

# ÖZ

78. Jahrgang 1990/Heft 1

# Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie

## INHALT:

	Seite
<b>K. Killian:</b> Der gefährliche Ort des überbestimmten räumlichen Rückwärtseinscheidens .....	1
<b>G. Gerstbach:</b> Ein Weg zum Zentimeter-Geoid in Österreich .....	14
Diplomarbeiten/Dissertationen .....	40
Vereinsmitteilungen .....	46
Mitteilungen und Tagungsberichte .....	50
Persönliches .....	55
Veranstaltungskalender .....	56
Zeitschriftenschau .....	57
Contents .....	58
Adressen der Autoren der Hauptartikel .....	58

ORGAN DER ÖSTERREICHISCHEN KOMMISSION FÜR DIE INTERNATIONALE ERDMESSUNG

## IMPRESSUM

Medieninhaber und Herausgeber:

**ÖSTERREICHISCHER VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN UND PHOTOGRAMMETRIE**

Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien, Tel. 0222/35 76 11

Schriftleiter: Dipl.-Ing. Dr. Erhard Erker

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

Hersteller: Fritz Raser Ges.m.b.H., Grundsteingasse 14, A-1180 Wien

Verlags- und Herstellungsort Wien

## Offenlegung gemäß § 25 Mediengesetz

**Medieninhaber:** Österreichischer Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie, Schiffamtsgasse 1–3, A-1025 Wien, zur Gänze

Aufgaben des Vereines gemäß § 1 Abs. 1 der Statuten (genehmigt mit Bescheid der Sicherheitsdirektion Wien vom 17. Feb. 1986, Zl. I-SD/264-BVP/86):

- a) Die Vertretung der fachlichen Belange des Vermessungswesens und der Photogrammetrie auf allen Gebieten der wissenschaftlichen Forschung und der praktischen Anwendung.
- b) Die Vertretung der Standesinteressen aller Angehörigen des Berufsstandes.
- c) Die Förderung der Zusammenarbeit zwischen den Kollegen der Wissenschaft, des öffentlichen Dienstes, der freien Berufe und der Wirtschaft.
- d) Die Herausgabe einer Zeitschrift: Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie.

### Mitglieder des Vereinsvorstandes

**Präsident:** Hofrat Dipl.-Ing. Günter *Schuster*, Johann Leutner-Gasse 35, 2460 Bruck an der Leitha

#### Stellvertreter:

Präsident i. R. Dipl.-Ing. Ferdinand *Eidherr*, Landsteinerergasse 5/7, 1160 Wien

O. Univ.-Prof. Dr. Fritz *Kelnhöfer*, Hütterergasse 33, 1140 Wien

Dipl.-Ing. Manfred *Eckharter*, Friedrichstraße 6, 1010 Wien

#### Vorstandsrat:

Dipl.-Ing. Wolfram *Achleitner*, Grenzgasse 4a, 4910 Ried im Innkreis

Hofrat Dipl.-Ing. Helmut *Barth*, Germergasse 24/6/3/51, 2500 Baden

Dipl.-Ing. Dr. techn. Bruno *Bauer*, Josef Pirchl-Straße 12, 6370 Kitzbühel

O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerhard *Brandstätter*, Rechbauerstraße 12, 8010 Graz

O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Kurt *Bretterbauer*, Gußhausstraße 27–29, 1040 Wien

Dipl.-Ing. Helmut *Hauer*, Würthgasse 11, 1190 Wien

Dipl.-Ing. Ernst *Höflinger*, Maria Theresien-Straße 21–23, 6021 Innsbruck

Senatsrat Dipl.-Ing. *Hynst*, Ferchenbauergasse 10/5, 1210 Wien

Hofrat Dipl.-Ing. Rainer *Kilga*, Veitingergasse 53, 1130 Wien

O. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Karl *Kraus*, Gußhausstraße 27–29, 1040 Wien

O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Dr. E.h. Helmut *Moritz*, Rechbauerstraße 12, 8010 Graz

emer. O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. DDR.-Ing. E. h. Karl *Rinner*, Kaiser Franz Josefs-Kai 38, 8010 Graz

O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Günther *Schelling*, Rechbauerstraße 12, 8010 Graz

Dipl.-Ing. Leopold *Strenn*, Kleine Pfarrgasse 31/11, 1020 Wien

Obmann der „Arbeitsgemeinschaft der Diplomingenieure des Bundesvermessungsdienstes“

Dipl.-Ing. Rudolf *Gutmann*, Glacisstraße 33, 8010 Graz

Präsident der „Fachsektion für Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen“

#### Sekretariat

**Sekretär:** OR Dipl.-Ing. August *Hochwartner*, Arsenal, Objekt 7/6/9, 1030 Wien

#### Schriftführer:

Koär. Dipl.-Ing. Rupert *Kugler*, Steinbach 22, 3871 Nagelberg

Dipl.-Ing. Friedrich *Reichhart*, Schachnerstraße 53, 1220 Wien

#### Schatzmeister:

Koär. Dipl.-Ing. Susanne *Fuhrmann*, Eslargasse 9/4/3, 1030 Wien

Koär. Dipl.-Ing. Gerhard *Müggenhuber*, Laimgrubengasse 12A/12, 1060 Wien

**Bibliothekekar:** OKoär. Dipl.-Ing. Erich *Imrek*, Bonygasse 32/2/19, 1120 Wien

**Schriftleiter:** Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn. Erhard *Erker*, Olmagasse 12, 1130 Wien

**Schriftleiterstellvertreter:** ORat Dipl.-Ing. Norbert *Höggerl*, R. v. Alt-Platz 1/Stg. 1, 1030 Wien

#### Rechnungsprüfer:

OKoär. Dipl.-Ing. Michael *Franzen*, Wasserburgergasse 5/3, 1090 Wien

Dipl.-Ing. Hubert *Leissler*, Stockerauer Straße 27/7, 2100 Korneuburg

Erklärung über die grundlegende Richtung der Zeitschrift:

Wahrnehmung und Vertretung der fachlichen Belange des Vermessungswesens und der Photogrammetrie sowie Information und Weiterbildung der Vereinsmitglieder hinsichtlich dieser Fachgebiete.

# 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	Agrarische Operationen
<i>Präsident Dipl.-Ing. Friedrich Hrbek</i> BEV, Schiffamtsgasse 1–3, A-1025 Wien	Kataster
<i>HR i. R. 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% MWSt.

	schw.-weiß	färbig	
Anzeigenpreis pro 1/4 Seite 126 × 200 mm	S 4200,—	S 6720,—	einschl. Anzeigensteuer
Anzeigenpreis pro 1/2 Seite 126 × 100 mm	S 2520,—	S 4032,—	einschl. Anzeigensteuer
Anzeigenpreis pro 1/4 Seite 126 × 50 mm	S 1428,—	S 2285,—	einschl. Anzeigensteuer
Anzeigenpreis pro 1/6 Seite 126 × 25 mm	S 1134,—	S 1814,—	einschl. Anzeigensteuer
Prospektbeilagen bis 4 Seiten	S 2520,— einschl. Anzeigensteuer		

zusätzlich 20% MWSt.

Postscheckkonto Nr. 1190.933

Telephon: (0222) 35 76 11/2701 oder 4501 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.

## DAS COCKPIT DER NEUNZIGER JAHRE



### WELTNEUHEIT WILD BC3

Setzen Sie sich einmal an dieses Cockpit der Neunziger Jahre: Sie werden beeindruckt sein von der Klarheit und Detailschärfe des Stereomodells. Aber auch von der Einfachheit und Sicherheit der Datenerfassung, der Präzision der Aerotriangulation und der Effizienz, mit der im interaktiven Dialog am graphischen Bildschirm die Karte entsteht. Der

WILD BC3 vereint hohe optomechanische Leistungsstärke mit modernster graphischer Workstation- und Softwaretechnologie. Als photogrammetrische Arbeitsstation integriert er sich problemlos in übergeordnete Systeme (UNIX/MS-DOS). Verlangen Sie am besten gleich jetzt die WILD BC3 Dokumentation.

**r+a rost**

Alleinvertretung für Österreich:  
A-1151 WIEN · Märzstr. 7  
Telex: 1-33731 · Tel.: 0222/92 32 31-0  
Fax: 0222/95 51 40-50



**WILD LEITZ**

## Der gefährliche Ort des überbestimmten räumlichen Rückwärtseinschneidens

von *Karl Killian*, Wien

### a) Einleitung

Das räumliche Rückwärtseinschneiden (r.R.-E.) bei Vorhandensein von drei Festpunkten ist ein sehr bekanntes und weitgehend behandeltes Problem. Der gefährliche Ort (gef. O.) dieses Problems wurde schon von *S. Finsterwalder* auf kinematischem Wege abgeleitet [1a)] und später [1b)] sehr ausführlich behandelt. Ebenso haben *Krames*, *Rinner* und *Wunderlich* [6] [9] [12] u. a. auf diesem Gebiet wertvolle Arbeiten geleistet. Die erste geschlossene analytische Ableitung des gef. O. ist in [5] gegeben. Alle auf verschiedenen Wegen durchgeführten Arbeiten über den gef. O. (Kreiszyylinder, der durch die drei Festpunkte geht und auf der Festpunktebene normal steht) zeigen unmittelbar – oft wird auch besonders darauf hingewiesen –, daß der genannte Zylinder der einzige gef. O. des r.R.-E. bei Vorhandensein von drei Festpunkten ist.

*Gotthardt* behandelte das überbestimmte r. R.-E., d. h., er setzte vier und mehr Festpunkte voraus und kommt erstmalig zu sehr bedeutungsvollen Aussagen:

1) Liegen vier oder mehr Festpunkte in einer Ebene, so gibt es keinen gef. O. [2a)].

2) Liegen jedoch vier oder mehr Festpunkte im Raum, so ergeben bestimmte Lagen der Festpunkte einen gef. O. Das ist dann der Fall, wenn beliebig viele Festpunkte auf bestimmten Raumkurven dritter Ordnung liegen [2b)]. Bei der Ableitung dieser Kurven kommt *Gotthardt* zu der Aussage, daß es bei Vorhandensein von drei Festpunkten, außer dem bekannten gefährlichen Zylinder, noch einen anderen gef. O. gibt.

Zu 2) ist zu bemerken, daß die von *Gotthardt* abgeleitete Kurve dritter Ordnung und ihre Eigenschaften schon sehr lange bekannt sind (siehe unter C). Allerdings wurde die Bedeutung dieser Kurven für die Photogrammetrie nicht genügend beachtet. Ferner ist zu bemerken, daß der sogenannte „neuentdeckte gef. O. des r. R.-E.“ bei Vorhandensein von drei Festpunkten nicht existiert.

### b) Grundlegendes

Wir gehen von einer ganz einfachen Überlegung aus, die ohne Rechnung zu einem sehr anschaulichen Ergebnis führt:  $\sigma_1$  und  $\sigma_2$  sind eine horizontale bzw. eine vertikale Ebene. In  $\sigma_2$  liegt ein Kreis  $K$ , mit dem Durchmesser ( $\emptyset$ )  $a$ , der  $\sigma_1$  im Punkt  $O$  berührt (Fig. 1). Das Projektionszentrum  $P$  eines Luftbildes liegt im höchsten Punkt von  $K$ , und  $O$  ist der Fußpunkt des Lotes von  $P$  auf  $\sigma_1$ . Durch  $O$  geht eine zur Schnittlinie von  $\sigma_1$  und  $\sigma_2$  normale Gerade  $G$ . Die Festpunkte  $A$  und  $B$  liegen auf dem Kreis  $K$ , und der Festpunkt  $C$  liegt auf der Geraden  $G$ . Bewegt man  $P$  auf dem Kreis  $K$ , so bleiben die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  konstant. Bewegt man  $P$  auf dem Kreis  $\bar{K}$  (Radius von  $\bar{K}$  ist gleich dem Durchmesser von  $K$ ), so bleibt der Winkel  $\gamma$  konstant. Da die Kreise  $K$  und  $\bar{K}$  in  $P$  eine gemeinsame Tangente haben, ändern sich alle drei Winkel nur von zweiter Ordnung, wenn sich  $P$  um eine Strecke erster Ordnung bewegt. Da mit Hilfe von  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  auch alle drei Positionswinkel zu den Punkten  $A$ ,  $B$ ,  $C$  bestimmt sind, liegt ein r. R.-E. vor. Der Punkt  $P$  ist sodann der gef. O.

Diese Überlegung gilt für beliebig viele Festpunkte, wenn sie alle auf dem Kreis  $K$  und auf der Geraden  $G$  liegen. Immer ist  $P$  der gef. O., obwohl also eine beliebig hohe Überbestimmung des r. R.-E. vorliegt.

