

ÖZ

74. Jahrgang 1986/Heft 2

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie

INHALT:

	Seite
H. Sünkel: Konventionelle und moderne Verfahren zur Ableitung orthometrischer Höhen	77
J. Fabiankowjtsch, T. Wunderlich: Die Kalibrierung des Tellurometers MA 100 für den Nahbereich	94
A. Grimm-Pitzinger, K. Hanke: Bedeutung der Varianzkomponentenschätzung für die geodätische Praxis	101
K. Bretterbauer, K. Rinner, H. Schmid: Verleihung der Friedrich-Hopfner-Medaille an Prof. Hellmut Schmid; Ansprachen und Festvortrag (H. Schmid: Raketenentwicklung und Satellitengeodäsie)	113
Aus Rechtsprechung und Praxis	122
Mitteilungen und Tagungsberichte	123
Veranstaltungskalender	134
Persönliches	135
Buchbesprechungen	137
Adressen der Autoren der Hauptartikel	140
Contents	140

ORGAN DER ÖSTERREICHISCHEN KOMMISSION FÜR DIE INTERNATIONALE ERDMESSUNG

IMPRESSUM

Medieninhaber und Herausgeber:

ÖSTERREICHISCHER VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN UND PHOTOGRAMMETRIE

Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien

Schriftleiter: Dipl.-Ing. Dr. techn. Erhard Erker

Anschrift der Redaktion: Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien

Hersteller: Fritz Raser Ges.m.b.H., Grundsteingasse 14, A-1160 Wien

Verlags- und Herstellungsort Wien

Gefördert durch das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung in Wien

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie

Schriftleiter: *Dipl.-Ing. Dr. techn. Erhard Erker*, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien

Stellvertreter: *Dipl.-Ing. Norbert Höggerl*, Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien

Redaktionsbeirat:

<i>o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Kurt Bretterbauer</i> Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27–29, A-1040 Wien	Theoretische Geodäsie
<i>o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. DDR. techn. Helmut Moritz</i> Technische Universität Graz, Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz	Theoretische Geodäsie
<i>o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Schmid</i> Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27–29, A-1040 Wien	Landesvermessung
<i>o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerhard Brandstätter</i> Technische Universität Graz, Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz	Ingenieurgeodäsie
<i>o. Univ.-Prof. Dr. Ing. Karl Kraus</i> Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27–29, A-1040 Wien	Photogrammetrie
<i>emer. o. Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Pillewizer</i> Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27–29, A-1040 Wien	Kartographie
<i>OSR Dipl.-Ing. Rudolf Reischauer</i> Kaasgrabengasse 3a, A-1190 Wien	Stadtvermessung
<i>HR Dipl.-Ing. Karl Haas</i> Lothringerstraße 14, A-1030 Wien	Agarische Operationen
<i>Vizepräsident Dipl.-Ing. Friedrich Hrbek</i> BEV, Schiffamtsgasse 1–3, A-1025 Wien	Kataster
<i>HR Dipl.-Ing. Dr. techn. Johann Bernhard</i> BEV, Krotenthallergasse 3, A-1080 Wien	Landesaufnahme
<i>Dipl.-Ing. Manfred Eckharter</i> Friedrichstraße 6, A-1010 Wien	Ziviltechnikerwesen

Es wird ersucht, Manuskripte für Hauptartikel, Beiträge und Mitteilungen, deren Veröffentlichung in der Zeitschrift gewünscht wird, an den Schriftleiter zu übersenden. Den Manuskripten für Hauptartikel ist eine kurze Zusammenfassung in englisch beizufügen.

Für den Anzeigenteil bestimmte Zuschriften sind an *Dipl.-Ing. Norbert Höggerl*, Schiffamtsgasse 1–3, A-1025 Wien, zu senden.

Namentlich gezeichnete Beiträge stellen die Ansicht des Verfassers dar und müssen sich nicht unbedingt mit der Ansicht des Vereines und der Schriftleitung der Zeitschrift decken.

Die Zeitschrift erscheint viermal pro Jahrgang in zwangloser Folge.

Auflage: 1200 Stück

Bezugsbedingungen: pro Jahrgang

Mitgliedsbeitrag für den Österr. Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie S 350,—
Postscheckkonto Nr. 1190.933

Abonnementgebühr für das Inland S 400,—
Abonnementgebühr für das Ausland S 460,—

Einzelheft: S 110,— Inland bzw. S 120,— Ausland

Alle Preise enthalten die Versandkosten, die für das Inland auch 10% MWSI.

	schw.-weiß	lärbig	
Anzeigenpreis pro 1/4 Seite 126 x 200 mm	S 3500,—	S 5600,—	einschl. Anzeigensteuer
Anzeigenpreis pro 1/2 Seite 126 x 100 mm	S 2100,—	S 3360,—	einschl. Anzeigensteuer
Anzeigenpreis pro 1/4 Seite 126 x 50 mm	S 1190,—	S 1904,—	einschl. Anzeigensteuer
Anzeigenpreis pro 1/8 Seite 126 x 25 mm	S 945,—	S 1512,—	einschl. Anzeigensteuer
Prospektbeilagen bis 4 Seiten	S 2100,—		einschl. Anzeigensteuer
zusätzlich 20% MWSI.			

Postscheckkonto Nr. 1190.933

Telephon: (0222) 35 76 11/2700 oder 3705 DW

Zur Beachtung: Die Jahresabonnements gelten, wie im Pressewesen allgemein üblich, automatisch um ein Jahr verlängert, sofern nicht bis zum 31. 12. des laufenden Jahres die Kündigung erfolgt.

**Müssen Sie bei Ihrem
Aufsatzgerät noch den
Zenitwinkel ablesen und ein-
tippen?**

Wir nicht!



Nur 1,3 kg leicht
und 175 × 90 × 110 mm klein.

**Geodimeter® 220.
Der kleine Unterschied.**

Weltweit
bewährte



Geodimeter®

Vermessungstechnik aus Schweden.

Geodimeter

Handelsgesellschaft m.b.H.

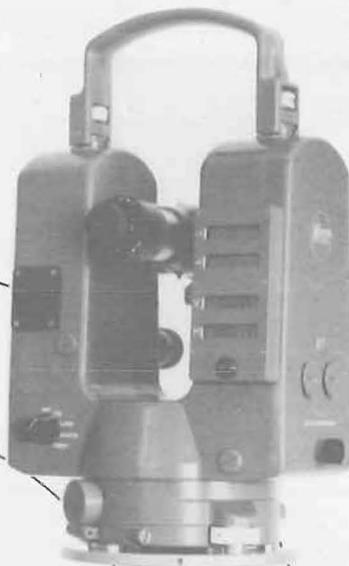
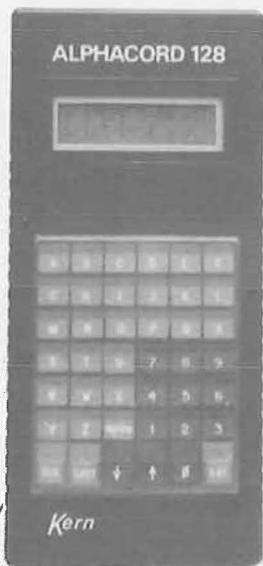
Postfach 139

Prinz Eugen-Straße 72

A-1041 Wien

Telefon: (0222) 65 57 54, 65 66 31

Telex: 1 33093 aga ir



Kern
SWISS

**ein System
wie es sein soll**

E1/E2 elektronischer Theodolit
bedienerfreundlich
wie ein konventioneller Theodolit

DM503 Entfernungsmeßgerät
universell aufsteckbar

Alphacord 128 Registriergerät
das erste selbstprogrammierbare
alphanumerische Feldbuch



Dr. Wilhelm
Artaker

1052 Wien, Kettenbrückengasse 16
Tel.: (0222) 57 76 15-0

Konventionelle und moderne Verfahren zur Ableitung orthometrischer Höhen

Von H. Sünkel, Graz

Abstract

In view of the planned transition from the presently used Austrian height system(s) to orthometric heights, the current very accurate gravity field determination for Austria, and the unflinching advance of the GPS technology, an investigation of standard techniques for the estimation of orthometric heights from geopotential numbers was timely.

Identified problem areas of commonly applied techniques are: ignorance of the density variation within the Earth's crust, virtually arbitrary selection of the isostatic compensation model, ignorance of other gravity field data but the gravity measured at the computation point, and the ignorance of the deviation of the regularized Earth gravity field from the gravity field of the reference ellipsoid.

A poor model can hardly provide good results. Therefore, after analyzing the well-established techniques, a modern procedure is presented which takes full advantage of both all available topographic, density, and gravity field data, and the most advanced techniques for an optimal processing of this data. It goes as far beyond existing methods, represents the present state of the art, and is designed to provide the most accurate orthometric heights for Austria ever envisioned before.

1. Einleitung

Geodätische Messungen beinhalten sowohl geometrische als auch physikalische Information. Die Bestimmung der Geometrie erfordert jedoch die Kenntnis der Physik, wobei hier der Kenntnis des Erdschwerefeldes die mit Abstand größte Bedeutung zukommt. Ohne Annahmen über die Dichteverteilung im Erdinneren ist zwar theoretisch das Schwerfeld im Außenraum aus Oberflächen-Schwerefelddaten schätzbar, nicht jedoch das Schwerfeld im Innenraum. Die Bestimmung des Geoides, aber auch die Bestimmung von orthometrischen Höhen erfordern die Kenntnis des Schwerfeldes im Innenraum zwischen Geoid und Erdoberfläche. Da naturgemäß das Schwerfeld von der Massenverteilung lebt, spielt das Dichtemodell, insbesondere außerhalb des Geoides, bei der Bestimmung von Geoidhöhen und orthometrischen Höhen eine wichtige Rolle.

1.1 Höhenmodell, Dichtemodell

Wäre für jeden Punkt des Innenraumes die Dichte bekannt, so würden sich physikalisch-geodätische Messungen an der Erdoberfläche wegen der unmittelbaren Bestimmbarkeit des zugehörigen Schwerfeldes erübrigen. Umgekehrt, wäre für jeden Punkt der (bekannten) Erdoberfläche das Schwerepotential bekannt, so würden sich Annahmen bezüglich einer Dichteverteilung im Erdinneren für die Bestimmung des äußeren Schwerfeldes erübrigen. In der Praxis trifft natürlich weder der eine noch der andere Fall zu.

Dichte-Information ist Ursacheninformation, physikalisch-geodätische Information Wirkungsinformation. Puristen unter den Geodäten glauben bei der Bestimmung des Schwerfeldes im Außenraum auf Ursacheninformation gänzlich verzichten zu können, Praktiker (wie der Autor dieses Beitrages) haben die Bedeutung von Dichte-Daten sehr wohl zu schätzen gelernt: für die Zwecke der Erdschwerefeldbestimmung im Außenraum brauchen wir Dichte-Information zur Signalglättung (Filterung), um mit geringerem Fehler präzisieren zu können; für die Zwecke der Erdschwerefeldbestimmung im Innenraum ist die Kenntnis und Verwendung von Dichte-Information ohnehin unverzichtbar.

Es ist daher nicht verwunderlich, daß der Erstellung eines (digitalen) Dichtemodelles zumindest für den Bereich der Erdkruste in jüngster Zeit viel Aufmerksamkeit geschenkt wurde.

Als einfachstes Dichtemodell findet allgemein ein Modell konstanter Dichte (2.67 g/cm^3) zwischen Moho (Mohorovičić-Diskontinuität) und Erdoberfläche Verwendung, wobei die Moho meist über ein einfaches 1:1 isostatisches Kompensationsmodell nach Airy/Heiskanen in Verbindung mit einem digitalen Höhenmodell (DHM) definiert ist. Ein derartiges Modell lag u. a. auch der Geoidbestimmung für Österreich 1983 zugrunde (Grasegger/Wotruba, 1983; Sünkel, 1983).

Seit etwa einem Jahr steht uns nun ein wesentlich besseres Dichtemodell zur Verfügung, welches einerseits die Geometrie der Erdoberfläche in Form einer Treppenfunktion von 350 m \times 350 m-Mittelwerten besser beschreibt, als auch die konstante Dichte durch eine ortsabhängige Oberflächendichte ersetzt. Daneben werden derzeit optimale isostatische Kompensationsmodelle entwickelt (Sünkel, 1985).

1.2 Schwerefeld

Die Bestimmung des Erdschwerefeldes aus Erdschwerefelddaten wie Freiluftanomalien, Oberflächenlotabweichungen, Differenzen von Höhenanomalien etc. ist im Prinzip gelöst: die konzeptionell klare, mathematisch anspruchsvolle und in der Realisierung komplexe Methode der Kollokation nach kleinsten Quadraten mit Parametern erlaubt die Verarbeitung sämtlicher Schwerefelddaten (in Form von linearen Funktionalen bezüglich eines Störpotentials) und die Prädiktion beliebiger linearer Funktionaler des Störpotentials samt Fehlerschätzung. Praktische Voraussetzung ist jedoch eine statistische Homogenität und Isotropie dieses Störpotentials, welche insbesondere in Gebieten mit alpinem Charakter kaum jemals gegeben ist. Die Qualität der Schätzergebnisse hängt zudem sehr wesentlich von der Dichte und Homogenität der Datenverteilung ab; größere Datenlöcher werden von der Kollokation gewissermaßen als Mülldeponie betrachtet. Es ist daher anzustreben, durch Verwendung von Ursacheninformation in Form eines Dichtemodelles

- a) die Wirkungsinformation (gemessene Schwerefelddaten) so zu filtern (glätten), daß Homogenität und Isotropie des zugehörigen Restfeldes weitgehend erzielt wird,
- b) Datenlöcher für das glatte Restfeld leichter überbrückbar werden.

Für die Grazer Lösung der Geoidbestimmung für Österreich 1983 fand zu diesem Zweck ein lokales Dichtemodell Verwendung, welches konstante Dichte zwischen Moho und der Erdoberfläche vorsah, wobei die Erdoberfläche durch ein DHM mit einem Gitterabstand von $20''$ in Breite und Länge und die Moho durch ein 1:1 Airy/Heiskanen isostatisches Kompensationsmodell mit einer Standard-Kompensationstiefe von 30 km repräsentiert waren. (Daneben wurde globale Information in Form eines Satzes von Kugelfunktionskoeffizienten bis zum Grad 180 sowie die aus globalen $1^\circ \times 1^\circ$ Höhen-Mittelwerten abgeleitete topographisch-isostatische Schwerefeldinformation verwendet.)

Das ermittelte Rest-Störpotential war durch besonders starke Affinität zu der aus geologischen Karten entnommenen Dichte gekennzeichnet. Es war daher naheliegend, den Einfluß dieser Dichtestörungen auf Schwerefeldgrößen wie Schwerepotential, Schwerestörung und Lotabweichung zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit dasselbe Höhenmodell wie 1983, jedoch anstelle konstanter Dichte das von Steinhauser/Walach zur Verfügung gestellte digitale Dichtemodell (DDM) herangezogen. Da, wie bereits erwähnt, dieses DDM eigentlich nur für die Erdoberfläche gilt, die Berechnung der Wirkung jedoch eine dreidimensionale Dichteverteilung verlangt, waren wir gezwungen, eine Annahme bezüglich der „Fortsetzung der Dichte nach unten“ zu treffen. Aus Gründen der Einfachheit entschieden wir uns für eine 1:1-Fortsetzung bis ins Nullniveau (Massensäulen konstanter Dichte), ergänzt durch ein ebenfalls 1:1 gewähltes Airy/Heiskanen-Modell. Diese Annahme erscheint natürlich in hohem Maße anfechtbar; daher wurde dieses DDM zunächst nur als verbessertes Testmodell betrachtet.

Die Ergebnisse unserer Berechnungen mit diesem eben beschriebenen Testmodell zeigen, daß etwa 70% des unter Zugrundelegung konstanter Dichte ermittelten Rest-Störpotentials auf das Konto bekannter Dichtestörungen gehen; anders ausgedrückt heißt dies, daß allein mit Hilfe globaler Schwerefeldinformation und lokaler Dichteinformation Differenzen von Höhenanomalien (abzüglich eines stark ausgeprägten linearen Trends) mit einer Genauigkeit von wenigen Dezimetern bestimmt werden können; dies ist ein glänzendes Beispiel dafür, daß geophysikalisch-geologische Daten als Ursacheninformation ebenso wertvoll sind für die Zwecke der Erdschwerefeldbestimmung wie Wirkungsinformation aus geodätischen Quellen.

Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht der minimalen und maximalen Wirkung des DDM auf Erdschwerefeldgrößen (vgl. Fig. 1, 2, 3).

	min	max	Dimension
Potential	-2	3	m ² s ⁻²
Schwere	-5	9	mgal
Lotabweichung	-3	3	Bogensek.

1.3 Orthometrische Höhen

Die orthometrische Höhe ist bekanntlich der Quotient von geopotentieller Kote und Mittelwert der Schwere entlang der Lotlinie zwischen Geoid und Erdoberfläche

$$H = \frac{C}{\bar{g}} \tag{1-1}$$

mit H ... orthometrische Höhe,
 C ... geopotentielle Kote,
 \bar{g} ... Schweremittelwert entlang der Lotlinie zwischen Geoid und Erdoberfläche,

$$\bar{g} = \frac{1}{H} \int_0^H g \, dH . \tag{1-2}$$

Um die hypothesenfrei bestimmbare geopotentielle Kote in eine orthometrische Höhe überzuführen, benötigen wir also die Schwere zwischen Geoid und Erdoberfläche, d. h. für kontinentale Bereiche innerhalb des obersten Bereiches der Erdkruste. Da aber die Schwere im Erdinneren nicht direkt meßbar ist (wenn man von den wenigen Bohrlöchern absieht), benötigen wir Hypothesen über deren Verlauf in diesem Bereich. Da die Schwere als Wirkungsgröße aber die Dichte als Ursache hat, lassen sich die Schwerehypothesen auf Dichtehypothesen zurückführen.

2. Standardverfahren zur Schätzung der Schwere zwischen Geoid und Erdoberfläche

Sämtliche derzeit verwendeten diesbezüglichen Verfahren gehen von der Annahme aus, daß genau auf jenem Punkt der Erdoberfläche, für den die orthometrische Höhe bestimmt werden soll, die Schwere gemessen wurde. Sämtliche herkömmlichen Modelle unterscheiden sich in der Art der Behandlung der (sichtbaren) topographischen Massen und der Fortsetzung der Schwere nach unten.

2.1 Das Modell von Poincaré und Prey

Bezeichnet man einen Punkt auf der Erdoberfläche mit P und einen zugehörigen Punkt entlang der Lotlinie zwischen Geoid und Erdoberfläche mit Q, so ist die Schwere in Q formal durch

$$g_Q = g_P - \int_Q^P \frac{\partial g}{\partial H} \, dH \tag{2-1}$$

gegeben (Heiskanen/Moritz (HM), 1967, S. 164), wobei der Vertikalgradient der Schwere der folgenden Gleichung genügt (HM, 1967, S. 164):

$$\frac{\partial g}{\partial H} = -2gJ + 4\pi G\rho - 2\omega^2 \quad (2-2)$$

mit J . . . mittlere Krümmung der Niveaulächen,
 G . . . Gravitationskonstante,
 ρ . . . (Massen)dichte,
 ω . . . Winkelgeschwindigkeit der Erdrotation.

Da weder gJ noch ρ der Messung direkt zugänglich sind, bedient man sich der Approximation

$$gJ \doteq \gamma J_0 \quad (2-3)$$

mit γ . . . Normalschwere des Bezugsellipsoids,
 J_0 . . . mittlere Krümmung der Niveaulächen des Bezugsellipsoids,

sowie der Annahme, daß die lokale Dichte dem globalen Krusten-Mittelwert entspricht,

$$\rho = \rho_0 = 2.67 \text{ g/cm}^3. \quad (2-4)$$

Diese beiden Annahmen führen zu einem Vertikalgradient der Schwere von (HM, 1967, S. 164)

$$\begin{aligned} \frac{\partial g}{\partial h} &\doteq \frac{\partial \gamma}{\partial h} + 4\pi G\rho, \\ \frac{\partial g}{\partial h} &\doteq -0.3086 + 0.2238 = -0.0848 \text{ mgal/m} \end{aligned} \quad (2-5)$$

und durch Integration entsprechend (2-1) somit zur Schwere entlang der Lotlinie von

$$g_Q \doteq g_P + 0.0848 (H_P - H_Q). \quad (2-6)$$

Da der Term $4\pi G\rho$ in linearer Approximation ($(H/R)^2$ vernachlässigt), den Einfluß einer sphärischen Bouguerplatte (SBP) auf den Vertikalgradienten der Schwere darstellt, ist die Approximation (2-3) gleichbedeutend mit der Annahme, daß das um die Wirkung der Bouguerplatte reduzierte tatsächliche Schwerefeld mit dem Schwerefeld des Bezugsellipsoids identifiziert werden kann. Dies würde aber weiters bedeuten, daß etwa das Feld der Bougueranomalien identisch Null oder daß das Bouguer-Cogeoid identisch dem Bezugsellipsoid wäre. Wir wissen natürlich, daß dies keineswegs der Fall ist und folglich die Verwendung von (2-6) nicht unbedenklich ist.

2.2 Die sphärischen Platten-„remove-restore“-Verfahren

1. Das konzeptionell einfachste Verfahren der Bestimmung der Schwere im Erdinneren besteht darin, daß man

- a) vom gemessenen Oberflächen-Schwerewert g_P den Einfluß jener partiellen sphärischen Bouguerplatte (PSBP) abzieht („remove“), welche zwischen Q und P liegt,
- b) das so reduzierte Schwerefeld mit dem des Bezugsellipsoids identifiziert und somit die Fortsetzung nach unten von P bis zum Punkt Q modellspezifisch erfolgen kann („normale Freiluftreduktion“),

c) in Q die Wirkung der unter (a) entfernten PSBP wieder anbringt („restore“); dabei ist zu beachten, daß der Einfluß einer homogenen Kugelschale auf die Schwere (und all ihre Ableitungen) für Punkte im Inneren der Kugelschale identisch Null ist und folglich die PSBP zwischen Q und P bezüglich des Punktes Q eine Nullwirkung auf die Schwere hat.

Da die Wirkung einer SBP auf die Schwere an einem (beliebigen) Punkt ihrer äußeren Oberfläche bei einer Normaldichte ρ_0 in linearer Approximation gleich $0.2238 H_P$ mgal (bei H_P in Meter) und der normale Freiluftgradient 0.3086 mgal/m beträgt, läßt sich das oben beschriebene Verfahren so darstellen:

gemessene Oberflächenschwere	g_P
Entfernung der PSBP	$- 0.2238 (H_P - H_Q)$
normale Freiluftreduktion	$+ 0.3086 (H_P - H_Q)$
<hr/>	
Schwere in Q	$g_Q = g_P + 0.0848 (H_P - H_Q)$

Wir erhalten demnach eine zu (2-6) identische Schätzung von g_Q .

2. Es ist zwar nicht ganz einzusehen, mehr Massen als unbedingt notwendig rechnerisch zu entfernen, aber denkbar und möglich wäre es dennoch, eine PSBP zwischen einem Punkt Q' mit $H_{Q'} \leq H_Q$ wegzureduzieren. In diesem Fall erfolgt die Bestimmung von g_Q in folgenden Schritten:

gemessene Oberflächenschwere	g_P
Entfernung der PSBP	$- 0.2238 (H_P - H_{Q'})$
normale Freiluftreduktion	$+ 0.3086 (H_P - H_Q)$
Wiederherstellung der PSBP	$+ 0.2238 (H_Q - H_{Q'})$
<hr/>	
Schwere in Q	$g_Q = g_P + 0.0848 (H_P - H_Q)$

Auch mit dieser Methode erhalten wir Gleichung (2-6).

3. Gewissermaßen ein Sonderfall von (2) besteht darin, daß $H_{Q'} = 0$ ist. In diesem Fall entartet die PSBP zwischen Q' und P in die SBP der Höhe H_P und wir erhalten als Berechnungsschema

gemessene Oberflächenschwere	g_P
Entfernung der SBP	$- 0.2238 H_P$
normale Freiluftreduktion	$+ 0.3086 (H_P - H_Q)$
Wiederherstellung der SBP	$+ 0.2238 H_Q$
<hr/>	
Schwere in Q	$g_Q = g_P + 0.0848 (H_P - H_Q)$

Wiederum finden wir Gleichung (2-6) wieder. (Im übrigen wird der Schritt „Entfernung der SBP + normale Freiluftreduktion“ als (unvollständige) Bouguerrreduktion bezeichnet, falls $H_Q = 0$ ist.)

4. Offenbar ist das Ergebnis aller oben angeführten Methoden (1) bis (3) unabhängig von der Wahl von Q', solange $H_{Q'} \leq H_Q$ ist, also auch unabhängig vom „restore-remove“-Zwischenschritt. Da im Zuge der Geoidbestimmung die topographisch-isostatische Datenreduktion unumgänglich ist, ist es naheliegend, das Konzept der isostatischen Kompensation auch bei der Ermittlung von g_Q aus Konsistenzgründen anzuwenden. Dieses Verfahren ist also gleichsam eine Erweiterung von (3) insofern, als die Masse der SBP nicht beseitigt, sondern lediglich unter das isostatische Kompensationsniveau verlagert wird. Da aber zwei konzentrische homogene Kugelschalen gleicher Masse im Außenraum ein und dasselbe Schwerfeld erzeugen, hat der isostatische Massentransport der SBP eine Nullwirkung. Somit erhalten wir folgende Schritte:

gemessene Oberflächenschwere	g_P
normale Freiluftreduktion	+ 0.3086 ($H_P - H_Q$)
Wiederherstellung des isost. Massendefizits	- 0.2238 H_P
Wiederherstellung der SBP	+ 0.2238 H_Q
<hr/>	
Schwere in Q	$g_Q = g_P + 0.0848 (H_P - H_Q)$

Wir finden also wiederum Gleichung (2-6). Man beachte, daß Methode (4) der Methode (1) diametral gegenüberliegt: In (4) hat „remove“, in (1) „restore“ einen Nulleffekt. Ferner ist das Ergebnis bei Methode (4) unabhängig von der Wahl des Kompensationsniveaus.

5. Schließlich sei noch eine Methode genannt, welche anstelle der partiellen sphärischen Bouguerplatte (PSBP) eine (unendliche) partielle ebene Bouguerplatte (PEBP) verwendet. Hierbei ist zu beachten, daß die Wirkung einer PEBP die Hälfte der Wirkung einer PSBP (in linearer Approximation) beträgt, wobei im Gegensatz zur PSBP aus Symmetriegründen kein Unterschied besteht zwischen der Lage des Punktes Q auf der Ober- oder Unterseite der Platte. (Im übrigen ist die Schwerewirkung im Außenraum einer ebenen Bouguerplatte sogar unabhängig vom Abstand von der Platte!) Das ebene „remove-restore“-Verfahren läuft daher wie folgt ab (HM, S. 165):

gemessene Oberflächenschwere	g_P
Entfernung der PEBP	- 0,1119 ($H_P - H_Q$)
normale Freiluftreduktion	+ 0.3086 ($H_P - H_Q$)
Wiederherstellung der PEBP	- 0.1119 ($H_P - H_Q$)
<hr/>	
Schwere in Q	$g_Q = g_P + 0.0848 (H_P - H_Q)$

Obwohl wir auch in diesem ebenen Fall formal dasselbe Ergebnis erhalten wie in den vorangegangenen sphärischen Fällen (1) bis (4), lehne ich persönlich diese „ebene-Bouguerplatten-Interpretation“ ab: unendliche ebene Bouguerplatten sind extrem realitätsfern, können formal lediglich für die Zwecke der Schwerereduktion verwendet werden und stiften eigentlich nur unnötige Verwirrung. Eine Interpretation der Gleichung (2-6) im Sinne einer der Methoden (1) bis (4) erscheint mir ungleich realistischer; insbesondere ist (4) konsistent mit den üblichen Verfahren der Geoidbestimmung.

Sämtliche Ergebnisse (1) bis (4) stellen lineare Approximationen dar (Glieder in der Größenordnung von $(h/R)^2$, $R \dots$ Erdradius, wurden vernachlässigt). Daher erhielten wir auch g_Q in linearer Abhängigkeit von H_Q . Für den Übergang von geopotentiellen Knoten zu orthometrischen Höhen benötigen wir insbesondere den Mittelwert der Schwere \bar{g} entlang der Lotlinie zwischen Geoid ($H=0$) und Erdoberfläche ($H=H_P$). Wegen dieser linearen Beziehung ist aber der Mittelwert der Schwere gleich dem Schwerewert in mittlerer Höhe $H_Q = H_P/2$,

$$\begin{aligned}\bar{g} &= g_P + 0.0848 (H_P - H_P/2), \\ \bar{g} &= g_P + 0.0424 H_P.\end{aligned}\tag{2-7}$$

Die damit berechneten orthometrischen Höhen

$$H_P = \frac{C_P}{g_P + 0.0424 H_P}\tag{2-8}$$

werden allgemein als „Helmert-Höhen“ bezeichnet (HM, S. 167).

2.3 Die topographische Korrektur

Die im vorhergehenden Abschnitt unter (1) bis (5) behandelten Verfahren setzen voraus, daß die Erdoberfläche eine Fläche konstanter orthometrischer Höhe ist. Nachdem dies

bekanntlich nicht der Fall ist, basieren die bisher angegebenen Methoden auf Vereinfachungen, welche zwar im Flachland akzeptabel erscheinen, in Gebieten mit Gebirgscharakter jedoch zu wesentlichen Verfälschungen der mittleren Schwere und somit der orthometrischen Höhe führen.

Unter topographischer Korrektur (TK) versteht man stets den rechnerischen Übergang von der tatsächlichen Erdoberfläche zu einer Fläche konstanter orthometrischer Höhe $H = H_p$ und die Berücksichtigung der Wirkung dieses Überganges auf Schwerefeldgrößen wie etwa die Schwere. Im Zusammenhang mit der Modellvorstellung des isostatischen Massenausgleichs begegnen wir noch einer weiteren TK, nämlich dem rechnerischen Übergang von der modellbedingten Gebirgswurzel zu einer Fläche konstanter Gebirgswurzeltiefe, welche eine Funktion von H_p ist, und der Berücksichtigung der Wirkung dieses Überganges auf Schwerefeldgrößen.

Alle Verfahren (1) bis (5) müssen daher streng genommen um die beiden Schritte

a) topographische Oberflächen- (und bei (4) Gebirgswurzel-)Korrektur in P,

b) topographische Oberflächen- (und bei (4) Gebirgswurzel-)Korrektur in Q

erweitert werden. Wegen der hohen Rechenintensität vermied man bisher in vielen Fällen die Berechnung dieser TK, was bisweilen zu einer Verfälschung der orthometrischen Höhe im Betrag von mehreren Zentimetern führte. Da wir primär den Mittelwert der TK entlang der Lotlinie zwischen Geoid und Erdoberfläche benötigen, müßte die TK für sehr viele Punkte Q entlang der Lotlinie berechnet werden; da sich aber die TK fast linear mit der Höhe des Punktes Q ändert, genügt es in vielen Fällen, die TK lediglich für zwei Punkte zu berechnen, wobei der eine Punkt verständlicherweise P ist (Erdoberfläche) und der andere entweder der zugehörige Punkt am Geoid ($H_Q = 0$) oder der in mittlerer Höhe ($H_Q = H_p/2$) (Niethammer, 1932; Mader, 1954). Diese lineare Approximation verursacht Fehler im Mittelwert der Schwere bis zu einigen Milligal und verfälscht damit die orthometrische Höhe bis zu einigen Millimetern pro Kilometer Meereshöhe.

3. Ein modernes Verfahren zur Bestimmung der Schwere im Erdinneren

Die in Kapitel 2 beschriebenen herkömmlichen Verfahren leiden unter vier Schwachstellen:

1. Annahme konstanter Dichte der Erdkruste,
2. Annahme eines an sich beliebigen isostatischen Modelles,
3. Ausschluß aller vorhandenen Schwerefelddaten mit Ausnahme von g_p ,
4. Verwendung des normalen Schwerefeldes des Bezugsellipsoides anstelle des tatsächlichen zum Zwecke der Fortsetzung nach unten.

Folge dieser Annahmen bzw. Einschränkungen ist ein fehlerhafter Mittelwert der Schwere entlang der Lotlinie und damit wegen (1-1) eine fehlerhafte orthometrische Höhe.

Bis vor wenigen Jahren war weder ein besonderer Bedarf nach genaueren orthometrischen Höhen gegeben noch waren geeignete Daten und Rechenverfahren vorhanden, um diese Schwachstellen zu beseitigen. Mit dem geplanten Übergang auf das System der orthometrischen Höhen innerhalb des österreichischen Bundesgebietes, der derzeit laufenden hochpräzisen Erdschwerefeldbestimmung für Österreich und der schrittweisen Integration des GPS-Verfahrens ist jetzt aber der Bedarf nach besonders genauen und möglichst wenig hypothesenbehafteten orthometrischen Höhen sehr wohl gegeben. Im Hinblick auf die Erdschwerefeldbestimmung wurde und wird intensiv an der Bereitstellung eines hochauflösenden digitalen Höhenmodelles, eines digitalen Dichtemodelles, eines optimalen isostatischen Modelles und der notwendigen homogenen wie dichten Bedeckung unseres Bundesgebietes mit Erdschwerefelddaten wie Schwereanomalien und Lotabweichungen gearbeitet. Daneben ist die Entwicklung mathematisch-numerischer Verfahren zur konsistenten Verarbeitung all dieser Daten weitgehend abgeschlossen; als fertige Werkzeuge liegen sie in Form von optimierten Computerprogrammen vor. Diese Algorithmen erlauben die optimale Schätzung aller

wichtigen Erdschwerefeldgrößen, darunter natürlich auch der Schwere. Somit fällt der Mittelwert der Schwere entlang der Lotlinie gewissermaßen als Abfallprodukt der Erdschwerefeldbestimmung an. Im folgenden soll auf die zuvor verwiesenen vier Punkte näher eingegangen und erste vorliegende Teilergebnisse präsentiert werden.

