierten Höhensysteme sind streng zu unterscheiden von den rein geometrisch festgelegten ellipsoidischen Höhen, welche sich anhand der modernen Satelliten- und Inertialmeßverfahren ergeben.

Der Gedanke der ganzheitlichen dreidimensionalen Positionsbestimmung wird im Teil IV aufgegriffen und vertieft. Da die meisten geodätischen Observablen sowohl von den Positionen der geodätischen Netzpunkte als auch vom Erdschwerefeld abhängen, ist im Allgemeinfall eine integrierte Modellbildung anzuwenden, innerhalb welcher geometrische und physikalische Parameter simultan bestimmt werden.

Der Anhang enthält in knapper Form die in den Hauptteilen benötigten mathematischen Grundlagen aus der Trigonometrie, der linearen Algebra, der reellen Analysis, der Differentialgeometrie von Kurven und Flächen sowie der Funktionentheorie. Ein umfangreiches Literaturverzeichnis, das Lehrbücher, Handbücher und Einzelwerke enthält rundet das gelungene Buch ab.

Norbert Höggerl

Bartelme, N.: Geoinformatik. Modelle, Strukturen, Funktionen. 2. erweiterte und aktualisierte Auflage, 1995, 414 Seiten, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, ISBN 3-540-58580-X, ÖS 686,40.

Im Jahr 1989 erschien das erste Buch Bartelmes „GIS-Technologie“, das die Implikationen der Anwendung informationsverarbeitender Systeme auf raumbezogene Daten, die neuen Verknüpfungsmöglichkeiten und die Randbedingungen beleuchtete. Die Entwicklung der Geoinformatik zu einer selbständigen Kraft bewog den Autor nun die GIS-Technologie in einen neuen größeren Rahmen zu stellen. Das vorliegende Werk beleuchtet die Grundlagen der Modellierung von Geoinformationen in Datenbanken und informationsverarbeitenden Systemen. Damit spricht es einen breiten Personenkreis aus der Geographie, dem Vermessungswesen, der angewandten Geowissenschaften und auch aus den Informationswissenschaften an, der sich ein Bild vom aktuellen Stand der Geoinformatik machen will. Der Inhalt dieses Werkes reicht von einer Einführung und Weltbildern, über Vektor- und Rastermodelle, Interpolation und Glättung bis zur Thematik. Es werden Modelle der nächsten Generation genauso behandelt wie die räum-

liche Datenorganisation, Geodatenbanken, Fragen der Standardisierung, sowie die Ergonomie. Der letzte Abschnitt behandelt die Thematik der Applikationen wie z.B. GIS und Vermessungswesen, GIS und Umwelt, den Themenbereich Routenplanung und Touren disposition, sowie Kartographie und Computergraphik. Allein diese Fülle an Themenbereichen und die damit verbundene Tiefe machen dieses Werk zu einem wertvollen Ausbildungs- und Nachschlagwerk für Theorie und Praxis.

Leopold Strenn

Heitz, S., Stöcker-Meier, E.: Grundlagen der physikalischen Geodäsie. 2. bearbeitete und erweiterte Auflage, 436 Seiten, Bonn, Dümmlerverlag, 1994, DM 68,-, ISBN 3-427-78992-6.

Die Autoren beginnen in der Einführung mit einem Abriss über Geometrie. Dabei wird ein Bogen von der Dreidimensionalen-Koordinatengeometrie über die Flächengeometrie bis hin zur Einsteinschen Raumzeit-Geometrie gespannt. Eine Zusammenfassung der Grundideen der Atom- und Quantentheorie schließt diesen Abschnitt.

Das Kapitel über „Physikalische Grundlagen“ beginnt interessanterweise sofort mit Einsteinscher Kinematik und geht erst danach auf die klassische Mechanik ein. Nach der Behandlung der Elektrodynamik folgt zum Schluß noch allgemeine Relativitätstheorie und Quantenmechanik.