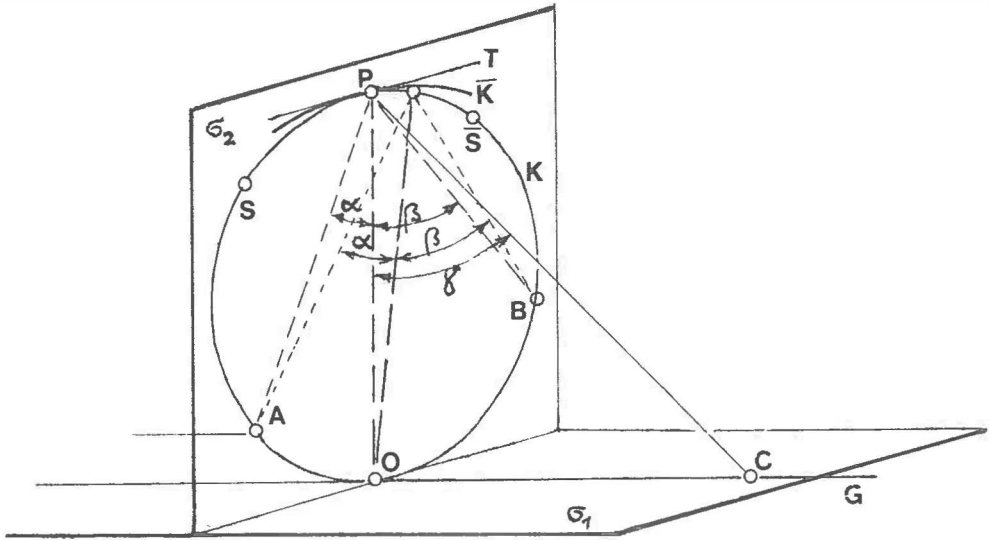


Fig. 1

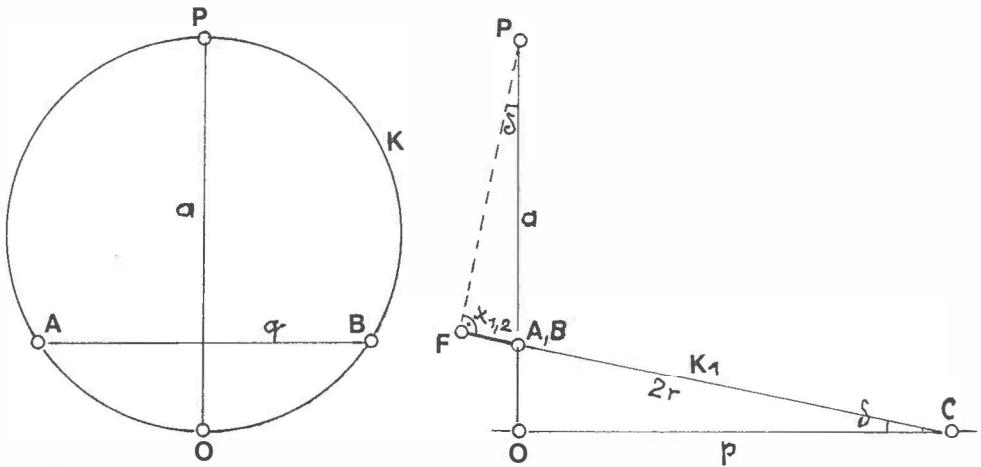


Fig. 2

Ferner ist auf einfache Weise zu erkennen, daß zu zwei symmetrisch zu P in endlicher Entfernung liegenden Punkten S,  $\bar{S}$  entsprechende Positionswinkel gehören, die exakt gleiche Größe haben. S und  $\bar{S}$  stellen sodann zwei getrennte und P eine zusammenfallende Lösung dar.

Bemerkt sei, daß unter c) diese Ergebnisse noch wesentlich erweitert werden.

Wir gehen nun wieder zurück auf unsere Annahme: Es liegen nur drei Festpunkte A, B, C (Fig. 1) vor. Fig. 1 könnte zur Vermutung führen, daß damit ein neuer gef. O. des r. R.-E. entdeckt ist (Gotthardt [2 b]). Das ist jedoch nicht so. Wird nämlich über das Festpunkt-dreieck (A und B sind beliebige Punkte des Kreises K, und C ist ein beliebiger Punkt der Geraden G) die bekannte gefährliche Zylinderfläche errichtet, so geht diese immer durch P. Oder anders gesagt: Fällt man von P das Lot auf die Festpunktebene  $\epsilon$ , so schneidet dieses immer den Umkreis des Festpunkt-dreiecks. Diese Aussage entspricht dem letzten Satz des ersten Absatzes der Einleitung. Dennoch soll unabhängig davon diese Aussage analytisch bewiesen werden:

Dieser Beweis wird besonders einfach, wenn A und B gleich hoch sind. Wir nehmen folgende Größen als gegeben an:  $a = \emptyset$  des Kreises K,  $p =$  Entfernung  $\overline{OC}$ ,  $\delta =$  Neigungswinkel des Umkreises  $K_1$ . Aus Fig. 2 folgt für Kreis K

$$q^2 = (a - p \tan \delta) p \tan \delta \tag{1}$$

Ebenso folgt für den Umkreis  $K_1$  ( $\emptyset = 2r$ )

$$q^2 = \left(2r - \frac{p}{\cos \delta}\right) \cdot \frac{p}{\cos \delta} \tag{2}$$

Aus 1) und 2) folgt:

$$(a - p \tan \delta) p \tan \delta = \left(2r - \frac{p}{\cos \delta}\right) \cdot \frac{p}{\cos \delta}$$

daraus

$$2r = (a - p \tan \delta) \sin \delta + \frac{p}{\cos \delta} \tag{3}$$

Aus dem Kreuzriß folgt für K:  $x_1 = (a - p \tan \delta) \sin \delta$  (4)

Ebenso folgt für  $K_1$ :  $x_2 = 2r - \frac{p}{\sin \delta}$  (5)

Aus 3) ist ersichtlich, daß  $x_1 = x_2$ .

Beachtenswert ist noch der Fall, daß nur ein Festpunkt dem Kreis angehört und die beiden anderen Festpunkte auf der Geraden G (Fig. 1) liegen. Man erkennt sodann unmittelbar, daß das von P aus gefällte Lot auf die Festpunktebene durch den Umkreis  $K_1$  geht.

Wir gehen nun zur ursprünglichen Aufgabe zurück: A und B haben beliebige Lagen auf dem Kreis K, und C hat eine beliebige Lage auf G. Diese Aufgabe kann bei verschiedenen Annahmen mit den Methoden der darstellenden Geometrie gelöst werden. Diesem Vorgang entsprechend, weisen die Lösungen nur graphische Genauigkeit auf. Zu einem strengen analytischen Beweis führen einige aus der Fig. 3 ablesbaren Beziehungen. Die Punkte A, B, C sowie der Kreis K sind in Grund- und Aufriß dargestellt.  $e_1$  und  $e_2$  sind die Spuren der Ebene  $\epsilon$ . Grund- und Aufriß des von P auf  $e_1, e_2$  gefällten Lotes  $l$  stehen normal zu  $e_1$  bzw.  $e_2$ .

Wir zeichnen einen Seitenriß auf eine vertikale durch B gehende und zu  $l'$  ( $= l^\circ$ ) parallelen Ebene und erhalten den in die Grundrißebene gedrehten Fußpunkt  $F^\circ$  des Lotes. Wir drehen ferner das Dreieck A, B, C in die Grundrißebene und erhalten  $A^\circ, B^\circ, C^\circ$ . Zeichnen wir den Umkreis dieses Dreiecks, so muß dieser, wenn obige Aussage richtig ist, durch  $F^\circ$  gehen.

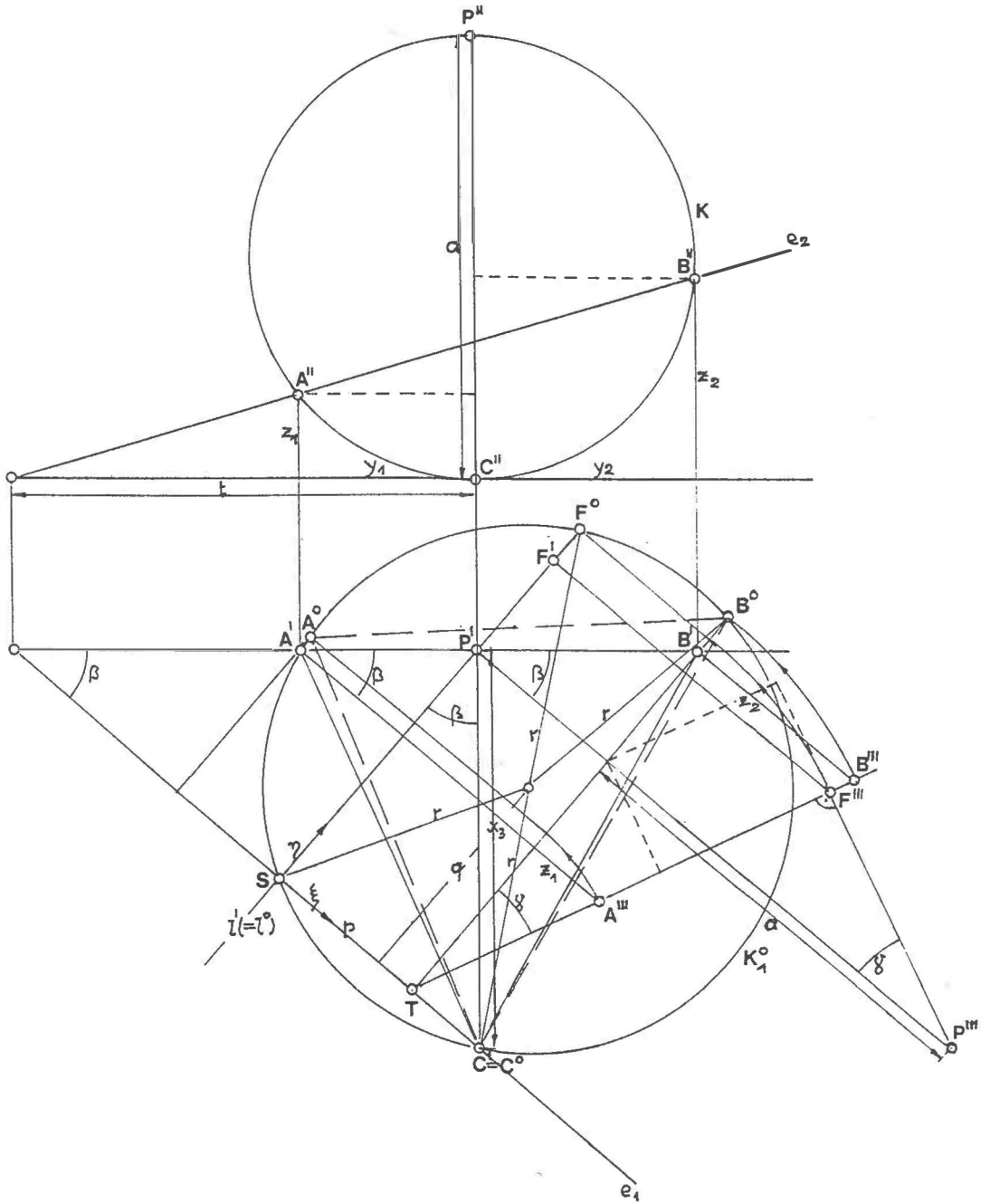


Fig. 3



An dieses graphische Ergebnis schließen wir einen analytischen Beweis. Die ganze Fig. 3 ist mit Angabe der Größen  $a, z_2, y_1, y_2$  und  $x_3$  eindeutig bestimmt. Denn  $z_1, t, \sin\beta, \cos\beta, \sin\gamma$  und  $\cos\gamma$  können aus diesen Angaben berechnet bzw. aus der Figur abgelesen werden.

Aus den Aufriß folgt:

$$y_1^2 = z_1(a - z_1) \tag{1}$$

$$y_2^2 = z_2(a - z_2) \tag{2}$$

Daraus 
$$a = \frac{y_2^2}{z_2} + z_2 \tag{3}$$

Aus dem Grundriß folgt:

$$\sin\beta = \frac{x_3}{\sqrt{x_3^2 + t^2}} \tag{4}$$

$$\cos\beta = \frac{t}{\sqrt{x_3^2 + t^2}} \tag{5}$$

Aus dem Seitenriß folgt:

$$\tan\gamma = \frac{z_2}{(t + y_2) \sin\beta}$$

und wegen 4) 
$$\tan\gamma = \frac{z_2 \sqrt{x_3^2 + t^2}}{(t + y_2) x_3} \tag{6}$$

$$\overline{SF}^o = \overline{TF}^{III} = a \sin\gamma + t \sin\beta \cos\gamma = \sin\gamma [a + t \sin\beta \cot\gamma] \tag{I}$$

Nach Verwendung der Gln. 3), 4) und 6) ergibt eine einfache Rechnung

$$\overline{SF}^o = \frac{\sin\gamma}{z_2(x_3^2 + t^2)} [x_3^2(y_2^2 + t^2 + y_2 t)] \tag{Ia}$$

Zur Bestimmung des Schnittpunktes des Umkreises mit  $l'$  ( $= l^o$ ) verwenden wir ein rechtwinkeliges Koordinatensystem  $\xi, \eta$  Ursprung Punkt S. Sind p und q die Koordinaten des Mittelpunktes, so folgt  $\overline{SF}^o = 2q$  und  $\overline{\xi C} = 2p$ . Nach Verwendung der Gln. des durch S, A° B° C° gehenden Kreises folgt

$$\overline{SF}^o = 2q = \frac{1}{\eta_B} (\xi_B^2 - \xi_B \xi_C + \eta_B^2) = \frac{1}{\eta_A} (\xi_A^2 - \xi_A \xi_C + \eta_A^2) \tag{7}$$

In 7) sind die Indizes o weggelassen. Aus dem Grundriß folgt:

$$\xi_C = \overline{SC}^I = x_3 \sin\beta, \quad \xi_B = \overline{ST} = y_2 \cos\beta, \quad \eta_B = \frac{z_2}{\sin\gamma}$$

Somit ist:

$$\overline{SF}^o = \frac{\sin\gamma}{z_2} (y_2^2 \sin^2\beta - y_2 x_3 \sin\beta \cos\beta + \frac{z_2^2}{\sin\gamma}) \tag{II}$$

Verwendet man 4) und 5) und drückt man  $\sin^2\gamma$  durch  $\tan\gamma$  aus und bringt man  $\sin\gamma/z_2 (x_3^2 + t^2)$  wieder vor die Klammer, so wird II) identisch mit Ia). Damit ist der Beweis geliefert.