3.1 Das digitale Dichtemodell (DDM) für Österreich

Herkömmliche Verfahren zur Bestimmung der Schwere innerhalb der Erdkruste beschränken sich auf die Verwendung eines Modelles konstanter Dichte ρ_0 , wobei im allgemeinen der Standardwert 2.67 g/cm^3 verwendet wird. Die größeren Verfahren ignorieren dabei sogar die topographisch reizvollen Strukturen unserer Erdoberfläche, welche nun in Form eines digitalen Höhenmodelles (DHM) vorliegen; verfeinerte Methoden wie jene von Niethammer (1932) und Mader (1954) machen von der Form der Topographie bei Annahme konstanter Krustendichte bereits Gebrauch.

Da die Form der Topographie einen sehr wesentlichen Einfluß auf die lokalen Eigenschaften des Schwerfeldes hat, war es naheliegend, der Erstellung eines DHM vorrangige Bedeutung beizumessen. In der Tat stellt die Information DHM, vereinigt mit einem angenommenen konstanten Dichtewert $\rho = \rho_0$, bereits eine erste Stufe eines DDM dar. Für die Geoidbestimmung in Österreich 1983 wurde ein solches DDM verwendet (Grasegger und Wotruba, 1983; Sünkel, 1983).

Eine wesentliche Verbesserung dieser ersten Stufe eines DDM besteht, neben der Vorgabe des DHM in Form von $11.25'' \times 18.75''$ -Höhen-Mittelwerten, in einem Oberflächen-DDM ($\rho = \rho(\phi, \lambda)$, $\phi, \lambda \dots$ geodätische Breite, Länge) mit einer Vorschrift, auf welche Art die Oberflächendichte nach unten (etwa bis ins Nullniveau) fortzusetzen ist. Für Österreich und seine weitere Umgebung steht derzeit ein solches DDM mit einer Auflösung von $1.5' (\phi) \times 2.5' (\lambda)$ in Form von Mittelwerten zur Verfügung (Steinhauser/Walach, private Kommunikation); als einfachste Art der Fortsetzung nach unten wurde die der vertikalen Massensäulen bis ins Nullniveau gewählt.

Ziel ist es, ein dreidimensionales DDM ($\rho = \rho(r, \phi, \lambda)$) bereitzustellen, welches nicht bloß durch mehr oder weniger willkürliche Fortsetzung eines Oberflächen-DDM nach unten entsteht, sondern neben der Information Oberflächendichte aus seismischer Information und aus Bohrlochmessungen abgeleitet werden sollte.

3.2 Ein optimales isostatisches Modell

Wenn bisher von Isostasie die Rede war, so verstand man meist einen isostatischen Ausgleich der topographischen kontinentalen wie ozeanischen Massen nach dem Modell Airy/Heiskanen (AH), wobei die Krusten/Mantel-Grenze (Moho) ein unverzerrtes Abbild der darüberliegenden topographischen Struktur darstellt. Ein derart lokales 1:1-Verhalten entlang von vertikalen Massensäulen ist jedoch undenkbar, da dies eine freie Beweglichkeit vertikaler Massensäulen erfordern würde. Wenn überhaupt regional Isostasie gegeben ist, so stellt die Form der Moho viel eher ein verschwommenes Abbild der topographischen Massen dar. Dieses von Vening Meinesz (VM) vorgeschlagene Modell entspricht im wesentlichen einem geglätteten AH-Modell.

Das VM-Modell wird durch ein Minimum von zwei Parametern beschrieben: das Kompensationsniveau und einen Glättungsparameter, welcher das Verhalten des Glättungsoperators festlegt. Eine bestmögliche Schätzung dieser beiden Parameter für einen regionalen Bereich aus topographisch reduzierten Erdschwerefelddaten wäre iterativ möglich, falls als bestes Modell jenes identifiziert würde, welches ein möglichst schwaches topographisch-isostatisch reduziertes Restschwerefeld liefert.

Eine derartige Studie auf globaler Basis hatte zum Ziel, die bestmöglichen Parameter eines globalen isostatischen Kompensationsmodelles auf Grund beobachteter Geopotentialdaten in Form eines vollständigen Satzes von Kugelfunktionskoeffizienten bis Grad und Ord-

nung 180 zu schätzen (Sünkel, 1985). Die Schätzung der beiden Kompensationsparameter erfolgte mittels Kollokation nach kleinsten Quadraten mit Parametern und lieferte unter der Bedingung der Minimierung des Restpotentials (beobachtetes Potential minus topographisch-isostatisches Potential) einen globalen Wert für die Kompensationstiefe von etwa 24 km und ein Glättungsmodell vom Gauß'schen Typ mit einer Halbwertsbreite von etwa 100 km. Bei der Kollokationslösung wurde der niedrigfrequente Spektralbereich vom Grad kleiner als 15 nicht berücksichtigt, da das beobachtete Geopotential in diesem Spektralbereich fast ausschließlich nicht-isostatisch bedingt ist.

Im Bereich jenseits Grad 30 wurde eine Übereinstimmung der beiden Spektren erzielt, welche als phänomenal gut bezeichnet werden kann.

Die Kompensationsglättung nach VM liefert nicht nur eine bessere Übereinstimmung mit der beobachteten Realität, sie entzieht sich auch des oft vorgebrachten Argumentes gegen ein 1:1-AH-Modell, das im Extremfall Spitzen von Antiwurzeln oberhalb des Ozeanbodens lieferte. Ein Argument, das für eine geringe Kompensationstiefe spricht, ist die beobachtete Dicke der Kruste unterhalb der Ozeane, welche von der Größenordnung 6–8 km ist. Unser Modell stimmt auch mit diesem Wert gut überein. Ein optimales VM-Modell wie das oben beschriebene ist sicher einem primitiven AH-Modell mit willkürlicher Wahl der Kompensationstiefe überlegen. Erstrebenswert wäre dennoch, die gesamte Krustenstruktur aus seismischen Daten, unterstützt durch Schwerefelddaten, abzuleiten. Es sei an dieser Stelle auch bemerkt, daß die räumliche Verteilung der isostatischen Massen auf die Schätzung des Mittelwertes der Schwere entlang der Lotlinie, \bar{g} , von untergeordneter Bedeutung ist; wesentlicher ist die Wahl des isostatischen Modells etwa für die Geoidbestimmung. Da jedoch die Bestimmung von \bar{g} als Teil der Erdschwerefeldbestimmung angesehen werden kann, sollte aus Konsistenzgründen dasselbe Modell verwendet werden.

3.3 Verarbeitung aller Erdschwerefelddaten und Fortsetzung nach unten

Wie wir in Kapitel 2 gesehen haben, machen die konventionellen Methoden zur Bestimmung der Schwere in der Erdkruste lediglich von g_p , der im zugehörigen Oberflächenpunkt gemessenen Schwere, Gebrauch; alle anderen Daten werden glattweg ignoriert. Diese freiwillige Einschränkung auf nur einen Schwerewert ist natürlich weitgehend historisch bedingt: bis vor etwa einem Jahrzehnt war weder die Datendichte hinreichend noch waren Verarbeitungsmethoden allgemein bekannt, welche homogene oder gar heterogene Datensätze in größerem Umfang mit vertretbarem Aufwand zu bearbeiten erlaubt und eine Unterscheidung zwischen dem topographisch-isostatisch reduzierten Restschwerefeld und dem Schwerefeld des Bezugsellipsoides ermöglicht hätten. So wurde aus der Not eine Tugend gemacht und die Schwerefortsetzung nach unten einfach über das Bezugsellipsoid gerechnet.

Schwerefortsetzung über Integralformel

Der tatsächliche Vertikalgradient (VG) der Schwere kann getrennt werden in den VG des Bezugsellipsoides und den VG der Schwereanomalie (HM, 1967, S. 115),

$$\frac{\partial g}{\partial H} = \frac{\partial \gamma}{\partial H} + \frac{\partial \Delta g}{\partial H}, \tag{3-1}$$

(Δg . . . Schwereanomalie), welcher bei den in Kapitel 2 beschriebenen Standardverfahren vernachlässigt wird.

Unter Einschränkung der vorhandenen Erdschwerefelddaten auf Schweredaten läßt sich der VG der Schwereanomalie durch die Integralformel

$$\frac{\partial \Delta g_p}{\partial H} = \frac{R^2}{2\pi \sigma} \iint \frac{\Delta g - \Delta g_p}{l_0^3} d\sigma \tag{3-2}$$

mit $l_0 = 2R \sin(\psi/2)$ und ψ . . . sphärische Distanz zwischen Integrations- und Berechnungspunkt; Δg ist hier die Freiluftanomalie.

In dieser Gleichung wurden Glieder in der Größenordnung von H/R vernachlässigt, was sich letztendlich in der mittleren Schwere entlang der Lotlinie lediglich als Fehler von Bruchteilen eines Milligal auswirkt. Wegen der starken Singularität des Integralkerns in Gleichung (3-2) ist eine sehr hohe Dichte von Schwereanomalien, insbesondere in der unmittelbaren Umgebung des Berechnungspunktes P und die Darstellung des Integranden durch eine glatte Interpolationsfunktion (etwa in Form eines bikubischen Splines) erforderlich, um diese starke Singularität kompensieren zu können. Die Fortsetzung nach unten erfolgt mit Hilfe der Integralformel (3-2) über

$$\frac{\partial g}{\partial H} (H_P - H_Q) = \left(\frac{\partial \gamma}{\partial H} + \frac{\partial \Delta g}{\partial H} \right) (H_P - H_Q). \quad (3-3)$$

Unter der Annahme eines konstanten Vertikalgradienten der Schwereanomalie entlang der Lotlinie zwischen Geoid und Erdoberfläche (was im Falle des topographisch-isostatisch reduzierten Restschwerefeldes eine für unsere Zwecke völlig hinreichende Approximation darstellt), läßt sich der Einfluß des Restschwerefeldes auf den Mittelwert der Schwere entlang der Lotlinie, \bar{g} , sehr einfach darstellen:

$$\delta \bar{g} = \frac{\partial \Delta g}{\partial H} \frac{H_P}{2} \quad (3-4)$$

Schwerefortsetzung mittels Kollokation

Die Schwerefortsetzung über die Integralformel (3-2) hat den Nachteil, daß lediglich Schweredaten verarbeitet werden können und diese für Zwecke der analytischen Integration nach Möglichkeit auf einem regelmäßigen Gitter vorliegen sollen. Mit Hilfe der Methode der Kollokation nach kleinsten Quadraten werden nun auch diese letzten Nachteile beseitigt.

Sei T das topographisch-isostatisch reduzierte Reststörpotential, welches außerhalb des Geoids (nahezu) harmonisch ist, und sei $K(P, Q)$ seine räumliche Kovarianzfunktion. Als topographisch-isostatisch reduzierte Erdschwerefelddaten seien beliebige lineare Funktionale von T zugelassen (z. B.: Restschwereanomalien, Restlotabweichungen, etc.); L_i sei das jeweils zugehörige Funktional. Dann läßt die Kollokation nach kleinsten Quadraten eine direkte beste Schätzung von $\delta \bar{g}$ zu (Moritz, 1980, S. 80).

$$\delta \bar{g}_p = C_p^T (C + D)^{-1} I \quad (3-5)$$

mit $\delta \bar{g}$. . . Mittelwert der Restschwereanomalie entlang der Lotlinie zwischen Geoid und Erdoberfläche,

I . . . Vektor der Restschwerefelddaten ($I_i = L_i T$)

C . . . Kovarianzmatrix von I

$$C = \{c_{ij}\} = \{L_i L_j K(P_i, Q_j)\},$$

D . . . Fehlerkovarianzmatrix von I (meist diagonal),

C_p . . . Kreuzkovarianzvektor zwischen $\delta \bar{g}$ und I ,

$$C_p^T = \{L_p L_i K(P_p, Q_i)\}.$$

Daneben erlaubt die Kollokationslösung auch noch den Schätzfehler von $\delta \bar{g}$ zu ermitteln

$$m_{\delta \bar{g}_p}^2 = C_o - C_p^T (C + D)^{-1} C_p \quad (3-6)$$

und m^2 . . . mittlerer quadratischer Fehler,

C_o . . . Varianz von $\delta \bar{g}_p$.

Sämtliche Varianzen und Kovarianzen, welche in C , C_p und C_o vorkommen, können direkt von der Potential-Kovarianzfunktion K abgeleitet werden. Diese wiederum wird durch Analyse der statistischen Eigenschaften des Restschwerefeldes, repräsentiert durch die Restschwerefelddaten, erhalten.

Somit bietet die Kollokationslösung die Möglichkeit der Verarbeitung aller vorhandenen Schwerefelddaten (sie ist damit nicht datenselektiv wie die anderen hier behandelten Methoden), die optimale Filterung von Meßfehlern, die Fortsetzung nach unten, die direkte Schätzung von $\delta\bar{g}$ und die Schätzung des Fehlers von $\delta\bar{g}$ in konsistenter Weise und in kompakter Form. Sie liefert überdies die auf Grund der vorliegenden Daten bestmögliche Schätzung und ist somit allen anderen Methoden überlegen. Der dafür zu zahlende Preis ist allerdings recht hoch: die Schätzung erfordert die Lösung eines linearen Gleichungssystems mit vollbesetzter Koeffizientenmatrix und einer Dimension, welche gleich der Anzahl der verwendeten Daten ist. Da allerdings das Restschwerefeld und damit $\delta\bar{g}$ zum überwiegenden Teil von den lokalen und durch das verwendete DDM nicht aufgelösten Dichtestörungen beeinflusst wird, genügt es, sich für die Kollokationslösung auf einen kleinen lokalen Datensatz zu beschränken.

3.4 Arbeitsablauf, erste Ergebnisse

Im folgenden soll der sequentielle Ablauf all jener Schritte skizziert werden, welche unter bestmöglicher Ausnützung aller vorhandenen Daten (DHM, DDM, optimiertes VM-Modell, Erdschwerefelddaten) schließlich zu einem möglichst hypothesenfreien, hochpräzisen Wert der mittleren Schwere entlang der Lotlinie zwischen Geoid und Erdoberfläche, \bar{g} , und damit zur orthometrischen Höhe führen.

1. Reduktion aller Oberflächen — Schwerefelddaten wegen Referenzfeld und wegen des Einflusses der topographischen Massen, repräsentiert durch das vorgegebene DDM in Verbindung mit dem DHM; für alle Reduktionen ist ein und dasselbe DDM (DHM) zu verwenden. Wegen der regelmäßigen Struktur des DDM (DHM) bieten sich zur Berechnung dieser Einflüsse Spektralmethoden (schnelle Fourier-Transformation) in Verbindung mit einer geeigneten Interpolation an („remove 1“).

2. Schätzung der Parameter (Ausgleichstiefe, Glättungsfaktor) eines optimalen isostatischen Modells nach Vening/Meinesz, so daß das topographisch-isostatisch reduzierte Restfeld möglichst schwach ist; integraler Bestandteil dieses Iterationsprozesses ist die Reduzierung der aus (1) erhaltenen Restdaten zufolge der isostatischen Kompensationsmassen. Auch hier bieten sich wie in (1) Spektralmethoden an. Das Ergebnis nach diesem Schritt sind optimal topographisch-isostatisch reduzierte Restschwerefelddaten („remove 2“).

3. Kollokationslösung — Verarbeitung dieser Restschwerefelddaten zu Mittelwerten der Restschwereanomalie $\delta\bar{g}$ und eventuell Fehlerschätzung.

4. Berechnung des Einflusses der topographischen und isostatischen Massen auf die Schwere entlang der Lotlinie zwischen Geoid und Erdoberfläche und geeignete Mittelwertbildung; auch hier bieten sich wie in (1) Spektralmethoden an. Berechnung des Einflusses des Referenzfeldes (analytisch, trivial) („restore 1,2“).

5. Addition der Ergebnisse aus (3) und (4) liefert \bar{g} ; orthometrische Höhe = geopotentielle Kote \bar{g} .

Als Alternative zur indirekten Bestimmung des Einflusses des Restschwerefeldes auf die orthometrische Höhe über den „Umweg“ \bar{g} bietet sich die Beziehung zwischen orthometrischer Höhe H , Normalhöhe H^* , Geoidhöhe N und Höhenanomalie ζ an (HM, 1967, S. 327),

$$H + N = H^* + \zeta . \quad (3-7)$$

Auf der Grundlage des zuvor beschriebenen DDM und des $20'' \times 20''$ -DHM, welches für die Geoidbestimmung für Österreich 1983 Verwendung fand, wurde bisher der Einfluß der im

DDM repräsentierten Dichtestörungen auf die orthometrischen Höhen für das gesamte Bundesgebiet flächenhaft bestimmt, wobei nach wie vor ein AH-Modell mit einer Ausgleichstiefe von 30 km zugrunde gelegt wurde (Fig. 5). Das Ergebnis der Berechnungen, welche an unserem Institut von M. Hanafy durchgeführt wurden, zeigte, daß dieser Einfluß zwischen -3 mm und $+5$ mm liegt und daher in Anbetracht der unvermeidbaren Nivellementfehler praktisch vernachlässigbar ist. Damit fand eine Entscheidung der ÖKIE, für die Berechnung des Mittelwertes der Schwere ein DDM mit konstanter Dichte zu verwenden, nachträglich eine Rechtfertigung.

In Anbetracht der Tatsache, daß die Dichtestörungen in Österreich Absolutbeträge bis zu $0,7 \text{ g/cm}^3$ erreichen (SO-Steiermark), mag dieses Ergebnis zunächst verwundern. Wegen der Annahme vollständiger isostatischer Kompensation wird jedoch der überwiegende Teil des Einflusses der topographischen Dichtestörung durch den Einfluß der isostatischen Kompensationsmassen regional wettgemacht, sodaß eigentlich nur lokale Dichtestörungen für o. g. Einfluß auf \bar{g} und damit die orthometrischen Höhen verantwortlich sind (Fig. 4, 5).

Ergebnis der derzeit laufenden Erdschwerefeldbestimmung für Österreich soll zwar in erster Linie das Geoid bzw. das Feld der Höhenanomalien sowie das Schwere-Vektorfeld an der Erdoberfläche sein; daneben aber wird sicher auch das Feld der Schweremittelwerte entlang der Lotlinie zwischen Geoid und Erdoberfläche berechnet werden, welches benötigt wird, um geopotentielle Knoten in orthometrische Höhen überzuführen. Durch den Einsatz dieser gekonnt aufeinander abgestimmten leistungsfähigsten Verfahren und die konsistente Verarbeitung aller uns zur Verfügung stehenden Daten ist eine Genauigkeit der Geoidhöhe wie Höhenanomalie im Bereich weniger Zentimeter, der beiden Lotabweichungskomponenten von etwa $\pm 0.8''$, und der Schwere sowie des Schweremittelwertes entlang der Lotlinie von wenigen Milligal durchaus in den Bereich der Möglichkeit gerückt. Mit Abschluß der Erdschwerefeldbestimmung Anfang 1987 wird die Geodäsie in Österreich einmal mehr ein weithin sichtbares Zeichen gesetzt haben, das anderen Nationen in Zukunft zur Orientierung dienen wird.

Literatur

Grasegger, J. und M. Wotruba (1983): Geoidbestimmung, Berechnungen an der TU Graz, 1. Teil; In: Das Geoid in Österreich. Geodätische Arbeiten Österreichs für die Internationale Erdmessung, Neue Folge, Band III, Graz, S. 117–124.

Heiskanen, W. und H. Moritz (1967): Physical Geodesy, Freeman, San Francisco.

Mader, K. (1954): Die orthometrische Schwerekorrektion des Präzisions-Nivellements in den Hohen Tauern. Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen, Sonderheft 15.

Moritz, H. (1980): Advanced Physical Geodesy. Wichmann, Karlsruhe.

Niethammer, T. (1932): Nivellement und Schwere als Mittel zur Berechnung wahrer Meereshöhen. Schweizerische Geodätische Kommission.

Sünkel, H. (1980): A general surface representation module designed for geodesy. Report No. 292, Dept. of Geodetic Science and Surveying, The Ohio State University, Columbus, Ohio.

Sünkel, H. (1983): Geoidbestimmung, Berechnungen an der TU Graz, 2. Teil; In: Das Geoid in Österreich. Geodätische Arbeiten Österreichs für die Internationale Erdmessung, Neue Folge, Band III, Graz, S. 125–143.

Sünkel, H. (1986): An Isostatic Earth Model. Report No. 367, Department of Geodetic Science and Surveying, The Ohio State University, Columbus, Ohio.

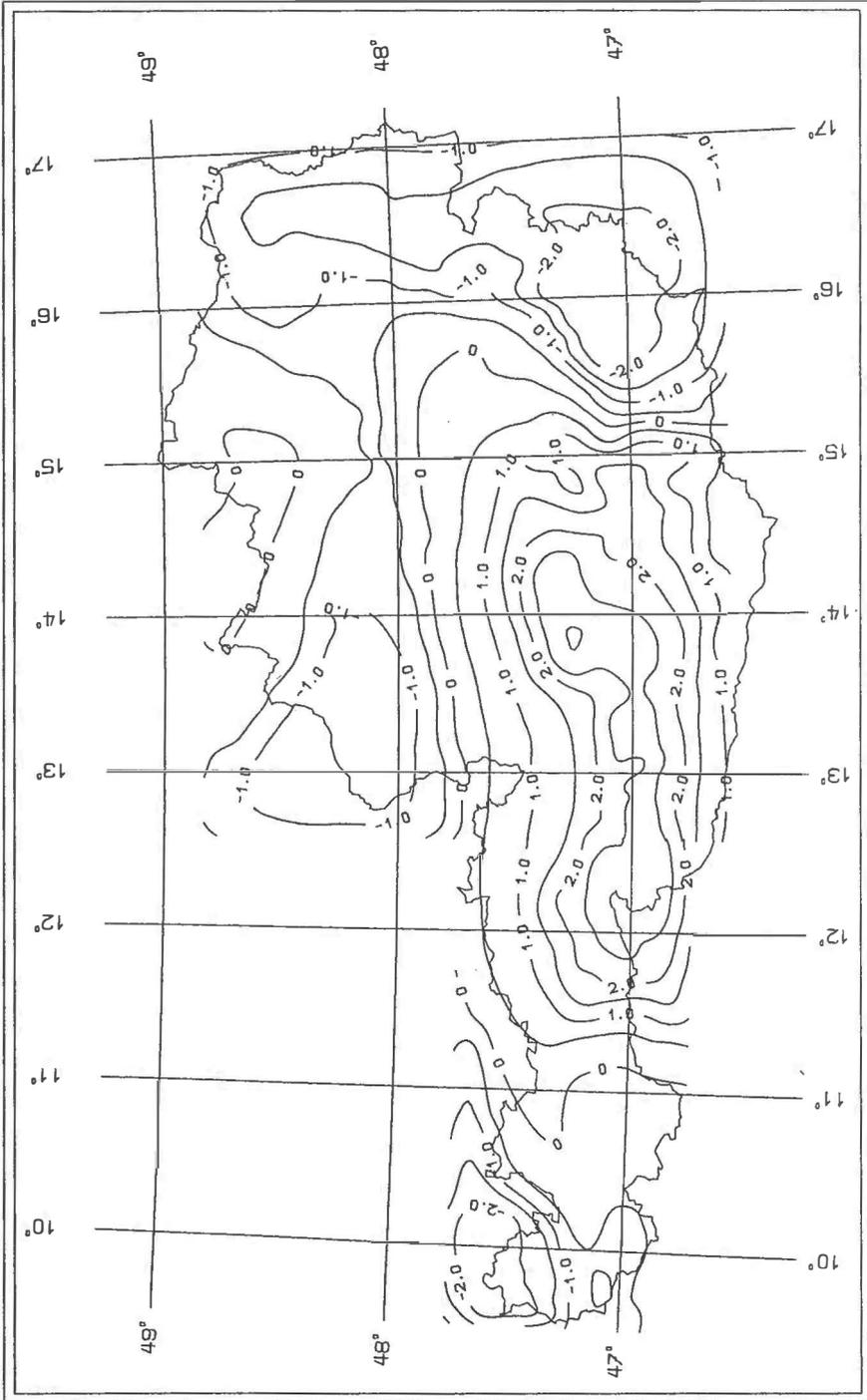


Fig. 1. Störpotential zufolge topographischer Dichtestörung und deren isostatischer Kompensation (m^2/s^2)

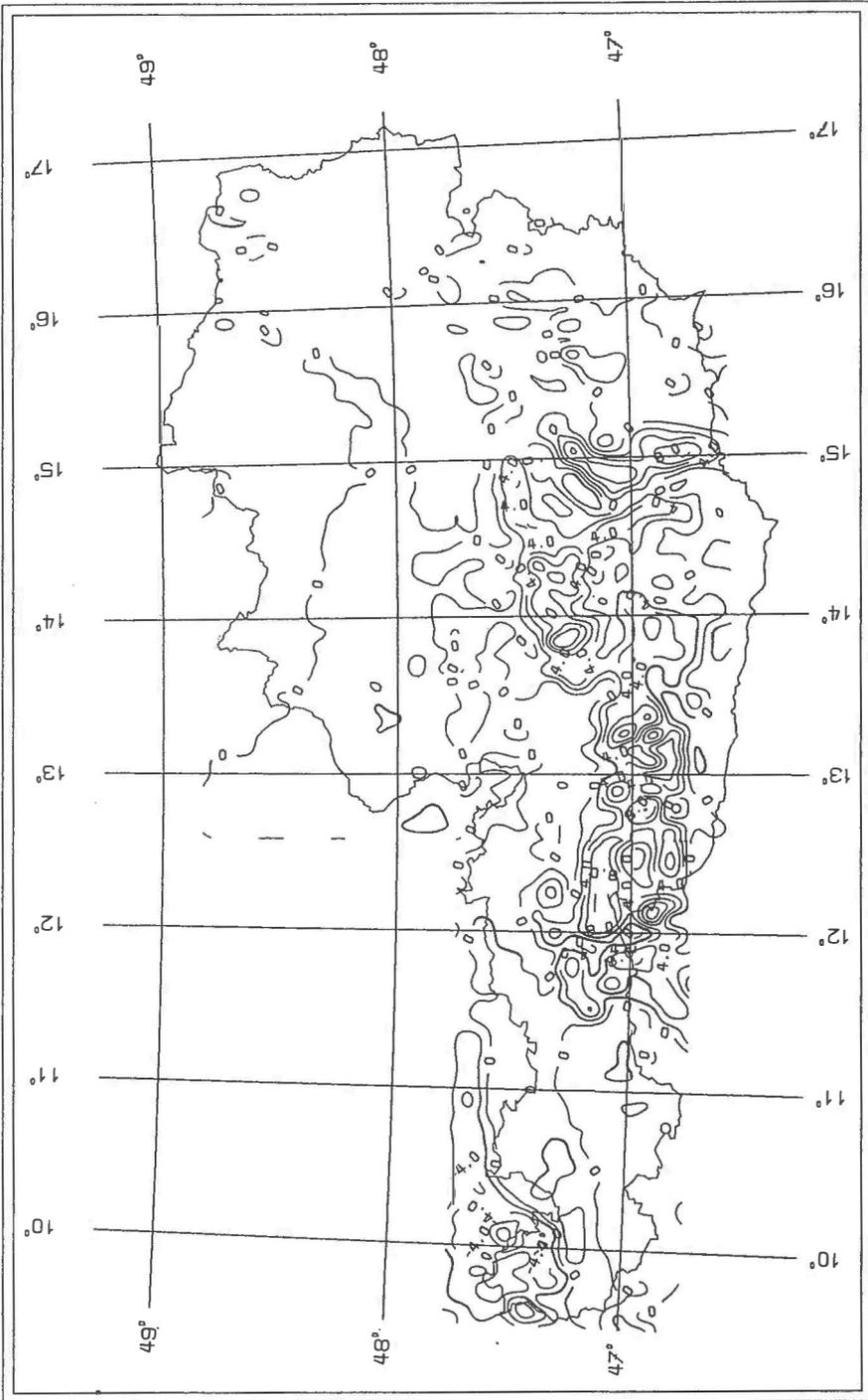


Fig. 2. Schwerestörung zufolge topographischer Dichtestörung und deren isostatischer Kompensation (mgal)

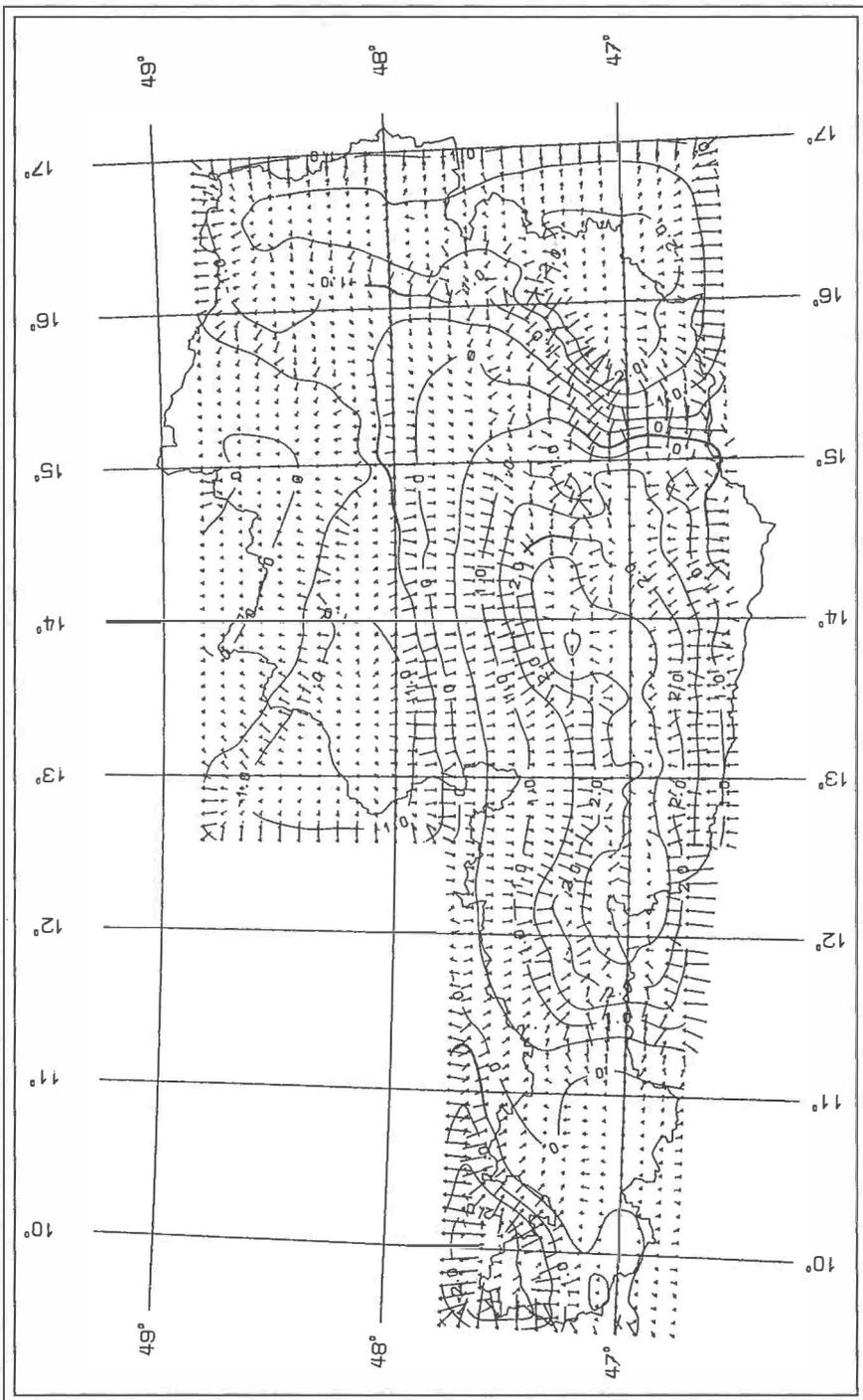


Fig. 3. Lotabweichung zufolge topographischer Dichtestörung und deren isostatischer Kompensation (- . . . 1 Bogensek.)