Das dritte und umfangreichste Kapitel befaßt sich mit „Geodätischen Methoden“. Zuerst werden die geodätischen Modelle der klassischen Mechanik, z.B. die Definition von Koordinaten- und Bezugssystemen, Punkt- und Gravitationsbestimmung, Erdzeiten, Hydrostatische, Hydrodynamische und Barometrische Höhenbestimmung, natürlich aus physikalischer Sicht beleuchtet. Bei der darauffolgenden Betrachtung der geodätischen Modelle in der allgemeinen Relativitätstheorie wird unter anderem auf folgendes eingegangen: Beobachtungsgrößen, elektromagnetische Felder, Senden und Empfang von Mikrowellen und optischer Strahlung, Phasendifferenz- und Dopplermessung, Laser, Laserkreisel, relativistische Dynamik künstlicher Erdsatelliten und Atomuhren.

Ein ausführliches Literaturverzeichnis beendet dieses Buch, das Grundlagen für die Anwendung physikalischer Theorien auf technische Probleme liefert. Die Abhandlungen sind für den aufmerksamen und an moderner Physik interessierten Leser, obwohl der Zugang zur Geodäsie über z.B. die Quantentheorie vorerst ungeohnt ist, durchaus nachvollziehbar. Zum Schluß sei jedoch angemerkt, daß die Übersichtlichkeit, speziell dort wo Text und Formeln oft aufeinanderfolgen, durch eine unglückliche Wahl von Zeilenabständen und Einrückungen leidet.

Wolfgang Gold

 ELECTRONIC TOTAL STATION

New **GTS-700** SERIES



Streckenmessung +/- (2 mm - 2ppm)

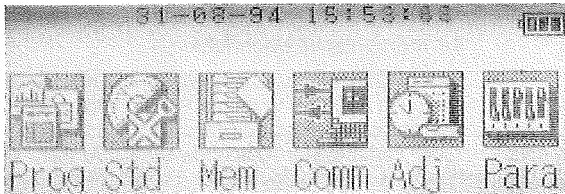
Winkelmessung ab 0.6 mgon

Frei programmierbar

DOS-Betriebssystem

PCMCIA - Speicherkarten

Graphisches Display



Konkurrenzloses Preis - Leistungsverhältnis

IPECAD

Ges.m.b.H. & Co.KG

1020 Wien, Czerning. 27

Tel. 0222/214 75 71 - 53

Fax 0222/214 75 71 - 54

AVN – Allgemeine Vermessungsnachrichten

Heft 5/95: *Gottwald, R., Kunz, M., Moser, D.:* Erfassung von Rohrach- und Anlagengeometrien. Ein Anwendungsbeispiel für das Polarmaßsystem LEICA PCMS plus. *Mittermayer, E.:* Geodätische Kugelkoordinaten. *Greiner, W., Schurer, H.:* Abschluß der Einrichtung des ALB in Baden-Württemberg.

Heft 6/95: *Wenderlein, W.:* Fraktale Elemente beim Messen. *Reinking, J., Angermann, D., Klotz, J.:* Zur Anlage und Beobachtung großräumiger GPS-Netze für geodynamische Untersuchungen. *Powitz, B.M., Riemer, H.-G.:* Das kommunale Geo-Informationssystem DAVID als Integrationsbasis im technischen Rathaus. *Solger, A.:* Genauigkeitsuntersuchungen einer Totalstation GTS-6 von TOPCON.

Heft 7/95: *Chmelina, K. et al.:* GPS bei extremer Abschattungssituation, Routine oder Herausforderung. *Boljen, J.:* Genauigkeitsanforderungen im Nivellementpunktfeld.

DVW - Mitteilungsblatt Landesverein Bayern

Heft 2/95: Schwerpunktthema: Baulandbereitstellung und Bodenwertermittlung.

GIS – Geo-Informationssysteme

Heft 3/95: GIS in Business.

Heft 4/95: GIS Technologie. *Lee, Y.C.:* On Data Models and Schemas. *Kilpelainen, T.:* Updating Multiple Representation Geodata Bases by Incremental Generalization. *Mittelstraß, G.:* Die Geobasisdaten der Vermessungsverwaltungen als Grundlage der raumbezogenen Informationsverarbeitung.