Wir stellen jetzt eine allgemeinere Frage: Wie müssen die Festpunkte A, B, C liegen, damit das vom Luftstandpunkt P auf die Festpunktebene  $\varepsilon$  gefällte Lot den Umkreis  $K_1$  des Festpunktedreiecks schneidet?

Die Vektoren zu den Punkten A, B, C heißen  $\vec{p}_1, \vec{p}_2, \vec{p}_3$ .

(Vektoren sind im folgenden durch Halbpfleile gekennzeichnet.)

Der Vektor zu P ist  $\vec{p}_0$  Fig. 4.

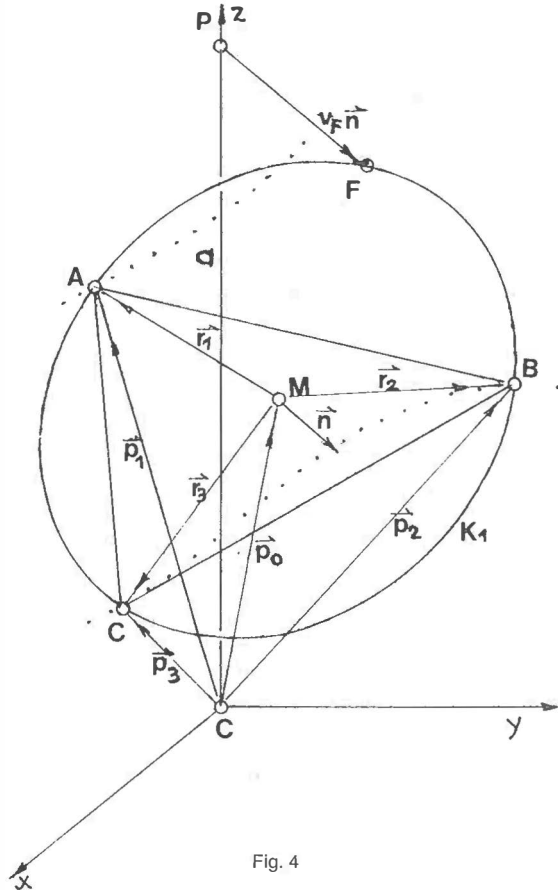


Fig. 4

$$\vec{p}_1 = x_1 \vec{i} + y_1 \vec{j} + z_1 \vec{k} \quad (1)$$

$$\vec{p}_2 = x_2 \vec{i} + y_2 \vec{j} + z_2 \vec{k} \quad (2)$$

$$\vec{p}_3 = x_3 \vec{i} + y_3 \vec{j} + z_3 \vec{k} \quad (3)$$

Für den Mittelpunkt M des Umkreises besteht die Beziehung:

$$|\vec{r}_1| = |\vec{r}_2| = |\vec{r}_3| \quad (4)$$

Sind  $x_0, y_0, z_0$  die Koordinaten von M, so ist:

$$\vec{r}_1 = \vec{p}_1 - \vec{p}_0 = (x_1 - x_0) \vec{i} + (y_1 - y_0) \vec{j} + (z_1 - z_0) \vec{k} \quad (5)$$

$$\vec{r}_2 = \vec{p}_2 - \vec{p}_0 = \dots \quad (6)$$

$$\vec{r}_3 = \vec{p}_3 - \vec{p}_0 = \dots \quad (7)$$

Wegen 4) ist

$$(\vec{p}_1 - \vec{p}_0)^2 = (\vec{p}_2 - \vec{p}_0)^2 = (\vec{p}_3 - \vec{p}_0)^2 \tag{8}$$

Aus 5) und 7) folgt

$$2(x_3 - x_1)x_0 + 2(y_3 - y_1)y_0 + 2(z_3 - z_1)z_0 = x_3^2 - x_1^2 + y_3^2 - y_1^2 + z_3^2 - z_1^2 \tag{I}$$

Analog folgt aus 6) und 7)

$$2(x_3 - x_2)x_0 + 2(y_3 - y_2)y_0 + 2(z_3 - z_2)z_0 = x_3^2 - x_2^2 + y_3^2 - y_2^2 + z_3^2 - z_2^2 \tag{II}$$

Das sind zwei lineare Gleichungen zur Bestimmung der Koordinaten von M. Die folgende Gleichung ergibt sich aus der Komplanaritätsbedingung (bzw. lineare Abhängigkeit) von und  $\vec{r}_1, \vec{r}_2$  und  $\vec{r}_3 : \vec{r}_1 \cdot \vec{r}_2 \times \vec{r}_3 = 0$ . Etwas einfacher ist es, die Gleichung der Ebene  $\epsilon$  in Determinantenform zu verwenden:

$$\begin{vmatrix} 1 & x & y & z \\ 1 & x_1 & y_1 & z_1 \\ 1 & x_2 & y_2 & z_2 \\ 1 & x_3 & y_3 & z_3 \end{vmatrix} + 1 \cdot \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & z_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 \\ x_3 & y_3 & z_3 \end{vmatrix} - x \cdot \begin{vmatrix} 1 & y_1 & z_1 \\ 1 & y_2 & z_2 \\ 1 & y_3 & z_3 \end{vmatrix} + y \cdot \begin{vmatrix} 1 & x_1 & z_1 \\ 1 & x_2 & z_2 \\ 1 & x_3 & z_3 \end{vmatrix} - z \cdot \begin{vmatrix} 1 & x_1 & y_1 \\ 1 & x_2 & y_2 \\ 1 & x_3 & y_3 \end{vmatrix} = 0 \tag{III}$$

Ersetzt man in dieser Gleichung die laufenden Koordinaten  $x, y, z$  durch  $x_0, y_0, z_0$ , so hat man die gesuchte dritte Gleichung III) zur Berechnung von M ( $x_0, y_0, z_0$ ). Die Lösung dieser Gleichungen ergibt

$$\vec{p}_0 = x_0 \vec{i} + y_0 \vec{j} + z_0 \vec{k} \tag{9}$$

Der Normalvektor  $n$  auf die Ebene  $\epsilon$  ist

$$\vec{n} = \vec{r}_1 \times \vec{r}_2 = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ x_1 - x_0 & y_1 - y_0 & z_1 - z_0 \\ x_2 - x_0 & y_2 - y_0 & z_2 - z_0 \end{vmatrix} = c_1 \vec{i} + c_2 \vec{j} + c_3 \vec{k} \tag{10}$$

Aus Fig. 4) folgt, wenn  $v_F$  die Zahl bedeutet, mit der  $n$  zu multiplizieren ist, um den Fußpunkt F des Lotes zu erreichen

$$\vec{p}_F = a \vec{k} + v_F \vec{n} \tag{11}$$

Die Berechnung von  $v_F$  erfolgt mit der Dreipunktegleichung der Ebene  $\epsilon$ :

$$\vec{p} = \vec{p}_0 + \lambda \vec{r}_1 + \mu \vec{r}_2 \tag{12}$$

oder

$$\vec{p} = \vec{p}_0 + \lambda(\vec{p}_1 - \vec{p}_0) + \mu(\vec{p}_2 - \vec{p}_0) \tag{12a}$$

wobei  $\lambda$  und  $\mu$  unabhängig voneinander alle reellen Zahlen durchlaufen. Wegen 11) ist

$$\vec{p}_0 + \lambda_F(\vec{p}_1 - \vec{p}_0) + \mu_F(\vec{p}_2 - \vec{p}_0) = a \vec{k} + v_F \vec{n} \tag{13}$$

die Koordinaten von  $\vec{r}_1$  nennen wir  $a_1, a_2, a_3$

die von  $\vec{r}_2$  nennen wir  $b_1, b_2, b_3$

Somit ist:

$$\begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{pmatrix} + \lambda_F \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix} + \mu_F \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ a \end{pmatrix} + v_F \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{pmatrix} \tag{14}$$

oder

$$v_F \begin{pmatrix} -c_1 \\ -c_2 \\ -c_3 \end{pmatrix} + \lambda_F \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{pmatrix} + \mu_F \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -x_0 \\ -y_0 \\ a - z_0 \end{pmatrix} \tag{14a}$$

Nach der Cramerschen Regel ist

$$v_F = \frac{\begin{vmatrix} -x_0 & a_1 & b_1 \\ -y_0 & a_2 & b_2 \\ a - z_0 & a_3 & b_3 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} -c_1 & a_1 & b_1 \\ -c_2 & a_2 & b_2 \\ -c_3 & a_3 & b_3 \end{vmatrix}} \tag{15}$$

Aus 10) und 11) folgt

$$\vec{p}_F = a\vec{k} + v_F(c_1\vec{i} + c_2\vec{j} + c_3\vec{k}) \quad (16)$$

Die notwendige und hinreichende Bedingung, daß F auf dem Umkreis liegt, ist

$$|\vec{p}_F - \vec{p}_0| = |\vec{r}| \quad (17)$$

Infolge 13) 10) und 9) ist

$$|a\vec{k} + v_F(c_1\vec{i} + c_2\vec{j} + c_3\vec{k}) - x_0\vec{i} - y_0\vec{j} - z_0\vec{k}| = |(v_F c_1 - x_0)\vec{i} + (v_F c_2 - y_0)\vec{j} + (v_F c_3 + a - z_0)\vec{k}|$$

Somit

$$(v_F c_1 + x_0)^2 + (v_F c_2 - y_0)^2 + (v_F c_3 + a - z_0)^2 = |\vec{r}|^2 \quad (18)$$

Die angeführten Gleichungen sind unmittelbar zur Berechnung numerischer Beispiele geeignet: Gegeben sind P und A, B, C. Es ist gefragt, ob das Lot von P auf die Festpunktebene  $\varepsilon$  den Umkreis des Festpunktedreiecks schneidet. Umgekehrt dürften diese Gleichungen nur aufgrund sehr aufwendiger Überlegungen die Antwort auf die Frage geben können, wo die Festpunkte liegen müssen, damit sie die obige Eigenschaft erfüllen.

*Gotthard* [2b]) erklärte, daß die Festpunkte, die auf bestimmten Kurven 3. O. liegen, ein r. R. E. von differenzieller Unsicherheit ergeben.

Unter c) wird gezeigt, daß eine ganz einfache und in diesem Zusammenhang kaum beachtete geometrische Überlegung unsere allgemeinere Frage beantwortet.

### c) Die Horopter-Kurve

Die von *Gotthardt* angegebene Kurve 3. O. [2b]) wurde schon von *A. F. Möbius* [8] 1827 studiert. Eine bedeutende Rolle spielte sie in der physiologischen Optik [4] [7] [10] [11]. Sie heißt Horopter-Kurve (Kunstwort, abgeleitet vermutlich aus Horos = altägyptischer Sonnengott). Sie hat gewisse Analogien mit dem Kreis und wird daher auch kubischer Kreis genannt. Die für unsere Belange maßgebenden Eigenschaften der Horopter-Kurve können ganz elementar abgeleitet werden:

Wir denken uns zwei kongruente Strahlenbündel. Ihre Strahlen seien nach dem Prinzip der gleichen Winkel einander zugeordnet. Bekanntlich können zwei kongruente Strahlenbündel, deren Zentren nicht zusammenfallen, nicht so gelegt werden, daß sich alle einander entsprechenden Strahlen je in einem Punkt schneiden. Im allgemeinen kreuzen sich zwei entsprechende Strahlen dieser Bündel. Jedoch in beiden Bündeln gibt es einander entsprechende Strahlen, die sich schneiden. Die Gesamtheit dieser Schnittpunkte ergibt die Horopter-Kurve. Um diese zu bestimmen, gehen wir folgendermaßen vor:

Die beiden kongruenten Bündel legen wir so, daß zwei Strahlen des Bündels mit dem Zentrum S sowie die entsprechenden zwei Strahlen des Bündels  $\bar{S}$  zu einer horizontalen Ebene  $\pi$  parallel liegen. Die Grundrisse dieser Strahlen  $S'Q_1$  und  $S'Q_2$  sowie  $\bar{S}'Q_1$  und  $\bar{S}'Q_2$  (sie sind in Fig. 5 strichliert gezeichnet) schließen ebenso wie die entsprechenden Strahlen gleiche Winkel  $\alpha$  ein. Die Schnittpunkte der Grundrisse sind  $Q_1$  und  $Q_2$ . Da über die Größe von  $\alpha$  nichts ausgesagt wurde, liegen alle Q-Punkte auf einem Kreis K (Peripheriewinkelsatz).