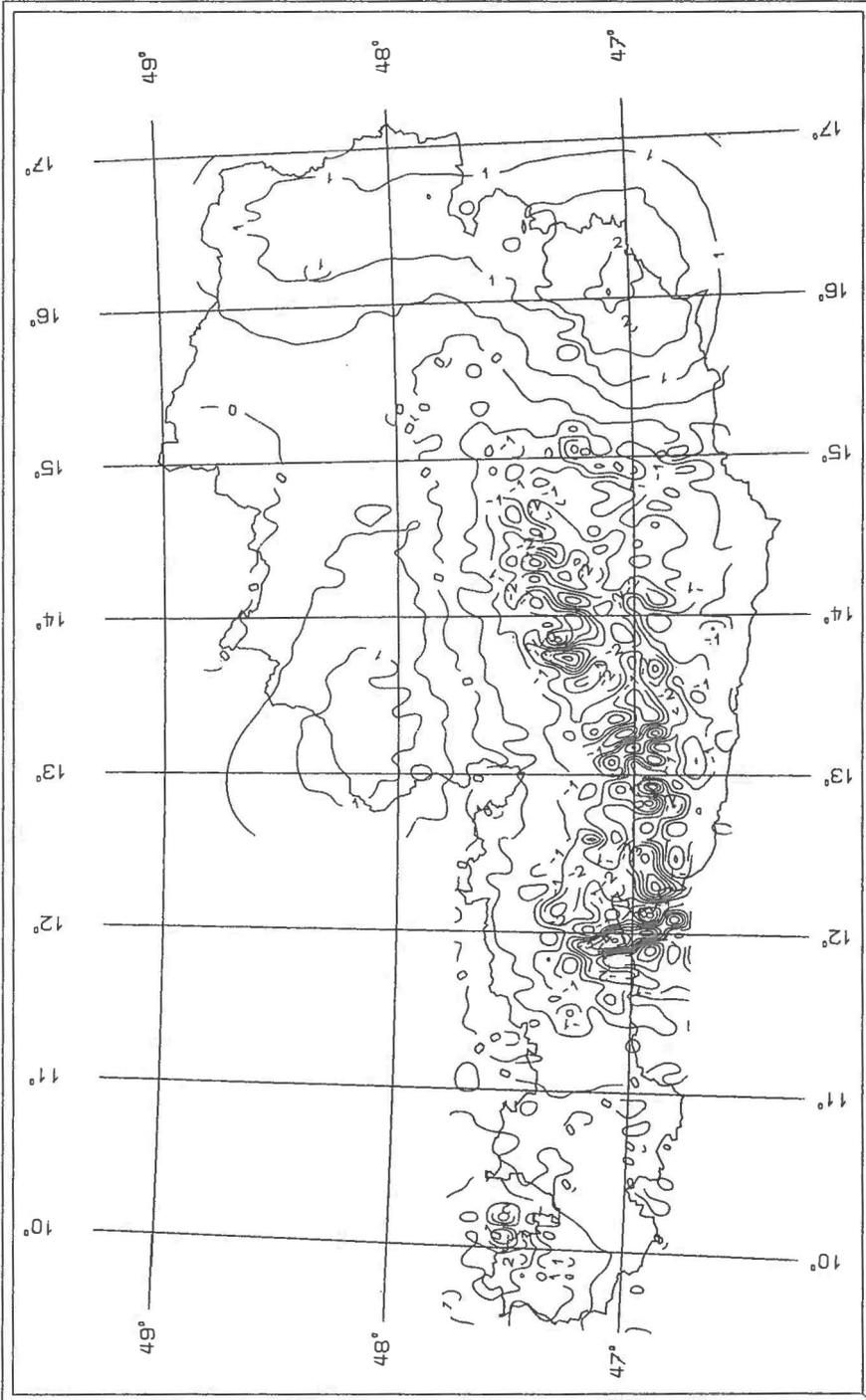


Fig. 4. Schweremittelwertanteil zwischen Geoid und Erdoberfläche zufolge topographischer Dichtestörung und deren isostatischer Kompensation (mgal)

Die Kalibrierung des Tellurometers MA 100 für den Nahbereich

Von J. Fabiankowitsch und Th. Wunderlich, Wien

Zusammenfassung

Unter Ausnutzung des geräteeigenen Ampèremeters ist es gelungen, eine Eichkurve für Distanzmessungen von 6 bis 78 Meter aufzustellen. Die in diesem Nahbereich sonst auftretenden Streckenfehler von bis zu ± 2 cm wegen Phaseninhomogenität konnten damit auf ± 2 mm reduziert werden.

Summary

Close-range measurements with the Tellurometer MA 100 are severely affected by phase-inhomogenities, causing errors up to ± 2 cm. A calibration function reducing those errors to ± 2 mm has been derived by means of the instrument's ampèremeter.

0. Einleitung

Moderne, ökonomisch ausgerichtete Bauweisen geben dem Ingenieurgeodäten immer geringere Toleranzen vor. So ist etwa bei stark differenzierten Fertigteilmontagen oder bei Fassadenabhängungen der Wunsch des Bauingenieurs, vom Geodäten millimetergenaue Montagemaße zu erhalten, nichts Ungewöhnliches mehr. Wegen Fertigungsungenauigkeiten und wärmebedingter Materialausdehnung erfolgt dann meist eine sinnvolle Einigung auf ca. $\pm (2-3)$ mm. Während der Einsatz aktueller elektronischer Theodolite bei derartigen Aufgaben bereits durchaus gebräuchlich ist, wird für die Streckenmessung noch gerne auf traditionelle Präzisionsdistanzmeßgeräte, wie z. B. das Tellurometer MA 100, zurückgegriffen. Gerade bei diesem Gerät aber, das für Distanzen größer 100 m eine innere Genauigkeit von $\pm 1,5$ mm ± 2 ppm problemlos liefert, treten im Nahbereich — bedingt durch Phaseninhomogenitäten — Schwierigkeiten auf.

1. Phaseninhomogenitäten

Auf Grund von bisher noch nicht völlig vermeidbaren Inhomogenitäten bei der sehr heiklen Herstellung der Diodensperrschicht, erzeugt jede Ga-As-Diode eine nur für sie allein typische Wellenfront (Zetsche, 1979), deren Deformation im Nahbereich spürbar wird. Da bei geringen Entfernungen ein im Verhältnis zur Gesamtfläche der Wellenfront größerer Ausschnitt auf den Reflektor trifft als bei großen Distanzen, treten im allgemeinen zwei oder mehr Reflexionsmaxima auf. Beim institutseigenen MA 100 lassen sich bei höhenmäßiger Änderung der Anzielung im Entfernungsbereich von 5—10 m drei Maxima feststellen. Größere Distanzen zeigen nur mehr ein allerdings unscharf ausgeprägtes Reflexionsmaximum.

Jenach Anzielung und Entfernung trifft nun ein anderer Teil der Meßkeule den Reflektor. Seine Phasenlage bestimmt den Distanzwert und jede anzielungsabhängige Differenz zur Soll-Strecke kann als Änderung der Reflektorkonstanten wegen Phaseninhomogenität gedeutet werden. Übersprecherscheinungen durch zu starke Reflexe im Nahbereich vergrößern noch die Beträge der Fehlmessungen (Kahmen, 1977).

2. Fehlrichtdiagramme

Das auf dem Sende- und Empfangstabus des MA 100 montierte Zielfernrohr ist für Entfernungen größer 70 m gedacht. Es läßt sich zwar für die horizontale Ausrichtung so justieren, daß das Reflexionsmaximum in die Reflektormitte zu liegen kommt, eine Vertikaljustierung ist aber wegen der großen Exzentrizität (11 cm) zum Meßstrahl für den Nahbereich nicht möglich. Die vertikale Ausrichtung auf Reflektormitte muß damit eine wesentliche Abweichung vom Reflexmaximum bedeuten.

Zur Erfassung der Auswirkung von Fehlzielungen eignen sich Fehlrichtdiagramme, die für bestimmte Entfernungen die Änderungen der Meßergebnisse bei schrittweisem Abweichen von der Mittelzielung (oder Maximalreflex) angeben.

Diesbezügliche Untersuchungen für das Tellurometer MA 100 sind in (Wutzel, 1974) ausführlich dokumentiert. Aus den Testreihen geht hervor, daß schon geringe Abweichungen (± 2 cm) von der Soll-Zielung das Meßergebnis spürbar verändern (bis zu 1 cm). Wie der Autor weiter nachweist, erzeugt auch die Verwendung von Blenden zur Beschränkung der Reflexintensität scheinbare Streckenänderungen von 5–8 mm. Dieser für eine feste Blendenstellung konstante Fehler beruht wieder auf Phasenhomogenitäten, da nur ein bestimmter Ausschnitt der deformierten Wellenfront für die Messung genutzt wird.

3. Nahbereichskalibrierung

3.1. Grundgedanke

Will man die optische Zielung wegen der damit verbundenen Probleme vermeiden, so muß die Ausrichtung auf ein reelles oder definiertes Reflexmaximum erfolgen. Da die horizontale Justierung des Fernrohres auf maximalem Reflex in Reflektormitte für den gesamten Entfernungsbereich Gültigkeit besitzt, beschränkt sich das Suchen nach dem Intensitätsmaximum auf die Vertikalbewegung. Eine direkte, eindeutige Einstellung mit Hilfe des Ampèremeters ist nach 1. leider nicht möglich.

Dagegen ist der Durchgang des Ampèremeterzeigers durch den letzten (ersten) Teilstrich vor (nach) Erreichen des verschwommenen Intensitätsmaximums (Abb. 1) während der Vertikalbewegung durchaus scharf zu beobachten. Bringt man um den Vertikalfeintrieb eine Skala und auf ihm selbst einen Index an, so kann man bequem den Mittelwert der Durchgangsablesungen einstellen (Abb. 2). Dieser Wert entspricht dem zu einer diskreten Entfernung gehörigen „definierten Reflexionsmaximum“. Das Gerät muß demnach nur mehr im Labor für den kritischen Distanzbereich von Meter zu Meter (Halbmeter zu Halbmeter, s. 4.) in der beschriebenen Weise geeicht werden. Eine Korrekturtabelle oder ein Eichdiagramm gestattet es dann, die der jeweiligen im Feld gemessenen Kurzstrecke entsprechende Reflektorkonstante zu entnehmen.

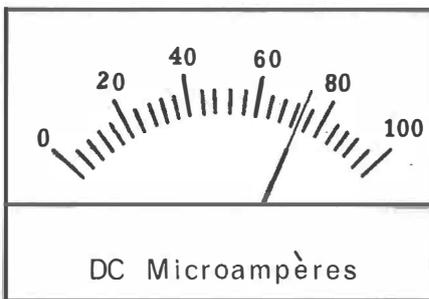


Abb. 1

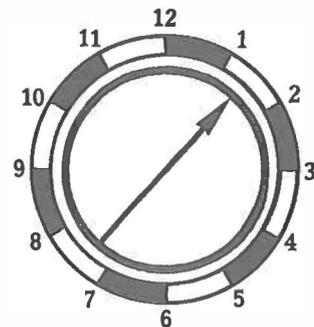


Abb. 2

3.2. Eichung

Die Eichmessungen wurden im Meßkeller des Institutes im Entfernungsbereich von 6 bis 78 Meter ausgeführt. Als Längennormale dienten simultane Vergleichsmessungen mit einem HP-5526A-Laser-Doppler-Interferometer, wobei zufolge der beschränkten Länge der Meßbank (50 m) die Strecken bis ca. 40 m mit dem MA 100 direkt, jene über ca. 40 m über eine spezielle Planspiegelmeßanordnung einfach gebrochen beobachtet wurden.

3.2.1. Meßanordnung

Die Durchführung der Eichmessung zerfällt infolge der beschränkten Länge des Meßkellers in zwei Abschnitte:

- a) Direktes Messen der ersten 40 Meter.
- b) „Indirektes“ Messen des Meßbereiches von 40–78 Meter.

Im ersten Teil stehen Laserinterferometer, Meßwagen und Tellurometer MA 100 in einer Flucht (Abb. 3). Ab 5,0 m wird die Strecke in 50-cm-Intervallen abgefahren, wobei die Intervalllängen mit dem Interferometer hergestellt werden und das MA 100 die jeweilige Absolutstrecke mißt. Die ersten 5,0 m werden mit einem Maßband, welches vorher mit dem Interferometer überprüft wurde, sichergestellt.

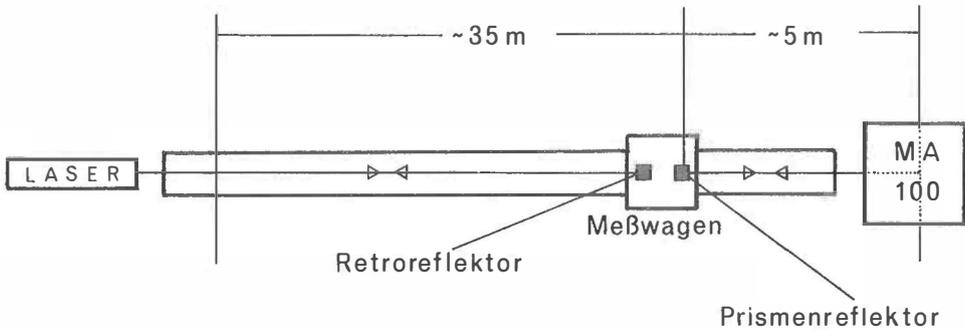


Abb. 3

In Abb. 4 ist der prinzipielle Aufbau für das indirekte Meßverfahren dargestellt.

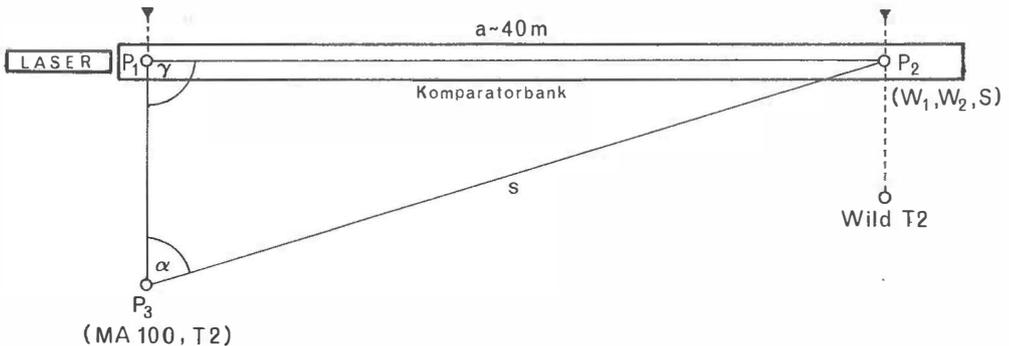


Abb. 4

Um die absolute Strecke $(a+s)$ zu erhalten, muß zuerst die Strecke s indirekt bestimmt werden. Dazu wird die Strecke a interferometrisch zweimal bestimmt, ihre Endpunkte ($P1$ und $P3$) werden optisch mit dem Theodolit Wild T2 an die Wand projiziert. Gleichzeitig werden sämtliche Dreieckswinkel gemessen. Das Laserinterferometer in $P1$, der Planspiegel S in $P2$ und das MA 100 in $P3$ werden mit Hilfe eines Nivelliers in einen Horizont gebracht.

Bei einem maximalen Fehler von $\pm 40 \mu\text{m}$ in der Seite a (Fluchtungsungenauigkeiten) und einem maximalen Winkelfehler von $\pm 7^\circ$ in α und γ ergibt sich aus dem Fehlerfortpflanzungsgesetz ein Fehler in s von $\pm 0,06 \text{ mm}$. Die Genauigkeit der Strecke $(a+s)$ beträgt somit ungefähr $0,1 \text{ mm}$. Da der mittlere Fehler einer Einzelmessung des MA 100 $\pm 1,5 \text{ mm}$ beträgt, kann die Strecke $(a+s)$ als Eichbasis verwendet werden.

Der gesamte Messungsablauf geschieht folgendermaßen:

1. Reflektorwagen W1 (Abb. 5) wird in P2 positioniert, die Stehachse des Prismenreflektors mit Hilfe des T2 auf eine Zielmarke auf der Wand gefluchtet.
2. W1 wird von P1 nach P2 verschoben (ca. 40 m) und die Strecke a interferometrisch gemessen.
3. Ein zweiter Reflektorwagen W2 mit einer Zieltafel (zwangszentriert) wird auf P2 positioniert und nach P3 ausgerichtet, der Prismenreflektor auf W1 wird von einer Zieltafel ersetzt.
4. T2 wird auf P3 (zwangszentriert) gestellt und der Winkel α gemessen.
5. W1 wird von P1 entfernt, damit der Laserstrahl ungehindert nach P2 gelangen kann; in P2 wird die Zieltafel durch den Planspiegel S (Abb. 6) ersetzt und in P3 das MA 100 aufgestellt.
6. An den Stellschrauben des Planspiegels S wird nun so lange gedreht, bis der Laserstrahl genau auf den Mittelpunkt der Optik des MA 100 fällt.
7. W1 wird wieder auf P1 positioniert.
8. W1 wird in Richtung P2 in Halbmeterintervallen bei gleichzeitiger MA 100-Messung verschoben.
9. W1 nahe S (auf P2), Planspiegel S wird entfernt.
10. W1 auf P2 (Kontrolle der Strecke a).
11. Prismenreflektor auf W1 wird nach P3 ausgerichtet und die Strecke P3P2 wird gemessen.
12. T2 auf P3, die Zieltafeln stehen in P1 und P2 und α wird nochmals gemessen.
13. T2 auf P1, die Zieltafeln befinden sich in P2 und P3 und γ wird gemessen.
14. Zur Kontrolle wird auch noch der Winkel in P2 gemessen.
15. Während der Streckenmessung (a+s) werden die Parameter Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchtigkeit gemessen.

Obwohl bei einer Reihe von Messungen die in der Gebrauchsanweisung empfohlene maximale Reflexintensität von 80% überschritten wurde, verzichteten wir auf die Verwendung von Blenden oder Filtern, da diese nach (Wutzel, 1974) die Strecken bis zu 8 mm verfälschen können.

3.2.2. Ergebnisse

Die Differenzen SOLL – IST zwischen Interferometer und Telluometerlängen wurden als variable Reflektorkonstante C interpretiert und im nebenstehenden Diagramm (Abb. 7) aufgetragen.

Es ist deutlich zu erkennen, daß die Reflektorkonstante bei etwa 45–50 Meter zu ihrem konstanten Normalwert konvergiert. Im Nahbereich zeigt sie bemerkenswerte Abweichungen bis zu ± 2 cm.

4.1. Überprüfung der Ergebnisse

Die ermittelten Reflektorkonstanten mußten zum Schutz vor allfälligen bei Labormessungen möglichen Systematiken noch unabhängig kontrolliert werden. Dies geschah durch Absolut- und Differenzstreckenmessungen im Netz der Meßpfeiler auf dem Dach der TU Wien. Die Mittelwerte der Meßergebnisse stimmten bei insgesamt 6 Distanzen zwischen 8 und 67 Metern auf ± 2 mm mit den Sollwerten überein.

4.2. Anwendung im Bauwesen

Im Zuge von Präzisionsvermessungen zur Fassadenabhängung bei einem Großbauvorhaben in Wien konnte das nahbereichsgereichte Telluometer mit Erfolg eingesetzt werden. Zur Einmessung der Punktraster auf den Fassaden waren vier Netze angelegt worden, deren Geometrie durch Winkelmessungen mit dem Wild T2000 festgelegt wurde, während das MA 100 den Maßstab lieferte. Eines der Teilnetze hatte die Idealform eines Diagonalvierecks (Abb. 8) und soll als Beispiel für die erreichte Genauigkeit herangezogen werden.

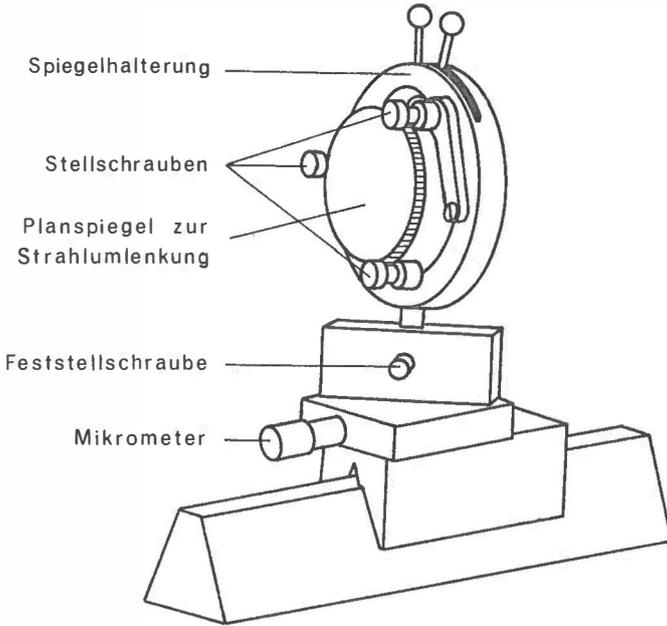


Abb. 5

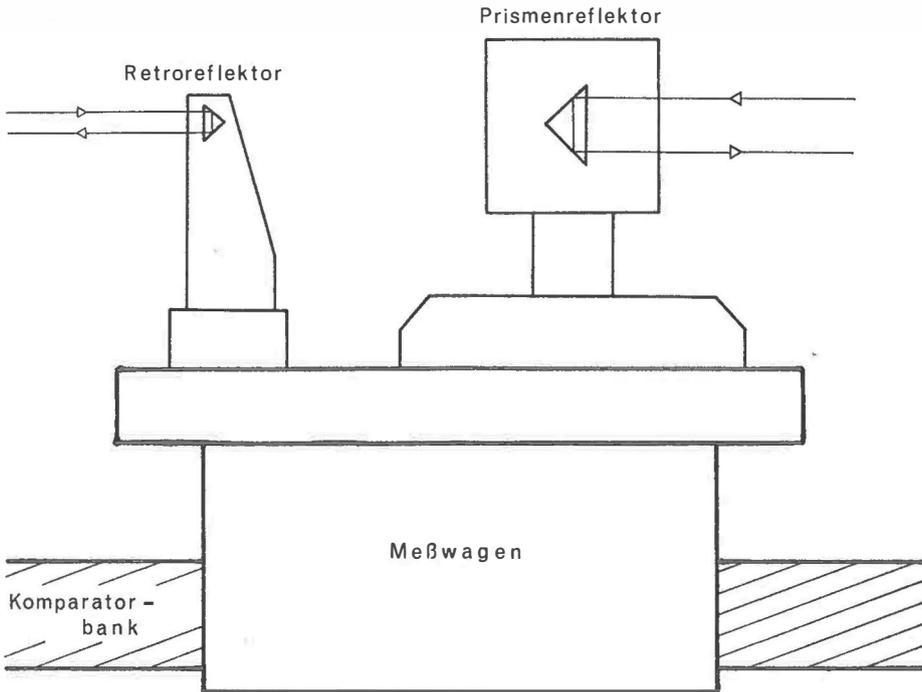


Abb. 6

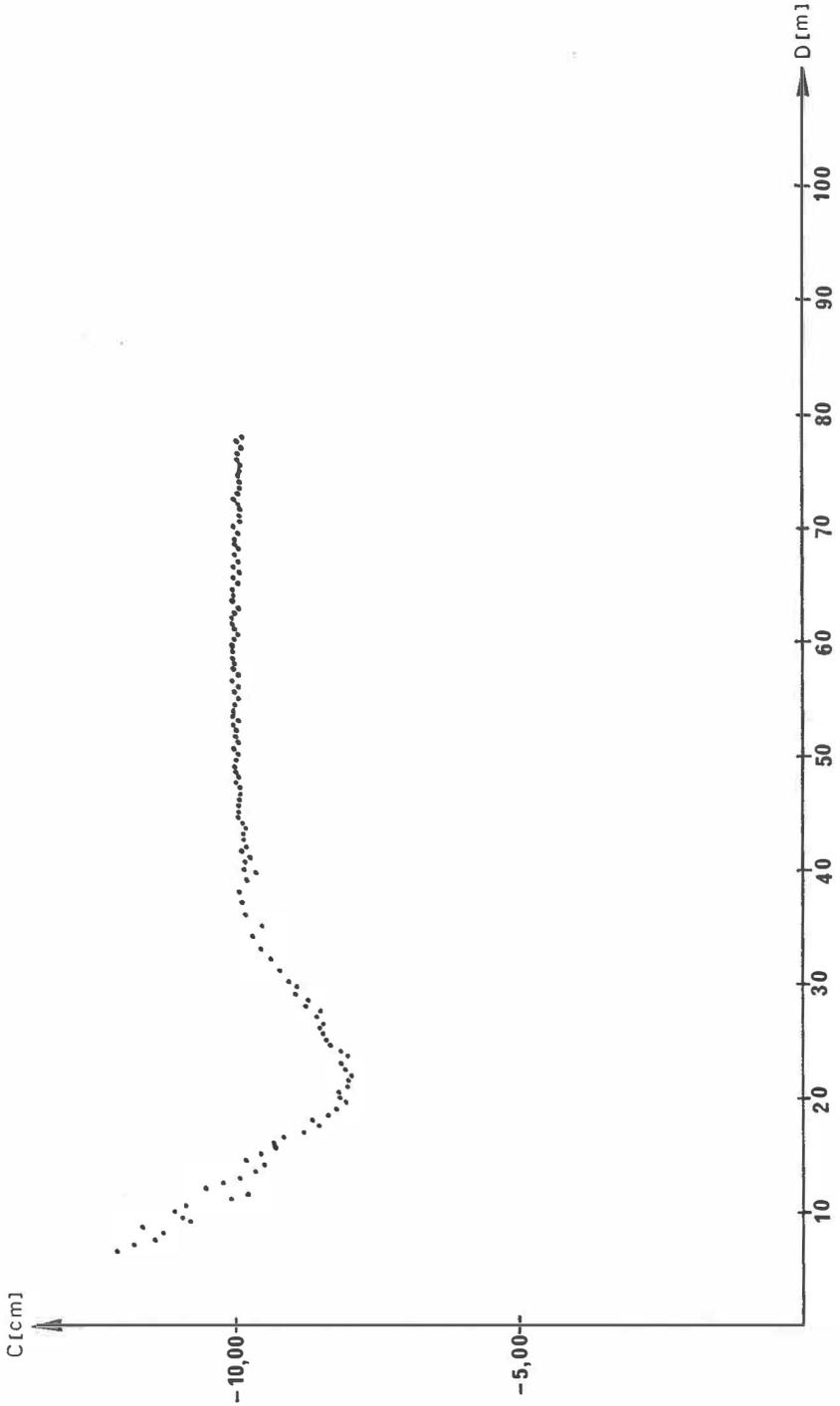


Abb. 7. Diagramm der Nahbereichskorrektur

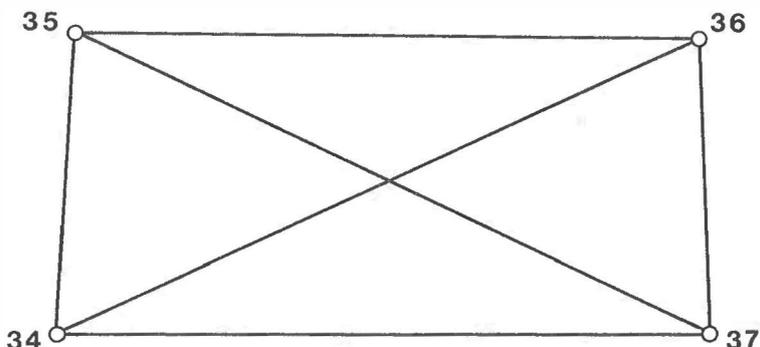


Abb. 8

Tabelle 1 zeigt neben den Mittelwerten der beidseitigen Distanzmessungen die nach angebrachter Nahbereichskorrektur aus einem bedingten Ausgleich folgenden Verbesserungen und mittleren Fehler.

Tabelle 1

Distanz	d (m)	v (mm)	d+v (m)	
34-35	7,7222	-0,2	7,7220	
34-36	31,0554	+0,9	31,0563	
34-37	29,5542	-0,9	29,5533	
35-36	29,9472	-0,8	29,9464	$m_d = \pm 1,8 \text{ mm}$
35-37	30,4294	+0,9	30,4303	
36-37	7,8001	-0,2	7,7999	

5. Schluß

Es konnte ein Verfahren gefunden werden, durch im Nahbereich ($< 100 \text{ m}$) wirksame Phaseninhomogenitäten stark verfälschte (bis zu 2 cm) Tellurometerstrecken erfolgreich zu korrigieren. Dazu ist nur die exakte Ausrichtung des Gerätes auf ein definiertes Reflexmaximum nötig, was mit Hilfe einer am Vertikalfeintrieb angebrachten Skala und Beobachtung des geräteeigenen Ampèremeters unschwer möglich ist.

Die im Labor mit dieser Methode bestimmten Eichwerte lassen bei Anwendung des gleichen Ausrichtungsvorganges im Feld eine präzise Korrektur der gemessenen kurzen Strecken zu. Praktische Messungen bei einem Wiener Großbau haben gezeigt, daß damit die Meßarbeit nur unwesentlich verzögert, die Genauigkeit aber auf $\pm 2 \text{ mm}$ gesteigert wird.

Literatur

Wutzel, O.: Bestimmung der Nullpunktskonstanten des Tellurometers MA 100; Diplomarbeit (unveröffentlicht), TU Wien, 1974

Zetsche, H.: Elektronische Entfernungsmessung, 1979

Kahmen, H.: Elektronische Meßverfahren in der Geodäsie, 1977

Bedeutung der Varianzkomponentenschätzung für die geodätische Praxis

Von A. Grimm-Pitzinger und K. Hanke, Innsbruck

Summary

Estimating variance components is an effective method of improving the stochastic model. As an example the adjustment of both the directions and the distances in a geodetic 2D-network is shown. The presented procedure results in an optimal utilization of data by means of unbiased estimation of variances and unknown parameters.

1. Einleitung und Problemstellung

Die klassische Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate stellt aus statistischer Sicht ein Verfahren zur Schätzung von Parametern (Unbekannten, Verbesserungen, etc.) aus vorgegebenen Beobachtungsdaten dar. Voraussetzung für eine erwartungstreue Schätzung ist die a-priori-Kennntnis der Genauigkeitsverhältnisse der eingeführten Messungen.

In der Praxis sind diese häufig Erfahrungswerte oder entstammen Vorausgleichungen von Datenteilen (z. B. Satzausgleichungen). Sie ergeben jedoch fast immer zu optimistische Werte, da nicht alle einfließenden Fehlerursachen erfaßt sind und sie meist nicht den Charakter „äußerer Genauigkeiten“ besitzen.

Bei homogenen (gleichartigen) Beobachtungen wird in der klassischen Ausgleichsrechnung a posteriori die Varianz der Gewichtseinheit geschätzt. Erwartungstreue Schätzungen werden dann erhalten, wenn diese Varianz die Genauigkeit aller Messungen repräsentiert.

Diese Forderung wird bei homogenen und von Ausreißern bereinigten Meßdaten durch Schätzung der Gewichtseinheitsvarianz meist ausreichend erfüllt.

Schwierigkeiten entstehen in der Praxis bei der Gewichtung der Beobachtungen oft dann, wenn es sich dabei um heterogene Meßdaten, also Messungen verschiedenen Ursprungs oder unterschiedlicher Art handelt.

Einige Beispiele für solche Problemstellungen sind:

- kombinierte Richtungs- und Streckennetze [5], [8] (Richtungen, Strecken, evtl. Azimute)
- 3D-Netze (Richtungen, Raumstrecken, Zenitdistanzen, Lotabweichungen, gemessene Höhenunterschiede, u. ä.)
- Distanzmessung auf Eichstrecken [4] (konstanter und streckenabhängiger Anteil der Gewichte)
- photogrammetrische Blockausgleichung mit Selbstkalibrierung (Gewichtung der zusätzlich eingeführten „Beobachtungen“) [2]

Die Bestimmung der Varianzen der Beobachtungsgruppen aus getrennten Ausgleichungen ist an die Voraussetzung der Bestimmbarkeit der Unbekannten in diesen Modellen gebunden und berücksichtigt überdies nicht die gegenseitige Beeinflussung der Messungen in einer gemeinsamen Schätzung.

Soll der Informationsgehalt geodätischer Messungen wirklich voll ausgeschöpft werden, bietet sich die a-posteriori-Schätzung von Varianzkomponenten der einzelnen Beobachtungsgruppen an. Dadurch wird eine Anpassung an ein gemeinsames Varianzniveau aller Messungen und eine erwartungstreue Schätzung von Unbekannten auch aus heterogenen Meßdaten möglich.

Die Voraussetzungen für die Schätzung dieser Varianzkomponenten sind:

- Kenntnis der Varianzverhältnisse innerhalb der Beobachtungsgruppen,

- die Redundanzanteile der Beobachtungen im gemeinsamen Ausgleichsmodell sollen ausreichend groß sein,
- die Koeffizientenmatrix muß die verschiedenen Beobachtungsgruppen gut miteinander verknüpfen, um die gewünschte gegenseitige Beeinflussung zu gewährleisten,
- die Messungen müssen der Normalverteilung genügen, sollen also insbesondere von groben und systematischen Fehlern bereits befreit sein. (Ausnahme: Verwendung der Varianzkomponentenschätzung zur Suche nach groben Fehlern [6]).

Nach dem selben Schema ist eine Schätzung von Kovarianzkomponenten möglich. In den meisten Fällen wird man jedoch annehmen können, daß die Beobachtungen verschiedener Gruppen nicht korreliert sind und auf die Schätzung von Kovarianzkomponenten verzichten. [9]

Bevor die Varianzkomponentenschätzung an Beispielen dargestellt wird, soll ihr mathematisch-statistischer Gehalt kurz zusammengefaßt werden.

2. Mathematische Grundlagen

Grundlage jeder Ausgleichung bildet ein aus einem funktionalen und einem stochastischen Anteil bestehendes lineares Modell.