P & R – Photogrammetry & Remote Sensing

Heft 3/95: *Clarke, T.A.:* An analysis of the prospects for digital close-range photogrammetry. *Ogleby, C.L.:* Advances in the digital recording of cultural monuments. *Beyer, H.A.:* Automated dimensional inspection with real-time photogrammetry. *Mitchell, H.L.:* Applications of digital photogrammetry to medical investigations.

VPK – Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik

Heft 5/95: *Glatthard, Th.:* Geo-Information in der Schweiz: Landinformationssysteme für Gemeinden und Werke. *Huber, P.:* Die Bedeutung der Geo-Information in der öffentlichen Verwaltung. *Hofmann, M.:* Das Angebot des Geometers: die AV 93. *Eidenbenz, Ch.:* GIS-Grundlagendaten beim Bundesamt für Landestopographie.

Heft 6/95: *Altherr, W.:* Litauen-Projekt „Renewal of Basic Cartography“. Bericht über das erste in Litauen abgeschlossene Finanzhilfeprojekt des BAWI. *Rohner, P.:* Vermessungen für die Engadiner Kraftwerke AG – Kraftwerk Pradella-Martina

Heft 7/95: *Wegelin, F.:* Grundzüge der Raumordnung – Die Schweiz im Wandel – wie reagiert die Raumordnungspolitik des Bundes? *Benning, W.:* Digitale Nahbereichsphotogrammetrie mit dem System PHOCAD – Dreidimensionale Dokumentation beliebiger Objekte.

Heft 8/95: FIG-Kommission 7: FIG-Darstellungen des Liegenschaftskatasters.

ZfV – Zeitschrift für Vermessungswesen

Heft 5/95: Schwerpunktthema „Berliner Themen“.

Heft 6/95: *Koch, K.R.:* Bildinterpretation mit Hilfe eines Bayes-Netzes. *Mayer, H., Heipke, Chr., Ebner, H.:* Wissensbasierte Bildanalyse zur Extraktion von topographischen Objekten – Grundlagen und Interpretation von Katasterkarten. *Mittermayer, E.:* Das Linienelement ellipsoidischer isometrischer Parametersysteme. *Prell, K.-M.:* Automationskonzept in der Flurneueordnungsverwaltung Thüringen.

Heft 7/95: *Schaffrin, B.:* A Generalized Lagrange Function Approach to Include Fiducial Constraints. *Grafarend, E.W., Krumm, F., Okeke, F.:* Curvilinear geodetic datum transformations. *Königs, L.:* Bedeutung und Erarbeitung eines Leitbildes für die Dorfentwicklung als Steuerungsinstrument für Dörfer und Landgemeinden. *Hallermann, L.:* Übersicht über die Literatur im Vermessungswesen im Jahre 1994.

Heft 8/95: *Harbeck, R., Irsen, W., Mittelstraß, G.:* Flächendeckende Versorgung eines Landes mit Geobasisdaten. *Cummerwie, H.-G.:* Organisationsmanagement der Raumbezogenen Informationsverarbeitung (RIV) in den Kommunalverwaltungen.

Kartographische Nachrichten

Heft 3/1995: *Much, S. und Wilfert, I.:* Effektive rechnergestützte Herstellung thematischer Karten. *Jäschke, U. und Müller, M.:* Desktop Mapping – Ansätze zur Nutzung vorhandener Datenbestände. *Gartner, G. und Popp, A.:* Kartographische Produkte für Flugpassagiere. *Aschenberger, P.:* Festschreibung von Grundsatzkriterien zum urheberrechtlichen Schutz kartographischer Produkte. *Kupcik, I.:* 7. Kartographiehistorisches Colloquium 1994 in Duisburg. *Stams, W.:* Internationales Seminar zur Kartosemiotik an der TU Dresden.

Heft 4/1995: *Wimmer, H. und Zahn, J.:* Der Aufbau des GEOGIS 500 und die Ableitung der ÜK 500 von Bayern. *Krakau, W.:* Die topographische Abbildung des Landes Brandenburg im Maßstab 1:50,000. *Finsterwalder, R.:* Standortbestimmung mit einfachen Hilfsmitteln unter Einbeziehung von Strecken. *Bräuninger, T. et al.:* Karten als Basis für die Verarbeitung und Übermittlung von Umweltinformationen? *Wolff, H.:* „400 Jahre Mercator – 400 Jahre Atlas“. *Rülke, Ch.:* Gedenkkolloquium zum 100. Geburtstag von Eduard Imhof an der TU Dresden. *Scharfe, W.:* Vorlesungen zur Kartographie-Geschichte der deutschsprachigen Länder in Barcelona.