Auf dem Kreis K denken wir uns eine Zylinderfläche errichtet, deren Erzeugende vertikal stehen. In dieser Fläche wählen wir einen Punkt R so, daß die Vertikalwinkel  $\beta$  in S und in  $\bar{S}$  gleich groß sind. Sodann sind  $\overline{SR}$  und  $\overline{\bar{S}R}$  entsprechende Strahlen der beiden kongruenten Bündel. Alle Punkte auf der Zylinderfläche, welche die Eigenschaft des

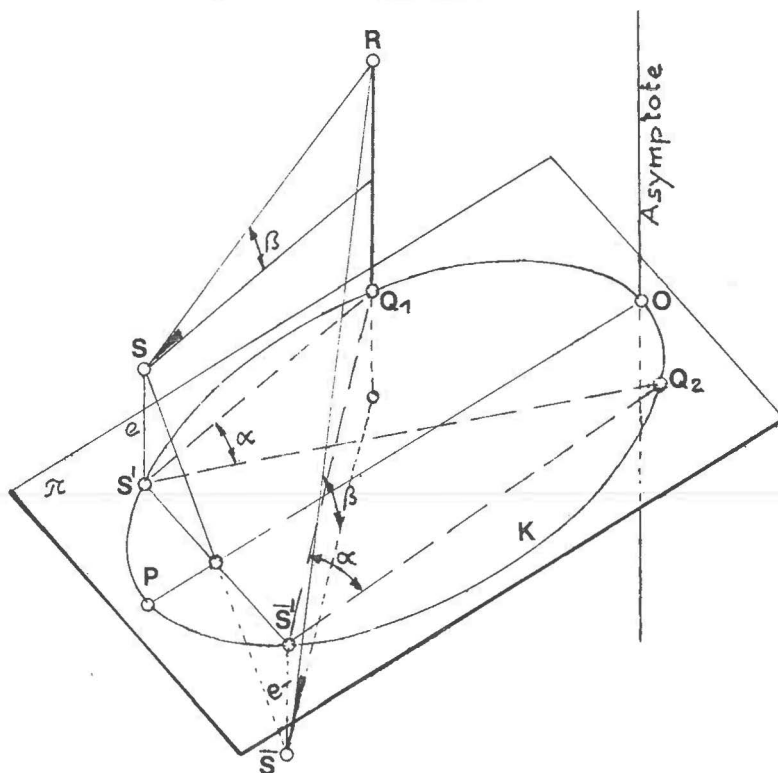


Fig. 5

Punktes R haben, liegen auf einer Kurve, der Horopter-Kurve (kurz Horopter). Für diese besteht also die Beziehung:

$$e + \overline{S'Q_1} \tan \beta = \overline{SQ_1} \tan \beta - e$$

Läßt man  $\beta$  gegen  $90^\circ$  gehen, so erkennt man, daß der Horopter eine vertikale, zu P diametral liegende Asymptote hat.

Die optischen Vorgänge im menschlichen Auge werden in erster Näherung der mathematischen Idealisierung zusammenfassend etwa folgendermaßen beschrieben: Jedes Auge hat ein Zentrum eines Lichtstrahlenbündels. Die Augen sind um diese Zentren drehbar. Wenn die Augen eine primäre Stellung annehmen, d. h., wenn bei aufrechter Körperhaltung ein optisch unendlich ferner Punkt fixiert wird, so liegen die kongruenten Lichtbündelstrahlen parallel. Sie bestimmen entsprechende Punkte auf den Netzhäuten. Wird nun ein beliebiger endlich weit entfernter Punkt im Raum fixiert, werden die Augen so gedreht, daß die Bilder des Punktes auf entsprechende Stellen der Netzhäute fallen. Der zugehörige Horopter ist der Ort der Punkte, in denen sich je zwei entsprechende Strahlen der Bündel schneiden. Die Punkte des Horopters allein werden scharf gesehen. Dieser Vorgang wird uns beim Sehen kaum bewußt.

Im Sinne der Photogrammetrie heißen die bis jetzt erklärten Eigenschaften des Horopters: Wenn in zwei Luftstandpunkten S und  $\overline{S}$  je ein Luftbild von den gleichen beliebig vielen Festpunkten aufgenommen wird, die alle auf einem Horopter liegen, so sind die beiden Strahlenbündel kongruent. Das heißt, das r. R.-E. hat bei Verwendung aller Festpunkte zwei nicht zusammenfallende Lösungen. Ist die Strecke  $\overline{S \overline{S}}$  sehr klein, so kann die sogenannte Nebenlösung nicht mehr ausgeschieden werden. Es liegt also ein gef. O.

vor. In Fig. 5 haben wir  $S$  höher als  $\bar{S}$  angenommen. Es ergibt sich in diesem Fall ein linksgängiger Horopter. Liegt  $S$  tiefer als  $\bar{S}$ , ergibt sich ein rechtsgängiger Horopter. Liegen diese beiden Punkte gleich hoch, so zerfällt der Horopter in einen Kreis und in eine Gerade. Damit kommen wir wieder auf Fig. 1 zurück.

Wir betrachten wieder das r. R.-E. bei Vorhandensein von drei Festpunkten. Unter b) wurde gezeigt, daß dann, wenn die drei Festpunkte auf einem entarteten Horopter liegen, kein „neuentdeckter gef. O.“ vorliegt. Wie soeben gezeigt, gilt dasselbe auch dann, wenn die drei Festpunkte auf einem nicht entarteten Horopter liegen.

Bezüglich der Mannigfaltigkeit eines Horopters kann bemerkt werden, daß für einen Luftstandpunkt  $P$  und bei vorgegebener Lotrichtung  $\infty^3$  Horopter bestehen. Denn, es gibt  $\infty^1$  azimutal liegende Kreise  $K$  (Fig. 1). Ihr Durchmesser  $a$  kann  $\infty^1$  verschiedene Werte annehmen und die Steigung des Horopters kann ebenfalls  $\infty^1$  verschiedene Werte annehmen.

Eine besonders einfache punktweise Konstruktion und Berechnung eines Horopters wird noch angeführt: Aus Fig. 5 folgt, daß der Horopter auf einem Drehzylinder liegt. Ein orthogonaler Kegel hat bekanntlich eine Erzeugende, die senkrecht zu den Kreischnitten des Kegels steht. Bringt man diese Erzeugende mit einer Erzeugenden des Zylinders zur Deckung und bestimmt man sodann die Schnittlinie der beiden Flächen 2. O., so ergibt sich eine Raumkurve 3. O., und zwar ein Horopter. (Z. B. hat *Th. Schmid* in seiner Darstellenden Geometrie I. Bd., S. 205 (1922) für einen rechtsgängigen Horopter diese Konstruktion durchgeführt.) Die Konstruktion von Auf- und Grundriß des Punktes  $R$  ist aus Fig. 6 unmittelbar ersichtlich.

Bei Annahme von  $z$  ergibt sich aus der Fig. 6

$$y = \sqrt{z(a-z)}, \quad \text{und } x = k \cdot \frac{\sqrt{z}}{\sqrt{a-z}}$$

(zwei ähnliche Dreiecke mit dem gemeinsamen Eckpunkt  $P''$ )

Es müssen also die drei Vektoren  $p_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) mit den Koordinaten

$$z_i, x_i = k \cdot \frac{\sqrt{z_i}}{\sqrt{a-z_i}}, y_i = \sqrt{z_i(a-z_i)}$$

die Gl. 18) befriedigen.

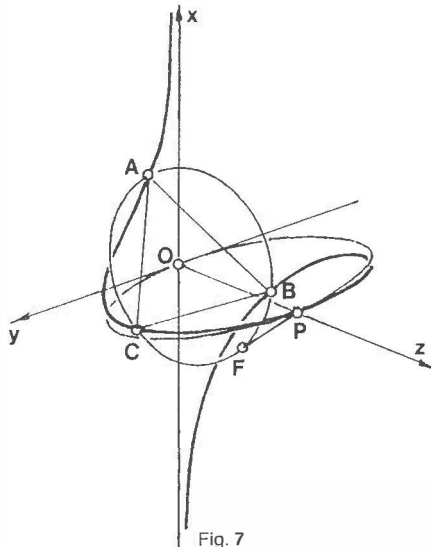


Fig. 7

Abschließend wird in Fig. 7 dieses Ergebnis graphisch dargestellt. Die Eckpunkte des beliebigen Dreiecks A, B, C liegen auf einem nicht entarteten Horopter. Von P wird das Lot auf diese Dreiecksebene gefällt. Das Lot schneidet immer den Umkreis des Dreiecks. Diese Aussage entspricht der im letzten Satz des ersten Absatzes der Einleitung gemachten Bemerkung.

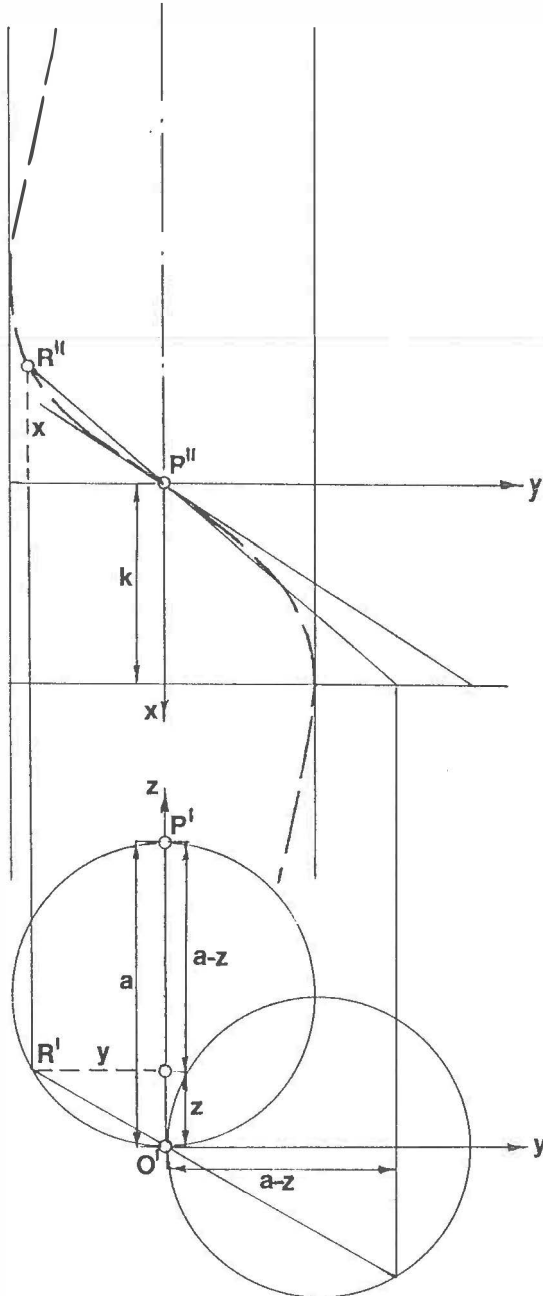


Fig. 6

## Literatur

- [1] *Finsterwalder S.*, a) Die geometr. Grundlagen der Photogrammetrie. Jahresb. d. Deutschen Math. Vereinigung VI/2 1899, u. Seb. Finsterwalder zum 75. Geburtstage 1937.  
b) Über zwei mit der Ortung von Luftaufnahmen zusammenhängende Aufgaben. Sitzungsber. d. Bayr. Akad. d. Wiss. 1939, S. 166 bis 171.
- [2] *Gotthardt E.*, a) Zur Unbestimmtheit des räumlichen Rückwärtseinschnittes. Mitteilungen der Ges. f. Photogrammetrie e.V., Jänner 1940, Heft 5.  
b) Ein neuer gefährlicher Ort zum räumlichen Rückwärtseinschnitten. Bildm. u. Luftbildw. 1974/1
- [3] *Großmann M.*, Darstellung des Horopters. Vierteljahresschrift der Naturf. Ges. in Zürich LXX (1925)
- [4] *Helmholtz v. H.*, Handbuch der physiologischen Optik. 2. Aug. 1896
- [5] *Killian K.*, Über das Rückwärtseinschneiden im Raum. Ö.Z.f.V. 1955 Nr. 6, S. 175 bis 177
- [6] *Krames J.*, Elementargeometrischer Nachweis des „gefährlichen“ Drehzylinders beim räumlichen Rückwärtseinschnitt. Elemente der Mathematik 1955, X/5
- [7] *Ludwig W.*, Die Horopterkurve. Math. Abhandlungen aus dem Verlag math. Modelle von M. Schilling in Halle a.S. Neue Folge Nr. 8.
- [8] *Möbius A. F.*, Der barycentrische Calcül 1827 p. 120.
- [9] *Rinner K.*, Der gefährliche Ort § 39, S. 397 in Handb. der Vermessungsk. Jordan, Eggert, Kneissl, Bd. IIIa/1 Photogrammetrie (1972).
- [10] *Schuh F.*, Die Horopterkurve. Z. f. Math. u. Phys. Bd. 47 (1902).
- [11] *Schur F.*, Über die Horopterkurve. Sitzungsber. der Dorpater Naturforsch. Gesellsch. 2. Nov. 1889.
- [12] *Wunderlich W.*, Über den „gefährlichen“ Rückwärtsschnitt Jahresber. der Deutschen Math.-Vereinigung Bd. 53, 1943 Heft 2.

Manuskript eingelangt im Jänner 1990.



# Leistungen, die Grenzen sprengen



## Zielen Sie auf Ihren Erfolg

Der Reflektor auf einem topographischen Punkt, eine Gebäudeecke oder ein Kirchturm im Fadenkreuz...