Der funktionale Anteil

$$l + \varepsilon = A x \tag{1}$$

beschreibt die physikalisch-geometrischen Zusammenhänge zwischen dem (linearisierten) Beobachtungsvektor l und dem Unbekanntenvektor x mit Hilfe der Konfigurations- oder Koeffizientenmatrix A . Der Vektor ε beinhaltet die den Beobachtungen anhaftenden Fehler.

Der stochastische Anteil beschreibt die wahrscheinlichkeitstheoretischen Eigenschaften des Beobachtungsvektors l durch die Kovarianzmatrix K_{ll}

$$K_{ll} = E\{\varepsilon\varepsilon^T\} = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \dots & \dots & \dots & \rho_{1,n} \sigma_1 \sigma_n \\ \vdots & & & & \vdots \\ \rho_{n,1} \sigma_n \sigma_1 & \dots & \dots & \dots & \sigma_n^2 \end{bmatrix} \tag{2}$$

$\sigma_i \dots \dots \dots$ Standardabweichungen der Beobachtungen

$\rho_{i,k} = \frac{\sigma_{i,k}}{\sigma_i \sigma_k} \dots \dots \dots$ Korrelationskoeffizient zwischen L_i und L_k , $i \neq k$.

Weiters wird angenommen, daß die Beobachtungen normal verteilt sind:

$$E \{ \varepsilon \} = 0 \tag{3}$$

Die Kovarianzmatrix K_{ll} läßt sich in

$$K_{ll} = \sigma_o^2 Q_{ll} \tag{4}$$

zerlegen.

- σ_0^2 Varianz der Gewichtseinheit
- Q_{ii} Kofaktorenmatrix von I
- Q_{ii} wird vorgegeben, σ_0^2 ist vorerst unbekannt.

Wenn Q_{ii} positiv definit ist, existiert als Inverse die Gewichtsmatrix

$$P = Q_{ii}^{-1} \tag{5}$$

Eine wesentliche Vereinfachung tritt ein, wenn, in Unkenntnis ihrer tatsächlichen Größe, die Korrelationskoeffizienten und damit die Elemente außerhalb der Hauptdiagonale in K_{ii} bzw. Q_{ii} gleich 0 gesetzt werden. P wird dann zur Diagonalmatrix.

Die Verknüpfung von funktionalem und stochastischem Modell geschieht meist durch Homogenisierung der Verbesserungsgleichungen:

$$P^{1/2} v = P^{1/2} A x - P^{1/2} l \tag{5a}$$

Wird in (4)

$$\sigma_0 = 1$$

gesetzt, dann entspricht die Homogenisierung einer Division durch die Standardabweichung der Beobachtung.

Bei Vorliegen der beiden Modellkomponenten werden Schätzwerte für die Unbekannten, die Verbesserungen und auch für die Varianz der Gewichtseinheit durch

$$\hat{x} = (A^T P A)^{-1} A^T P l \tag{6}$$

$$v = A \hat{x} - l \tag{7}$$

$$s_0^2 = \frac{v^T P v}{n - u} \tag{8}$$

ermittelt.

\hat{x} , v und s_0^2 sind nur dann erwartungstreue Schätzungen

$$E\{\hat{x}\} = \hat{x} \tag{9}$$

$$E\{v\} = \varepsilon \tag{10}$$

$$E\{s_0^2\} = \sigma_0^2 \tag{11}$$

von minimaler Varianz, wenn das stochastische Modell die tatsächlichen Genauigkeitsverhältnisse ausreichend genau beschreibt. Dies gelingt im allgemeinen innerhalb gleichartiger Messungen, nicht jedoch, wenn in einem Ausgleich verschieden geartete Beobachtungen gemeinsam verarbeitet werden. Faßt man die Beobachtungen zu m Gruppen gleicher Art zusammen, so geht das funktionale Modell (1) über in:

$$\begin{bmatrix} l_1 \\ \vdots \\ l_m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \vdots \\ \varepsilon_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_1 \\ \vdots \\ A_m \end{bmatrix} x \tag{12}$$

Da man in der Praxis meist davon ausgehen kann, daß die Beobachtungsgruppen nicht korreliert sind, wird das stochastische Modell analog (12) zu

$$\underline{K}_{II} = \begin{bmatrix} \underline{K}_{11} & & \underline{0} \\ & \ddots & \\ \underline{0} & & \underline{K}_{mm} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_{o1}^2 \underline{Q}_{11} & & \underline{0} \\ & \ddots & \\ \underline{0} & & \sigma_{om}^2 \underline{Q}_{mm} \end{bmatrix} \quad (13)$$

Das stochastische Modell entspricht, wenn das Varianzniveau der einzelnen Gruppen gleich hoch ist, d. h.:

$$\sigma_{o1}^2 = \sigma_{o2}^2 = \dots = \sigma_{om}^2 = \sigma_o^2 \quad (14)$$

Die Varianzkomponentenschätzung ermöglicht die Berechnung dieser gruppenweise gemeinsamen Faktoren (Varianzkomponenten)

$$\sigma_{oi}^2 \quad (i = 1 \dots m).$$

Die Idee, Varianzkomponenten zu schätzen, geht auf Helmert [7] zurück. Sie fand jedoch, wohl hauptsächlich wegen des großen Rechenaufwandes, keinen Eingang in die Praxis. Erst Anfang der siebziger Jahre wurde sie wieder aufgegriffen und für die geodätische Praxis aufbereitet. Von den verschiedenen seither entwickelten Schätzern seien im folgenden zwei angegeben, wovon der erste aus einem m-dimensionalen Gleichungssystem besteht (es werden homogenisierte Verbesserungsgleichungen vorausgesetzt) [8].

$$\bar{v}^T \bar{v}_i = s_{oi}^2 \text{spur} \{ \bar{A}_i \underline{Q}_{xx} \bar{A}_i^T - E \} (\bar{A}_i \underline{Q}_{xx} \bar{A}_i^T - E)^T + \sum_{j \neq i}^2 s_{oj} \text{spur} \{ \bar{A}_j \underline{Q}_{xx} \bar{A}_j^T \bar{A}_i \underline{Q}_{xx} \bar{A}_i^T \} \quad (15)$$

Die Beobachtungsgruppen beeinflussen sich dabei gegenseitig, da jede Varianzkomponente auch von den Verbesserungen der anderen Gruppen bestimmt wird. Dies bedeutet einen prinzipiellen Unterschied zur getrennten Ausgleichung.

Die aus (15) errechneten Schätzer erfüllen folgende statistische Postulate (siehe [9]):

- sie haben minimale Varianz (BEST)
- sie sind invariant, z. B. gegenüber einer zulässigen Änderung der eingeführten Näherungswerte (INVARIANT)
- sie sind quadratisch (QUADRATIC), da sie, wie der Schätzer für die Varianz der Gewichtseinheit, auf quadratischen Formen der Verbesserungen beruhen.
- Sie sind erwartungstreu, das heißt, sie liefern unverzerrte Schätzungen (UNBIASED ESTIMATOR)

Man bezeichnet die Schätzer (15), diese statistischen Eigenschaften zusammenfassend, als BIQUE.

Die Schätzung gelangt nur iterativ zur Lösung. Dabei werden jeweils die a-posteriori-Schätzungen der Genauigkeiten der einzelnen Gruppen im nächsten Ausgleichsvorgang als a-priori-Werte angenommen. Als Konvergenzkriterium gilt

$$s_{oi}^2 = s_o^2 = 1 \quad (i = 1, \dots, m) \quad (16)$$

Die Iteration wird abgebrochen, wenn (16) erfüllt ist bzw. wenn sich die Varianzkomponenten nicht mehr signifikant von 1 unterscheiden.

Die Schätzer sind anfangs σ -lokal, d. h. sie hängen von den a-priori-Werten ab, bei Konvergenz jedoch werden sie unabhängig von den Startwerten. Das Formelsystem (15) kann problemlos durch

$$\bar{v}_i^T \bar{v}_i = s_{oi}^2 \text{spur} \{ E_i - \bar{A}_i \underline{Q}_{xx} \bar{A}_i^T \} \quad (17)$$

ersetzt werden. Die daraus errechneten Schätzer sind erst im Konvergenzfall erwartungstreu. (17) ist rechentechnisch leicht realisierbar, da der Klammerausdruck in modernen Netzausgleichsprogrammen bereits vorliegt [1]:

$$\text{spur} (E_i - \bar{A}_i Q_{xx} \bar{A}_i^T) = \text{spur} (P_i Q_{ww}^i) = \sum_{j=1}^{n_i} r_j \tag{18}$$

r_i stellt den Anteil am Freiheitsgrad (Redundanzanteil) der jeweiligen Beobachtung innerhalb des Gesamtausgleichs dar und die Summe dieser Anteile über die n_i Beobachtungen der i -ten Gruppe demnach den Anteil dieser Beobachtungsgruppe am Freiheitsgrad. Die Bedeutung der Redundanzanteile für die Kontrollierbarkeit (Zuverlässigkeit) der jeweiligen Messung soll hier nicht näher behandelt werden [5].

Ergänzend sei auf zwei Sonderfälle der Varianzkomponentenschätzung hingewiesen [3]:

- liegt nur eine Gruppe von Messungen vor, geht in (18) der Anteil am Freiheitsgrad in den Gesamtfreiheitsgrad des Modells und damit der Schätzer (17) in die Schätzung der Varianz für die Gewichtseinheit (8) über;
- besteht eine Gruppe nur aus einer Beobachtung, wird der Schätzer (17) unter Berücksichtigung von (18) zu

$$s_{oi}^2 = \frac{\bar{v}_i^T \bar{v}_i}{r_i} \tag{19}$$

Um zu prüfen, ob diese Beobachtung der gleichen Grundgesamtheit entspringt (Ausreißertest), wird das Varianzniveau dieser Beobachtung gegen das Varianzniveau der übrigen Messungen getestet [5].

Der Quotient

$$F_i = \frac{s_{oi}^2}{s_o^2} \tag{20}$$

wird mit dem Quantil der F-Verteilung mit den Freiheitsgraden 1 und $r-1$ einer vorgegebenen Sicherheitswahrscheinlichkeit verglichen (t-Test). Übersteigt die Testgröße F_i den kritischen Wert, so wird die zugehörige Messung als grob fehlerhaft erkannt.

In beiden angeführten Sonderfällen wird keine Iteration durchgeführt. Im Falle der Schätzung der Gewichtseinheitsvarianz ist die Konvergenzbedingung (16) nach dem ersten Schritt erfüllt, im zweiten Fall wird eben dieser Unterschied des Varianzniveaus als Testgröße verwendet, weshalb eine Angleichung durch Iteration sinnlos ist.

3. Ein Beispiel aus der Praxis

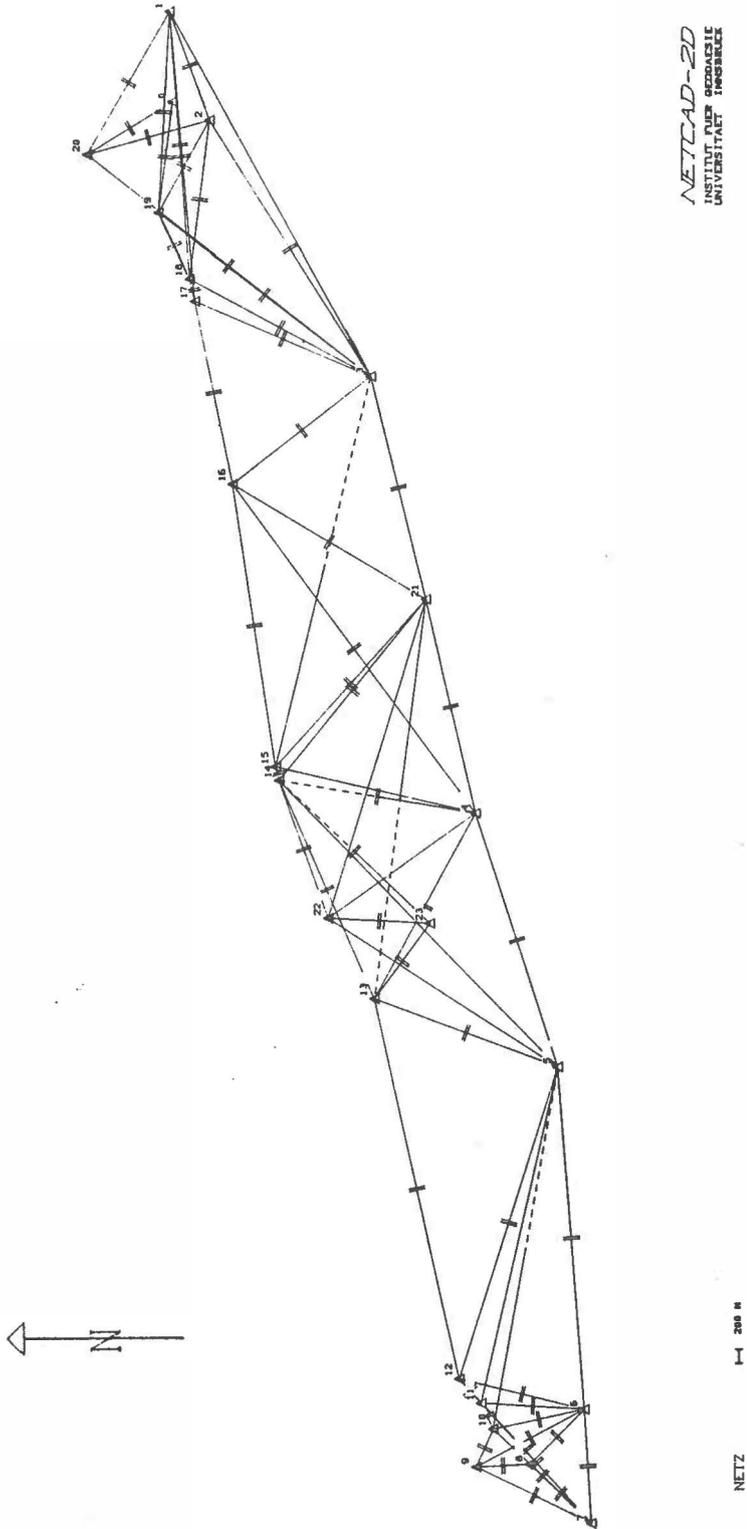
Ein häufiges Problem in der Ingenieurgeodäsie ist die Bestimmung der Gewichtsrelation zwischen Richtungs- und Streckenbeobachtungen bei der Ausgleichung von Lagenetzen. Am Beispiel des oberirdischen Teils des Stollenabsteckungsnetzes Strassen – Amlach (Drautal) soll die Anwendung der Varianzkomponenten-Schätzung veranschaulicht werden. Abbildung 1 zeigt das hochredundante Netz (121 Richtungen, 54 Strecken, 24 Orientierungsunbekannte, 48 Koordinatenunbekannte, 3 Datumparameter, Gesamtfreiheitsgrad 106).

Als Schätzung auf Grund von Erfahrungswerten und Firmenangaben wurden a priori in eine freie Netzausgleichung eingeführt:

$$s_R = 3^{\text{cc}}, \quad s_s = 5 \text{ mm } (1 + 1/\text{km})$$

Die a posteriori berechneten Varianzkomponenten zeigen, daß das verwendete stochastische Modell (Gewichtung) das Genauigkeitsverhältnis der beiden Beobachtungsgruppen ungenügend widerspiegelt. Die in der Folge durchgeführte Iteration wird in Tabelle 1 dargestellt.

STOLLENNETZ· DRAUTAL



NETCAD-2D
INSTITUT FÜR GEODÄSIE
UNIVERSITÄT TRIEST

Abbildung 1

NETZ 1:1 200 M

Iteration	S_R (cc)	S_S^* (mm)	S_{OR}^2	S_{OS}^2	$S_{OR}^2 : S_{OS}^2$	S_O^2	S_K^\wedge (mm)
1	3,0	5,0	2,86	0,66	4,35	2,07	18,9
2	5,1	4,0	1,06	0,44	2,44	0,86	14,9
3	5,2	2,6	1,04	0,66	1,59	0,96	13,2
4	5,3	2,1	1,04	0,81	1,28	0,98	12,2
5	5,4	1,9	1,02	0,88	1,15	1,00	11,7

Tabelle 1

Es bedeuten:

- S_R, S_S A-priori-Genauigkeiten der Beobachtungen für den i-ten Iterationsschritt
- S_{OR}^2, S_{OS}^2 Varianzkomponenten
- S_O^2 Gewichtseinheitsvarianz
- S_K durchschnittliche Standardabweichung einer Koordinate

$$s_s = s_s^* (1 + 1/km)$$

Die Gewichtseinheitsvarianz ergibt sich als gewichtetes Mittel der Varianzkomponenten mit den entsprechenden Redundanzanteilen als Gewichte.

Die a-priori-Genauigkeiten der Beobachtungen für den (i+1)-ten Iterationsschritt berechnen sich aus

$$S_R^{2(i+1)} = S_R^{2(i)} \cdot S_{OR}^{2(i)}$$

$$S_S^{2(i+1)} = S_S^{2(i)} \cdot S_{OS}^{2(i)}$$

Abbildung 2 veranschaulicht das Konvergenzverhalten der Iteration. Diese kann abgebrochen werden, wenn sich die Varianzniveaus nicht mehr signifikant unterscheiden.

Die durchschnittliche Standardabweichung einer Koordinate durch die Gewichtsiteration sinkt auf 62% des ursprünglichen Wertes.

Das Ergebnis der Iteration ist unabhängig von den Startwerten. Auch ein stark verzerrtes Genauigkeitsverhältnis der Ausgangswerte führt zum selben Konvergenzziel (vergleiche Tabelle 2).

Daß eine falsche Gewichtung auch zu optimistische Ergebnisse liefern kann, sei in Tabelle 3 veranschaulicht. Hier wurde das Gewichtsverhältnis zugunsten der Strecken, die einen höheren Beitrag zur Genauigkeit leisten, verfälscht.

Das Meßsystem: Geodimeter[®] 136 + Geodat 126



Entscheidungskriterien für ein Meßsystem:

Eine Totalstation mit Spitzenleistungen ...

- Die Teilkreisorientierung bleibt mit Sicherheit immer erhalten.
- Automatische Kompensation aller Instrumentenfehler, einschließlich Kippachsenfehler.
- Vollelektronischer Stehachsenkompensator, 2-achsig.
- Datenausgang im feststehenden Unterbau.
- Datenübertragung zum Feldbuch Geodat 126 und umgekehrt.
- Horizontalwinkel-Schnellauf für zeitsparende Winkel-Einstellung.
- Integriertes Soll-minus-Ist-Absteckprogramm.
- Höhenberechnungs-Programm ROE.
- 0,4 sek.-Tracking mit Speichermöglichkeit der Werte, also für Aufnahme und Absteckung.
- Ein integriertes Meßsystem, das auf alle Zwangszentrierungen paßt.
- Mit zeitsparenden Absteckhilfen: Unicom und Tracklight.
- 12 Volt-Batterie-Betriebsspannung, daher direkter Anschluß an die Autobatterie möglich.

... und ein Feldbuch mit Computerleistungen.

- Berechnungs- und Speicherprogramme stehen gleichzeitig zur Verfügung (Im Geodat 126 z. Zt. 9 Rechen- und 20 Speicherprogramme).
- Kein versehentliches Löschen der Programme möglich.
- Frei programmierbar über die Tastatur.
- Zugriff auf sämtliche bereits bestehenden Programme über die Geo-Language.
- Alle Programme auch manuell einsetzbar.
- Geodat 126 ist als Nivellements-Feldbuch geeignet.
- Übersichtliche, zeitsparende, einzeilige, alphanumerische Benutzerführung im Dialog.
- Projektweise Abspeicherung der Daten möglich (z.B. nach Geschäftsbuchnummern).
- Getrennter Meßdaten- bzw. Koordinatenspeicher, der vom Anwender flexibel gestaltet werden kann.
- Versehentliches Löschen der Meßdaten unmöglich.
- 2.000 Stunden garantierte Datensicherheit.
- Einfaches Einfügen, Verändern und Suchen im Speicher.
- Gleichzeitige Speicherung von 9 Protokollen und 9 Formaten möglich.
- Definition der eigenen Benutzerführung.
- Handliche, ergonomische Form und Größe.
- Übersichtliche, leicht zu bedienende Tastatur.
- Frei programmierbare V.24 (RS232C)-Schnittstelle für Zweiweg-Datenübertragung.
- Serielle-HP-IL-Schnittstelle.
- Übertragungsprogramme zu fast allen Rechnern im Preis enthalten.

**Weltweit
bewährte
Vermessungstechnik aus Schweden.**



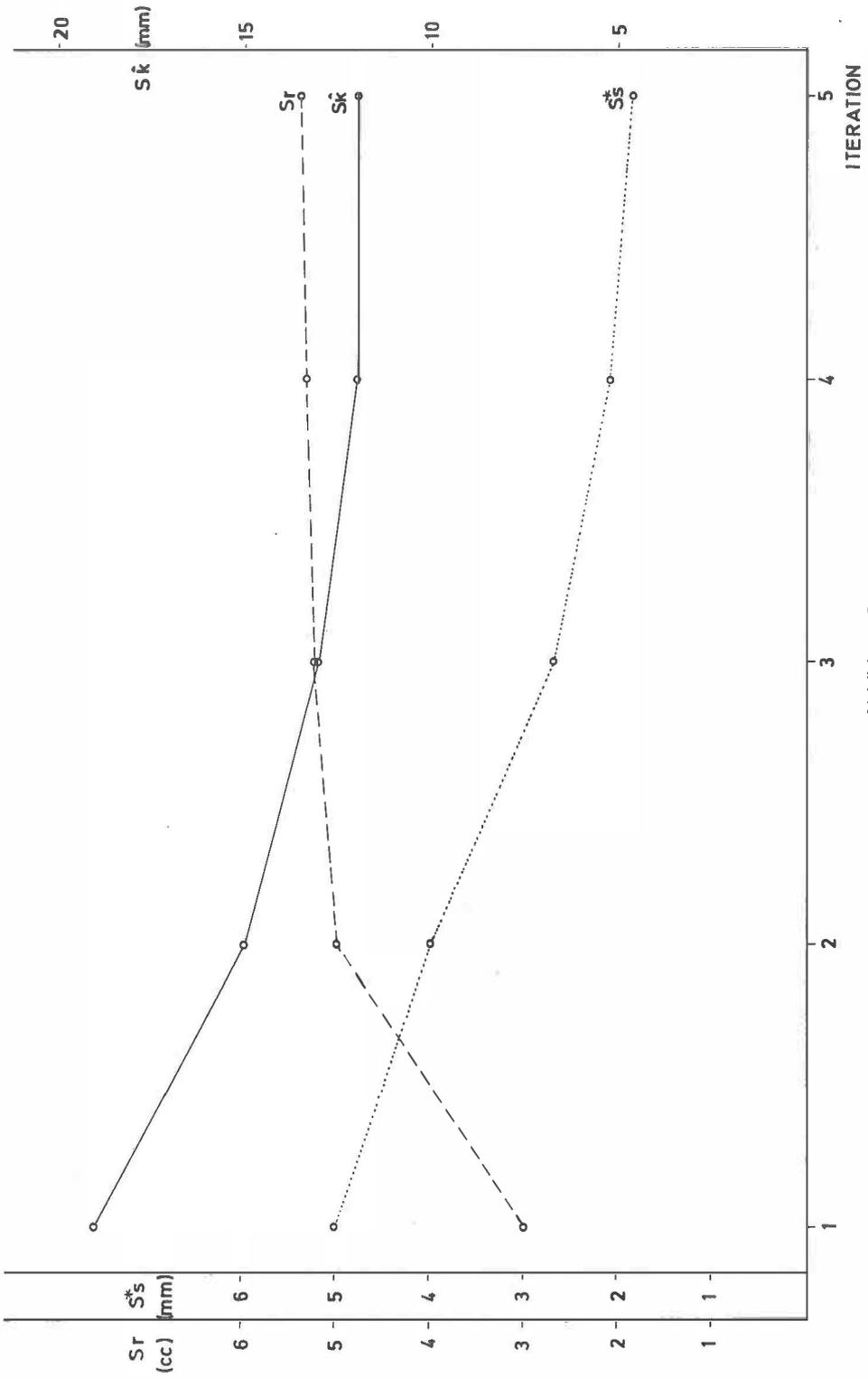


Abbildung 2

Iteration	S_R (cc)	S_S^* (mm)	S_{OR}^2	S_{OS}^2	$S_{OR}^2 : S_{OS}^2$	S_O^2	S_K^A (mm)
1	1,0	10,0	27,35	0,69	39,71	14,75	54,9
2	5,2	8,3	0,94	0,22	4,26	0,69	18,5
3	5,1	3,9	1,06	0,45	2,37	0,88	14,8
4	5,2	2,6	1,04	0,67	1,57	0,96	13,1
5	5,3	2,1	1,04	0,81	1,27	0,98	12,2
6	5,4	1,9	1,02	0,88	1,15	1,00	11,7

Tabelle 2

S_R (cc)	S_S^* (mm)	S_{OR}^2	S_{OS}^2	$S_{OR}^2 : S_{OS}^2$	S_O^2	S_K^A (mm)
5,4	1,0	1,20	1,86	0,65	1,30	8,6

Tabelle 3

4. Zusammenfassung

Mit der Methode der Varianzkomponentenschätzung steht dem Praktiker ein bisher zu Unrecht wenig genütztes Instrument zur Verfügung. Ihre Anwendung wird an Beispielen der Gewichtsabstimmung zwischen Richtungen und Strecken in einem kombinierten Netzausgleich gezeigt. Erst durch die Schätzung von Varianzkomponenten wird gewährleistet, daß die hohe Genauigkeit der Messungen zu entsprechenden Ergebnissen führt.

Dank

Die in dieser Arbeit verwendeten Meßdaten wurden den Autoren freundlicherweise von der Vermessungsabteilung der Tiroler Wasserkraftwerke (TIWAG) zur Verfügung gestellt.

Literatur

- [1] *Bill, R.*: Die Leistungsfähigkeit moderner Programme zur Ausgleichung ebener geodätischer Netze. ZfV Nr. 11/1985, S. 483–495.
- [2] *Ebner, H.*: A-posteriori-Gewichtsschätzung bei der verallgemeinerten kleinste Quadrate Ausgleichung. Geowissenschaftliche Mitteilungen der TU Wien, Heft 13, S. 73–84, 1978.
- [3] *Förstner, W.*: Konvergenzbeschleunigung bei der a-posteriori-Varianzschätzung. ZfV Nr. 4/1979, S. 149–156.
- [4] *Fröhlich, H.*: Varianzkomponentenschätzung für elektrooptische Distanzmessung auf Eichlinien. AVN Nr. 10/1982, S. 411–417.
- [5] *Grimm-Pitzinger, A. und Hanke, K.*: Parameterschätzung in Lagenetzen mit dem Programmsystem NETCAD-2D. Universität Innsbruck, Mitteilungen des Institutes für Geodäsie, Nr. 10/1985.
- [6] *Gruss, J.*: A-posteriori-Gewichtsbestimmung zur Fehlersuche. AVN Nr. 10/1982, S. 405–411.
- [7] *Helmert, F.*: Die Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate. Teubner Verlag, Leipzig – Berlin, 1907.
- [8] *Welsch, W.*: A-posteriori-Varianzschätzung im erweiterten Ausgleichsmodell nach der Methode der kleinsten Quadrate. In: Pelzer (Herausgeber): „Geodätische Netze in Landes- und Ingenieurvermessung“. Wittwer Verlag, Stuttgart, 1980.
- [9] *Welsch, W.*: Grundlagen, Gebrauchformeln und Anwendungsbeispiele zur Schätzung von Varianz- und Kovarianzkomponenten. Vermessung, Photogrammetrie und Kulturtechnik Nr. 9/1984, S. 296–301.

Manuskript eingelangt im Feber 1986.

Flächen- und Liniencomputer

neuartiges Modell zur Verwendung als:

neu



● gleichzeit. Messung von Fläche und Linienlänge

● Zusatzberechnungen zur Messung

● Vorwahl von Maßstäben

Aufladbare Batterie, kein Kabel nötig

X-PLAN 360

PLANIMETER, KURVIMETER, MESS-SYSTEM (Digitizer und Rechner). Möglichkeit des Nachfahrens auch nicht geradliniger Polygone und des Messens gekrümmter Konturen sowie sehr kleiner Flächen.

● punktweises Digitalisieren

● Funktionen für: Mittelwertbildung, Summierung von Werten, Zählen

Anfragen bei:



A-1161 WIEN · MÄRZSTR. 7 · TEL. 92 32 31

Verleihung der Friedrich-Hopfner-Medaille

Die Österreichische Kommission für die Internationale Erdmessung verleiht seit 1978 in Abständen von vier Jahren im Gedenken an den großen österreichischen Geodäten Friedrich Hopfner eine Goldmedaille für hervorragende Leistungen auf dem Gebiet der Geodäsie.

Die Kommission hatte einstimmig Herrn Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Hellmut Schmid (ETH Zürich) zum dritten Empfänger dieser Auszeichnung bestimmt. Die Verleihung erfolgte am 18. April 1986 in einer Festveranstaltung im Boeckl-Saal der TU Wien.

Die Eröffnung nahm der Präsident der Kommission, Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Dr. h. c. mult. Karl Rinner in Anwesenheit zahlreicher Fachkollegen vor. Unter ihnen Prof. Dr. K. Killian, der erste Träger der Hopfner-Medaille. Sodann richtete der Rektor der TU Wien, Magnifizenz Dipl.-Ing. Dr.-Ing. W. Kemmerling, Grußworte an die Festgäste. Der Rektor hob die lange Tradition des Vermessungswesens und der Geodäsie an dieser Hochschule hervor, die auf die Gründung einer Lehrkanzel für „Praktische Geometrie“ im Jahr 1818 und einer für „Höhere Geodäsie“ im Jahr 1866 zurückgeht.

Anschließend hielt Präs. Rinner die Laudatio für Prof. Schmid und überreichte die Medaille dem Geehrten. Prof. Schmid dankte für die Auszeichnung durch seinen Festvortrag „Raketeneentwicklung und Satellitengeodäsie“. Damit konnten sich alle Zuhörer überzeugen, daß die Reihe der Träger der Hopfner-Medaille in Prof. Schmid eine würdige Fortsetzung erfahren hat.

Ein Bläserquintett des TU-Orchesters verschönte die Feierstunde mit Musik von Franz Danzi.

Im folgenden werden die Ansprachen von Präs. Rinner und der Festvortrag von Prof. Schmid im Wortlaut wiedergegeben.

Kurt Bretterbauer

Ansprachen bei der Feier zur Verleihung der Friedrich-Hopfner-Medaille

gehalten vom Präsidenten der ÖKIE
Univ.-Prof. Dr. mult. Karl Rinner

Begrüßung

Sehr geehrte festliche Versammlung!

Als Präsident der ÖKIE habe ich die ehrenvolle Aufgabe, die Teilnehmer an der Feier zur Verleihung der Friedrich-Hopfner-Medaille an Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Hellmut Schmid recht herzlich zu begrüßen.

Mein besonderer Gruß gilt dem Rektor der TU Wien, Magnifizenz o. Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. Kemmerling, denn diesem schuldet die ÖKIE in dreifacher Weise Dank: den Dank für die Ehre seiner Anwesenheit, den Dank für die Bereitschaft, eine Grußadresse an die festliche Versammlung zu richten und den Dank für die Überlassung dieses Raumes. Das auch in diesem Fall gezeigte Interesse der TU Wien an dem Geschehen der ÖKIE hat tiefe, in die Vergangenheit reichende Wurzeln, die auch von Friedrich Hopfner als Rektor der TU Wien und als Präsident der ÖKIE Förderung erfahren haben.

Herzlich begrüße ich auch die Vertreter der für die ÖKIE und die geodätischen Disziplinen zuständigen Bundesministerien für Bauten und Technik sowie für Wissenschaft und Forschung und der Universitäten. Gleichzeitig bitte ich um Verständnis dafür, daß ich von einer namentlichen Begrüßung dieser und der Vertreter zu- und nachgeordneter Organisationen sowie vieler Freunde Abstand nehme.

Nur für den Vertreter der IUGG, Prof. Dr. H. Moritz, und für die Hauptperson der heutigen Veranstaltung, den emeritierten Univ.-Prof. der ETH Zürich, Dr.-Ing. Dr. h. c. Hellmut Schmid, für welchen die heutige Feier ausgerichtet wurde, sei eine Ausnahme gestattet.

Erlauben Sie mir nun einige einleitende Worte zur heutigen Feier.

Die ÖKIE ist aus der 1863 gegründeten Mitteleuropäischen Gradmessungskommission entstanden, sie ist daher eine traditionsreiche, hohes internationales Ansehen genießende Organisation. Im Bewußtsein dieser Tatsache hat die ÖKIE 1976 den Beschluß gefaßt, in Abständen von etwa 4 Jahren eine Friedrich-Hopfner-Medaille für hervorragende geodätische Leistungen zu verleihen. Dadurch soll einerseits die herausragende Persönlichkeit des 1949 verunglückten österreichischen Geodäten Prof. Friedrich Hopfner lebendig erhalten bleiben und als Vorbild wirken und andererseits eine Anerkennung für hohe Leistungen erfolgen.