Weitere Zugänge zur Vereinsbibliothek:

Deutsche Geodätische Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Reihe B, Angewandte Geodäsie, Heft 298: *Ihde, J., Schoch H., Steinich, L.:* Beziehungen zwischen den geodätischen Bezugssystemen Datum Rauenberg, ED 50 und System 42. Heft 299: *Torge, W., Timmen, L., Röder, R.H., Schnüll, M.:* The IFE Absolute Gravity Program „South America“ 1988-1991. **Reihe C, Dissertationen, Heft 424:** *Kistler, E.:* Konzeptstudie für die Berechnungsarbeiten bei der Erneuerung geodätischer Netze. Heft 425: *Lehmann, R.:* Zur Bestimmung des Erdschwerefeldes unter Verwendung des Maximum-Entropie-Prinzips. Heft 427: *Schirmer, W.:* Universaltheodolit und CCD-Kamera – ein unpersönliches Meßsystem für

astronomisch-geodätische Beobachtungen. Heft 428: *Eisele, V.:* Struktur- und Funktionswandel im amtlichen Vermessungswesen. Heft 429: *Lohse P.:* Ausgleichsrechnung in nichtlinearen Modellen. Heft 434: *Sudau, A.:* Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit elektronischer Druckaufnehmer für präzise barometrische Höhenmessungen. Heft 438: *Hennes, M.:* Entwicklung eines Meßsystems zur Ermittlung von Turbulenzparametern der Atmosphäre für Anwendungen in der Geodäsie.

Astronomisch-Geodätische Arbeiten: *Gubler, E., Hornik, H.:* Report on the Symposium of the IAG Subcommission for the European Reference Frame (EU-REF) held in Warsaw 8–11 June 1994.

Berhard Jüptner und Norbert Höggerl

Redaktionsschluß

für die nächste Ausgabe der VGI (Heft 1/1996) ist

Freitag, der 15. Dezember 1995

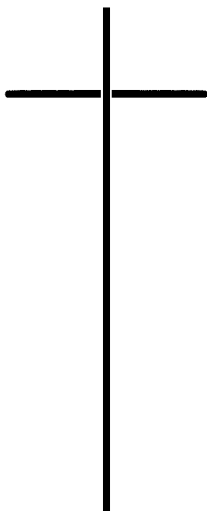
Ferial-Praxis-Stellen gesucht !

Die Fachschaft Vermessungswesen der Österreichischen Hochschülerschaft hat eine Adressen-Datenbank für Praxisstellen eingerichtet. Sie wissen, wie notwendig während des Studiums eine Verknüpfung von Theorie und Praxis ist. Bitte helfen Sie mit, daß vom kommenden Jahr an hinreichend viele Praxisstellen für inländische und auch ausländische Studierende zur Verfügung stehen. Wenn Sie in den Ferien Studierenden des Vermessungswesens eine sinnvolle Praxis bieten können, senden Sie bitte eine Nachricht an die

**Österreichische Hochschülerschaft
Fachschaft Vermessungswesen
Technische Universität Wien
Gußhausstraße 27-29
A-1040 Wien
Fax: +43 1 505 62 68
Internet: fsgeo@email.tuwien.ac.at**

**Cand.ing. Hermann Müllner
Vorsitzender der Fachschaft
Vermessungswesen**

**o.Univ.-Prof.Dr. Peter Waldhäusl
Stellv.Vorsitzender der Studien-
kommission für Vermessungswesen**



Mit tiefem Bedauern teilen
wir mit, daß unser
langjähriges Mitglied

o.Univ.-Prof.

Dr. Ferdinand Mayer

am 5. August 1995

im Alter von 68 Jahren
verstorben ist.

Ehre seinem Andenken !

Der Vorstand der ÖVG

Impressum

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

Präsident der Gesellschaft: Dipl.-Ing. August Hochwarter, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien, Tel. (0222) 21176-3703, Fax (0222) 2161062.