Bietet Ihr Tachymeter alle Voraussetzungen für präzises Messen, an erster Stelle die genaue Zielerfassung? Wenn Sie beim Kauf eines elektronischen Tachymeters Wert legen auf eine leistungsfähige Optik, dann führt an den Elta der Baureihe E von Carl Zeiss kein

Weg vorbei. Da das Distanzmeßgerät im Tachymetergehäuse integriert ist, ist das Fernrohr nicht mit Elektronik überladen. Die Optik bietet beste Voraussetzungen für präzises Messen.

Mit einem elektronischen Tachymeter Elta von Carl Zeiss erreichen Sie Ihr Ziel zuverlässig. Vor allem aber deshalb, weil die Elta jedes Ihrer Meßprobleme lösen...



Zeiss Österreich GmbH  
Rooseveltplatz 2  
1096 Wien  
Tel. 0222-423601  
FAX 0222-434424



**BAU-REIHE E**  
Zukunftsweisende  
Elektronik im  
Vermessungswesen

**Schlankes Hochleistungsfernrohr**  
**3 großflächige Bedientasten**

**Praxisgerechte Anwenderprogramme**  
**Übersichtliche Vierfach-LC-Displays**

**Geringes Gewicht**

## Ein Weg zum Zentimeter-Geoid in Österreich

Wie GPS und „Astro-geologisches Geoid“ das Nivellement ersetzen können

G. Gerstbach, Wien

### Zusammenfassung

GPS-Phasenmessungen erreichen auf Strecken über 50 km bereits Genauigkeiten bis  $10^{-7}$  (1 cm auf 100 km), die aber bei der Transformation ins Landessystem noch verlorengehen. Zur Umwandlung in orthometrische (Gebrauchs-)Höhen und für geophysikalische Aufgabenstellungen wäre ein dichtes Nivellement- und Schwerenetz (mindestens 20 km- bzw. 2 km-Raster) oder ein cm-Astrogeoid erforderlich. Im Gebirge ist der zweite Weg einfacher und etwa 20mal rascher (bis etwa 1995) durchführbar, wie die Erfahrungen aus der „Geoidstudie Wien“ und in Oberösterreich zeigen.

Die beachtliche Genauigkeit des österreichischen Geoids 1983/87 ( $\pm 3-8$  cm/100 km) ließe sich zunächst durch einfache 3D-Modelle der Gesteinsdichte (Neigung geologischer Schichten) und etwa 50 GPS-Punkte verdoppeln. Um  $\pm 1-2$  cm zu erreichen, wäre fast eine Verdoppelung der 700 Lotabweichungspunkte und daher eine neuerliche Zusammenarbeit der Hochschulen und des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (BEV) nötig. Ab 1995 könnte das aufwendige Präzisionsnivellement entfallen oder rein geodynamischen Untersuchungen dienen. Zu allen wichtigen Aspekten hiezu sind Vorarbeiten im Gange bzw. abgeschlossen; die 3 Testgebiete umfassen 20% der Fläche Österreichs. Eine großräumige GPS-Kampagne zur Bestätigung des cm-Geoids in Niederösterreich findet in diesem Frühjahr statt.

### Summary

GPS phase observations nowadays can give accuracies of  $10^{-7}$  (1 cm at 100 km point distance), but this long-range accuracy is lost by transformation into a national datum. Geodetic or geophysical use of GPS and computation of orthometric heights demand a very dense levelling and gravity network (at least 20 km resp. 2 km grid) or a 1 cm-astrogeoid. In the mountains the second method is easier and about 20 times faster (until approx. 1995), as shown by the experiences of the "Geoid Project Vienna" and in Upper Austria.

The present accuracy of the Austrian Geoid 1983/87 ( $\pm 3-8$  cm/100 km) is remarkable, but can be doubled by simple 3D-models of rock density (inclination of geological layers) and by about 50 GPS stations. To get  $\pm 1-2$  cm, 500 vertical deflection points should be added to the 700 points observed 1975-1986. Therefore again a cooperation between the Technical Universities (TU Vienna, Graz and Innsbruck) and the Federal Office for Metrology and Surveying (BEV) is necessary. After 1995 the expensive precise levelling can be discontinued or used for geodynamical investigations only. All important aspects of the "cm-Geoid" are presently investigated at the TU Vienna or are clarified already; the 3 test areas cover 20% of Austria. A great GPS campaign with about 25 stations over 8000 km<sup>2</sup> will take place in spring 1990, and should verify the concept described in this paper.

### 1. Methoden der Geoidbestimmung

Das Geoid ist als Niveaufläche in der Höhe des mittleren Meeresspiegel die wichtigste Höhenbezugsfläche der Geodäsie. Wegen der Etablierung satellitengestützter Höhensysteme hat seine genaue Festlegung, die lokale und regionale Geoidbestimmung, im letzten Jahrzehnt eine starke Bedeutung erlangt. Weitere Gründe hierfür liegen in Genauigkeitssteigerungen der terrestrischen und Satellitengeodäsie, supranationalen Netzverbindungen, geophysikalischen Fragestellungen, Automatisierung und Verdichtung astrogeodätischer und gravimetrischer Messungen sowie den modernen Hilfsmitteln von Mathematik und EDV (Kollokation, Fast Fourier Transform, Datenbanken ...).

In nächster Zukunft erreicht das Globale Positionierungssystem GPS im mittleren Entfernungsbereich durch die Zwei-Frequenz-Phasenmessung Relativgenauigkeiten von  $10^{-7}$  (1 cm auf 100 km Punktentfernung). Großräumig werden sogar einige  $10^{-8}$  (cm/1000 km) erzielt (Beutler und Blewitt et al. 1988). Daher weckt GPS einen weltweiten Bedarf an „cm-Geoid“-Bestimmungen (Denker et al. 1988, Erker 1987, Höggerl et al. 1987). Denn um aus rein geometrischen, dreidimensionalen Koordinatendifferenzen terrestrisch brauchbare Höhen zu erhalten, sind ellipsoidische Höhen  $h$  mittels Geoidundulationen  $N$  in orthometrische Höhen  $H$  umzuwandeln (Abb. 1).

$$H = h - N \tag{1}$$

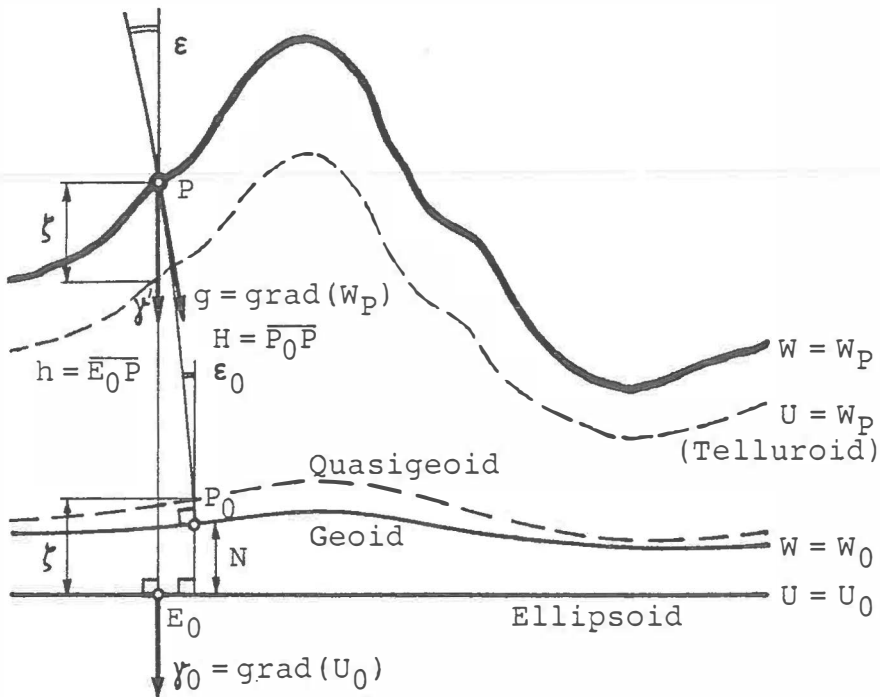


Abbildung 1: Höhen, Geoid, Lotabweichung und Schwerepotentiale

Der globale Geoidverlauf (Mittelwert von  $|N|$  etwa 30 m, Österreich 44.9–54.1 m) ist durch Satellitenmethoden auf  $\pm 1$  m bekannt. Lokale Verfeinerungen werden durch astrogeodätische oder gravimetrische Geoidbestimmung (aus Lotabweichungen oder Schweremessungen) ermittelt. So ergibt sich der Geoidanstieg zwischen zwei Punkten  $P_1$  und  $P_2$  aus dem Wegintegral der Lotabweichung  $\epsilon_0$  am Geoid,

$$\Delta N_{12} = N_2 - N_1 = -\int_1^2 \epsilon_0 ds = -\int_1^2 \epsilon ds + \int_1^2 (\epsilon - \epsilon_0) ds \tag{2}$$

welches durch Interpolationsverfahren angenähert wird. Der letzte Term (Lotkrümmung) ist im Flachland vernachlässigbar und wird im Gebirge aus dem Geländeeinfluß oder der „orthometrischen Korrektur“ des Nivellements berechnet (Heiskanen/Moritz = He/Mo 1967). Abweichungen der Gesteinsdichte vom angenommenen Wert können Höhenfehler von einigen mm pro km verursachen, die aber in (1) bei Verwendung derselben Dichte für  $N$  herausfallen, siehe (To 1977).

Hievon sind die in Osteuropa verwendeten „Normalhöhen“  $H^n$  frei, welche mit dem (physikalisch jedoch bedeutungslosen) „Quasigeoid“ ( $\zeta$ ) zusammenhängen.

$$H^n = h - \zeta, \quad \Delta\zeta_{12} = -\int_1^2 \varepsilon \, ds + \text{Normalkorrektur.} \quad (3)$$

Hier wird die an der Erdoberfläche bestimmte Lotabweichung  $\varepsilon$  integriert. Ihre in das Profilazimut  $\alpha$  fallenden Beträge folgen aus den nördlichen und östlichen Komponenten,

$$\varepsilon = \xi \cos \alpha + \eta \sin \alpha \quad (4)$$

die ihrerseits aus der Differenz astronomisch gemessener und geodätisch berechneter (ellipsoidischer) Breiten und Längen folgen.

Die Wegintegrale dieser „Astro-geodätischen Geoidbestimmung“ (2, 3) können bei dichten Messungen (Punktabstände  $< 10$  km) durch lineare Interpolation

$$\Delta\zeta_{12} \approx -\int_1^2 (\varepsilon_1 + \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{s_{12}} s) \, ds = -\frac{1}{2} (\varepsilon_1 + \varepsilon_2) s_{12} \quad (3a)$$

gelöst und in einem flächenhaften Höhennetz ausgeglichen werden, dessen Relativgenauigkeit etwa mit der Wurzel der überbrückten Distanz  $S_{ik}$  abnimmt.

$$\sigma(\zeta_i - \zeta_k) \approx \pm c \sqrt{S_{ik}(\text{km})}. \quad (3b)$$

Die Konstante beträgt z. B. auf Basis der norddeutschen TP-Punkte 1. Ordnung (Lotabweichungen alle 20–30 km) nach (To/Bä 1985) 6 mm, im Wiener Becken bei 5 km engem Quadratraster (Br/Ge 1983) aber nur 1.5 mm. Geoidbestimmungen im Gebirge oder Genauigkeitsansprüche über  $10^{-6}$  erfordern Interpolationen in einem geglätteten Schwerefeld – siehe Kapitel 4 – mit Geoidflächenpolynomen (Ge 1988) oder Methoden wie Splines, Prädiktion nach kleinsten Quadraten (Mo 1980), gravimetrische Lotabweichungsinterpolation (He/Mo 1967) oder Fast-Fourier-Transform (We 1989). Durch die modernen EDV-Hilfsmittel ist die Glättung der Lotabweichungen in einem dreistufigen Remove-Restore-Prozeß (Mo 1980), (Sü 1987) üblich geworden:

- Reduktion wegen Topografie (bzw. auch Isostasie, geolog. Einflüsse),
- Interpolation im geglätteten Feld und Berechnung des zugehörigen Cogeoids
- Restitution (Wiederaufsetzen) der Reduktionsmassen und Übergang zum (Quasi-)Geoid.

Diese 3 Schritte lassen sich in einem zusammenfassen, wenn die speziellen Eigenschaften des Schwerepotentials auf Berghängen zu einer nichtlinearen Lotabweichungsintegration benutzt werden (siehe spätere Formel 12). Dadurch kann die Genauigkeit von (3a, b) auch im Hochgebirge auf  $10^{-6}$  gesteigert werden (Ge 1984, Ge 1988).

Wieweit die Berücksichtigung geologischer Einflüsse (unterirdische Änderungen der Gesteinsdichte) nützlich ist, wird im Kapitel 4 und 5 dieser Arbeit untersucht. Im Hochgebirge dürften oft Untergrundstrukturen von 2–5 km Größe auftreten, da die Kovarianz-Halbwertsbreite alpiner Schwerereprofile etwa 3–4 km beträgt.