Die F.-H.-Medaille wurde erstmals 1978 an a.o. Prof. Dr. K. Killian, Wien, verliehen, der heute unter uns weilt. Die zweite Verleihung erfolgte 1982 an Prof. Dr. K. Ramsayer, Stuttgart, der leider durch eine schwere Erkrankung verhindert war, die Medaille persönlich entgegenzunehmen und bald darauf verstarb. In der heutigen Feier erfolgt die dritte Verleihung der F.-H.-Medaille an den emeritierten Professor der ETH Zürich, Dr.-Ing. Dr. h. c. Hellmut Schmid.

Laudatio für Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. H. Schmid

Im Rahmen des in den Satzungen vorgesehenen Turnus von 4 Jahren hat die ÖKIE im Jahre 1986 die Verleihung der dritten Friedrich-Hopfner-Medaille vorgesehen. Nach einer sorgfältigen Prüfung der in Frage kommenden Kandidaten wurde hiefür der emeritierte Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. Hellmut Schmid aus der Schweiz ausgewählt. Die Gründe für diese Wahl sind in der nun folgenden Laudatio enthalten.

H. Schmid wurde am 12. September 1914 in Dresden geboren. Nach der Volksschule besuchte er dort die naturwissenschaftliche Abteilung einer Höheren Schule und bestand 1934 das Abitur. Sodann leistete er die studentische Arbeitsdienstpflicht ab und begann das Studium des Vermessungswesens an der Technischen Hochschule in Dresden. Bereits in dieser ersten Etappe seiner Ausbildung war die Liebe zu den Bergen ein wesentliches Motiv für sein Handeln.

Auch die Entscheidung zum Studium des Vermessungswesens ist auf die in diesem Fach vermutete Aktivität in der Natur zurückzuführen. Während des in der regulären Zeit von vier Jahren 1938 absolvierten Studiums fand H. Schmid Zeit für die Ausübung seiner alpinen Liebhaberei. In extremen Klettereien und in den alpinen Skiwettbewerben mit Abfahrt, Langlauf und Sprunglauf brachte er es zu Meisterwürden. Aber auch seine fachlichen Leistungen lagen weit über dem Durchschnitt. Er kannte die Härte des sportlichen Wettbewerbes um den Sieg und übertrug diese auch auf seine fachlichen Aktivitäten. Mit dem 1938 erworbenen Diplom strebte er eine Betätigung im oder wenigstens in der Nähe des alpinen Bereiches an. Er bewarb sich daher um eine Stellung in der österreichischen (damals ostmärkischen) Hauptvermessungsabteilung in Wien. Um die hiefür gestellten Vorbedingungen nach photogrammetrischen Kenntnissen zu erfüllen, wurde er Assistent bei Prof. Hegershoff an der TH Dresden und promovierte im Jahre 1941 mit einer Arbeit über Probleme der Luftbildtriangulation langer Streifen.

Im Anschluß daran wurde er zur Heeresversuchsstelle Peenemünde eingezogen, in welcher die Entwicklung der deutschen Raketenwaffen erfolgte. H. Schmid wurde mit der Durchführung der vielfältigen Vermessungsarbeiten betraut, welche bei der Entwicklung der deutschen Raketen, insbesondere der V2, auftraten. Hier hatte er Gelegenheit, seine geodätischen, photogrammetrischen und mathematischen Kenntnisse sowie seine meßtechnische Begabung voll einzusetzen.

In Peenemünde war damals ein Stab hervorragender Wissenschaftler und Ingenieure tätig, unter denen sich auch Wernher von Braun befand. Hier erhielt der jurige Doktor viele Anregungen und konnte seine eigenen Ideen zur Diskussion stellen. Hier lernte er den von den Professoren Hopmann und Lohmann bereits 1943 gemachten Vorschlag kennen, Richtungen nach einem Flugobjekt durch photographischen Anschluß an das System der Fixsterne zu

bestimmen. Ein Verfahren, das auch in der 1947 von Väisälä publizierten Stellartriangulation enthalten ist und später von H. Schmid in verfeinerter Form auch im PAGEOS-Weltnetz verwendet wurde. Hier entwickelte er neue Verfahren der Flugbahnvermessung mit dem Kinoteodolit und mit einem von ihm vorgeschlagenen Präzisions-Phototheodolit.

Nach Kriegsende wurde H. Schmid nahe gelegt, mit einer von Wernher von Braun geleiteten Gruppe von Wissenschaftlern und Technikern in den USA in Fort Bliss in Texas und auf dem ersten US-Raketenschießplatz White Sands in New Mexico tätig zu sein. Dort wurde er erstmals Leiter der Gruppe für die Vermessung von Flugbahnen eingesetzt, mit dem Ziel, die in Peenemünde gewonnenen Erfahrungen und Ergebnisse zu rekonstruieren und für die US-Armee bereitzustellen. Trotz der für die deutschen Nachkriegsverhältnisse bevorzugten Behandlung war H. Schmid von dieser Tätigkeit des Repetierens nicht befriedigt. Er strebte eine Stelle an, die höhere Anforderungen stellte, und in der er auch seine wissenschaftlichen Ambitionen befriedigen konnte. Diese fand er 1950 in den Ballistic Research Laboratories (BRL) und dem zugehörigen US Army Aberdeen Proving Ground in Maryland. In dieser für die Vermessung weittragender Geschößbahnen zuständigen Dienststelle stellte H. Schmid eine aus Mathematikern, Elektro- und Mechanik-Ingenieuren bestehende Gruppe zusammen, der als Berater auch die Pioniere der elektronischen Datenverarbeitung, Prof. Neumann und Prof. Wiener, angehörten. Seiner Gruppe standen leistungsfähige, mit Röhren betriebene Computer zur Verfügung, die heute Ungetümen aus grauer Vorzeit gleichen, aber die Berechnungen für weite Flugbahnen wesentlich rascher durchführten als die vorher benutzten Maschinen. H. Schmid hatte sich mit dieser Gruppe einen Mitarbeiterstab geschaffen, derdem in Peenemünde glich, aber in der Rechenleistung weitüberlegen war. H. Schmid entwickelte in der Folge strenge Formelsysteme für die Grundaufgaben der analytischen Photogrammetrie, das heißt für die Orientierung von Aufnahmen und für die Rekonstruktion von Bahnkurven und von Objekten. Auf seine Anregung und unter seiner Leitung entstanden genauere und leistungsfähigere Geräte für die Aufnahme und die Auswertung, wie die ballistische Wildkammer BC4 und der Präzisions-Stereokomparator Wild STK 1.

Im BRL erlebte H. Schmid 1957 die Schockwirkung und Herausforderung der US-Wissenschaftler, Techniker und Militärs durch den Start von Sputnik 1 und 2. Für ihn war dies Anlaß, über den Einsatz von Satelliten für die Durchführung weltweiter geodätischer Aufgaben, insbesondere der Schaffung eines Weltnetzes, nachzudenken und Vorschläge hierfür auszuarbeiten. Als Folge seiner Aktivitäten wurde er 1962 zum wissenschaftlichen Berater des Direktors der „US Army, Geodesy, Intelligence, Mapping Research and Development Agency“ ernannt. In dieser Position konnte er seine Chefs und Mitarbeiter von der Möglichkeit und der Notwendigkeit eines weltweiten geodätischen Kontrollnetzes überzeugen. Sein Vorschlag einer geometrischen, optischen Stellartriangulation wurde angenommen und in der Folge auch vom US-Verteidigungsministerium unterstützt. Um seinen Vorschlag ausführen zu können, wurde H. Schmid 1963 zum wissenschaftlichen Berater des Direktors des US Coast and Geodetic Survey und 1966 zum Direktor für Forschung und Entwicklung im gleichen Amt bestellt. In diesen Funktionen wurde er mit der wissenschaftlichen und technischen Verantwortung für das gesamte, zum nationalen geodätischen Satellitenprogramm erklärten Weltnetz-Projekt betraut.

H. Schmid hat auf dem Weg zu diesem hohen Amt Erstaunliches geleistet. Vom dienstverpflichteten Angehörigen eines besiegten Landes ist er zum Leiter eines grundlegenden, weltweiten geodätischen Projektes aufgestiegen, das für die Wissenschaft und Praxis sowie für das Militär von großer Bedeutung war. Ein Projekt, das beitragen sollte, den USA, der Siegnation, das durch die Sputniks angeschlagene Vertrauen und das Prestige auf diesem Sektor wiederzugeben. Dieser Weg war durch harte Arbeit, ernsthaftes Studium und Ringen um Erkenntnis unter schwierigen Anfangsbedingungen gekennzeichnet. Dazu kam die Gabe, dieses verständlich zu machen, die Ausdauer bei Verhandlungen, die Redlichkeit und die auch in harten Diskussionen durchbrechende Herzenswärme und Einsicht. Durch das glückliche

Zusammentreffen dieser Eigenschaften konnte er unter vielen Tausenden von privilegierten Bewerbern zum Ziel gelangen.

Die Situation für die geodätische Forschung in den USA war in dieser Zeit des Aufholens europäischen und östlichen Fortschrittes für einen Europäer recht verwirrend. Armee, Luftwaffe und Marine suchten auf getrennten Wegen zum Ziel eines weltweiten geodätischen Netzes zu gelangen, das für die Steuerung von Raketen und Satelliten und für die Navigation von U-Booten benötigt wurde. Dazu kam die Aktivität des zivilen Coast and Geodetic Survey. Jede dieser Organisationen hatte hierfür eigene Forschungsgruppen eingerichtet, die verschiedene Systeme entwickelten. Die Armee befaßte sich mit SECOR (Sequential Collation of Ranges), einem Trilaterationssystem, bei dem Entfernungen gleichzeitig vom Satelliten nach 4 oder mehreren Erdstationen gemessen werden konnten. Die Marine entwickelte das Dopplersystem NNSS (Navy Navigation Satellite System), bei dem wie beim Vorschlag von Prof. Wolmann in Peenemünde Dopplerfrequenzen verwendet wurden. In der Luftwaffe wurde eine Stellartriangulation mit einer langbrennweitigen Kammer BC 1000 und Lichtblitzen erprobt. Diese Systeme standen in Konkurrenz, die Erprobung fand in verschiedenen Testfeldern statt, die oft geodätisch nicht verbunden waren. Ein Vergleich der Ergebnisse war daher oft nicht möglich. In dieser Situation entwickelte H. Schmid unter Benutzung seiner in Peenemünde und in Aberdeen (BRL) gewonnenen Erfahrungen mit der photogrammetrischen Stellartriangulation, strenge physikalische und mathematische Modelle für die einzelnen Phasen der Aufnahme und Berechnung und führte Untersuchungen zur Auffindung optimaler Konfigurationen durch.

Das daraus entstandene Weltnetz ist ein mit Hilfe eines passiven geodätischen Satelliten (Durchmesser 30 m, Höhe 4080 km) geschaffenes, geometrisches Richtungsnetz mit 45 über die gesamte Erde verteilten Punkten. Der Maßstab wurde durch Messung von 6 Basen in der Länge von (2000 bis 4000) km, davon 2 in den USA, 2 in Australien und je eine in Europa und Afrika, bestimmt. Eine Fehlerdiskussion ergab für orientierte Richtungen im Zentralbereich der Aufnahmen von $\pm 0,3''$, für Basislinien $\pm 1,5$ ppm und von $\pm 1,5$ ppm für die Lage und $\pm 2,0$ ppm für die Höhen. Die Feldarbeiten für das gesamte Projekt dauerten von Juni 1966 bis September 1971, die Berechnungen wurden 1972 abgeschlossen. Nach dem erfolgreichen Abschluß des PAGEOS-Projektes war H. Schmid erst Berater und dann Direktor für Forschung und Entwicklung im US-Coast and Geodetic Survey und als solcher für die geodätischen Arbeiten bei der Apollo-Mondmission verantwortlich.

Nach 29-jährigem Aufenthalt in den USA erhielt der inzwischen zum US-Staatsbürger gewordene H. Schmid eine Berufung als Professor für Photogrammetrie am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie an die ETH Zürich. Er nahm diese an und wirkte bis zu seiner Emeritierung 1984 an diesem traditionsreichen Lehrstuhl als Nachfolger von Prof. Dr. H. Kasper. Er befaßte sich in dieser Zeit mit Problemen der analytischen Photogrammetrie, dem Einsatz des analytischen Plotters und der Anwendung von neueren Verfahren der Matrizenalgebra und der Statistik in der Photogrammetrie und Geodäsie. Ausgestattet mit den reichen Erfahrungen seiner wissenschaftlichen und praktischen Tätigkeit an vorderster Front konnte er nun in seiner Heimat Europa tätig sein und eine reiche Ernte einbringen. Auch hatte er nun wieder die Möglichkeit, seine geliebten Berge öfters zu besuchen und in diesen viel Versäumtes nachzuholen. Seine in den USA geborene Tochter Monika, die vom Vater die Liebe zur Natur und zur sportlichen Betätigung sowie Temperament und Verstand geerbt hat, sorgt als Forstingenieurin mit ihrem als Geologen tätigen Mann für die Erhaltung des so lebenskräftigen Schmid'schen Stammes in den USA und für die Verbindung zwischen neuer und alter Heimat.

Die Leistungen von H. Schmid wurden weltweit anerkannt. 1968 wurde ihm die höchste Auszeichnung der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie, der Brock-Preis, verliehen, 1973 wurde er zum korrespondierenden Mitglied der Bayerischen Akademie der Wissenschaften gewählt und 1971 mit der Würde eines Dr.-Ing. h. c. der Universität Bonn geehrt. In den USA erhielt er 1965 die Colbert-Medaille der Society of American Military Engineers, 1973

wurde er korrespondierendes Mitglied der American Geophysical Union, 1973 erhielt er von der NASA den Group Achievement Award für die erfolgreiche Ausführung der photogrammetrischen Aufnahme des Mondes während der Apollo-Flüge 15, 16 und 17. Über siebzig vielbeachtete Publikationen sind Beweis für seine wissenschaftliche Schaffenskraft.

Verleihung der Friedrich-Hopfner-Medaille

Sehr geehrte festliche Versammlung!

Aus der soeben vorgetragenen Laudatio geht eindrucksvoll hervor, daß H. Schmid eine außerordentlich bemerkenswerte Persönlichkeit ist, der die geodätische und photogrammetrische Fachwelt hervorragende Leistungen auf den Gebieten der Photogrammetrie und Geodäsie verdankt. Es sind dies die präzisen, allgemeinen analytischen Lösungen der für die Orientierungs- und Rekonstruktionsaufgaben der Photogrammetrie, die Bestimmung des ersten globalen geodätischen Kontrollpunktsystems, das als PAGEOS-Weltnetz in die Geschichte der Geodäsie Eingang gefunden hat und die damit gezeigte Anwendung eines photogrammetrischen Verfahrens für eine Grundaufgabe der Erdmessung sowie fundamentale Betrachtungen zur Ausgleichung und Orientierung von räumlichen Netzsystemen.

In Würdigung dieser Leistungen hat die ÖKIE am 16. Juni 1985 den einhelligen Beschluß gefaßt, die dritte Friedrich-Hopfner-Medaille an

Herrn Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Hellmut Schmid

zu verleihen.

Ich habe die Ehre, diesen Beschluß zu vollziehen, indem ich diesen öffentlich bekanntgebe und dem Geehrten die Friedrich-Hopfner-Medaille überreiche. Ich verbinde diese Handlung mit meinen herzlichen Glückwünschen und gebe meiner Freude darüber Ausdruck, daß es mir vergönnt war, diese Feier für meinen Freund aus vergangenen Tagen auszurichten und ihm als erster zur neuen Ehrung zu gratulieren.

Raketenentwicklung und Satellitengeodäsie*)

Von Prof. Dr. H. Schmid, Zürich

*) Manuskript des Festvortrages, der von Prof. Dr. H. Schmid im Anschluß an die Verleihung der Friedrich-Hopfner-Medaille an ihn am 25. April 1986 an der Technischen Universität Wien gehalten wurde.

Sehr geehrter Herr Rektor.

Sehr verehrter Herr Präsident der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung und deren sehr geehrte Mitglieder.

Meine lieben Herrn Kollegen und Angehörige der Universitäten.

Sehr geehrte Herrn Vertreter der Vermessungsbehörden und Vermessungsbüros von Österreich.

Meine sehr geehrten Damen und Herren.

Zunächst möchte ich mich für die Ehrung, die mir soeben mit der Verleihung der Friedrich-Hopfner-Medaille durch den Präsidenten der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung zuteil wurde, recht herzlich bedanken. Auch für die von Univ.-Prof. Dr. mult. Rinner verlesene Laudatio und die darin zum Ausdruck kommende Würdigung meiner Person darf ich meinen herzlichen Dank aussprechen. Ich bedanke mich für diese wohlgemeinte und dementsprechend von mir in geziemender Bescheidenheit aufgenommene Wertschätzung. Wenn ich mir nun erlauben darf, einige technische Bemerkungen zur Bedeutung

der geodätischen Disziplin für die Raketenentwicklung bzw. die Entwicklung der Satellitentechnik zu machen, freue ich mich dabei, meine Achtung für die Person auszudrücken, deren Namen die mir überreichte Medaille trägt.

Als ich ziemlich jung und beruflich unerfahren aufgrund glücklicher Umstände 1941 zu der Heeresversuchsanstalt Peenemünde, dem damaligen Zentrum für Raketenentwicklung in Deutschland, als Meßingenieur dienstverpflichtet wurde, wurde mir in theoretischer Hinsicht das Buch „Physikalische Geodäsie“ von Friedrich Hopfner zu einer Art Rettungsanker. Mit meinem Studium des Vermessungswesens wurde mir – zumindest aus heutiger Sicht – nur ein recht bescheidenes Wissen auf dem Gebiet der „Höheren Geodäsie“ vermittelt. Vor allem fußten die vorgetragenen Grundgedanken dieses Fachzweiges fast ausschließlich auf geometrischen Modellvorstellungen. Nur am Rande wurde man davon unterrichtet, daß geodätische Beobachtungen, die der Lösung von fundamentalen Aufgaben auf diesem Gebiete dienen sollten, aufgrund der Theorie der Isostasie zu korrigieren seien. In der angewandten Geodäsie wurden somit die geodätischen Grundlagen im wesentlichen auf geometrisch definierten Annahmen aufgebaut.

Im Gegensatz dazu soll als Ausgangspunkt der heutigen Bemerkungen die Tatsache vorangestellt werden, daß die Flugbahn einer Rakete im Rahmen eines großräumigen physikalischen Experimentes zu verstehen ist. Darauf beruht letztendlich auch die Möglichkeit, eine Brücke zu schlagen zwischen der Raketenentwicklung und der Satellitengeodäsie.

Die Vermessung einer Raketenbahn und damit auch die entsprechende Interpretierung der Resultate einer solchen Vermessung muß also unter Berücksichtigung gewisser physikalischer Parameter geschehen. Geodätisch gesehen ist darin auch das Problem enthalten, das mathematische Bezugssystem der Flugbahnvermessung in Verbindung mit dem Schwerfeld der Erde zu definieren, wie auch die Form der Flugbahn grundsätzlich vom Schwerfeld bestimmt wird. Die Interpretation der Flugbahn einer Rakete, z. B. ausgedrückt durch Ort-/Zeit-Koordinaten des Flugkörpers, muß also aufgrund potential-theoretisch gesicherter Grundlagen erfolgen.

Geht man zunächst von einer einfachen Darstellung unseres Problems aus, nämlich von den Bedingungen der Wurfbewegung im luftleeren Raum bei unveränderter Fallbeschleunigung und ohne Berücksichtigung der Erdkrümmung und Erddrehung, so erkennt man aus den entsprechenden Elementarformeln u. a. die Tatsache, daß die „Wurfweite“ mit dem Quadrate der Abwurfgeschwindigkeit anwächst. Nun galt es bereits in den vierziger Jahren in den sich mit der Raketenentwicklung befassenden Kreisen als ein erstrebenswertes Ziel, die Geschwindigkeit beim Abschluß einer Rakete, die sogenannte Brennschlußgeschwindigkeit, bis zu einem Werte zu steigern, der es einem mit einer solchen Geschwindigkeit in den Raum geschleuderten Flugkörper ermöglicht, in der Zeiteinheit eine Entfernung zurückzulegen, die, wenn vektoriell mit der durch die Schwerkraft bewirkten Komponente des freien Falls vereint, den Flugkörper auf einer die Erde umkreisenden Bahn hält.

Eine Satellitenbahn ist also im Sinne der eingangs gemachten Äußerungen nichts anderes als ein weiterer Wurf. Die Flugbahn muß allerdings unter dem Einfluß der anfänglich als vernachlässigbar angenommenen Parameter, vor allem der räumlichen Variabilität des Schwerfeldes, der sogenannten Erdkrümmung, der Erddrehung sowie einigen in die Aeronomie gehörigen Größen und u. a. dem Strahlungsdruck der Sonne, verstanden werden.

Diese Feststellung ist aber auch umkehrbar. Aus einer genügend genauen und geophysikalisch sinnvollen Bahnvermessung lassen sich durch Vergleich mit einem entsprechenden mathematischen Ausdruck für die Umlaufbahn, die in diesem Modell auftretenden Parameter quantitativ, und bei Anwendung einer Ausgleichung auch in statistischer Hinsicht bestimmen. Da die genannten Einflußgrößen zu einem wesentlichen Teil geodätischer Natur sind, liegt in dieser Tatsache die Substanz der heutigen dynamischen Satellitengeodäsie. In anderen Worten: Die Interpretation der Vermessungsergebnisse von Umlaufbahnen erdnaheer Satelliten kann für die quantitative und qualitative Bestimmung von geodätischen Parametern Verwendung

finden, eingeschlossen die Festlegung von räumlichen Lagekoordinaten der Stationen, von denen die Bahnvermessung ausgeführt wurde. Damit verbunden ist die Möglichkeit der Erstellung eines globalen geodätischen Bezugssystems.

In bezug auf einen Raketenabschuß, d. h. wie erwähnt, eines großräumigen physikalischen Experimentes, erschienen mir die von Hopfner geäußerten Gedanken besonders wegweisend, wobei den Bestrebungen von Clairaut, die Bestimmung einer mathematischen Erdfigur als spezielle Aufgabe der Theorie der Gleichgewichtsfiguren zu betrachten, die Theorie von Bruns, d. h. das Problem der Niveauflächen, gegenüber gestellt wird. Hopfners Hinweis, daß dabei der Einfluß der terrestrischen Gezeiten, wie sie von Sonne und Mond erzeugt werden, bei der Darstellung der Niveauflächen unberücksichtigt bleibt, ist für die Zwecke der Raketenentwicklung belanglos. Wichtig dagegen erschien, daß die Theorie von Bruns, ohne irgendwelche Voraussetzungen in bezug auf die Massenverteilung im Erdinnern zu fordern, das Problem der Niveauflächen behandelte. Somit war es auch möglich, an die allgemeinen Grundlagen der Potentialtheorie anzuknüpfen. In Verbindung mit der von Hopfner als mathematisches Hilfsmittel vorgestellten allgemeinen Kugelfunktion und deren Verwendung bei der Entwicklung des Erdpotentials in eine nach Kugelfunktionen fortschreitende Reihe, erhielt man für die Flugbahnberechnung eine rechentechnisch relativ einfach zu handhabende Methode zur quantitativen Darstellung des Schwerefeldes im Raume, welcher von der unter Entwicklung stehenden Rakete durchflogen wurde. Als geodätische Bezugswerte an der Oberfläche standen die Ergebnisse der damals im Gebiet der Ostseeländer ausgeführten wissenschaftlichen geodätischen Arbeiten zur Verfügung, ergänzt durch Spezialmessungen des Reichsamtes für Landesaufnahme im Gebiet der Raketenschußbahn längs der deutschen Ostseeküste.

Wenn auch die Treffgenauigkeit der Rakete für den militärischen Einsatz nicht durch extreme Anforderungen gekennzeichnet war (Längs- und Seitenablage 1 % der Schußweite), so mußten die durch die Flugbahnvermessung bereitgestellten Messungsunterlagen, welche der Interpretation des Schußexperimentes dienen sollten, einmal, wie erwähnt, auf potentialtheoretisch gesicherten Grundlagen basieren, zum anderen mußten sie genau genug sein, damit sich gewisse kritische Parameter, wie z. B. die sich beim Abschalten des Antriebs ergebende sogenannte Brennschlußgeschwindigkeit mit für die Entwicklung nötiger Genauigkeit berechnen ließen. Gerade die Bestimmung der für die Flugbahn so ausschlaggebenden Antriebsgeschwindigkeit ist auch aus meßtechnischen Gründen bemerkenswert. Die von Prof. Wolmann, Institut für Fernmeldetechnik an der TH Dresden, erfundene Dopplermessmethode kam für die Bestimmung dieses Parameters routinemäßig zum Einsatz. Dieses Verfahren konnte somit nicht als Kontrollmessung verwendet werden, war es doch einmal die Aufgabe, durch den Einsatz von typisch vermessungstechnischen Instrumentariums den metrischen Charakter des Dopplerverfahrens zu erhärten, zum anderen die Eignung der Dopplermethode für den Abschaltvorgang unter Beweis zu stellen.

Wie leicht einzusehen, ist die Ableitung der für die Beurteilung der Antriebsflugbahn wichtigen Geschwindigkeits- und Beschleunigungskurven, durch die ein- bzw. zweimalige Differenzierung der Orts-Zeit-Koordinaten der vermessenen Punkte der Antriebsbahn eine von der Fehlerfortpflanzung her undankbare Aufgabe. Schlußendlich kam mir der Gedanke, die Freiflugbahn als geeigneten Integrator zu benutzen und die Brennschlußgeschwindigkeit aus einer Anzahl von vermessenen Punkten der Freiflugbahn zurückzurechnen. Voraussetzung war die Bahnvermessung eines geeigneten Teiles der Freiflugbahn der Rakete. Da aus Genauigkeitsgründen nur photogrammetrische Kammern mit zeitgesteuerten Rotationsverschlüssen in Frage kamen, mußte die photographische Sichtbarkeit der Rakete möglich gemacht werden. Nach langwierigen von Fehlschlägen gekennzeichneten Versuchen mit pyrotechnischen Hilfsmitteln kam ich schließlich — und eigentlich durch Zufall — auf die Idee, das von der Rakete reflektierte Sonnenlicht zu nutzen, eine sehr wirksame Methode, die allerdings einschränkende Bedingungen an die Zeitspanne des Abschusses mit sich brachte.

(Rakete noch sonnenbestrahlt, Meßapparatur bereits im Erdschatten). Das Prinzip der Vermessung beruht auf der Interpolation der räumlichen Richtungen nach den Raketenbahnpunkten in das mit abgebildete Feld der Fixsterne. Diese räumliche Triangulationsmethode war mir auf dem Schießplatz Rügenwalde von den Herren Prof. Lohmann und Hopmann bei der erfolgreichen Vermessung von mit Leuchtspur versehenen Geschossen demonstriert worden. Der routinemäßige Einsatz dieser Meßmethode wurde durch das Kriegsende verunmöglicht.

Mit den Grundlagen dieser Meßmethode war jedoch die Voraussetzung für die später auszuführende geometrische Satellittriangulation gegeben, die u. a. auch zur Bestimmung der räumlichen Lage von 49 global verteilten Stationen führte.

Mit der bisher vorgetragenen Darstellung wollte ich Ihnen zeigen, wie das Problem der Flugbahnvermessung — ein nicht unwichtiger Bestandteil der Gesamtentwicklung der Rakete — von den zu jener Zeit vorhandenen Überlegungen auf dem Gebiete der geophysikalischen Geodäsie profitierte. Dabei waren die Erkenntnisse von Friedrich Hopfner von großem Wert. Auf der mehr praktischen Seite wurde das Raketenentwicklungsprogramm in Peenemünde durch den Einsatz von vermessungstechnischen Apparaturen und der Verwendung erprobter Meßmethoden der Vermessungskunde entscheidend unterstützt. Der praktische Verlauf dieser Einsatzphase geschah im wesentlichen nach dem Motto, das Prof. Barkhausen, Ordinarius für Schwachstromtechnik an der TH Dresden und eine weltberühmte Pionierfigur auf dem Gebiet, das heute Elektronik heißt, mir beim Abschied mit auf den Weg nach Peenemünde gab. Sein Ratschlag ist mir noch heute in historischer Sicht erinnerungswert, gerade weil er von einem damals führenden Mann der Elektrizitätstechnik kam. Prof. Barkhausen sagte zu mir: „Man fange nichts elektrisch an, was man auch mechanisch kann.“

Die Fortsetzung der Raketenentwicklung und damit auch der erwähnten Aspekte der Entwicklung spezifischer Meßverfahren ließ in den USA zunächst auf sich warten. Die Verzögerung kann meiner Meinung nach zu einem guten Teil damit erklärt werden, daß man in den Kreisen, die auf dem militärischen Sektor entwickelungstechnische Entscheidungen treffen mußten, sich nicht einigen konnte, ob die Rakete als eine Art unorthodoxe Kanone oder als unbemannter Bomber zu gelten hatte.

Persönlich konnte ich meinen Transfer von der v. Braun'schen Gruppe zu den Ballistic Research Laboratories (BRL) an der Ostküste von Maryland bewirken. Diese Organisation war unter anderem für die Entwicklung von Meßverfahren verantwortlich, die für die Aufgabe der Flugbahnvermessung von Sondergeräten geeignet waren. Aufgrund der bei den BRL großzügigen Einstellung in bezug auf den Arbeitseinsatz des Einzelnen, konnte ich, da das Computing Centre im BRL als die Wiege des elektronischen Rechnens anzusehen ist, mich frühzeitig (1950) mit dem Potential dieser Rechenart vertraut machen. Dazu kamen die Einblicke, die mir im Ballistic Measuring Laboratory (BML) in die modernste Methodik der verschiedenen Meßverfahren möglich waren. U. a. wurde das bei Kriegsende in den USA unbekanntes Dopplerverfahren unter Anwendung der schon damals hochstehenden Kenntnisse auf dem Gebiet der Elektronik in bezug auf praktischen Einsatz und Datenverarbeitung weiter entwickelt. Rückblickend möchte ich sagen, daß diese Zeit eine ausgezeichnete Vorbereitung für die Aufgaben war, die mit dem Abschluß von erdnahen Satelliten eingeleitet wurde und die von Anfang an u. a. der Bestimmung globaler geodätischer Information diente. Die in der Folge stattfindende Gesamtentwicklung auf diesem Gebiete hat neben dem Mondprogramm zu einer fast verwirrenden Anzahl von Versuchen mit Satelliten geführt. Die meisten dieser Experimente sind dadurch gekennzeichnet, daß der Satellit als Träger spezifischer Apparaturen zum Einsatz kommt, wobei die Kenntnis seiner Bahn, oft ohne hohe Genauigkeitsansprüche, lediglich der Zuordnung der Versuchsergebnisse nach Ort und Zeit dient. Wie schon aus den anfänglich gemachten Äußerungen hervorgegangen war, ist ein geodätischer Satellit dagegen vom Prinzip her als ein Massenpunkt zu betrachten, der unter dem Einfluß von geodätisch-geophysikalischen Parametern der Erde eine Umlaufbahn beschreibt. Es ist die Umlaufbahn,

die in ihrer zeitabhängigen Form die gesuchte Information enthält. Wenn auch in der Praxis der geodätische Satellit für die Vermessung seiner Bahnkurve Komponenten mit sich trägt, die der spezifischen zur Anwendung kommenden Bahnvermessungsmethode dienen (verschiedene Reflektoren für optische und/oder elektronische Vermessung, oder eventuell auch autark arbeitende Meßinstrumente wie Laserentfernungsmesser oder Instrumentation zur Schwere-messung), so liefert, vom grundsätzlichen Standpunkt betrachtet, die nach Ort und Zeit genaue Bestimmung der Bahnkurve eines solchen Satelliten wertvolle Information für die geodätische Disziplin. Die Resultate sind aufgrund der nunmehr möglichen geophysikalischen Interpretation sowohl für praxisbezogene Anwendung als auch für theoretische Studien geeignet. Die Periode der „Höheren Geodäsie“, die sich auf Hypothesen stützen mußte, wurde durch die geophysikalische Aussagefähigkeit der Satellitenbahn abgelöst. Messungen und deren statistische Aufarbeitung sind an Stelle hypothetischer Annahmen getreten.

Zu Beginn hatte ich versucht darzustellen, wieso und inwieweit die Raketenentwicklung von theoretischen Kenntnissen der Höheren Geodäsie profitierte und wie die für diese Entwicklung unerläßliche Flugbahnvermessung aufgrund geodätischer Prinzipien und vermessungskundlicher Erfahrung ausgeführt werden konnte. Es war die Zeit des „Gebens“ seitens der Vermessung, wie diese Art des Beitrags zu technischen Entwicklungen typisch ist. Im Falle der Raketenentwicklung ergab sich bereits aus dieser Phase eine für die Meßtechnik erfreuliche Dividende mit der Entwicklung eines zum Gebiet der Hochzieltriangulation gehörenden photogrammetrischen Präzisions-Meßverfahrens und — meiner Meinung nach besonders wichtig — die Anfangsentwicklung der elektronischen Dopplermethode. Die Phase der eigentlichen Nutznießung der Raketenentwicklung seitens der Geodäsie kam jedoch erst mit dem Abschluß von Satelliten. Nicht nur konnten nun geodätische Vorstellungen auf globaler Basis verwirklicht werden, sondern die Satellitenflugbahn selbst ermöglicht aufgrund ihres geophysikalischen Charakters für die Geodäsie im Zusammenhang mit der Schaffung globaler geodätischer Bezugssysteme die praktisch hypothesenfreie Bestimmung geophysikalisch bedeutsamer Parameter. Dem Gebiet der Geophysik bzw. den entsprechenden Untersuchungen wird durch die Bereitstellung derartiger geodätischer Größen vor allem dadurch geholfen, daß die geodätischen Resultate nicht mehr aufgrund von geophysikalischen Hypothesen bestimmt werden müssen, sondern aus Messungen der Flugbahn von in der physikalischen Wirklichkeit existierenden materiellen Flugkörpern abgeleitet werden können.