Sekretariat der Gesellschaft: Dipl.-Ing. Gerhard Muggenhuber, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien, Tel. (0222) 21176-2700, Fax (0222) 2161062.

Schriftleitung: Dipl.-Ing. Reinhard Gising, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien, Tel. (0222) 21176-3401, Fax (0222) 2161062, Dipl.-Ing. Norbert Höggerl, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien, Tel. (0222) 21176-2305, Fax (0222) 2161062.

Redaktionsbeirat: O.Univ.-Prof. Dr. K. Bretterbauer, o.Univ.-Prof. Dr. K. Kraus, o.Univ.-Prof. Dr. W. Pillewizer, alle Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27-29, 1040 Wien, o.Univ.-Prof. Dr. G. Brandstätter, o.Univ.-Prof. Dr. H. Moritz, alle Technische Universität Graz, Steyrer Gasse 30, 8010 Graz, HR Dr. J. Bernhard, BEV, Krotenthallergasse 3, 1080 Wien,

Dipl.-Ing. M. Eckharter, Friedrichstraße 6, 1010 Wien, HR Dipl.-Ing. K. Haas, Lothringerstraße 14, 1030 Wien, Präsident Dipl.-Ing. F. Hrbek, BEV, Schiffamtsgasse 1-3, 1025 Wien.

Manuskripte: Bitte direkt an die Schriftleitung senden. Es wird dringend ersucht, alle Beiträge in digitaler Form auf Diskette zu übersenden. Genaue Angaben über die Form der Abfassung des Textteiles sowie der Abbildungen (Autoren-Richtlinien) können bei der Schriftleitung angefordert werden. Beiträge können in Deutsch oder Englisch abgefaßt sein; Hauptartikel bitte mit einer deutschsprachigen Zusammenfassung und einem englischen Abstract einsenden. Namentlich gezeichnete Beiträge geben die Meinung des Autors wieder, die sich nicht mit der des Herausgebers decken muß. Die Verantwortung für den Inhalt des einzelnen Artikels liegt daher beim Autor. Mit der Annahme des Manuskriptes sowie der Veröffentlichung geht das alleinige Recht der Vervielfältigung und Wiedergabe auf den Herausgeber über.

Copyright: Jede Vervielfältigung, Übersetzung, Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen sowie Mikroverfilmung der Zeitschrift oder von in ihr enthaltenen Beiträge 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. Norbert Höggerl, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien, Tel. (0222) 21176-2305. 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 jahrgangswise möglich. Ein Abonnement gilt automatisch um ein Jahr verlängert, sofern nicht bis zum 1.12. des laufenden Jahres eine Kündigung erfolgt. Die Bearbeitung von Abonnementangelegenheiten erfolgt durch das Sekretariat. Adressänderungen sind an das Sekretariat zu richten.

Verkaufspreise: Einzelheft ÖS 170.- (Inland), ÖS 190.- (Ausland), Abonnement ÖS 600.- (Inland), ÖS 700.- (Ausland); alle Preise beinhalten die Versandkosten, die für das Inland auch 10% MWST.

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

Grundlegende Richtung der Zeitschrift: Wahrnehmung und Vertretung der fachlichen Belange aller Bereiche der Vermessung und der Geoinformation, der Photogrammetrie und Fernerkundung sowie Information und Weiterbildung der Mitglieder der Gesellschaft hinsichtlich dieser Fachgebiete.

Neue Technologien

erfordern

neue Wege

.....

Die
Österreichische Gesellschaft
für
Vermessung und Geoinformation
veranstaltet
vom 4. bis 7. Juni 1997
den
6. Österreichischen Geodätentag 1997
in
Villach.

Unter dem Motto

Vermessung ohne Grenzen

werden u. a. Themenkreise betreffend die technischen Möglichkeiten der grenzübergreifenden Meß- und Informationstechnologien und die Öffnung der politischen sowie wirtschaftlichen Grenzen nach Süden und Osten behandelt werden.