Die gravimetrische Geoidbestimmung umfaßt eine zweite Gruppe von Methoden, denen Schweremessungen in flächenhafter Verteilung zugrundeliegen. Durch Vergleich der Meßwerte  $g$  mit der theoretischen Schwere  $\gamma$  (jeweilige Schwere  $\gamma_0$  am Erdellipsoid minus Freiluftgradient mal Punkthöhe) erhält man Schwereanomalien,

$$\Delta g = g - \gamma = g - (\gamma_0 - 0.3086 H) \quad (5)$$

wobei  $\Delta g$  (bzw. der Gradient) in Milligal (pro Meter) gelten,  $1 \text{ mGal} = 10^{-5} \text{ ms}^{-2}$ . Die „Freiluftanomalien“  $\Delta g$  können etwa 150 mGal (0.015% der Schwere) erreichen und korrelieren lokal mit der Punkthöhe (bei topografischer Reduktion über den „Bouguergradienten“

Leistungen, die Grenzen sprengen



ware

## So lösen Sie jedes Ihrer Meßprobleme

Freie Stationierung, Koordinatenbestimmung, Absteckung nach Koordinaten, Spannmaßbestimmung...

Bietet Ihr Tachymeter für jedes Meßproblem die maßgeschneiderte Lösung?

Wenn für Sie beim Kauf eines elektronischen Tachymeters die Leistungsfähigkeit der Software das entscheidende Kriterium ist, dann führt an den Elta der Baureihe E von Carl Zeiss kein Weg vorbei. Die integrierte praxisgerechte Soft-

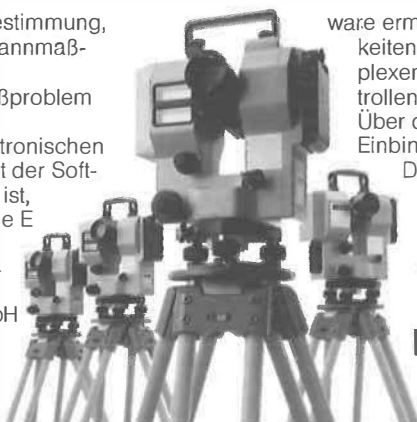
ware ermöglicht universelle Einsatzmöglichkeiten, hohe Flexibilität auch bei komplexen Meßaufgaben und Ergebniskontrollen bereits am Meßort.

Über die Schnittstelle RS 232 C ist die Einbindung in DV-Systeme gewährleistet.

Damit ist ein elektronisches Tachymeter Elta von Carl Zeiss die wirtschaftliche Lösung. Und auch, weil Sie mit ihm sofort messen können...



Zeiss Österreich GmbH  
Rooseveltplatz 2  
1096 Wien  
Tel. 02 22-42 36 01  
FAX 02 22-43 44 24



**BAU-REIHE E**  
Zukunftswesende  
Elektronik im  
Vermessungswesen

Übersichtliche Vierfach-LC-Displays

Praxisgerechte Anwenderprogramme

Geringes Gewicht

3 großflächige Bedientasten

Schlankes Hochleistungsfernrohr

0.112 mGal/m). Sie hängen über eine Differentialgleichung mit dem Störpotential der Erdkrustenstruktur zusammen, woraus sich nach einer Reihenentwicklung das Molodenskij-Integral für die Quasigeoidhöhe

$$\zeta_i = \frac{R}{4\pi\gamma_m} \iint (\Delta g(\psi, \alpha) - \frac{\partial \Delta g}{\partial H}(H-H_i)) S(\psi) d\sigma \quad (6)$$

ergibt. Es ist über die ganze Erde (Abstand  $\Psi$  bis  $180^\circ$ ) zu erstrecken, sodaß die  $\Delta g$  auch für entfernte Bereiche nötig sind, zumindest als  $1 \times 1^\circ$  Mittelwerte.

Weil die Stokes-Funktion  $S(\Psi)$  für  $\Psi \rightarrow 0$  gegen  $\infty$  geht (Abb. 2), sind die Berechnungspunkte  $P_i$  von zahlreichen Meßpunkten zu umgeben, etwa 20–100 pro  $100 \text{ km}^2$  (He/Mo 1967), (De 1989).

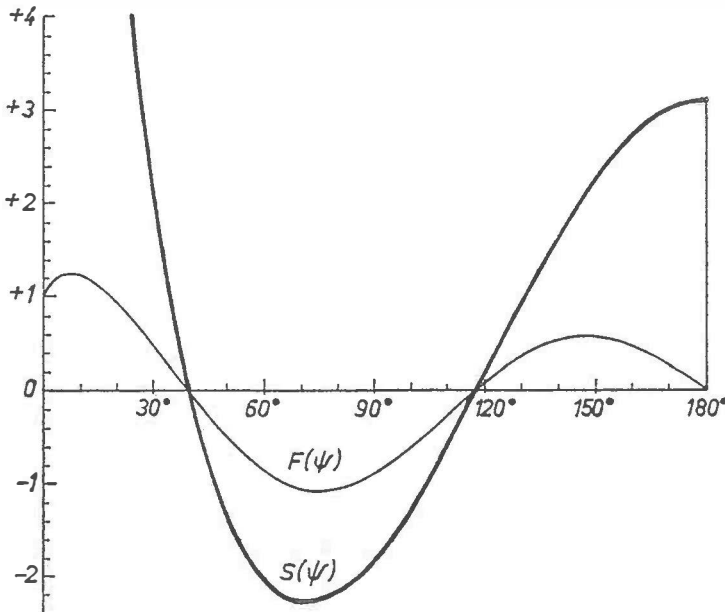


Abbildung 2: Stokes-Funktion  $S(\Psi)$  und  $F(\Psi) = 1/2 S(\Psi) \sin \Psi$

Die Umrechnung von  $\zeta$  auf Geoidhöhen  $N$  kann mit digitalen Gelände- bzw. Dichtemodellen oder genähert mit der Bouguer-Schwereanomalie  $\Delta g_B$  erfolgen,

$$\zeta - N \doteq - \Delta g_B \sqrt{\bar{H} \cdot H_i} \approx 0.08 \sqrt{\bar{H}^3 \cdot H_i} \quad (7)$$

wobei  $\bar{H}$  die mittlere Geländeöhe in jenem Umkreis ist, der dem mittleren Abstand zwischen Haupttal und Gebirgskamm entspricht (Ge 1988). In den Zentralalpen besitzt (7) Genauigkeiten von rund 2 cm pro km Höhe. Entlang des Hauptnivelements leitet Bretterbauer für (7) eine Parabelfunktion ähnlicher Genauigkeit ab; orthometrische Höhen (1) lassen sich über seine „natürlichen Höhen“ sogar auf  $\pm 2 \text{ mm/km}^2$  approximieren (Br 1987).

Zur direkten Berechnung von  $N$  kann das „Stokes-Integral“ dienen, welches denselben Aufbau wie (6) ohne den zweiten Term besitzt. Statt der Schwereanomalien  $\Delta g$  an der Erdoberfläche (5) sind solche am Geoid ( $\Delta g_0$ ) zu berechnen, wobei der Einfluß der topografischen Reduktion (rechnerische Geländebeseitigung) anschließend als „indirekter Effekt“ wieder aufzusetzen ist.

Für praktische Geoidbestimmungen wurde (6) verschiedenartig modifiziert, u. a. zum „gravimetrischen Nivellement“ zwecks Erreichung hoher Relativgenauigkeiten im lokalen Bereich (To 1977), zur Residual-Gravity-Methode (Kl et al. 1987), oder in Hinblick auf Datenauswahl und Filterung (De et al. 1988).

Eine kombinierte Geoidbestimmung aus Lotabweichungs- und Schweremessungen ist durch Kollokation nach kleinsten Quadraten möglich (Sü 1987). Beide Datentypen hängen ja mit der Ableitung des Störpotentials  $T = W - U$  (Abb. 1) nach den geografischen Koordinaten (B, L) bzw. in der Vertikalen (r) zusammen,

$$\xi = -\frac{1}{\gamma r} \frac{\partial T}{\partial B}, \quad \eta = -\frac{1}{\gamma r \cos B} \frac{\partial T}{\partial L}, \quad \Delta g = -\frac{\partial T}{\partial r} - \frac{2T}{r} \quad (8)$$

sodaß sich durch Inversion der Verlauf von T ermitteln läßt. Wegen der Meß- und Modellfehler ist eine empirische Kovarianzfunktion der  $\Delta g$  notwendig. Sie hängt stark vom Arbeitsgebiet ab und ist sorgfältig zu bestimmen, denn globale Modelle unterschätzen die lokalen Gebirgsinflüsse um das zehnfache! Bei 2 km Wellenlänge summieren sich einige cm, im Gegensatz zu den in (De et al. 1988) genannten 3 mm.

Wie im folgenden Kapitel gezeigt wird, ist die Einbeziehung von Schweredaten in eine Kombinationslösung nach (8) nur dann sinnvoll, wenn mindestens zehnmals mehr Gravimeter- als Lotabweichungspunkte vorliegen. Andernfalls steht dem erhöhten numerischen Aufwand kein merklicher Genauigkeitsgewinn gegenüber.

GPS-Messungen entlang von Nivellementlinien können durch Umkehrung von (1) wesentlich zur Geoidbestimmung beitragen (De 1989), (Hö 1987). Wegen der hohen Genauigkeit eignen sie sich (nach Klärung gewisser Trendeffekte) sogar als Fixpunkte von Geoidnetzen – siehe Kapitel 6. In Küsten- und Meeresgebieten sind Kombinationen der o.a. Methoden mit Satelliten-Altmetrie (Radarhöhenmessung) günstig. In naher Zukunft werden solche Messungen auch über Inlandeis möglich sein.

## 2. Astro-geodätisches oder gravimetrisches Geoid?

Um das Nivellement mittelfristig durch GPS und Geoid ersetzen zu können (1), muß

a) das Meßprogramm zur Geoidbestimmung ökonomisch oder schon abgeschlossen sein,

b) das Geoid flächendeckend bestimmbar und

c) entlang der Täler und Siedlungsgebiete etwa 1 cm/50 km genau sein.

Die Eigenschaften der beiden konkurrierenden Methoden sind sehr verschieden:

Eigenschaft	Astrogeoid (Lotabw.)	Grav. Geoid (Schweremess.)
Messung, Dauer	(noch) aufwendig ( $3/4-1$ St.)	relativ einfach (ca. 15 Min.)
Nötige Punktzahl	gering	hoch
Randeffekt (Landesgrenze)	kaum	merklich
Instrument	Astrolab; Zenitkamera	Relativgravimeter
Meßgenauigkeit	$\pm 0.1-0.5''$ ( $10^{-6}$ )	$\pm 0.01$ mGal ( $10^{-8}$ )
Einschränkungen	klare Nacht; Festpunkt	Nivellement-Anschluß
Gebirgsinflüsse	gut eliminierbar (DGM oder Hangformel 12)	genaueste Geländemodelle
Einfluß geolog. Schichten	mittelgroß und quasizufällig (bis $\pm 3''$ )	nötig groß und systematisch (bis 20 mGal)

Tabelle 1: Astrogeodätische und gravimetrische Geoidbestimmung

Hinsichtlich Anschlußmessungen (Referenz- bzw. Hauptschwerpunkt zur Vermeidung systematischer Fehler) sowie der Transportierbarkeit im Gebirge sind die Verfahren gleichwertig. Die automatische Registrierung der Meßdaten ist gegeben. Die aufwendige astro-visuelle Messung (Astrolab ca. 1 Stunde; Komparator einige Stunden) wird ab etwa 1995 durch CCD-Technik bzw. digitale Bildverarbeitung automatisierbar sein – für das in Kapitel 7 vorgeschlagene Projekt zwar zu spät, doch übersteigen ohnehin die Wegzeiten den Zeitaufwand am Meßpunkt, besonders in der Gravimetrie.

Der größte Unterschied zwischen Astro- und gravimetrischen Geoidlösungen liegt im Einfluß von Gebirge und geologischer Schichtung (Kapitel 5). Lotabweichungen können einfach (Ge 1988) und relativ genau reduziert werden, weil sich viele Wirkungen kompensieren. Der systematische Einfluß von Schichtneigungen wird durch die Integration (2, 3) gut erfaßt. Ihre Schwerewirkungen sind hingegen auf bestenfalls  $\pm 1$  mGal berechenbar (Hö 1987), (To 1977), ferner wirken systematische Dichtefehler im Tal und am Berg mit verschiedenem Vorzeichen und mit Beträgen bis 20 mGal (Kl et al. 1987), (Me/St/Zy 1989). Insgesamt bleibt die Astro-Meßgenauigkeit fast erhalten, während jene der Gravimetrie von 100fachen Reduktionsfehlern überlagert wird. Daher liegen beide Verfahren lokal bei  $10^{-6}$ , können aber wegen (3b) in weiträumigen Netzen  $10^{-7}$  erreichen.

Ein direkter Genauigkeitsvergleich ist dem Verfasser nur vom Testnetz Westthar (To 1977) bekannt. Das Astrogeoid erreichte bei 18 km mittlerem Punktabstand  $\pm 7$  cm (bei 9 km  $\pm 2$  cm), die Gravimetrie bei etwa 5 km  $\pm 14$  cm. Daraus läßt sich idente Genauigkeit bei einem Punktverhältnis von 1:20 bis 1:40 vermuten – für ein „nicht-geologisches cm-Geoid“ über 1000 km<sup>2</sup> wären etwa 25 Lotabweichungen, aber 500–1000 Schweremessungen nötig.<sup>1)</sup> Letztere bedeuten einschließlich der Höhenbestimmung einen etwa 20fachen Zeitaufwand, der im Flachland (To/Bä 1985) auf das 10fache sinken dürfte.