Überzeugt bin ich, daß die Österreichische Kommission für die Internationale Erdmessung die zweifellos wünschenswerte heutige geodätisch-geophysikalische Entwicklung durch bemerkenswerte Beiträge weiter fördern wird und damit den Einfluß fortsetzt, der durch die Ideen von Friedrich Hopfner für die Raketenentwicklung von großem Nutzen war.

Meine sehr geehrten Damen und Herren, ich danke Ihnen allen für Ihre Anwesenheit und Aufmerksamkeit.

Aus Rechtsprechung und Praxis

Zustimmungserklärung

Wenn nach dem Inhalt eines Exekutionstitels der Verpflichtete eine Willenserklärung (hier: Zustimmung zur Mappenberichtigung und Umwandlung des Nachbargrundstückes in den Grenzkataster) abgegeben hat, gilt diese Erklärung gemäß § 367 Abs. 1 der Exekutionsordnung als abgegeben, sobald das Urteil die Rechtskraft erlangt hat. Die Zustimmungserklärung kann auch in Form eines in Rechtskraft erwachsenen gerichtlichen Urteiles vorgelegt werden.

BMfBuT, GZ 46.205/1-IV/6/85 vom 23. April 1985

VwGH, ZI. 85/04/0094 vom 17. September 1985

Die Eigentümer des Grundstückes Nr. 371 der KG S haben den Antrag auf Umwandlung dieses Grundstückes gestellt. Dem Antrag war der Plan des Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen Dipl.-Ing. L. angeschlossen. Das Vermessungsamt hat die Umwandlung des Grundstückes verfügt. Der Bescheid des Vermessungsamtes wurde im Instanzenzug bekämpft.

Soweit den Berufungsausführungen entnommen werden kann, wird einerseits der Grenzverlauf zwischen den Grundstücken Nr. 371 und 373 der KG S bestritten und andererseits die Gültigkeit des Versäumnisurteiles des Bezirksgerichtes B angezweifelt.

Die Frage des Grenzverlaufes war jedoch gerade Gegenstand des gerichtlichen Verfahrens vor dem Bezirksgericht B. Mit dem Versäumnisurteil, das mit der Vollstreckbarkeitsklausel versehen ist, wurden „die beklagten Parteien schuldig erkannt, der Mappenberichtigung laut Lageplan des Dipl.-Ing. L. zuzustimmen und in die Umwandlung in den Grenzkataster gemäß § 43 Abs. 6 VermG einzuwilligen“.

Gemäß Art. 94 Bundes-Verfassungsgesetz ist die Justiz von der Verwaltung in allen Instanzen getrennt. Aus der Gewaltentrennung ergibt sich aber notwendigerweise auch das Prinzip der wechselseitigen Anerkennung der von den Gerichten und den Verwaltungsbehörden gesetzten Vollzugsakten. Dieses Prinzip kommt in Art. 138 B-VG und den hiezu ergangenen Durchführungsbestimmungen zum Ausdruck. Auszugehen ist vom Grundsatz der wechselseitigen Bindung von Gerichten und Verwaltungsbehörden an präjudizielle Entscheidungen der anderen Staatsgewalt; die gegenseitige Bindung ist die rechtliche Folge der Gewaltentrennung (Adamovic-Funk, Allgemeines Verwaltungsrecht, 98; OGH, SZ 40/101). Wenn und solange eine rechtskräftige gerichtliche Entscheidung besteht, sind nicht nur die Parteien des Verfahrens, sondern auch die Gerichte und die Verwaltungsbehörden an sie gebunden (VwSlg NF 2811 F). Auch aus § 38 AVG folgt, daß die Verwaltungsbehörden an rechtskräftige Akte der Gerichte gebunden sind. Eine solche Bindung besteht, wenn die Entscheidung in Rechtskraft erwachsen ist (Walter-Mayer, Verwaltungsverfahren, 155).

Die Vermessungsbehörde ist daher an die Entscheidung des Bezirksgerichtes gebunden.

Die grundstückswise Umwandlung des Grundsteuerkatasters in einen Grenzkataster erfolgt nach § 17 Z 1 VermG auf Antrag des Eigentümers. Dem Antrag ist ein Plan eines Vermessungsbefugten, der den Voraussetzungen der §§ 37 und 43 VermG entspricht, anzuschließen (§ 18 VermG).

Strittig im berufsgegenständlichen Verfahren könnte nur mehr sein, ob der Plan auch dem § 43 Abs. 6 VermG entspricht.

Vom Planverfasser wurden — wenn auch nicht gleichzeitig — alle erforderlichen Zustimmungserklärungen vorgelegt. Diese sind vom Planverfasser mit Siegel und Unterschrift beglaubigt und durch die Anschreibung der Geschäftszahl des Planes eindeutig diesem Plan zugeordnet. Zum Zeitpunkt der Vorlage des Antrages auf Umwandlung waren alle erforderlichen Zustimmungserklärungen vorhanden, der Plan entsprach daher dem § 43 Abs. 6 VermG.

Hinzu kommt noch die bereits zitierte gerichtliche Entscheidung, wonach die nunmehrigen Berufungswerber schuldig erkannt werden, der Mappenberichtigung zuzustimmen und in die Umwandlung einzuwilligen. Gemäß § 367 Abs. 1 der Exekutionsordnung (EO) gilt eine Erklärung, zu der der Verpflichtete nach Inhalt des Exekutionstitels verpflichtet ist, als abgegeben, sobald das Urteil bzw. ein gleichzuhaltender Beschluß die Rechtskraft erlangt hat. Dabei macht es keinen Unterschied aus, ob der Verpflichtete im Titel zu einer Zustimmung oder zur Unterfertigung einer bestimmten Urkunde verpflichtet wird. Die Zustimmung ist daher im Sinne des § 367 Abs. 1 EO als gegeben zu erachten, ohne Rücksicht darauf, ob die Erklärung an den aus dem Exekutionstitel Berechtigten oder an einen Dritten, etwa an eine Behörde,

zu richten ist (VwGH, 1. Juli 1982, 81/06/0190). Die Zustimmungserklärung der Anrainer im Sinne des § 43 Abs. 6 VermG kann daher auch in Form eines in Rechtskraft erwachsenen gerichtlichen Urteils vorgelegt werden.

Die gegen den Bescheid des Bundesministers für Bauten und Technik erhobene Beschwerde an den Verwaltungsgerichtshof wurde mit Erkenntnis vom 17. September 1985, ZI. 85/04/0094, aus folgenden Gründen abgewiesen:

Wenn nach dem Inhalt eines Exekutionstitels der Verpflichtete eine Willenserklärung abzugeben hat, gilt diese Erklärung gemäß § 367 Abs. 1 der Exekutionsordnung als abgegeben, sobald das Urteil die Rechtskraft erlangt hat.

Im vorliegenden Fall durfte die belangte Behörde auf der Grundlage des § 367 Abs. 1 der Exekutionsordnung davon ausgehen, daß zufolge des Versäumungsurteiles — dessen Rechtskraft in der vorliegenden Beschwerde nicht bestritten wird — die Zustimmung der Beschwerdeführer zur Mappenberichtigung und die Einwilligung in die Umwandlung in den Grenzkataster gemäß § 43 Abs. 6 VermG als erteilt galt.

Die belangte Behörde durfte somit ferner davon ausgehen, daß die Mitbeteiligten (die Eigentümer des umgewandelten Grundstückes) der Bestimmung des § 18 VermG entsprochen hatten und ihrem Antrag einen Plan, der — jedenfalls seit dem Eintritt der Rechtskraft des Versäumungsurteiles — in Ansehung der erforderlichen Erklärung der Beschwerdeführer den Voraussetzungen nach § 43 VermG entsprach, angeschlossen hatten.

Mitteilungen und Tagungsberichte

Mehrweckkataster für Nordamerika?

Amerikanischer Technologietransfer nach Europa ist in aller Munde. Daß er auch in der Gegenrichtung möglich sein kann, soll hier aufgezeigt werden.

Die wenigen europäischen Teilnehmer an der Sitzung des amerikanischen Land Information Institute beim Kongreß der Fédération Internationale des Géomètres (FIG) 1981 waren überrascht, von ihren nordamerikanischen Kollegen zu hören, daß es einen Grundstückskataster in den USA nicht gibt. Weiters, daß nur teilweise öffentliche Bücher über den Grundbesitz verfügbar sind. Diese mitunter bei den Counties oder den Gemeinden geführten Register sind nur Verzeichnisse von Urkunden über Besitzübertragungen, die aber das Recht selbst in keiner Weise garantieren. Die Registrierung ist eine freiwillige. Das Eigentumsrecht kann nur nachgewiesen werden durch eine möglichst lückenlose Kette von Verträgen zurück bis zur Landübertragung durch die britische Krone oder die US-Regierung. Ist dieser Nachweis, was die Regel ist, nicht vorhanden, so spricht man von einem unsicheren Titel. Viele Käufer schließen daher beim Erwerb eine Titel-Versicherung ab, gleichsam eine Rechtsschutzversicherung für den problematischen Fall, daß ein anderer einen vielleicht „besseren“ Titel auf das selbe Grundstück vorweisen kann.

Die Verknappung an Bauland, die starksteigenden Grundstückspreise und auch die Notwendigkeit einer Raumordnung in Nordamerika erzeugten ein zunehmendes Bedürfnis nach verlässlicher Grundstücksregistrierung und führten zu einer Bundesstudie „Need for a Multipurpose Cadastre“, in der die Einführung eines Mehrweckkatasters in den USA in Anlehnung an europäische Vorbilder verlangt wird.

Erschwerend für solche Bestrebungen ist das fast völlige Fehlen von akademisch ausgebildeten Vermessungsingenieuren. Zur Zeit des erwähnten FIG-Kongresses beendeten in Nordamerika ganze 15

im Jahr an der University of New Brunswick in Kanada ihr Studium. Inzwischen haben schon einige US-Universitäten mit der Einrichtung der Studienrichtung Vermessungswesen begonnen.

In der oben erwähnten Studie, die von einer Kommission des National Research Council der amerikanischen Akademie der Wissenschaften herausgegeben wurde, wird ausgeführt:

Das derzeitige System hat sich seit 200 Jahren nicht geändert. Die Schwierigkeiten beim Grundstücksverkehr werden verursacht durch die sehr aufwendigen Erhebungen wegen der meist unzureichenden Registrierung der Dokumente und durch die hohen Kosten, die wegen der mangelhaften Beschreibung der Liegenschaften entstehen; Parzellennummern existieren ja kaum. Wegen der fehlenden Koordination zwischen den lokalen Dienststellen und jenen auf Länder- und Bundesebene werden immer wieder dieselben Informationen über dieselben Grundstücke erhoben. Es gibt derzeit rund 3000 verschiedene Arten der Grundstücksregistrierung auf County-Ebene und rund 500 Systeme in den Städten. Dabei wechseln jährlich 10% der Grundstücke ihren Besitzer. Allein die Übertragungskosten hierfür wurden im Jahr 1974 mit 17 Milliarden US-\$ beziffert.

Das Vermessungswesen ist Ländersache. Einige Länder unterhalten überhaupt keinen Vermessungsdienst, nur 17 Länder haben Vermessungsdienststellen, um die Vermessungstätigkeit zu koordinieren. Die Land- und Grundstücksvermessung wird überwiegend von privaten befugten Vermessungsingenieuren ausgeführt. Festpunktfelder in jener Dichte, daß Grundstücksvermessungen daran angeschlossen werden können, sind nur in wenigen Counties vorhanden (z. B. hat Los Angeles County ein Festpunktfeld mit einem darauf aufgebauten Mehrzweckkataster, der einen kompletten Leitungskataster und einen Grundstückskataster, in den alle steuerbaren Grundstücke mit Nummer und Eigentümer aufgenommen sind, enthält).

Es war nicht immer so, daß das Vermessungswesen so im Argen lag. Die Vermessung und Aufteilung des Landes samt Vermarkung war ursprünglich Aufgabe des Colonial Surveyor-General. Versierte britische Armeeeoffiziere führten die sehr umfangreichen Vermessungsarbeiten aus. Später wurden sie durch gewählte Landvermesser ersetzt, die oft berufsfremd waren. Das führte dazu, daß vielfach anstelle von Plänen über Grenzvermessungen schriftliche Beschreibungen traten, was im Laufe der Zeit zu einer völligen Verwüstung der ursprünglich guten Unterlagen führte. Auch dem westlich anschließenden, vor 200 Jahren eingeführten Public Land Survey System, das eine rechtwinkelige Vermessung und Vermarkung von townships von 6 x 6 Meilen vorsah, ehe das Land übergeben wurde, erging es nicht anders. Wegen des Fehlens staatlicher Vermessungsbehörden und des Verfalls der als Festpunkte gedachten Eckpunkte wurden nachfolgende Teilungen in beliebigen örtlichen Systemen ausgeführt. Mit dem Ergebnis, daß heute die meisten Grundstücksdaten weder in der Natur noch in den altmodischen Registern lokalisiert und aufgefunden werden können. Das Problem lastet schon seit Generationen auf dem Land. Es führte dazu, daß eine Reihe von Institutionen (Versicherungen, Leitungsbetreiber, Kartenhersteller) ihre eigenen Registrierungssysteme aufgebaut haben. Es gibt heute kaum mehr eine genaue, öffentlich zugängliche und für jedermann verfügbare besitzer- und grundstücksbezogene Information. Nur mehr Spezialisten sind befähigt, aus den amtlichen Aufzeichnungen Informationen zu erlangen.

Hinderlich für eine Modernisierung und Vereinheitlichung ist die enorme Vielfalt und Unterschiedlichkeit der derzeitigen Systeme auf unterster Verwaltungsebene und die Ansicht „we always do things that way“. Dem gegenüber steht ein großer Bedarf an besserer Landinformation, um den Grundstücksverkehr zu entlasten, zu einer gerechten Besteuerung und zu den dringend benötigten Unterlagen für Raumordnung und Raumplanung zu kommen.

Die Kommission kam zu dem Schluß, daß nur mit der Einführung eines Mehrzweckkatasters, der eine umfassende, bodenbezogene Information auf Grundstücksbasis gibt, diese Schwierigkeiten überwunden werden können und der auch den Bedarf nach genauer Vermessung der Grundstücksgrenzen deckt. Die Vorteile eines modernen Katastersystems würden in anderen (europäischen) Staaten klar bewiesen. Die Methoden, die von der Kommission vorgeschlagen wurden, um zu einem Kataster zu kommen, decken sich weitgehend mit den bei uns verwendeten. So sei ein ausreichend dichtes Festpunktfeld anzulegen, von dem alle Vermessungen ausgehen sollen. In bebauten Gebieten sind im staatlichen Koordinatensystem Katasterkarten 1:1000 anzulegen, in ländlichen Bereichen in den Maßstäben 1:2000 bis 1:5000. Die Karten sollen enthalten: Festpunkte, Grenzpunkte, Grenzen, Servitute, öffentliche Verkehrswege, Freileitungen, Pipelines und Gewässer. Sie sollen auch die Basis für einen Leitungskataster sein. Alle zugehörigen landbezogenen Daten sind in einer Grundstücksdatenbank zu speichern.

Das Management dieses Systems soll gemeinsam von Bundes-, Landes- und örtlichen Behörden mit Teilnahme des privaten Vermessungssektors und der Benutzer unter Oberleitung des Bundes erfolgen. Technologien anderer Nationen, die bei der Anlage automatisierter Katastersysteme schon weiter

fortgeschritten sind, sind weitgehend einzubeziehen. Die Hilfe von privaten Beratern (Consultants) wird besonders am Anfang gebraucht werden.

Ein Problem dabei ist, daß es nur wenige Leute mit entsprechenden Kenntnissen gibt. Daher ist es erforderlich, mit der Ausbildung von Professoren, Studenten und Berufstätigen zu beginnen. Auch Pilotprojekte sind auszuführen (und wurden schon begonnen in North Carolina und Oregon).

Soweit die Studie. Wenn diese Wünsche Gestalt annehmen sollen, brauchen die USA 500 bis 1000 akademisch ausgebildete Vermessungsingenieure, die es derzeit nicht gibt, die vorwiegend aus Europa kommen müßten.

Um die Idee eines Mehrzweckkatasters weiter zu verbreiten, sollen Informationsveranstaltungen eingerichtet werden, denn auch die Vermessungsfachleute auf unterer Verwaltungsebene müssen erst überzeugt werden. Daher veranstaltete die University of Maine in Orono, die erst kürzlich das Vermessungsstudium eingerichtet hat, mit Unterstützung der FIG-Kommission 3 und einiger nordamerikanischer Institutionen im August 1982 ein internationales Symposium „Land Information at the Local Level“. Es sollten dabei fortschrittliche europäische Katastersysteme vorgestellt werden und die Einführung eines Landinformationssystems auf unterer Verwaltungsebene vorangetrieben werden.

Die Bundes-Ingenieurkammer setzte sich im Rahmen ihrer Bemühungen um verstärkten Planungsexport und Technologietransfer dafür ein, Referenten zu diesem Symposium zu entsenden und im Anschluß daran Vertreter amerikanischer Institutionen einzuladen, nach Österreich zu kommen, um unser System studieren zu können. Der Schreiber dieser Zeilen hat, dazu eingeladen, bei diesem Symposium unser österreichisches System präsentiert. Ein weiterer Referent aus Österreich beschrieb die Institution des Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen. Referenten aus anderen europäischen Staaten stellten gleichfalls ihre nationalen Systeme vor. Die nordamerikanischen Teilnehmer entwickelten dazu und zu den eigenen Problemen ihre Vorstellungen. Zusammenfassend kann dazu gesagt werden, daß sie allgemein die Mängel des bestehenden, völlig veralteten Systems erkannt haben. Die Einführung eines modernen Systems auf unterer Verwaltungsebene wäre dringend erforderlich, aber es besteht großer Widerstand dagegen, weil das Verständnis der Öffentlichkeit für einen Mehrzweckkataster fehlt. Teilweise wurde bezweifelt, ob es möglich sein wird, ein Gesamtverzeichnis aller grundstücksbezogenen Rechte und Daten in den USA erstellen zu können.

Aufgrund der beim Symposium ausgesprochenen Einladung besuchte dann im Juni 1983 eine nordamerikanische Expertendelegation in einer mehrtägigen Studienreise die Einrichtungen unseres österreichischen Vermessungs- und Katastersystems, und zwar das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, die Grundstücksdatenbank und auf Einladung der Bundesfachgruppe Vermessungswesen auch ein Ingenieurkonsulentenbüro. Die Gäste waren von dem Gebotenen sehr beeindruckt und nahmen viele Anregungen mit.

Von einem kanadischen Teilnehmer erfuhren wir dabei, daß auch in Kanada, wo ähnliche Verhältnisse herrschen, seit Jahren Bestrebungen bestehen, zu einem modernen Kataster und zu einem umfassenden Landinformationssystem zu gelangen. Die erstmalige Einrichtung eines Universitätsstudiums des Vermessungswesens auf nordamerikanischem Boden in der kanadischen University of New Brunswick bezeugt es. Die Probleme sind ähnlich denen in den USA. So wurde schon 1973 mit einem Pilotprojekt im Osten Kanadas begonnen, ein Gebiet von 52.000 Quadratmeilen mit einem Festpunktfeld zu überdecken. Der nächste Schritt war die Erstellung von großmaßstäblichen Karten (1:1000 bis 1:5000), wovon der Großteil schon erstellt wurde. Der dritte Schritt ist die Erfassung der Grundstücksdaten. Das Ziel ist die Errichtung einer automatisierten Grundstücksdatenbank und damit eines Mehrzweckkatasters.

Diese Bemühungen und auch Anstrengungen im aufstrebenden Westen Kanadas führten dazu, daß das nächste internationale Landinformations-Symposium im Oktober 1984 mit Unterstützung der FIG, der kanadischen Regierung und der Regierung von Alberta in Edmonton stattfand. So wie 1982 von der University of Maine wurden auch hier europäische Referenten, darunter auch der Schreiber dieses Berichts, eingeladen, den interessierten kanadischen Institutionen und ihren Vertretern die in Europa bewährten und teilweise automatisierten Katastersysteme nahezubringen.

Die Wahl fiel nicht zuletzt deswegen auf Edmonton, weil derzeit in der Provinz Alberta ein modernes Landinformationssystem im Entstehen begriffen ist.

Ausgehend von dem die Provinz weitmaschig überdeckenden Doppler-Punkten wird durch Inertialgeodäsie ein das ganze Territorium überdeckendes Festpunktfeld mit einer Maschenweite von 10 x 20 km errichtet. Die weitere Punktverdichtung erfolgt, wo erforderlich, photogrammetrisch, wobei gleichzeitig durch Strichauswertung die „base map“ im Maßstab 1:20.000 entsteht, die auch die Grundlage für die Eintragung der Grundstücksgrenzen, und damit für einen Kataster ist. In den wenigen Städten werden

Katasterkarten im Maßstab 1:1000 mit Aufnahme der Leitungen erstellt. Alle diese Arbeiten werden mit interaktiver graphischer Datenverarbeitung ausgeführt und sind ein vielversprechender Beginn in Nordamerika.

Diese beiden Tagungen in den USA und in Kanada brachten Anregungen für Mehrzweckkatastersysteme und einen Erfahrungsaustausch. Sie sind erst ein Beginn, weitere Veranstaltungen in Nordamerika sind geplant.

Gerade in den USA besteht die Absicht, durch einen Austausch von Fachleuten mit jenen europäischen Ländern, in denen Grundstücksdatenbanken und damit auch automatisierte Mehrzweckkatastersysteme bestehen bzw. im Entstehen begriffen sind, einer Annahme und Einführung solcher Systeme den Weg zu ebnen. Ein Bereich, zu dem die europäischen Staaten und besonders Österreich, das als erstes Land der Welt eine umfassende Grundstücksdatenbank eingeführt hat, nachhaltig mit ihrer Technologie und ihren gut ausgebildeten Vermessungsingenieuren beitragen können.

Ernst Höflinger

Bericht über die Jahrestagung 1985 der FIG Kommission 3, Landinformationssysteme, in Lausanne, vom 30. September bis 3. Oktober 1985

Die Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) war Gastgeber der Jahrestagung 1985 der Kommission 3. Der Anlaß für diesen Tagungsort lag in der Fertigstellung der neuen Hochschulgebäude in Ecublens, einem 60 ha großen Gelände vor den Toren der Stadt Lausanne an der Seestraße nach Genf, direkt benachbart der ebenfalls neu errichteten Universität Lausanne. In diesen neuen und sehr modernen Hochschulkomplex übersiedeln die Institute der EPFL zwischen 1984 und 1990.

Die Tagung der FIG Kommission 3 fand in den neuen Räumen des Instituts für Geodäsie und Vermessungswesen vom 30. 9. 1985 bis 3. 10. 1985 statt. Tagungssprache war Englisch.

Am Montag, dem 30. 9. 1985 vormittags, eröffnete der Vertreter des Instituts, Dr. *J.-J. Chevallier* (CH) die Tagung und begrüßte die Delegierten aus zehn Nationen und die Gastgeber aus der Schweiz.

Prof. Dr. *B. Vittoz* (CH), Präsident der EPFL, wünschte eingangs allen Teilnehmern einen angenehmen Aufenthalt in Lausanne. Anschließend stellte er die EPFL vor: 1852 wurde sie als Privatschule für Ingenieure gegründet, die 1869 in die Universität Lausanne einbezogen wurde. 1943 entstand ein eigenes Institut, das als EPUL 1946 autonom wurde und das als zweite Technische Hochschule der Schweiz im Jahre 1969 von der Schweizer Bundesregierung übernommen wurde. 1977 war Baubeginn der neuen Hochschule auf dem 60 ha großen Grundstück in Ecublens, die 1984 fertiggestellt werden konnte. Gelehrt werden elf technische Fachgebiete, die administrativ in neun Departements zusammengefaßt sind. Der Schwerpunkt liegt auf der Mikrotechnik und auf der technischen Hilfe für Entwicklungsländer. In acht Fachgebieten gibt es Postgraduate-Kurse. Zur Zeit hat die EPFL 2920 Studenten, darunter 13% Mädchen, 24% Ausländer (davon die Hälfte aus Entwicklungsländern) und 43% Romands (französisch-sprechende Schweizer); 118 Professoren sowie 1557 wissenschaftliche, technische und administrative Mitarbeiter. Das Bundesbudget beläuft sich auf 140 Millionen Schweizer Franken.

Anschließend hieß der Präsident des Schweizer Vereins für Vermessungswesen und Kulturtechnik, *A. Frossard* (CH), die Teilnehmer an der „Riviera vaudoise“, einem der schönsten Plätze der Schweiz, herzlich willkommen. Die offizielle Grundbuchvermessung, die die Basis für einen Mehrzweckkataster abgibt, nähert sich ihrem Ende, führte er aus. Dieses große Werk wurde und wird von unseren privaten Vermessungsbüros bewältigt. Bundes- und Kantonsdienststellen beschränken sich auf die Aufsicht und Koordinierung. Unsere nächste Aufgabe ist die Ausweitung in Richtung Landinformationssystem. Einige größere schweizerische Städte haben hier Pionierarbeit geleistet. Diese große Aufgabe erfordert die gemeinsamen Anstrengungen der Vermessungsingenieure, der Regierungsdienststellen, der Gemeinden und unserer Hochschulen mit ihren Wissenschaftlern.

Dazu führte Dr. *J.-J. Chevallier* (CH) aus, daß das Vermessungswesen durch die Änderung der Technologie sich in einer kritischen Phase befindet. Beide schweizerischen Hochschulen legen daher auf eine redimensionierte, den Praxisbedürfnissen angepaßte Ausbildung und Forschung Wert.

In seiner Eröffnungsansprache erinnerte der Präsident der Kommission 3, Prof. Dr. G. Eichhorn (DE) daran, daß die Kommission 3 – Landinformationssysteme das jüngste Kind der FIG sei. Das Problem sei, den bestehenden Kataster in einen Mehrzweckkataster zu verwandeln; damit beginne das Landinformationssystem. Die Aufgaben des Vermessungsingenieurs haben sich in den letzten 20 Jahren geändert: Die EDV wurde zu einem Hauptgebiet des Vermessungswesens. Der nächste Schritt sei der Mehrzweckkataster. Er verwies dabei auf die LIS-Symposien in Darmstadt, Montreux, Orono, Kawasaki und Edmonton. Alle Länder brauchen schließlich ein LIS. Der primäre Zweck dieses Jahrestreffens sei es, für den FIG-Kongreß das endgültige Programm und die Berichte zu bestimmen, aktuelle nationale Berichte zu hören und zu diskutieren.

In der anschließenden *ersten Kommissionssitzung* gab der Kommissionspräsident Prof. Dr. G. Eichhorn (DE) einen Bericht über die Lage und das Programm für den FIG-Kongreß in Toronto Anfang Juni 1986. Er verlas die Resolution von Sofia und die Deklarationen der Tagungen in Kawasaki und in Edmonton vom Oktober 1984. In Toronto sind für die Kommission 3 elf Sitzungen vorgesehen, davon acht gemeinsam mit anderen Kommissionen, das heißt, von den angekündigten 70 Papers können nur 25 als Invited Papers präsentiert werden.

Die für Oktober des Jahres in Washington D. C. vorgesehene LIS-Tagung mußte leider abgesagt werden. Für das Südtiroler Symposium in Seis haben sich etwa 70 Teilnehmer angemeldet.

Neben dem FIG-Kongreß in Toronto sind im Jahr 1986 noch folgende Veranstaltungen vorgesehen: Tagung „Geographic Information Systems and Remote Sensing“ in Madrid vom 8. bis 10. September 1986 und „Auto Carto London“, Tagung über geographische und Landinformationssysteme in London vom 14. bis 19. September 1986.

Am Schluß seines Berichts stellte der Vorsitzende die Frage zur Debatte, ob, wie vorgeschlagen wurde, in der Kommission Arbeitsgruppen bzw. Unterausschüsse für spezielle Fragen eingeführt werden sollen. Die Antwort war allgemein nein. Eine endgültige Entscheidung soll in Toronto getroffen werden.

In der *zweiten Kommissionssitzung* am 30. 9. 1985 nachmittags waren Berichte über die Entwicklung und den Fortschritt von Landinformationssystemen in der Schweiz vorgesehen.

Im ersten Bericht zum Thema „The Swiss Cadastral Survey as a Framework for LIS“ führte der eidgenössische Vermessungsdirektor W. Bregenzer (CH) aus: Anlaß für die offizielle Katastervermessung der Schweiz war das 1912 erlassene Allgemeine Bürgerliche Gesetzbuch, mit dem das Grundbuch eingeführt wurde. Oberste Kontrollbehörde der Katastervermessung ist die Vermessungsdirektion mit einem Stand von 15 Personen. Dem Bundesamt für Topographie untersteht die Produktion der topographischen Karten im Maßstab 1 : 25.000 und die Ausführung und Unterhaltung der Triangulierung 1., 2. und 3. Ordnung (70.000 Punkte auf 41.000 km²). Die 26 kantonalen Vermessungsämter beaufsichtigen die Katastervermessung und die Triangulation 4. Ordnung, die von den 270 freiberuflichen Ingenieurgeometern und von den Vermessungsabteilungen einiger großer Städte ausgeführt und fortgeführt werden. Sie halten die Katasterpläne in den Maßstäben 1:200 in den Städten, 1:500 in Dörfern, 1:1000 und 1:2000 am Lande, ständig evident.

Obwohl die Anforderungen an die Katasterunterlagen wegen der intensiven Nutzung des Bodens enorm gestiegen sind, gibt es kein Informationssystem. Daher wurde eine Reform des Katastersystems mit dem Ziel eingeleitet, daraus in einigen Jahren ein Landinformationssystem zu erhalten, in dem die Daten in einem zehnschichtigen System eingeordnet werden.

Der nächste Sprecher war der Kantonsgeometer des Kantons Jura, J.-P. Miserez (CH), also des jüngsten schweizerischen Kantons. In seinem Bericht „Le mode de question de l'information sur les propriétés foncières et le cadastre en Suisse et dans le canton du Jura“ legte er die von Traditionen unbelastete Vorstellung über die Einführung eines Landinformationssystems im 837 km² großen Kanton Jura dar.

Anschließend referierte B. Sievers (CH) von der ETH Zürich über „Technical problems in LIS: Spatial Data Structure“: Eine Forschungsgruppe des Instituts für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich begann 1978 Speichertechnologien vorhandener Datenbanksysteme für den Kataster einzusetzen. Die Schwierigkeiten dieser Systeme bewogen die Gruppe, ein anpassungsfähigeres Datenbankverwaltungssystem zu erstellen. Dabei wurde die Erfahrung gemacht, daß ein Netzwerk-Datenbanksystem die LIS-Probleme auch dann noch bewältigen kann, wenn eine relationale Datenbank versagt. Demgegenüber scheint der Aufbau eines relationalen Datenbanksystems einfacher.

Der freiberufliche Ingenieurgeometer J.-L. Horisberger (CH) aus Montreux gab eine Sicht aus der Praxis mit dem Titel „LIS in the Practical Activity“: Sieben Leitungsarten scheinen in der Schweiz generell auf: die der kommunalen Dienste (Wasser, Kanalisation, Beleuchtung), die der vorwiegend privaten

Gesellschaften (Gas, Strom, Kabelfernsehen) und die des Bundes (Telefon). Alle diese Netze werden in transparenten overlays zur Basiskarte geführt. Alle Leitungen darzustellen ist ein großes Risiko, da die vorhandenen Unterlagen nicht immer verlässlich sind. Der ganze Leitungskataster wird mit einem Datenbanksystem geführt. Für die Leitungsbetreiber ist es oft wichtiger zu wissen, was die Leitungen darstellen, was in ihnen transportiert wird, als wo sie liegen.

In der *dritten Kommissionssitzung*, am 1. 10. 1985 vormittags, wurde mit den nationalen Berichten aus den verschiedenen Ländern begonnen.

Aus Österreich gab *E. Höflinger* (AT) einen Bericht „The present State of the Austrian Data Bank on Real Estate“ über den Abschluß der Erfassung aller Katasterdaten und ihrer Einspeicherung in die Grundstücksdatenbank sowie die Möglichkeiten des direkten Zugriffs auf diese Daten für freiberufliche Vermessungsingenieure, Notare und Rechtsanwälte mit Bildschirmtext im Testbetrieb. Dieser vielversprechende Zugriff ist durch die Umstellung des BTX-Systems auf den CEPT-Standard vorübergehend unterbrochen worden. Der Referent berichtete weiters über den möglichen und künftigen Ausbau der Datenbank in Richtung Landinformationssystem.