Informationen:

Örtlicher Vorbereitungsausschuß (ÖVA)

Dipl.-Ing. Andreas Kubec, A-9500 Villach, Jakob Ghon Allee 4

Tel. (04242) 37 466-63, Fax -73

DGM

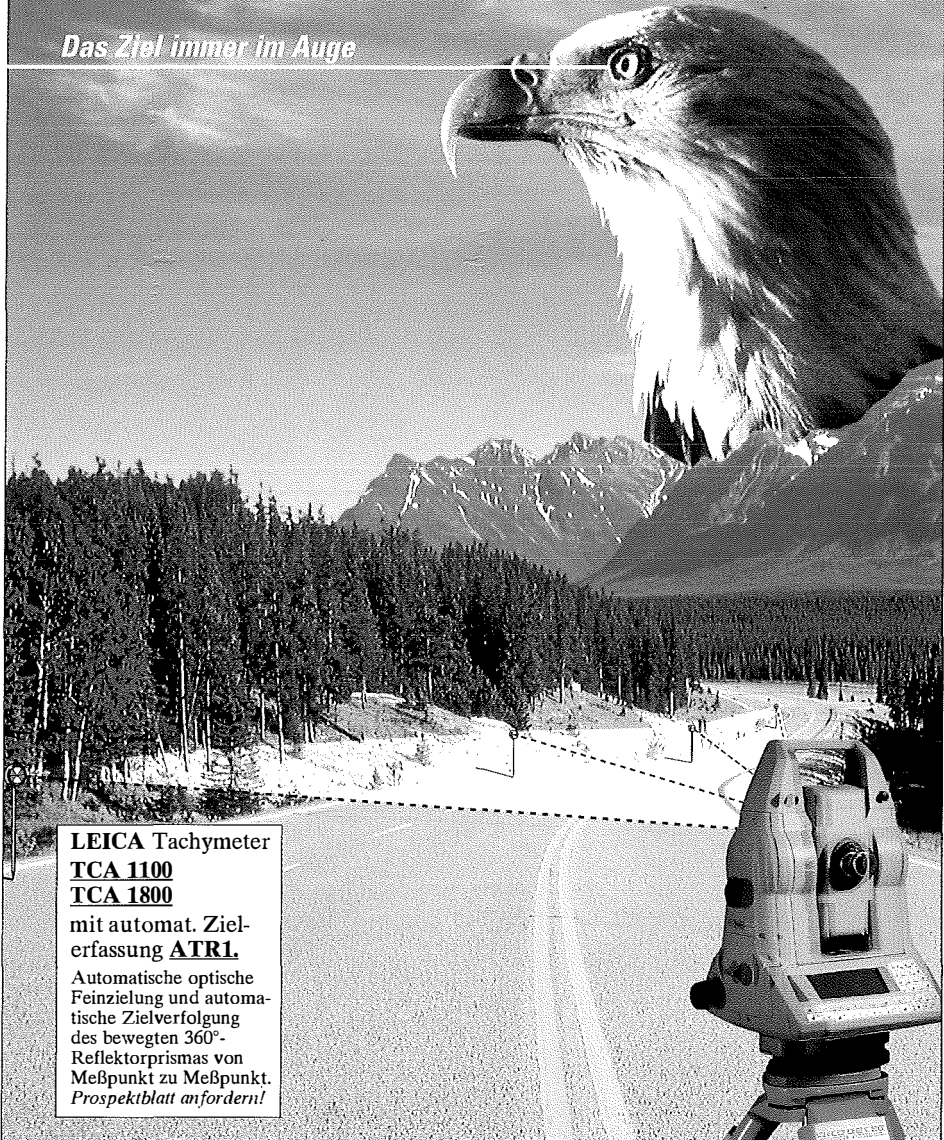
TM

KM

BE - Ihr Partner

Neu! ATR1 Automatische Zielerfassung

Das Ziel immer im Auge



LEICA Tachymeter

TCA 1100

TCA 1800

mit automat. Zielerfassung **ATR1**.

Automatische optische Feinzielung und automatische Zielverfolgung des bewegten 360°-Reflektorprismas von Meßpunkt zu Meßpunkt.
Prospektblatt anfordern!



r+a rost

Leica

1150 Wien, Märzstraße 7, Tel. (0222) 981 22-0, Fax (0222) 981 22-50