In zwei neueren Astrogeoid-Projekten wird festgestellt, daß die Kombination mit fünf- bzw. zehnfach dichteren Schweredaten keine Verbesserung bringt (Sü 1987), (To/Bä 1985). Trotz dieser und vieler anderer Effekte spricht eine neuere Untersuchung (De et al. 1988) von Gleichwertigkeit zwischen Lotabweichungen und Gravimetrie sowie von Schwereanomalien der Genauigkeit 0.1 mGal! Obwohl die Studie für ganz Europa angelegt ist, dürften die Autoren nur flache Gebiete im Auge haben.

Das neue gravimetrische Quasigeoid Deutschlands (De 1989) weist bei Punktabständen von 2–3 km Genauigkeiten von  $\pm 2$ –10 cm pro 100 km auf. Im flachen Norden wäre daher mit GPS-Versteifung in 50 km-Abständen (Kapitel 6) das cm-Geoid fast erreichbar, im Mittelgebirge nur etwa  $\pm 4$  cm, überlagert von noch ungeklärten systematischen Effekten. Im Hochgebirge (österreichische Grenze) wären nach Beseitigung der Randeffekte  $\pm 5$ –10 cm möglich.

Das österreichische Astro-Geoid 1987 (Abb. 3) erreicht aus mittleren Punktabständen um 12 km etwa  $\pm 5$  cm/100 km (Sü 1987). Eine günstige Genauigkeitssteigerung bestünde in GPS-Punkten an den Knoten der Hauptnivellementslinien (ca. alle 50 km, siehe Kapitel 6), doch reicht die gegenwärtige Punktdichte (meist 5–10 Lotabweichungen pro 1000 km<sup>2</sup>) ohne 3D-Dichtemodelle dennoch „nur“ für ein 3 cm-Geoid.

Ein Vergleich letztgenannter Geoide (Abb. 3) an der deutsch-österreichischen Grenze ist durch die in (Sü 1987) publizierten Werte  $\zeta$ -N möglich. Entlang der Gebirgs- und Innengrenze zeigen sich mittlere Differenzen von  $208 \pm 37$  cm, die nach Abzug eines dreiparametrischen NNW-Trends auf  $\pm 17$  cm sinken. Die wahren Genauigkeiten dürften demnach an der Gebirgsgrenze  $\pm 18$  cm (D) und  $\pm 6$  cm (Ö) betragen, im Flachland die Hälfte davon. In den beiden „Halbinseln“ Berchtesgaden und Kleinwalsertal sind die Differenzen wegen gravimetrischer Randeffekte etwas größer.

<sup>1)</sup> Diese Aussage wird durch eine Detailstudie im tyrrhenischen Apennin bestätigt (Kl et al. 1987). Trotz Verwendung abgestufter Dichtemodelle erweist sich der gravimetrische Raster von  $\bar{s} \approx 1.9$  km für ein genaues Geoid als etwas zu weitmächtig.



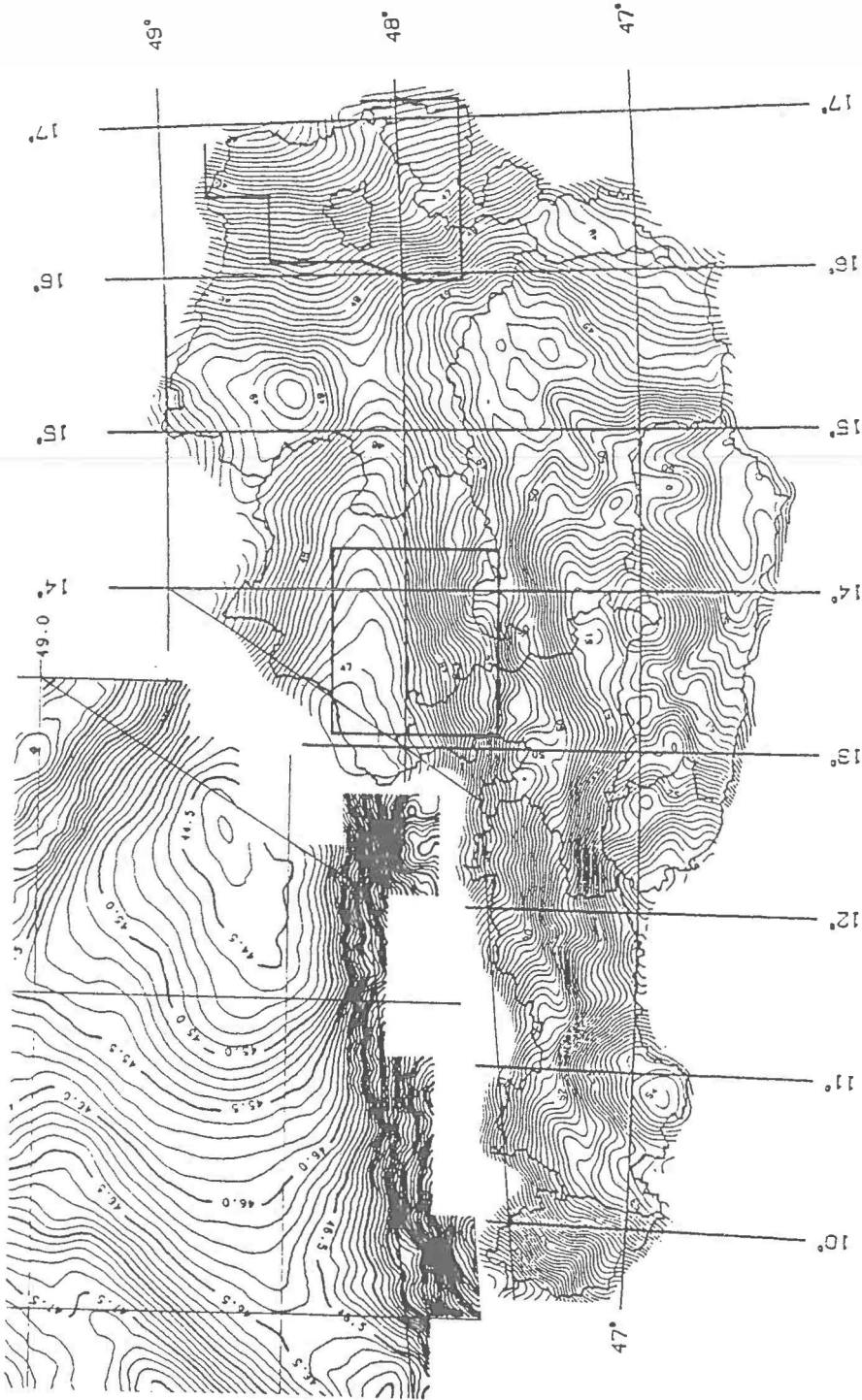


Abbildung 3: Österreichisches Geoid 1987 im System GRS 80, Äquidistanz 10 cm, basierend auf 683 Lotabweichungen im Bundesgebiet. Osten und Mitte: Testgebiete der geologischen Reduktion von Kapitel 4 und 5 (Geoidstudie Wien/Niederösterreich bzw. Salzkammergut/Attergau). Im Nordwesten gravimetrisches Quasigeoid Deutschlands (gleichmaßstäbiger Ausschnitt aus [Denker 1989]) und Vergleichsline beider Geoiden an der Staatsgrenze (Kapitel 2).

Insgesamt erweisen sich Astrogeoiden als wirtschaftlicher, doch geben die in vielen Ländern bereits existierenden Schwerenetze aus geophysikalischen Projekten auch der Gravimetrie große Bedeutung. Für Gebirgsländer sind freilich Punktabstände von 1–2 km unerreichbar, während Astropunkte alle 7–10 km den Tälern folgen können. Damit ist das in Österreich und der Schweiz verfolgte Astrogeoid beispielgebend für mindestens ein Drittel aller Staaten.

### 3. Das österreichische Geoid 1983/1987

Grundlage der Geoidbestimmung sind 683 Lotabweichungen aus Arbeiten des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (BEV), der TU Wien (je etwa 40%) und der TU Graz. Die meisten Messungen erfolgten – mit kleineren Unterbrechungen – zwischen 1976 und 1986 und besitzen Genauigkeiten um  $\pm 0.3''$ . Der mittlere Punktabstand beträgt 12 km, ist aber nicht ganz einheitlich.

Das Geoid wurde auf zwei unabhängigen Wegen berechnet, die nach Transformation (Er 1987) auf  $\pm 9$  cm übereinstimmen: klassisch (2) von E. Erker (BEV) und mittels Kollokation (8) von H. Sünkel (TU Graz). Die folgenden Untersuchungen beruhen auf der zweiten Lösung (Sü et al. 1987), Abbildung 3.

Zur Glättung des Schwerefeldes durch den „Remove-Restore-Prozess“ (Kapitel 1) wurde ein digitales Geländemodell im Raster  $11.25'' \times 18.75''$  ( $350 \times 390$  m) verwendet und auch die isostatische Kompensation der Erdkruste berücksichtigt. Statt der üblichen Gesteinsdichte  $\bar{\rho} = 2.67$  g/cm<sup>3</sup> wurde erstmals ein digitales Oberflächen-Dichtemodell im Raster  $1.5' \times 2.5'$  verwendet. Es wurde 1984–1987 aus Gesteinsproben, gravimetrischen und Bohrloch-Daten erstellt und gliedert 62 geologisch-tektonische Einheiten in 12 Dichtestufen  $2.0 \leq \rho \leq 2.85$  mit Genauigkeiten um  $\pm 0.1$  g/cm<sup>3</sup> (Wa 1987).

Durch diese topografische Reduktion sinkt die mittlere Varianz der  $2 \times 683$  Lotabweichungskomponenten von  $30''^2$  auf  $5''^2$ , sodaß die Kollokation ein recht genaues Co-geoid ergibt. Durch Wiederanbringen der Reduktionsmassen folgen Geoid bzw. Quasi-geoid, deren Unterschiede ( $-2$  cm bis  $+56$  cm) mit der Kontrollformel (7) befriedigend übereinstimmen. Um das Geoid in möglichst absolute Lage zu bringen, wurden 24 Satelliten-Dopplerpunkte in Österreich und ein globales Schwerefeldmodell des Grades 180 (ca. 100 km Auflösung) mitverwendet.

Die mittlere Relativgenauigkeit der Geoidhöhen (Abb. 3) beträgt  $\pm 5$  mm  $\sqrt{S_{km}}$ , also  $\pm 5$  cm/100 km, jene von prädierten Lotabweichungen  $\pm 0.8''$ . Im Hochgebirge dürften die Fehler um etwa 50% größer, im Flachland etwas kleiner sein (Sü 1987).

Einen unabhängigen Genauigkeitstest erlaubt die gemeinsame GPS-Kampagne 1987 der TU Wien, der TU Graz und des BEV (Hö 1987). Von den 13 Punkten eines Testnetzes in den Kärntner Südalpen (Höhen 500 - 2200 m) sind 10 ans Nivellement und 2 trigonometrisch angeschlossen, sodaß über (1) ein Vergleich orthometrischer und GPS-Höhen möglich ist. Nach lokaler Transformation streuen die Differenzen um

$$\sigma_{\Delta H} = \pm 41 \text{ mm} = \sqrt{\sigma_h^2 + \sigma_H^2 + \sigma_N^2}, \quad \Delta H = H + N - h, \quad (9)$$

sodaß mit  $\sigma_h$  (GPS) =  $\pm 25$  mm und  $\sigma_H$  (Niv.)  $\approx \pm 19$  mm ein Geoidfehler  $m_N \approx \pm 26$  mm übrigbleibt. Die Fehlerabschätzung der Kollokation, die nach (3b) bei einem Netzdurchmesser von 30 km  $\sigma_N \approx \pm 5$  mm  $\sqrt{15} = \pm 19$  mm erwarten läßt, ist daher plausibel.

Künftig kann das Geoid Österreichs noch auf 3 Wegen verbessert werden: durch weitere Verdichtung der Lotabweichungspunkte, mit GPS nach (1) und vor allem durch dreidimensionale Gesteinsdichtemodelle. Der 400 m-Geländehöhenraster ist hingegen ausreichend, wenn die topografische Reduktion mit Schrägprismen, mit der „Zweipunkt-methode“ oder über FFT erfolgt (Ge 1984, S. 91), (We 1989).

# Die Zukunft im Auge



**TOPCON**

NEU  
TOPCON GTS-4



TOTAL-  
STATIONEN  
THEODOLITE  
NIVELLIERE  
LASER

GENERALVERTRETER:

***IPECAD***

Ges.m.b.H. & CoKG

Czerningasse 27  
A-1020 Wien

Tel. 0222/24 75 71-0 Fax 0222/24363622 Telex 136790

HARDWARE  
SOFTWARE  
CAD

Bringing future into focus



**TOPCON**

#### 4. Präzisionsgeoid durch geologische Reduktion

Die Verwendung des Oberflächen-Dichtemodells (Sü 1987), (Wa 1987) bei der Geländereduktion erhöhte die Genauigkeit des österreichischen Geoids um etwa ein Drittel. Dies ergab sich aus Testrechnungen mit reduzierten Lotabweichungen, die H. Sünkel dem Verfasser 1986 zur Verfügung stellte und die Änderungen bis 3" aufwiesen. Auch die gravimetrische Untersuchung der oberen Erdkruste gewinnt durch lokale Dichtemodelle an Aussagekraft, wie Beispiele aus Vorarlberg (G. Walach in [Ge 1989a] S. 70) und den niederösterreichischen Kalkalpen (Me/St/Zy 1989) belegen.