Als nächster Redner beschrieb *J. Ryttersgaard* (DK) vom Matrikel-Direktorat die Einrichtung eines Leitungskatasters in Dänemark: Die Kartenherstellung wird von den Leitungsbetreibern bezahlt, die Fortführung von den Gemeinden. Die Leitungen werden alle vermessen und die neuen Karten digital hergestellt. Es besteht ein Projekt für die Modernisierung des Katasters und damit der gesamten öffentlichen Verwaltung, das in den nächsten 10 bis 15 Jahren ausgeführt werden soll. Das Ziel ist eine digitale Karte, die auf einem einheitlichen Bezugssystem (Koordinatensystem) aufbaut. Das bedeutet viel Arbeit für die Vermessungsingenieure in nächster Zeit.

Den nächsten Beitrag gab *Dr. G. Brunken* (DE) vom Geodätischen Institut der Technischen Hochschule Darmstadt. Er berichtete über ein Modellprojekt von 1 km² Größe in Darmstadt. Nach der Datenerfassung in verschiedenen Schichten wurde mit einem SICAD-System versucht, die Karten elektronisch darzustellen. Das System ermöglichte es aber nicht, logisch zu verknüpfen und zu rechnen. Daraufhin wurde mit einem PC ein zweites Testgebiet, eine Gemeinde mit 3000 Parzellen, bearbeitet. In diesem System sind die Daten auf Floppy Disks, sie werden auf einem Plotter und Drucker ausgegeben. Weitere Projekte befaßten sich mit einem LIS, das mit einem PC mit graphischem Bildschirm verwaltet wird und einem LIS für Stadtgebiete mit logischer Datenstruktur, alle mit Floppy-Disk-Stationen.

Aus Indonesien berichtete *S. Kurdinanto* (ID) vom Technischen Institut Bandung über die Bemühungen, topographische Karten in den Maßstäben 1:50.000 und 1:100.000 und Katasterkarten im Maßstab 1:1000 für die großen Städte und im Maßstab 1:2000 für Landgebiete zu erstellen. 30% des Landes sind nun in Katasterkarten erfaßt. Von den Städten gibt es bislang nur in Jakarta eine großmaßstäbliche Karte. Im Kataster gibt es drei Verwaltungsebenen: Die nationale des Katasterdepartements, die provinzielle mit den Agrardirektionen und die Gemeindeebene mit den Kataster- und Agrarämtern. Zur Zeit ist man dabei, das Trinangulierungsnetz fertigzustellen.

Den nationalen Bericht aus Italien gab *Prof. S. Dequal* (IT) vom Consilio Nazionale Geometri. Im LIS konnte keine endgültige Entscheidung erreicht werden. Es gibt drei Projekte: 1. die Schaffung der Unterlage für ein kleinmaßstäbliches Landinformationssystem des Nationalen Geographischen Instituts auf photogrammetrischem Wege und durch die Digitalisierung von Katasterkarten; 2. ein System für das nationale Eisenbahnnetz; 3. den digitalen Kataster in den Kartenmaßstäben 1:1000, 1:2000 und 1:4000 für das ganze Land mit 300.000 Katasterkarten der 70 Millionen Parzellen. 40% der bestehenden Katasterkarten sind schlecht. Im italienischen Kataster gibt es nun acht Arbeitsstationen mit dem Syscan-System. Damit wurden 5000 Katasterkarten bislang neu erstellt.

Aus Malaysia berichtete *A. Majid bin Mohamed* (MY), Direktor des Vermessungsdepartements. Es besteht kein Landinformationssystem. Das Land ist aber komplett erfaßt in topographischen Karten im Maßstab 1 Inch : 1 Meile. Es gibt 6 Millionen Parzellen. Die Vermessungen werden von befugten Vermessungsingenieuren ausgeführt. Angestrebt wird eine Katasterkarte 1:4000 und eine topographische Karte 1:50.000. Es wird 50 Jahre dauern, bis das ganze Land damit überdeckt sein wird. Politisch wird das Projekt von einem Land Counsel, dem der Premierminister vorsteht, vorwärtsgetrieben.

H. Onsrud (NO) vom norwegischen Umweltministerium gab drei mögliche Wege an, um zu einem Landinformationssystem zu kommen: a) ein bestehendes System zu automatisieren, b) ein neues System zu erfinden, und c) mehrere Datenbestände diesen hinzuzufügen. In Norwegen besteht das GAB-System: ein Basissystem, das das Grundeigentum, die Gebäude und die Adressen enthält und das von einer privaten Gesellschaft geführt wird. Die Benutzer sind vorwiegend die Verwaltungen der Städte mit 85 Terminals und etwa 4000 weitere Benutzer, meist ohne Terminals. Es gibt in Norwegen keinen Kataster, nur ein manuell geführtes Grundbuch. Der nächste Schritt ist die Automation dieses Grundbuchs.

In der *vierten Kommissionssitzung*, am 2. 10. 1985 vormittags, wurden die nationalen Berichte fortgesetzt.

P. C. Selmer (NO) der Fa. Kommunedata führte ergänzend zum Bericht *Onsruds* aus, daß es derzeit zum Beispiel in Oslo sechs Monate dauere, um in das Grundbuch zu kommen. Mit der beabsichtigten Automatisierung des Grundbuchs sollen auch die Hypotheken aufgenommen werden. Es gilt die Daten von 2,2 Millionen „Grundstücken“ abzuspeichern. Da der norwegische Staat dazu kein Geld gibt, wird die Automatisierung und Führung des Grundbuchs von einer privaten EDV-Firma ausgeführt.

Aus Schweden berichtete *B. Linden* (SE), daß das dortige LIS-System ein EDV-System ist. In der Datenbank ist derzeit ein Drittel erfaßt (1,3 Millionen Grundstücke von insgesamt 3,5 Millionen). 1970 wurde die Datenerfassung begonnen, 1987 wird die Hälfte gespeichert sein. Die Benutzer der Grundstücksdatenbank sind die Banken, Juristen und Gemeinden. Das System ist ein zentrales, der Rechner steht in Gävle; alle Daten sind mit Terminals vom ganzen Land aus greifbar. Insgesamt sind 500 Terminals bei den Grundbüchern, Banken und auch bei Privaten in Betrieb. Die Verfügbarkeit ist 97%, der Zugriff von Montag bis Freitag von 7.00 Uhr bis 18.00 Uhr möglich. Verantwortlich für die Grundstücksdatenbank ist das Central Board for Real Estate (Landregister). Es besteht in vielen Ländern ein großes Interesse am schwedischen System. Es besteht die Absicht, Bildschirmtext im nächsten Jahr für den Zugriff einzuführen, insbesondere für Banken (1000 Anschlüsse). Die Kosten der Grundstücksdatenbank werden durch Gebühren gedeckt.

Aus der Schweiz berichtete *B. Sievers* (CH), daß hier kein offener Kataster besteht. Wer Einsicht nehmen will, muß Interesse nachweisen können. Das LIS-System in Basel wird derzeit ausgeweitet; Wasser, Kanal, Stromleitungen werden aufgenommen. In Bern besteht ein manuell geführtes graphisches System. In Zürich gelang es bislang nicht, den Leitungskataster in den Griff zu bekommen, es besteht derzeit nur die Vermessung.

Nach dem Abschluß der nationalen Berichte brachte der Vorsitzende Prof. *G. Eichhorn* (DE) eine zusammenfassende Definition, wobei er ausführte, daß allen nationalen Systemen eines gemeinsam sein solle: ein einheitliches Bezugssystem, ein Festpunktnetz und als letzte Einheit die Parzelle. Zu den genannten Themen für Arbeitsgruppen innerhalb der Kommission schlug er vor, daß sich Herr *Chevallier* (CH) mit dem „Informationsbedürfnis der Benutzer“ und Herr *Sievers* (CH) mit den „Datenstrukturen für ein LIS“ befassen sollen.

Anschließend berichtete Prof. *G. Eichhorn* (DE) zum technisch-wissenschaftlichen Programm der Kommission für Toronto. Bis jetzt sind 70 Vorschläge für Invited Papers eingelangt. Die Papers wurden zu verschiedenen Themengruppen zusammengefaßt. Von den insgesamt 11 Sitzungen der Kommission 3 werden 7 gemeinsam mit den anderen Kommissionen abgehalten werden. Prof. *G. Eichhorn* entwickelte das Vortragsprogramm mit den bisher genannten Referenten. Die Manuskripte sind bis 1. 12. 1985 einzu-senden.

Vom *Rahmenprogramm* sei noch berichtet, daß am 30. 9. 1985 nachmittags eine Besichtigung des Solarenergielabors der EPFL stattfand. Abends waren die Tagungsteilnehmer zu einem Diner im Château de Crausaz von der Société Vaudoise des Ingénieurs géomètres et du génie rural eingeladen, dem ein Besuch eines nahegelegenen Weinkellers vorausging.

Am 1. 10. 1985 konnte nachmittags die Katasterdirektion des Kantons Vaud besichtigt werden. Abends gab nach einer Besichtigung eines Weinguts der Stadt Lausanne am Genfer See der Schweizer Verein für Vermessung und Kulturtechnik einen Empfang in der „Auberge de l'Onde“ in St. Saphorin in Lavaux.

Den Abschluß des Rahmenprogramms und der Tagung bildete eine Exkursion nach Bern zur kartographischen Unternehmung Kümmerly und Frey und zur Schweizer Landestopographie, wo automationsunterstützte kartographische Systeme besichtigt werden konnten.

Die gute Organisation der Tagung durch die Herren der EPFL, allen voran Dr. *Chevallier*, das herrliche Wetter und der Tagungsort in einer der schönsten Landschaften der Schweiz trugen sehr zu ihrem Gelingen bei.

Ernst Höflinger

**Bericht über den Kurs
„Applied Geodesy for Particle Accelerators“
14.—18. April 1986, CERN, Genf**

Die Europäische Organisation für Kernforschung (CERN) mit ihrem Laboratorium in der Nähe von Genf betreibt Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Teilchenphysik. Wesentliche Voraussetzung zur Durchführung der dortigen Experimente sind Beschleuniger oder Akzeleratoren, mit deren Hilfe Elementarteilchen (Protonen, Elektronen bzw. deren Antiteilchen) auf nahezu Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und anschließend in Experimentierhallen auf ein Ziel gelenkt oder untereinander zur Kollision gebracht werden. Die durch den Auf- oder Zusammenprall freierwerdende Energie wandelt sich nach dem Einsteinschen Äquivalenzsatz in Masse um. Durch das Studium dieser kleinsten Bausteine der Materie dringt man in den mikroskopischen Grenzbereich physikalischer Forschung ein, erhält aber gleichzeitig Hinweise über Ursprung und Entwicklung des Weltalls oder Makrokosmos.

Der Geodät hat im Forschungsteam seit der Gründung der Organisation im Jahr 1953 (inzwischen ist auch Österreich eines der vierzehn Mitgliedsländer) eine anerkannte und wichtige Position inne. Ist er doch verantwortlich für die hochpräzise Ausrichtung der einzelnen Elemente der Beschleuniger sowie der verschiedenen Detektionssysteme im Bereich $\pm 0,1$ mm der Lage und Höhe nach. Da mit zunehmender Größe der Beschleuniger zur Gewinnung noch höherer Energien diese in unterirdischen Tunnels installiert werden, kommen dem Vermessungsingenieur auch in diesem Bereich hochinteressante Aufgaben zu. (Der zur Zeit in Bau befindliche „Large-Electron-Positron“-Beschleuniger LEP weist einen Durchmesser von etwa 8,5 km auf.)

Es ist daher nicht verwunderlich, daß die Geodätische Gruppe bei CERN unter der Leitung von Dr. J. Gervaise diesen Kurs angeregt hat, um die dort durchgeführten geodätischen Arbeiten vorzustellen und damit jahrzehntelange Erfahrungen weiterzugeben. Die Zahl der über 100 Teilnehmer aus beinahe 20 Ländern — fünf Teilnehmer kamen aus Österreich — besttigte dann auch das große Interesse der Fachwelt an einer solchen Veranstaltung. Das wissenschaftliche Programm war wegen der Komplexität der geschilderten Aufgaben naturgemäß breit gefächert. Folgt man jedoch der Programmankündigung, so konnten stark generalisiert zwei als „Global Positioning System GPS“ und „High Precision Geodesy for Particle Accelerators“ bezeichnete Themenkreise unterschieden werden.

Einer ebenso scharfsinnigen wie launigen Eröffnungsansprache (A. Allan) über die Zielsetzung des Kurses folgte im ersten Themenkreis vorerst ein Rück- und Überblick über Entwicklung und Anwendungsmöglichkeiten von GPS (S. Baker) sowie eine Vorstellung der gegenwärtigen Empfängertechnologie einschließlich des Preis-Leistungs-Verhältnisses der einzelnen Empfängertypen (C. Boucher). Die theoretischen Grundlagen des Verfahrens der relativen Punktbestimmung wurden ebenso vorgetragen (C. Goad) wie die bei CERN in Zusammenarbeit mit der Universität in Bern durchgeführten Untersuchungen zur Bahnverbesserung der verwendeten Satelliten (G. Beutler) und praktische Ergebnisse von zwei GPS-Testkampagnen im Trilaterationsnetz von CERN (G. Beutler). Dieses wurde für die Absteckung und Einrichtung des LEP geschaffen und weist Seitenlängen zwischen 4 und 13 km auf. Die Entfernungen wurden mit dem Terrameter (einem zwecks Elimination meteorologischer Einflüsse auf zwei Wellenlängen arbeitenden Lasergerät) gemessen, wobei die Eichung des Instrumentes über die CERN-eigene 500 m lange Invarbasis erfolgte (J. Olsfors, J. Gervaise). Die beim Zusammenschluß von terrestrischen und satellitentechnischen Daten auftretenden Probleme waren Gegenstand zweier weiterer Referate. Darin wurden Fragen des funktionalen und stochastischen Modells bei solchen Zusammenschlüssen (W. Welsch) sowie der Einfluß des Schwerfeldes i. e. Lotabweichungen und Undulationen auf die Meßgrößen behandelt (W. Gurtner). Es ist interessant festzuhalten, daß die geforderten Genauigkeiten die Bestimmung eines lokalen Geoides im Bereich von LEP notwendig gemacht haben. Den Abschluß des satellitentechnischen Problemkreises bildete ein Seminar über VLBI mit Darstellung der Grundlagen, Anwendung und Ergebnisse dieses interferometrischen Verfahrens über lange Basen (J. Campbell).

Der zweite Themenkreis wurde eingeleitet mit einem Beitrag über die bei Beschleunigern erforderlichen Genauigkeiten vom physikalischen Standpunkt aus (E. Wilson). Die Realisierung der Genauigkeitsforderungen ausgehend vom oberirdischen Trilaterationsgrundnetz (J. Gervaise), über den unterirdischen Tunnelvortrieb (M. Mayoud) bis hin zur relativen Positionierung der Richt- und Fokussiermagnete des Beschleunigers (M. Mayoud et al.) und der Elemente der Detektoren (C. Lasseur) bildeten die Schwerpunkte weiterer Vorträge. Ergänzt wurden diese durch einen Bericht über Stand und Entwicklungstendenzen der Kreiseltechnologie (W. Caspary) und durch einen Besuch des geodätischen Labors mit Vorführung der zum Teil selbstentwickelten Präzisionsinstrumente. Erwähnenswert erscheint, daß im gesamten Bereich von CERN die einzelnen instrumentellen Komponenten durch ein zapfenförmiges

Zwangszentrierungssystem beliebig austausch- und kombinierbar sind und auch die automatisierte Datenerfassung, -speicherung und -verwaltung genormt wurde. Es würde an dieser Stelle zweifellos zu weit führen, alle Einzelheiten dieses imponierenden Systems aufzuzählen, der Leser muß auf die Fachliteratur verwiesen werden. Da der im Bau befindliche LEP-Beschleuniger in ein geologisch nicht ganz stabiles Gelände eingebettet ist, sind auch Fragen der Deformationsmessung und -analyse von Interesse. Drei Vortragende beschäftigten sich mit diesem Problemkreis (M. Unguendoli, J. Iliffe, H. Pelzer). Schließlich kamen auch neue Aspekte hinsichtlich Netztheorie zur Sprache. Hiezu zählen ein Vorschlag zur Umgehung des Höhenproblems in dreidimensionalen Netzen durch Anwendung sogenannter inverser regionaler Bezugsräume (M. Dufour) und Ausführungen über die Theorie kontinuierlicher Netze (K. Borre). Starke Beachtung fand ein Beitrag von Prof. H. Moritz (TU Graz) über neue Trends in der mathematischen Geodäsie. Hochinteressant auch ein Ausblick über die Dimensionen künftiger Beschleuniger (K. Johnsen). Danach liegen in den USA Pläne für Akzeleratoren mit Umfängen in der Größenordnung von 100 km vor. Mit diesen Maschinen wird es möglich sein, eine im Vergleich zu LEP um rund eine Zehnerpotenz höhere Energie zu erzeugen. Betrachtungen über die Anforderungen an die Geodäsie der Zukunft (J. Gervaise) rundeten den Themenkreis ab und bildeten zugleich den Schlußvortrag.

Neben dem wissenschaftlichen Gedankenaustausch gab es aber auch reichlich Gelegenheit, neue Freundschaften zu schließen und alte zu vertiefen und damit auch dieses zu Kursbeginn proklamierte Ziel zu erreichen. Nicht unwesentlich dazu beigetragen haben ein Begrüßungscocktail und ein aus Anlaß des Kurses gegebenes Bankett.

Zusammenfassend bleiben dem Rezensenten vor allem drei Dinge in bleibender Erinnerung. Erstens die bei CERN betriebene Forschung „aus reiner Neugier“ in einem Gebiet, welches zweifellos an der Grenze menschlicher Erkenntnisfähigkeit liegt. Zum zweiten ist es die Tatsache, daß dort der Geodät in einem Team als gleichberechtigter Partner mitarbeitet und einen nicht unwesentlichen Teil zum Gelingen der vielfältigen Experimente beiträgt. Und schließlich ist die Erfahrung wertvoll, daß bei CERN aktuelle Theorien bereits in die Praxis umgesetzt werden und jene Vision bereits Realität geworden ist, wonach sich der Vermessungsingenieur der Praxis in Zukunft in verstärktem Maße auch Problemen der physikalischen Geodäsie widmen müssen.

Abschließend sei es gestattet, der „Accelerator School“ unter der Leitung von Dr. P. J. Bryant und seinem Team für die Mühe der Vorbereitung und die gelungene Durchführung der Veranstaltung sehr herzlich zu danken. Dieser Dank gilt in gleichem Maß dem Leiter der Geodätischen Abteilung, Dr. J. Gervaise, für den das Kursende zugleich den Übertritt in den wohlverdienten Ruhestand bedeutete. Diese Zeilen seien daher auch Anlaß, ihm Gesundheit und Freude auf viele Jahre zu wünschen! Seinem designierten Nachfolger M. Mayoud aber gelinge die Fortsetzung des bisherigen Weges und die Erfolge der Zukunft mögen zu gegebener Zeit Anlaß für eine ähnliche Veranstaltung sein.

H. Lichtenegger

Bericht über die interdisziplinäre Tagung Geowissenschaftliche/Geotechnische Daten in Landinformationssystemen

Bedarf und Möglichkeiten in Österreich
3. und 4. April 1986, Technische Universität Wien

Nichts zeigt besser das Interesse, das heute der digitalen Speicherung raumbezogener Daten entgegengebracht wird, als die Entstehungsgeschichte dieser Tagung. Bei der ersten Ankündigung als Gesprächsforum für etwa 50 Teilnehmer geplant, füllte sie schließlich zwei Tage lang einen Hörsaal für 150 Personen. Wobei die Teilnahme etlicher deutscher Kollegen — an ihrer Spitze aus geodätischer Sicht wohl der Präsident der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung, Prof. Dr. G. Konecny, zu nennen — auch einen Blick auf die internationale Entwicklung ermöglichte.

Daß sich trotz dieser großen Teilnehmerzahl und der unterschiedlichen fachlichen Ausrichtungen der Teilnehmer ein Klima echten kollegialen Verstehens entwickelte, ist — neben der geschickten Zusammenstellung der einzelnen Sessions durch das Vorbereitungsteam — ganz besonders dem persönlichen Engagement des Initiators der Tagung, Dozent Dr. G. Gerstbach, zu danken.

Dozent Gerstbach war es auch, der in seinem Einleitungsreferat die Motive für die Abhaltung der (abgekürzt) GeoLIS-Tagung darlegte:

- Abbau der Verständigungsschwierigkeiten zwischen den einzelnen Fachgebieten,
- gegenseitige Anregung dieser Fächer,
- Einblick in die Vielfältigkeit und Konkurrenz verschiedener Informationssysteme.

Dem Berichtersteller sei es gestattet, aus der Fülle der in den beiden Tagen dargestellten Probleme, Fragestellungen und Lösungsansätze eine ihm aus seiner subjektiv geodätisch/photogrammetrischen Sicht wesentlich erscheinende Leitlinie herauszuarbeiten. Die gesammelten Vorträge werden in den geowissenschaftlichen Mitteilungen der TU Wien, voraussichtlich Heft 27, erscheinen.

Zunächst stellt sich die Frage nach der geodätisch/topographischen Basis von Landinformationssystemen. Dipl.-Ing. Eckharter konnte in seinem Vortrag „Geo-Informationssysteme aus geodätischer Sicht“ auf das vom BEV erstellte einheitliche Lage- und Höhen-Bezugssystem mit seinem dichten Punktfeld hinweisen. Auf ihm bauen sowohl die Folgearbeiten des BEV (Kataster, Grundstücksdatenbank, Topographische Karten, Geländehöhendatenbank) als auch die Arbeiten der Ingenieurkonsulten für Vermessungswesen und aller übrigen auf dem Gebiet der geodätischen/kartographischen/geowissenschaftlichen Datenerfassung und -verarbeitung Tätigen auf.

Ein Beispiel hiezu brachte Senatsrat Hirn in seinem Referat „Realnutzungskartierung Wien und ihr räumliches Bezugssystem“. Diese Bestandsaufnahme der tatsächlich vorhandenen Nutzungen im gesamten Wiener Stadtgebiet stellt eine Datensammlung dar, deren thematischer Inhalt (im allgemeinen) klar erfassbar ist.

Die folgenden Vorträge zeigten nun, daß in vielen Bereichen der Geowissenschaften und Geotechnik diese klare begriffliche Einordnung und räumliche Abgrenzung von Geoinformationen nicht von vorne herein möglich ist:

- So sind etwa Informationen über den geologischen Untergrund nur aus zwangsläufig oft ungenügend verteilten Oberflächen- und Bohraufschlüssen oder indirekt aus geophysikalischen Messungen zu erhalten. Aussagen über thematische Fragestellungen werden damit aber zu Ergebnissen von Interpretationen und diese Interpretationen können entsprechend dem Fortschritt von Wissenschaft und Technik Wandlungen unterworfen sein.
- Doch ist auch in jenen Geowissenschaften, die im unmittelbaren Bereich der Erdoberfläche arbeiten (Bodenkunde, Bodenmechanik, Forstwirtschaft usw.) und die daher relativ einfach und kostengünstig ein dichtes, flächendeckendes Netz von Meßstellen, Proben etc. erstellen können, die Definition von fachgebietsübergreifenden Parametern oft schwierig: Unterschiedliche Nährstoffaufnahme von Freilandpflanzen und forstlicher Vegetation etwa bedingen unterschiedliche Kennparameter.

Um für die Anwender von geowissenschaftlichen/geotechnischen Landinformationssystemen benutzerfreundliche Bedingungen zu schaffen, gilt es daher

- möglichst viele fachbereichübergreifende Parameter zu standardisieren bzw. brauchbare Umrechnungsschlüssel zu erstellen,
- dafür zu sorgen, daß die Originaldaten der Aufnahmen abgespeichert werden,
- durch ein nach einheitlichen Grundsätzen verknüpfbares und abrufbares Netz von geowissenschaftlichen Fachdatenbanken die Fragen des Datenzugriffes, der Datennachführung, gegebenenfalls auch der Dateninterpretation und Leistungsberechnung optimal zu lösen.

In den beiden letzten Bereichen beginnt nun wieder das Arbeitsgebiet des Geodäten und/oder/als Informatiker(s): Die Einrichtung aufgabenadäquater raumbezogener, relationaler Datenbanken, die Sicherung der Verknüpfbarkeit und Datenübermittlung, die Erarbeitung möglichst universell einsetzbarer Bearbeitungsprogramme und schließlich die kostengünstige und themengerechte Darstellung der Ergebnisse fallen in sein Arbeitsgebiet.

Der letzte Vortragsblock brachte daher eine Präsentation verschiedener auf dem Markt befindlicher oder in Entwicklung stehender Geo-Informationssysteme (von der Ausgangsposition her besonders interessant vielleicht das Referat „Landinformationssysteme als CAD-Modul“ von Dr. H. Meixner).

Inwieweit angesichts der aus dem Druck der praktischen Arbeit heraus allerorts in Entstehung begriffenen fachspezifischen Datenbanken das Ziel der Verknüpfbarkeit mit vertretbarem Aufwand erreichbar sein wird, bleibt – vor allem wegen des Fehlens eines Koordinierungsforums – im Augenblick noch ungewiß.

H. Nowakowski

Neue ÖNORM: Gewässerdarstellung

Am 1. Jänner 1986 ist die neue ÖNORM A 2254 Gewässerdarstellung in Kraft getreten. Die Reihe dieser ÖNORMen liegt damit – mit Ausnahme von A 2255 – vollständig vor:

- A 2250 Allgemeine Zeichen für Vermessungspläne vom 1. Mai 1981
- A 2251 Spezialzeichen (im Richtmaßstab 1:200) für Leitungen, Straßen und Wege in Bestandsplänen vom 1. September 1974
- A 2252 Spezialzeichen für Vermessungspläne: Gebäudedarstellung vom 1. Dezember 1982
- A 2253 Spezialzeichen für Vermessungspläne: Geländedarstellung vom 1. August 1982
- A 2254 Spezialzeichen für Vermessungspläne: Gewässerdarstellung vom 1. Jänner 1986
- A 2255 Spezialzeichen für Vermessungspläne: Darstellung von Eisenbahnanlagen (in Arbeit)

Die ÖNORM A 2254 sieht Zeichen zur Darstellung von Gewässern und deren Anlagen, insbesondere für den Strombau, Flußbau, Schutzwasserbau, Schleusen- und Wehrbau sowie für die Wildbachverbauung in Plänen und auch Karten vor. Die Symbole lehnen sich an die Stromkarte der Donau 1:2000 an. So entfallen daher 7 Seiten der auf 14 Seiten dargebotenen Zeichen auf Schiffsfahrtszeichen, die in generalisierten plausiblen Bildern wiedergegeben sind.

Es wäre aber verfehlt, daraus den Schluß ziehen zu wollen, das Normblatt sei für den landgebundenen Vermessungsingenieur uninteressant. Das ist nicht der Fall. In Ergänzung zu den anderen Normen sind die Symbole spezifisch detailliert. Für Pegel, Überschwemmungsgrenzen, Uferbefestigungen, Wildbachsperrn und Wehre sind für alle gängigen Arten die entsprechenden Darstellungen angegeben, die man für die Verfassung von Bestandsplänen immer wieder braucht. Den Praktikern wird empfohlen, die Norm durchzusehen, um die Sinnbilder im gegebenen Falle zur zweckentsprechenden Anwendung parat zu haben.

Die Anwendung der Isobathen, Linien gleicher Wassertiefe in bezug auf die Wasseroberfläche, bei fließenden Gewässern einer geneigten Fläche, wird genau beschrieben und durch ein Beispiel erläutert.

Dem Fachnormenausschuß 084 „Vermessungstechnik und Plandarstellung“ muß für die profunde Arbeit gedankt werden.

Wolfgang Bosse

Anmerkung: ÖNORMen sind durch das Österreichische Normungsinstitut (ON), Heinestraße 38, Postfach 130, 1021 Wien, Tel. 26 75 35, Telex 115960 norm a, zu beziehen.

Technische Universität Graz

Am 7. März 1986 haben folgende Kandidaten die II. Diplomprüfung aus dem Vermessungswesen mit Erfolg abgelegt:

Johannes Reiner (mit Auszeichnung), Diplomarbeit: Erweiterung eines geodätischen Prädiktions- und Plotsystems zu einem interaktiven Modul.

Franz Reiterer, Diplomarbeit: Das Aufnahmesystem Schneider.

Am 27. November 1985 haben folgende Kandidaten die II. Diplomprüfung aus dem Vermessungswesen mit Erfolg abgelegt:

Harald Assam, Diplomarbeit: EDV-unterstützte Höheninformation und Kreuzungsfreistellung in Digitalkarten

Kurt Eichberger, Diplomarbeit: Anwendung der Ausgleichsrechnung in der Ebenheitsmessung

Heinrich Anton Glanznig, Diplomarbeit: Einfluß der Kovarianzfunktion auf die Prädiktionsformel in extremen Situationen

Reinhold Görzer, Diplomarbeit: Das Programmsystem muMATH/muSIMP und seine Anwendung innerhalb geodätischer Problemstellungen

Adelheid Jesenko, Diplomarbeit: Ausgleichung und Deformationsanalyse von Höhennetzen

- Maria Krenn*, Diplomarbeit: Ausarbeitung und Realisierung eines Meßkonzeptes für diskrete Dammbeobachtungen
Kurt Oreschnik, Diplomarbeit: Analyse von zweidimensionalen Netzen mit Hilfe von Eigenwerten und Eigenvektoren
Josef Christian Prattes, Diplomarbeit: Bearbeitung von CMA-751-Dopplerdaten der Basis Bregenz–Sonthofen im Sinne interferometrischer Signalkorrelation

Technische Universität Wien

Folgende Kandidaten haben die II. Diplomprüfung aus Vermessungswesen an der TU Wien erfolgreich abgelegt:

November 1985

- Heinz Ebenbichler*, Diplomarbeit: Automatisierung der Talsperrenbeobachtung.
Susanne Hafenschere, Diplomarbeit: Untersuchung unvollständiger Wiederholungsnivellements hinsichtlich Setzungsmessungen im Süden der Stadt Wien.
Helge Paul Höllriegl, Diplomarbeit: Landinformationssysteme und Kataster in Europa – Eine Bestandsaufnahme.
Hubert Plainer, Diplomarbeit: Kongruenzanalyse bei Krustenbewegungsmessungen hinsichtlich Punktgruppen.

Jänner 1986:

- Michael Gsandtner*, Diplomarbeit: Benutzerführung für Orient
Manfred Jandrisevits, Diplomarbeit: Untersuchung der Achsen der Teilkreise und der Dichtengenauigkeit des elektronischen Theodolits KERN E 1.
Markus Lutz, Diplomarbeit: Konsistente Revision und Erweiterung des Festpunktfeldes

März 1986:

- Gerald Kucher*, Diplomarbeit: Bereitstellung photogrammetrischer Unterlagen für die Interpretation von Erosionsformen im alpinen Bereich.
Manfred Kuzrwehnhart, Diplomarbeit: Strategie für die Bestimmung von Näherungswerte für einen allgemeinen Bündelblockausgleich.
Thomas Matausch, Diplomarbeit: Lotabweichungsbestimmung im Testnetz Kärnten
Wolfgang Rieger, Diplomarbeit: Methoden zur Bestimmung von Einzugsgebieten und Abflußlängen aus dem DHM.
Wolfgang Gold, Refraktions- und Höhenbestimmung nach Hradilek in bodennahen Schichten.

Veranstaltungskalender

25. bis 26. September 1986: Inertialvermessung – Geodätisches Seminar der Universität der Bundeswehr München – Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen. Veranstaltet wird dieses Seminar von der Arbeitsgruppe Inertialgeodäsie (Caspary/Hein/Schödlbauer) mit dem Ziel, allen interessierten Fachkollegen die Technologie der Inertialvermessung näher zu bringen. In inhaltlich abgestimmten Vorträgen werden Grundlagen, Meßverfahren und Auswertemodelle vorgestellt. Fragen der Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit werden ausführlich behandelt und es wird über umfangreiche Testmessungen in Bayern berichtet.

Information und Anmeldung: Prof. Dr.-Ing. W. Caspary, Universität der Bundeswehr, Werner-Heisenberg-Weg 39, D-8014 Neubiberg. Tel. 089/6004/3424 oder /3436.

23. bis 24. Oktober 1986: Lebensraum Dorf – Heimat oder anonymer Ortsteil? Veranstalter dieser Fachtagung ist die Deutsche Akademie der Forschung und Planung im ländlichen Raum (ALR) – Landesgruppe Bayern. Folgende Themen werden behandelt:

- Heimatschutz und Dorf
- Historische Dorfgestalt und Erneuerungsplanung
- Identifikation der Bürger mit der Gestalt öffentlicher Räume
- Beispiele zur Dorferneuerung
- Denkmalschutz und Heimatschutz
- Presse und Öffentlichkeit im Dorf

Tagungsleitung: Prof. Dr. Ing. Elmar Zepf.

Information und Anmeldung: Reg. Baum. Dipl.-Ing. K. Gäbel, Lehrstuhl für Städtebau und Raumplanung der Universität der Bundeswehr München, Werner-Heisenberg-Weg 39, 8014 Neubiberg, Tel. 089/6004–3866.

29. bis 31. Oktober 1986: Kartographiehistorisches Colloquium Wien '86. Die Deutsche Gesellschaft für Kartographie, die Österreichische Akademie der Wissenschaften und die Österreichische Nationalbibliothek sind die Veranstalter dieses Colloquiums. Neben Vorträgen und Diskussionen gibt es auch die Möglichkeit zum Besuch der Kartensammlung des Kriegsarchivs in Wien, der Teilnahme an einer Führung durch die Ausstellung „Kartographische Kostbarkeiten der Österreichischen Nationalbibliothek“. Weiters ist auch eine Exkursion nach Klosterneuburg vorgesehen.

Information und Anmeldung: Univ.-Doz. Dr. I. Kretschmer, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Institut für Kartographie, Universitätsstraße 7, A-1010 Wien, Tel. 0222/4300-0.

3. Dezember 1986: Oppolzer-Gedächtnis-Symposium, Wien. Dr. Theodor Ritter von Oppolzer, k. k. Hofrat, o. ö. Professor der Astronomie an der Universität Wien, Präsident der k. k. Österr. Kommission für die Europäische Gradmessung und Vorstand des k. k. Österr. Gradmessungs-Büros, verstarb am 26. Dezember 1886. Anlässlich der hundertsten Wiederkehr seines Todestages im heurigen Jahr findet am 3. Dezember 1986 ein Oppolzer-Gedächtnis-Symposium statt.

Ort der Veranstaltung: Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Schiffamtsgasse 1–3, A-1025 Wien, 8. Stock, Vortragssaal.

Information: Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn. J. Zeger, obige Adresse, Tel. 0222/35 76 11/2306 DW.

Persönliches

Prof. Franz Ackerl – 85 Jahre

Am 19. Mai 1986 feierte em. o. Prof. Dr. Franz Ackerl seinen 85. Geburtstag, zu welchem die herzlichsten Glückwünsche auf diesem Weg nachgebracht werden sollen.

Der ausführlicheren Würdigung zum 80. Geburtstag in dieser Zeitschrift ist – von den Lebensdaten her – nur wenig hinzuzufügen.

Der Jubilar wurde im letzten Jahrzehnt durch mehrere Schicksalsschläge heimgesucht und hat sich daraufhin ins Benediktinerkloster Seckau zurückgezogen. Dort übernahm er als Bruder Benedictus den Aufgabenbereich eines Bibliothekars, übersiedelte nach einigen Jahren krankheitshalber in die Schottenabtei nach Wien und darf – nach einem zweiten Herzinfarkt – „Extra Clausura“ wohnen. Prof. Ackerl hat in den letzten Jahren – schwer sehbehindert – weiter an wissenschaftlichen Werken gearbeitet, seinen Nachlaß geordnet und Memoiren verfaßt. Mit Bezug auf diese Grundlage hat w. Hofrat i. R. Dipl.-Ing. Franz Allmer ein neu überarbeitetes Werksverzeichnis angelegt und freundlicherweise zur Verfügung gestellt. Die Publikation dieses Verzeichnisses soll voraussichtlich in einem der nächsten Hefte der ÖZ zumindestens auszugsweise erfolgen.

Alle Fachkollegen wünschen Prof. Ackerl weiterhin alles Gute für viele Jahre, vor allem Glück und Zufriedenheit im Kreise seiner Familie.

G. Stoltzka

ZUM GEDÄCHTNIS

o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Karl Hubeny

Freunde und Schüler und eine große Zahl von Fach- und Berufskollegen betrauern das Hinscheiden von Professor Karl Hubeny, der am 16. Mai 1986 in Graz nach längerer Krankheit verstorben ist. Sein Tod weckt bei allen, die ihm näherstanden, Empfinden der Trauer, der Ehrfurcht, der Dankbarkeit und der Besinnung.

Das Zusammenfallen seines Todestages mit dem Tag der Vollendung seines 76. Lebensjahres weist unwillkürlich auf die erst vor 6 Jahren erfolgten Würdigungen hin, deren sich Professor Hubeny zu seinem 70. Geburtstag und zu seiner Emeritierung im Jahre 1980 erfreuen durfte. Karl Rinner hat damals in dieser Zeitschrift am Ende einer 20 Jahre dauernden gemeinsamen Wirksamkeit an der Technischen Universität Graz den Lebensweg Karl Hubenys gezeichnet und ihn mit dem dramatischen Geschehen der damaligen Zeit verwoben. Vorstellungen, daß selbst solch außerordentlichen Talenten der Zugang zu einer beruflichen Tätigkeit erst nach vielen Jahren glückte, müssen in Erinnerung gerufen werden, wenn heute da und dort Forderungen nach einer Arbeitsversorgung ohne Zusammenhang mit der Frage der persönlichen Leistungsbereitschaft erhoben werden. Der wissenschaftliche Werdegang Karl Hubenys kann unserer akademischen Jugend, die sich teilweise unverschuldet so schwer tut im Bemühen um eine gerechte Beurteilung der letzten Dezenien, vorgestellt werden als ein Beispiel, daß dem Erfolg der anhaltende persönliche Einsatz gepaart mit Talent und Fleiß vorausgeht.



Mit großer Selbstverständlichkeit haben seine frühen Schüler die Gelegenheit wahrgenommen, sich vom damals einzigen Professor der Geodäsie an der Technischen Hochschule Graz in das breite Spektrum der geodätischen und photogrammetrischen Disziplinen einführen zu lassen. Dies zeugt einmal mehr von der großen Universalität, die den Fachvertretern seiner Generation in hohem Maße eigen war und um deren Erhaltung oder Neugestaltung heute gerungen wird. Den an die Universität zurückgekehrten ehemaligen Schülern fällt es nunmehr nach Jahrzehnten leicht, das Ausmaß seiner damaligen Leistungen zu beurteilen und zu bewundern. Das hohe Maß an Einsicht, Verständnis und Wissen, das Karl Hubeny von seinen Studenten verlangte, war die natürliche Folge seiner Überzeugung von der Verantwortung, die der zukünftige Akademiker gegenüber sich selbst, der Gesellschaft und der Wissenschaft zu tragen hat. Die Schule Hubenys ist somit nicht nur fachbezogen zu verstehen; sie prägte stark im Sinne der Redlichkeit und der Mobilisierung der geistigen Fähigkeiten, war also betont charakterformend.

Trotz seines breitgestreuten Interesses zeigt ein Blick auf die Liste seiner wissenschaftlichen Publikationen, die dem einführenden Beitrag in der Festschrift zur Emeritierung von Karl Hubeny beigelegt ist, daß seine ganz besondere Vorliebe drei Arbeitsgebieten galt:

- den Sonderanwendungen der Photogrammetrie, insbesondere der Mikrostereophotogrammetrie und der photographischen Abbildung,
- der ellipsoidischen Geometrie im Zusammenhang mit aktuellen Aufgaben der Landesvermessung und
- dem Gesamtbereich geodätischer Abbildungen.

Trotz der unbestrittenen Leistungen und Verdienste blieb Karl Hubeny zeitlebens bescheiden und äußerst selbstkritisch, Eigenschaften, die im heutigen Wissenschaftsbetrieb zuweilen stark kontrastieren.

Ausdruck dieser Bescheidenheit war auch sein Wunsch nach einer stillen Verabschiedung, dem Rückzug in die private Sphäre, in der nur noch die fundamentalen Beziehungen zählen. Gerade dadurch wird er über seine wissenschaftliche Leistung hinaus bedeutsam. Das auch vielen anderen gebührende Erinnerungsbild dankbarer Hochschätzung wird ergänzt und bereichert durch die Unverwechselbarkeit seiner individuellen Existenz und gewinnt dadurch an Dauer und Tiefe.

Günther Schelling

Ehrungen

Herrn Oberrat Dipl.-Ing. Günter Schuster, Leiter der Abteilung K1 (Administrative Angelegenheiten) des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen wurde vom Bundespräsidenten am 24. März 1986 das Goldene Ehrenzeichen für Verdienste um die Republik Österreich verliehen. Zu dieser hohen Auszeichnung sowie zu der mit 1. Juli 1986 wirksamen Ernennung zum Hofrat gratuliert der Österreichische Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie seinem Präsidenten recht herzlich!

Buchbesprechungen

Dittrich – Hrbek – Kaluza: Das österreichische Vermessungsrecht. Manzsche Gesetzesausgaben – Sonderausgabe Nr. 23, 2. völlig neu bearbeitete Auflage nach dem Stand der Rechtsordnung vom 1. 1. 1985.

Die in Heft 4/1985 dieser Zeitschrift ausführlich geschilderte Grundstücksdatenbank, die seit 1. April 1985 als erster Schritt zu einem allumfassenden Landinformationssystem bundesweit zur Realität geworden ist, hat ihre rechtliche Grundlage in der zweiten Novelle zum Vermessungsgesetz in Form des Bundesgesetzes vom 22. 10. 1980, BGBl. Nr. 480, erhalten. Diese Novellierung und damit auch einhergehende neue Dienstanweisungen haben die Autoren veranlaßt, die im Jahre 1976 erstmalig erschienene Sonderausgabe Nr. 23 gleichen Titeils (siehe ÖZfVW. und Phot. Nr. 2/1976) im Sinne der Änderungen zu erneuern, wobei generell auffällt, daß die umfangreiche Erweiterung des Kommentars vornehmlich auf die zahlreichen Erlässe des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen ausgerichtet ist, hingegen judizielle oder Berufungsentscheidungen nur spärlich zu finden sind.

Der Interessent, der sich bloß einen Überblick über Sinn und Zweck sowie über die Aufgaben der österreichischen Landesvermessung verschaffen will, findet in der *Einleitung* ausreichend Information, während die Wißbegier des detailsuchenden Benützers in den nachfolgenden zehn Teilen mehr als ausreichend befriedigt wird.

I. *Vermessungsgesetz*: Bundesgesetz vom 3. 7. 1968, BGBl. Nr. 306, über die Landesvermessung und den Grenzkataster i. d. F. der Berichtigungen und Abänderungen in den Jahren 1969, 1975 und 1980, wobei besonders positiv die bessere Übersichtlichkeit und Lesbarkeit des in 13 Abschnitten enthaltenen Gesetzestextes in Fettdruck hervorzuheben ist. Damit wurde eine deutliche Abhebung von den sehr zahlreichen erläuternden Anmerkungen zu den 59 Paragraphen und Anhang erzielt. Hinsichtlich richtiger Ortsbezeichnung der auf den Seiten 88–90 angeführten Vermessungsämter wird die Schreibweise im Teil III vorzuziehen sein.

II. *Vermessungsverordnung*: Verordnung des Bundesministers für Bauten und Technik vom 27. 2. 1976, BGBl. Nr. 181, über Vermessungen und Pläne; deren Text und dazu erläuternde Anmerkungen enthalten die Bestimmungen über die Kennzeichnung der Grenzen, die Vermessung der Grenzpunkte und deren Anschluß an das Festpunktfeld, die Prüfung von Grenzzeichen, Fehlergrenzen, die Berechnung von Koordinaten und Flächen, die Anfertigung von Plänen bei Teilungen und Richtigstellungen sowie bei Agrarverfahren, die Zeichen und Beschriftungen in zeichnerischen Darstellungen (Zeichenschlüssel im Anhang).

III. *Verordnung* des Bundesministeriums für Bauten und Technik vom 15. 10. 1968, BGBl. Nr. 386, mit der die *Sprengel der Vermessungsämter* bestimmt werden; der Verordnungstext gibt Auskunft über den örtlichen Wirkungskreis der Vermessungsämter (mit Anschrift und Telefonnummer) in Zusammenhang mit den Sprengeln der Bezirksgerichte, wobei allerdings ein in Fußnoten erwarteter Hinweis auf die seit 1969 durch Zusammenlegung zahlreich aufgelassenen Bezirksgerichte vermißt wird.

IV. *Staatsgrenzengesetz*: Bundesgesetz vom 30. 11. 1973, BGBl. Nr. 9/1974, zur Durchführung zwischenstaatlicher Vereinbarungen über die Vermessung und Vermarkung der Staatsgrenze und der Regelung bestimmter Angelegenheiten der Staatsgrenze; Abschnitte über Begriffsbestimmungen, Freihaltung der Grenzflächen, Baulichkeiten und Eigentumsgrenzzeichen an der Staatsgrenze, innerstaatliche Hinweise auf die Staatsgrenze, Bekanntgabe von Arbeiten an der Staatsgrenze, Entschädigung, Meldepflicht u. a. Ausführliche Anmerkungen dazu enthalten Hinweise auf die Staatsverträge mit den Nachbarstaaten, die Freihaltung und Sichtbarkeit sowie die Wiederherstellung der Staatsgrenzzeichen, Entschädigungsansprüche.

V. *Liegenschaftsteilungsgesetz*: Bundesgesetz vom 19. 12. 1929, BGBl. Nr. 3/1930, über grundbücherliche Teilungen, Ab- und Zuschreibungen i. g. F.; erwähnenswert ist die Erweiterung der Anmerkungen zum Gesetzestext der §§ 1 und 13; bei Suche weiterer praxisorientierter Anmerkungen werden empfohlen: zu § 13 die Hinweise auf den Seiten 111–116, zu den §§ 15, 16 die Hinweise auf den Seiten 116–118, alle im Teil I; zu § 35 Abs. 1 Ziff. 2, ... § 27 Abs. 1 ... "wäre vielleicht ein aufklärender Hinweis auf § 52 Ziff. 5 VermG (Seite 170) vorteilhaft gewesen.

VI. *Allgemeines bürgerliches Gesetzbuch*: Auszug über den natürlichen und künstlichen Zuwachs als Eigentumserwerb, Rechte der Teilhaber in der gemeinschaftlichen Sache, Erneuerung und Berichtigung der Grenzen (eine weitere Anmerkung dazu befindet sich auf Seite 171 im Teil I), vermutete Gemeinschaft, Recht des Schadenersatzes und der Genugtuung.

VIIa. *Datenschutzgesetz*: Bundesgesetz vom 18. 10. 1978, BGBl. Nr. 565, über den Schutz personenbezogener Daten i. d. F. der Abänderungen und Berichtigungen 1981 und 1982. Die nunmehr auch im Zuge der Administration des Grenzkatasters zu beobachtenden Gesetzesbestimmungen wurden auszugsweise neu aufgenommen und beziehen sich neben den allgemeinen Bestimmungen vornehmlich auf solche im öffentlichen Bereich (siehe dazu auch die Seiten 85–88 im Teil I), internationalen Datenverkehr, Datenschutzkommission, Datenschutzrat und Datenverarbeitungsregister sowie Strafbestimmungen.

VIIb. *Datenschutzverordnung*: Verordnung des Bundesministers für Bauten und Technik vom 2. 7. 1980, BGBl. Nr. 337, zur Durchführung des Datenschutzgesetzes im Wirkungsbereich des Bundesministers für Bauten und Technik.

VIII. *Forstgesetz 1975*: Bundesgesetz vom 3. 7. 1975, BGBl. Nr. 440, mit dem das Forstwesen geregelt wird i. d. F. 1977; Auszug über Begriffsbestimmungen, Wald im Verhältnis zum Grenzkataster (eine Anmerkung dazu wäre ein Hinweis auf die Seiten 136 und 137 im Teil I), Neubewaldung, Waldteilung, Rodungsverfahren, Behörden und Zuständigkeiten. Hinsichtlich einer vollständigen Kommentierung dieses Gesetzes wird nach dem Titel auf die Manzsche Sonderausgabe Nr. 42 verwiesen.

IX. *Bodenschätzungsgesetz 1970*: Bundesgesetz vom 9. 7. 1970, BGBl. Nr. 233, über die Schätzung des landwirtschaftlichen Kulturbodens; gegenüber der ersten Auflage erweiterte, vor allem historische Anmerkungen über die Entstehung und Entwicklung der Grundertragsabschätzung in Österreich.

X. *Erlässe zum Vermessungsgesetz*: Auszug aus Dienstanweisungen des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen über Änderungen von Katastralgemeinden, Anlegung der Katastralmappe, System der Landesvermessung, Grundstücksdatenbank, Planbescheinigung. Diese gegenüber der ersten Auflage erweiterte Neueinschaltung bietet einen nahezu vollständigen Ersatz für den in der Manzschen Sonderausgabe Nr. 25 enthaltenen Ergänzungsband „Grundkataster und Vermessungswesen“, dem alle für den Grundsteuerkataster sz. geltenden Rechtsvorschriften und Erlässe zu entnehmen sind.

Zum Abschluß enthält das Werk eine mit erläuternden Anmerkungen versehene *Fristentabelle* – *VermG* sowie ein *Schlagwortverzeichnis*, für welches in der nächsten Ausgabe eine engere Verknüpfung der Begriffe und eine Unterordnung von Nebenbegriffen zu Hauptbegriffen (z. B. durch Ergänzung der Begriffe „Umbildung“ und „Umkopierung“ beim Hauptbegriff „Katastralmappe“) wünschenswert wäre.

Die Verfasser, denen für ihre erneute Mühewaltung zur Informationsverbesserung nach forcierter Einführung der automationsunterstützten Datenverarbeitung im Vermessungswesen zu danken ist, sind durch den inhaltlichen Aufbau des Werkes der am Schutzumschlag des Buches vom Manzschen Verlag angeführten Empfehlung gerecht geworden:

Das gesamte Vermessungsrecht vollständig und übersichtlich dargestellt – für jeden damit Befahnten eine unschätzbare Hilfe!

Otto Kloiber

F. K. Brunner (Herausgeber): **Geodetic Refraction. Effects of Electromagnetic Wave Propagation Through the Atmosphere.** Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 1984. 213 Seiten, 51 Figuren, kartoniert; Preis DM 48,—.

Die allermeisten geodätischen Messungen werden entlang elektromagnetischer Strahlung ausgeführt. Dabei setzt die durchstrahlte Atmosphäre eine Schranke für die erreichbare Genauigkeit, die oft die volle Ausnutzung der instrumentellen Genauigkeit verhindert. Die Ausschaltung dieses Effekts der geodätischen Refraktion wird auf verschiedenen Wegen versucht: durch Atmosphärenmodelle, durch spezielle Beobachtungsanordnung, durch Analyse der empfangenen Strahlung oder durch instrumentelle Methoden.

Der Praktiker, der automatisch registrierende Instrumente bedient, neigt dazu, das Problem zu verharmlosen. Die geodätische Wissenschaft aber widmet ihm große Aufmerksamkeit. Das Buch beruht auf den „invited lectures“, die bei dem Symposium „Advances in Geodetic Refraction“ im Mai 1982 in Tokyo gehalten wurden. Der Leiter der zuständigen Spezialstudiengruppe 1.42 der IAG, F. K. Brunner, hat sich um die Herausgabe dieser Beiträge in Buchform bemüht und selbst einen Teil bearbeitet.

Eine kurze Charakterisierung der Inhalte der zehn Kapitel sowie die Nennung ihrer Autoren wird wohl am besten über den reichen Inhalt des Buches und über das hohe Niveau der Präsentation informieren. F. K. Brunner gibt im 1. Kapitel einen allgemeinen Überblick über die Refraktionsforschung. Im 2. Kapitel referieren D. C. Williams und H. Kahmen über die Zweifarben-Methode zur Bestimmung des atmosphärischen Einflusses auf Richtungsmessungen. Anschließend untersuchen M. T. Prilepin und A. S. Medovikov die Wirkung atmosphärischer Turbulenz auf interferometrische Messungen. J. Levine widmet sich der elektromagnetischen Distanzmessung mit mehreren Wellenlängen. G. M. Resch diskutiert mögliche geodätische Anwendungen der Wasserdampf-Radiometrie. Kapitel 6 ist der Temperatur- und Feuchtstruktur der unteren Atmosphäre vorbehalten und von E. K. Webb verfaßt. F. K. Brunner behandelt die allgemeinen Probleme der atmosphärischen Modellbildung im Hinblick auf terrestrische geodätische Netze. P. V. Angus-Leppan referiert über die Nivellement-Refraktion, während I. Naito und C. Sugawa die Refraktionsprobleme der klassischen Positionsastonomie erörtern. Das zehnte und letzte Kapitel bringt die Herleitung der Gleichungen der elektromagnetischen Wellenausbreitung in einem mit der Erde rotierenden brechenden Medium und hat E. W. Grafarend zum Autor. Erfreulich, daß zwei der Autoren Österreicher sind: F. K. Brunner und H. Kahmen, der erst kürzlich von Hannover nach Wien berufene Ordinarius für Allgemeine Geodäsie.

Die Absicht des Herausgebers, eine repräsentative Darstellung des gegenwärtigen Standes der Refraktionsforschung und die nötige wissenschaftliche Grundlage für künftige Forschungen zu geben, ist voll gelungen. Niemand, der sich mit Refraktion beschäftigt, kann diesen Band übergehen. Der Verlag hat seine erst kleine, aber anspruchsvolle Reihe mit Themen aus der Geodäsie um einen wertvollen Band erweitert. Der Preis dieses im sauberen Manuskriptdruck gehaltenen Standardwerkes ist angemessen.

Kurt Bretterbauer

H. Pelzer (Herausgeber): Geodätische Netze in Landes- und Ingenieurvermessung. II., Vorträge des Kontaktstudiums Februar 1985 in Hannover, Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart 1985, XXV + 846 Seiten; DM 69,—.

Sechs Jahre nach der ersten erfolgreichen Veranstaltung eines Kontaktstudiums über das Thema „Geodätische Netze in Landes- und Ingenieurvermessung“ wurde vom Geodätischen Institut und dem Institut für Erdmessung der Universität Hannover neuerlich ein Seminar mit demselben Titel abgehalten. Die Beiträge zu diesem in erster Linie als Postgraduiertenausbildung gedachten Kontaktstudium 1985, verfaßt von insgesamt 12 Autoren, sind Gegenstand dieses Buches. Die Gliederung der Veranstaltung bzw. des Buches erfolgt in drei Teilen:

- A. Theoretische Grundlagen
- B. Grundlagennetze der Landesvermessung
- C. Projektbezogene Netze der Ingenieurvermessung

Schwerpunkt dieses Seminars lag im Gegensatz zur Veranstaltung 1979 (Buchbesprechung: P. Meissl, ÖZ, 68. Jg./1980/3, S. 142) bei dynamischen Aspekten der Anlage und Bestimmung geodätischer Netze, wobei auch die physikalische Geodäsie entsprechend ihrer heutigen Bedeutung und Möglichkeiten berücksichtigt wurde. Einblicke in neue Techniken, im speziellen der Satellitengeodäsie, sind allerdings nur in gestraffter und elementarer Form präsentiert worden. Netze aus dem Bereich der Ingenieurvermessung wurden bevorzugt behandelt. Beiträge über Instrumente und Meßtechniken spielten eine untergeordnete Rolle.

Bedingt durch die Vielfalt der behandelten Problemkreise kommt es in manchen Fällen zu einer Überschneidung oder Wiederholung einzelner Teilaspekte (z. B. Kalman-Filter), ein Umstand, der bei zwölf Autoren durchaus toleriert werden kann und eventuell sogar zu einem besseren Verständnis beiträgt. Die unterschiedliche Darstellungsweise der Autoren führt natürlich auch zu Unterschieden im Niveau des Gebotenen.

Umfangreich und didaktisch ausgezeichnet bearbeitet sind die Beiträge von Prof. Pelzer über die Grundlagen der mathematischen Statistik und der Ausgleichsrechnung und über die Überprüfung von Ausgleichsmodellen. Weitere Beiträge zum *Abschnitt A* stammen von W. Niemeier (Netzqualität und Optimierung), H. Kahmen (Erfassung und Verarbeitung stochastischer und deterministischer Signale) und J. Krüger und H.-G. Wenzel (Ausgleichung großer Netze).

Im *Teil B* sind folgende Beiträge zusammengefaßt: W. Torge: Dreidimensionale Netze, G. Seeber: Netze der Satellitengeodäsie, W. Augath: Lagenetze und Höhenetze, H.-G. Wenzel: Schwerenetze.

Teil C umfaßt auf mehr als 300 Seiten anwendungsorientierte Beispiele aus der Ingenieurvermessung: H. Pelzer: Lokale dreidimensionale Netze, J. Krüger: Absteckungsnetze, speziell für Tunnelabsteckungen, W. Niemeier: Anlage von Überwachungsnetzen, W. Niemeier: Deformationsanalyse, R. Spella: Einsatz spezieller Meßverfahren, H. Kahmen: Polare Vermessungssysteme zur Erfassung kinematischer Vorgänge, W. Huep: Positionsbestimmung im Küstenbereich, G. Seeber: Präzise Positionsbestimmung auf See, W. Welsch: Kinematische Netzbetrachtung, und J. Boljen: Dynamische Netzbetrachtung.

Zusammenfassend gibt das vorliegende Buch einen gutverständlichen Einblick in die Entwicklungen im Bereich geodätischer Netze in den letzten Jahren und ist sicher eine sowohl für den Studenten und den Praktiker als auch für den Wissenschaftler empfehlenswerte Bereicherung in der umfangreichen Palette der Bücher über Netze und Netzoptimierung.

Erhard Erker

Contents

- S ünkel, H.: Conventional and modern techniques for the estimation of orthometric heights.
 Grimm-Pitzinger, A., Hanke, K.: The importance of variance components estimation for geodetic practice.
 Fabiankowitsch, J., Wunderlich, T.: The close-range calibration of the Tellurometer MA 100.
 Bretterbauer, K., Rinner, K., Schmid, H.: The award of the Friedrich-Hopfner-medal to Prof. H. Schmid; addresses and festiv lecture (H. Schmid: The development of rockets and satellite geodesy).

Adressen der Autoren der Hauptartikel

- Bretterbauer, Kurt, Dipl.-Ing. Dr. techn., o. Prof., Technische Universität Wien, Institut für Theoretische Geodäsie und Geophysik, Gußhausstraße 27–29, A-1040 Wien.
 Fabiankowitsch, J., Dipl.-Ing., Univ.-Ass., Technische Universität Wien, Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie, Abt. Ingenieurgeodäsie, Gußhausstraße 27–29, A-1040 Wien.
 Grimm-Pitzinger, Albert, Dipl.-Ing. Dr. techn., Univ.-Ass., Universität Innsbruck, Institut für Geodäsie, Technikerstraße 13, A-6020 Innsbruck
 Hanke, Klaus, Dipl.-Ing., Dr. techn., Univ.-Ass., Universität Innsbruck, Institut für Geodäsie, Technikerstraße 13, A-6020 Innsbruck
 Rinner, Karl, Dipl.-Ing., Dr. mult., emer. o. Univ.-Prof., Institut für Angewandte Geodäsie und Photogrammetrie, Abt. Landesvermessung, Technische Universität Graz, Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz.
 Schmid, Hellmut, Dr.-Ing., Dr. h. c., Univ.-Prof., emer., ETH Zürich
 S ünkel, Hans, Dipl.-Ing., Dr. techn., o. Univ.-Prof., Technische Universität Graz, Abteilung für Mathematische und Datenverarbeitende Geodäsie, Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz.
 Wunderlich, Thomas, Dipl.-Ing., Dr. techn., Univ.-Ass., Technische Universität Wien, Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie, Abt. Ingenieurgeodäsie, Gußhausstraße 27–29, A-1040 Wien.

DAS DRITTE

Zeiss Elta 4 –
das elektronische
Tachymeter
für die täglichen
Meßprobleme. Damit
die Vermessung
bequemer und
zuverlässiger wird.



Zeiss Elta 4 – moderne
Technik in bekannter Zeiss
Qualität und leistungsfähige
Programme zum außerge-
wöhnlich günstigen Preis.
Kompakte Bauweise,
bequeme Bedienung und

schnelle Datenerfassung.
Einfache Programmauswahl
per Tastendruck.
Benutzerführung in den
Meßprogrammen.
Schnittstelle für den Anschluß
an EDV-Systeme.

**Steuerung des
Mikroprozessors
über nur 3 Tasten**

**Freie Wahl der
Hauptbedienungs-
richtung**

**Meß- und Rechen-
programme für
Aufnahme
und Absteckung**

**Benutzerführung
zur Programm-
handhabung**

Zeiss 
West Germany
Elta 4

Zeiss Österreich Ges.m.b.H.
A-1096 Wien, Rooseveltplatz 2,
Tel. 0222/42 36 01

Österreichische Staatskartenwerke

Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen
A-1080 Wien, Krotenthallergasse 3, Tel. 43 89 35

Österr. Karte 1 : 50 000 - ÖK 50 mit Wegmarkierungen (Wanderkarte)	S 54,-
Österr. Karte 1 : 50 000 - ÖK 50 mit oder ohne Straßenaufdruck	S 46,-
Österr. Karte 1 : 25 000 (Vergrößerung der Österr. Karte 1 : 50 000) - ÖK 25 V mit Wegmarkierungen	S 66,-
Österr. Karte 1 : 200 000 - ÖK 200 mit oder ohne Straßenaufdruck)	S 52,-
Österr. Karte 1 : 100 000 (Vergrößerung der Österr. Karte 1 : 200 000) - ÖK 100 V mit Straßenaufdruck	S 66,-
Generalkarte von Mitteleuropa 1 : 200000	S 30,-
Übersichtskarte von Österreich 1 : 500 000	
mit Namensverzeichnis, gefaltet	S 120,-
ohne Namensverzeichnis, flach	S 80,-
Politische Ausgabe, mit Namensverzeichnis, gefaltet	S 120,-
Politische Ausgabe, ohne Namensverzeichnis, flach	S 80,-
Namensverzeichnis allein	S 35,-
Sonderkarten	
Kulturgüterschutzkarten: Österreichische Karte 1 : 50 000, je Kartenblatt	S 80,-
Österreichische Luftbildkarte 1 : 10 000, Übersicht	S 110,-

Neuerscheinungen

Übersichtskarte von Österreich 1 : 300 000 (Vergrößerung der Übersichtskarte von Österreich 1 : 500 000 in 4 Teilen) - ÖK 300 V	
Halbkarte (West- oder Osthälfte), gefaltet	S 90,-
Viertelkarte, flach, je Kartenblatt	S 60,-

Österreichische Karte 1 : 25 000 V

Blatt 81 Bodensee	Blatt 139 Lutzmannsburg
Blatt 176 Mühlbach	Blatt 194 Csakanydorozslo

Österreichische Karte 1 : 50 000

Blatt 127 Schladming	Blatt 179 Lienz	Blatt 139 Lutzmannsburg
----------------------	-----------------	-------------------------

In letzter Zeit berichtigte Ausgaben:

Österreichische Karte 1 : 25 000 V

Blatt 21, 58, 59, 94, 116, 125, 127, 130, 136, 137, 162, 204

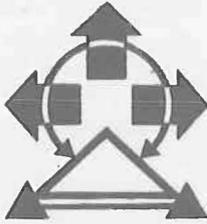
Österreichische Karte 1 : 50 000

Blatt 38, 49, 55, 56, 68, 76, 107, 111, 157, 172

Gebietskarten

Umgebungskarte Wien 1 : 50 000

Burgenland 1 : 200 000



18.–21. Mai 1988
Brucknerhaus Linz



3. Österreichischer

GEODÄTENTAG 1988

- Leitthema: Ingenieurgeodäsie
Dokumentation der Umwelt
- Fachvorträge
- Fachexkursion und -besichtigungen
- Fachfirmenausstellung
- Fachausstellung
- Rahmen- und Damenprogramm
- Empfänge und Gesellschaftsabend

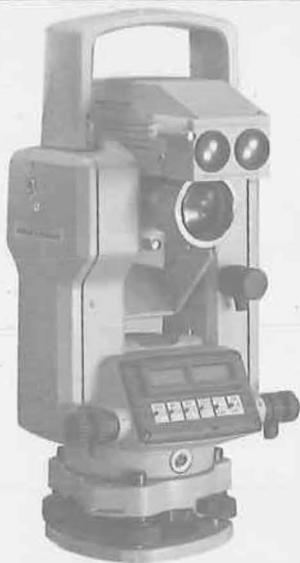
Wir bitten um Terminvormerkung!

Auskünfte und Anforderung von Unterlagen:

Örtlicher Vorbereitungsausschuß – ÖVA Linz 1988
Prunerstraße 5, Postfach 376, 4010 Linz, Tel. 0732 / 27 38 81

ANGENOMMEN, SIE HÄTTEN DIESE KOMBINATION:

WAS WÜRD SICH VERÄNDERN?



Sie könnten Winkel, Distanzen und Höhenunterschiede sofort digital auf 1 mgon und den Millimeter ablesen.

Sie könnten ohne externe Batterie 7 Stunden ununterbrochen Winkel messen oder 250x Winkel und Distanz.

Sie könnten ohne langwierige Initialisierung sofort Winkel messen (auf Wunsch auch im Gegenuhrczeiger-sinn).

Sie wären schneller und konkurrenzfähiger als jemals zuvor.

Sie würden bei angeschlossenem GRE3 mit einem einzigen Tastendruck messen und registrieren.

Sie müssten im Büro kein Feldbuch mehr abschreiben lassen.

Sie wären mit einer 7 kg leichten elektronischen Tachymeter-Kombination allen Aufgaben gewachsen.

Sie könnten auch komplexe Aufgaben direkt im Feld lösen.

Sie könnten auch Ihr Wild-Theodolit-Zubehör mit dem T1000 einsetzen.

Ihre Messresultate wären noch genauer und sicherer.

Sie hätten mehr Zeit für andere Dinge.

Verlangen Sie am besten gleich jetzt die Dokumentation über den elektronischen Theodolit THEOMAT Wild T1000, das Infrarot-Distanzmeßgerät DISTOMAT Wild DI 1000 und das elektronische Datenterminal Wild GRE3. ■

**WILD
HEERBRUGG**

0 92 84

Alleinvertretung für Österreich:

A-1151 WIEN - Märzstr. 7

Telefax: 1-33731 - Tel.: 0222/92 32 31-0

r+ a rost