Weitere Genauigkeitssteigerungen sind mit 3D-Dichtemodellen zu erwarten, also mit Informationen über den Verlauf der Gesteinsdichte im Erdinneren. Zwar werden solche Daten immer lückenhaft und teilweise hypothetisch sein, doch wäre bereits die Kenntnis der zwei größten Dichtesprünge bis 10 km Tiefe (meist zwischen tertiären und älteren Gesteinen sowie zum Kristallin der Böhmisches Masse) ein großer Vorteil. Sie können aus Bohrungen interpoliert, aus geologischen Beobachtungen erschlossen oder gravimetrisch berechnet werden. Die Basisdaten sind in Österreich schon großteils vorhanden (Ge 1989a, S. 273–287).

Als Testgebiet dient die „Geoidstudie Wien“ am Alpenostrand, wo seit 1981 geologische Daten in Projekte des Verfassers und seiner Diplomanden einfließen, sowie die Oberösterreichischen Kalkalpen, wo der Dichtesprung zu bzw. unter der Molasse genähert bekannt ist (Br/Ge 1983), (Du 1986), (Be/Ma 1980). Da in den nächsten Jahren österreichweit keine allzu detaillierten geologischen Analysen möglich erscheinen, beschränken sich die tabellierten Beispiele auf jeweils einen Dichtesprung. In den Testgebieten 1 und 2 ist es der Übergang von den Sedimenten des Wiener Beckens auf den Kalk- und Flyschuntergrund ( $\Delta\rho \approx 0.4 \text{ g/cm}^3$ ) in 1–6 km Tiefe. Die topografische Reduktion erfolgte im Raster 350 x 390 m bis  $r = 25 \text{ km}$ , die geologische im 1.5 km-Raster bis durchschnittlich 15 km. Die Dichte der Sedimente wurde mit 2.0 bzw. ab 2 km Tiefe mit 2.2  $\text{g/cm}^3$  angesetzt, jene der Basis (Flysch, Kalk, Kristallin) mit 2.5–2.75 (Ge 1989 b). Die Lotabweichungen wurden je zur Hälfte vom Verfasser ( $\pm 0.2''$ ) und von Diplomanden ( $\pm 0.3''$ ) gemessen. Ihre (manchmal angezweifelte) hohe Genauigkeit beruht auf exakten Fehlermodellen und Elimination halbsystematischer Längen- und Temperatureffekte (Br/Ge 1983), (Fr 1989).

Wegen der hohen Punktdichte konnte ein einfacher Rechengang gewählt werden, der die Interpretation erleichtert: das Quasigeoid bzw. Cogeoid der jeweiligen Reduktionsstufe wurde nach Formel (3a) und anschließend Höhen-Netzausgleich berechnet, die Höhenlage durch eine Bedingung für die mittlere Höhe vierer Punkte fixiert. Der Verfasser adaptierte hierfür sein PC-Programm GEOID (Ge 1988) auf mehrere Reduktions- und Netzversionen. Die 6 tabellierten Netze unterscheiden sich durch die Auswahl aus jeweils 25 Punkten im 5 $\frac{1}{2}$  km-Raster. Der Gewichtseinheitsfehler  $\bar{\sigma}$  gilt für den mittleren Punktabstand  $\bar{s}$  (5–11 km),  $\sigma_{\xi}$  für die mittlere Punktgenauigkeit. Die letzten zwei Spalten der Tabelle werden später (bei Formel 10) erläutert.

Die wichtigsten Schlußfolgerungen aus Tabelle 2 und 3 sind:

- einfache geologische Daten verbessern die topografische Reduktion um 30–50%.
- Bei Punktabständen unter 10 km wird dieser Effekt geringer; im Flach- und Hügelland wird das Geoid hierbei genauer als 5 mm.
- Punktabstände unter 8 km sind Vergeudung, außer bei unbekannter oder zu erforschender Geologie.
- Punktabstände unter 10 km bewahren auch bei linearer Lotabweichungsinterpolation (3a) die Meßgenauigkeit, da  $\bar{\sigma} / \bar{s} \approx \pm 10^{-6} = \pm 0.2''$ .

Tabelle 2: Geoidteil Südwest (Höhe 155–360 m) mit 9 Punkten (A), 13 (B), 25 (C)

$\bar{s}$ (km) $\sigma_{\text{Netz}}$ (mm)	11.1	8.1	5.4	11.1	8.1	5.4	25 Punkte 5.4 km (C) Polynom	
	$\bar{\sigma}_A$	$\bar{\sigma}_B$	$\bar{\sigma}_C$	$\sigma_{\zeta A}$	$\sigma_{\zeta B}$	$\sigma_{\zeta C}$	Grad 4	Grad 5
beob. Lotabweichung	±24.2	11.8	6.0	±13.2	6.8	4.1	±0.63"	0.47"
topogr. reduziert	±19.9	9.7	5.4	±10.8	5.6	3.6	±0.55"	0.36"
geolog. reduziert	± 9.1	6.3	5.1	± 5.0	3.6	3.5	±0.37"	0.36"

Tabelle 3: Geoidteil Nordost (Höhe 145–400 m) mit 10 Punkten (A, B), bzw. 25 (C)

$\bar{s}$ (km) $\sigma_{\text{Netz}}$ (mm)	10.6	10.5	5.8	10.6	10.5	5.8	25 Punkte 5.8 km (C) Polynom	
	$\bar{\sigma}_A$	$\bar{\sigma}_B$	$\bar{\sigma}_C$	$\sigma_{\zeta A}$	$\sigma_{\zeta B}$	$\sigma_{\zeta C}$	Grad 4	Grad 5
beob. Lotabweichung	±17.1	16.7	4.9	±11.0	10.7	4.1	±0.58"	0.51"
topogr. reduziert	±14.9	14.5	4.7	± 9.6	9.3	3.9	±0.50"	0.40"
geolog. reduziert	±11.9	11.6	4.5	± 7.6	7.4	3.7	±0.48"	0.40"

**Tabelle 2 und 3:** Genauigkeitsmaße in Testgebieten der Geoidstudie Wien/Niederösterreich der TU Wien mit verschiedenen Netzvarianten (9-25 Punkte) und Reduktionen. Lotabweichungen aus (Br/Ge 1983) und (Du 1986).

Das nächste Kapitel enthält weitere Testrechnungen im Mittel- und Hochgebirge, wo gesteinsbezogene geologische Tiefeninformation wie im Wr. Becken meist nicht vorliegt. Als Datenbasis dient das Lotabweichungsfile der österr. Geoidbestimmung 1987 (683 Punkte im durchschnittlichen Abstand von 10–15 km). Als Testgebiet werden 7000 km<sup>2</sup> im Salzkammergut gewählt, wo die Kalkalpen um 1000–2000 m steil ins Alpenvorland abfallen.

Bei Punktabständen über 10 km ist die einfache Vorgangsweise der Tabelle 2 und 3 nicht mehr zielführend, da die Lotabweichung im Gebirge von nichtlinearen Effekten dominiert wird. Daher wird das Geoid durch ein zweidimensionales Polynom  $Z(x, y)$  approximiert, wobei  $x, y$  der nördliche und östliche Abstand vom Schwerpunkt des Gebiets sind und die Ableitungen  $dZ/dx, dZ/dy$  den Lotabweichungen entsprechen. Für Grad 3 ergibt sich z.B.

$$Z = A_{00} + A_{10}x + A_{01}y + A_{20}x^2 + A_{11}xy + A_{02}y^2 + A_{30}x^3 + A_{21}x^2y + A_{12}xy^2 + A_{03}y^3 \tag{10}$$

$$\frac{dZ}{dx} = -\xi = A_{10} + 2A_{20}x + A_{11}y + 3A_{30}x^2 + 2A_{21}xy + A_{12}y^2 \tag{11a}$$

$$\frac{dZ}{dy} = -\eta = A_{01} + A_{11}x + 2A_{02}y + A_{21}x^2 + 2A_{12}xy + 3A_{03}y^2 \tag{11b}$$

Mit den gemessenen bzw. reduzierten  $\xi, \eta$  ergibt (11) die Bestimmungsgleichungen für die Koeffizienten  $A_{ik}$  des Niveauflächenpolynoms (10), welche mit Überbestimmung >50% nach kleinsten Quadraten zu berechnen sind. Das wechselseitige Auftreten gemischter Koeffizienten in (11a) und (11b) ist Ausdruck der aus (8) folgenden Bedingung

$d\ddot{x}/dy = d\eta/dx$  (He/Mo 1967) und versteift die Lösung merklich. Die rechten Spalten der Tabellen 2 und 3 zeigen die Gewichtseinheitsfehler bei Polynomen des Grades 4 (14 Koeffizienten) und 5 (20 Koeffizienten) mit 72 bzw. 60% Überbestimmung (25 Punkte = 50 Gleichungen). Sie bestätigen die Schlußfolgerungen der linken Tabellenteile.

Ein zu (10) analoger Ansatz eignet sich übrigens hervorragend zur regionalen Interpolation von Netzklaffungen, wie sie in Zukunft vermehrt zwischen GPS, Gebrauchsnetz und Digitalkataster zu bearbeiten sind (Er 1989). Gegenüber herkömmlichen, an Operatsgrenzen un stetigen „Mascheninterpolationen“ oder Transformationen ist er wesentlich genauer bzw. flexibler. Eine Untersuchung hierüber ist in Vorbereitung.

### 5. Präzisionsgeoid mittels geologischer Übersichtskarte

Als Beispiel eines „geologischen Geoids“ auf Basis leicht zugänglicher Information soll das Gebiet Salzkammergut/Attergau zwischen den Breiten 47°36' und 48°18' und den Längen 13°05' und 14°15' dienen. Dieses 6800 km<sup>2</sup> große Rechteck zwischen Salzburg und Kremsmünster, dem Höllen- und dem Toten Gebirge enthält 36 Lotabweichungspunkte im durchschnittlichen Abstand von 14 km. Die Kalkalpen (Gipfelhöhen 1600–2500 m) fallen hier innerhalb von rund 5 km in die Täler des Molassevorlandes (250–500 m) ab.

Tabelle 4 zeigt die Genauigkeit der Polynomapproximation in diesem Testgebiet. Die fortschreitenden Reduktionsstufen bedeuten: Lotabweichungen gemessen; topografisch reduziert bis 10 bzw. 50 km Radius; bis 50 km incl. digitalem Dichtemodell; geologisch reduziert 40% bzw. 100% der Punkte (siehe später). Die Reduktion benützt einen Geländehöhenraster von 11.25 x 18.75" (ca. 350 x 390 m). Ab 18 km Radius bzw. für das DDM (Oberflächendichte der Gesteine zwischen 2.0 und 2.7 g/cm<sup>3</sup>, südlich des Testgebietes bis 2.85 g/cm<sup>3</sup>) dient ein gröberes Raster von 1.5' x 2.5' oder 2.8 x 3.1 km<sup>2</sup>. Die Tabelle führt die mittlere Genauigkeit der Polynomapproximation (10) für jede Reduktionsstufe in verschiedenen Graden an, um die Wechselwirkung von Detailschärfe und Überbestimmung zu demonstrieren.

Grad des Polynoms Anzahl der Koeff. Überbestimmung	3	4	5	6	7	8	(Grad 1)			
	9	14	20	27	35	44	Mittel ± Std. Abw.	$\xi$	$\eta$	$\sigma$
gemessene Lotabw.			± 2.43"	2.24	2.26	2.21	+ 4.90	- 3.98	± 4.45"	
topogr. red. (10 km)		± 0.95"	0.82	0.72	0.65	0.61	+ 3.94	- 3.59	± 3.58"	
topogr. red. (50 mk)*)	± 0.93"	0.75	0.67	0.63	0.55		- 0.70	- 3.37	± 2.05"	
„ m. Dichtemod.*)	± 0.79"	0.70	0.64	0.63			- 1.15	- 3.23	± 1.74"	
geolog. red. 15 Pte. **)	± 0.66"	0.58	0.50	0.49			- 1.38	- 3.23	± 1.61"	
„ 36 Pte. **)	± 0.57"	0.51	0.44	0.44			- 1.30	- 3.26	± 1.47"	

Tabelle 4: Genauigkeitsmaße der Cogeoid-Approximation im Testgebiet „Salzkammergut“, 36 Punkte auf 6800 km<sup>2</sup>

\*) Reduktion nach Sünkel/Kühtreiber (TU Graz Jänner 1990) bzw.

\*\*) Reduktion vom Autor mittels Geolog. Karte 1:1 500 000 (Be/Ma 1980).

Während die wahre (gemessene) Lotrichtung wegen der lokalen Gebirgseinflüsse auch durch hohe Polynomgrade nicht genau darstellbar ist, verbessert die Reduktion der Lotabweichungen ihre Approximierbarkeit merklich: das Schwerefeld wird mit steigendem Modellradius immer glatter und läßt sich gut interpolieren. Zur Extrapolation eignen sich Polynome freilich weniger, da sie am Rand des Stützpunktgebietes zum Überschwingen

# TEIL DER ÖSTERREICHISCHEN MOLASSEZONE

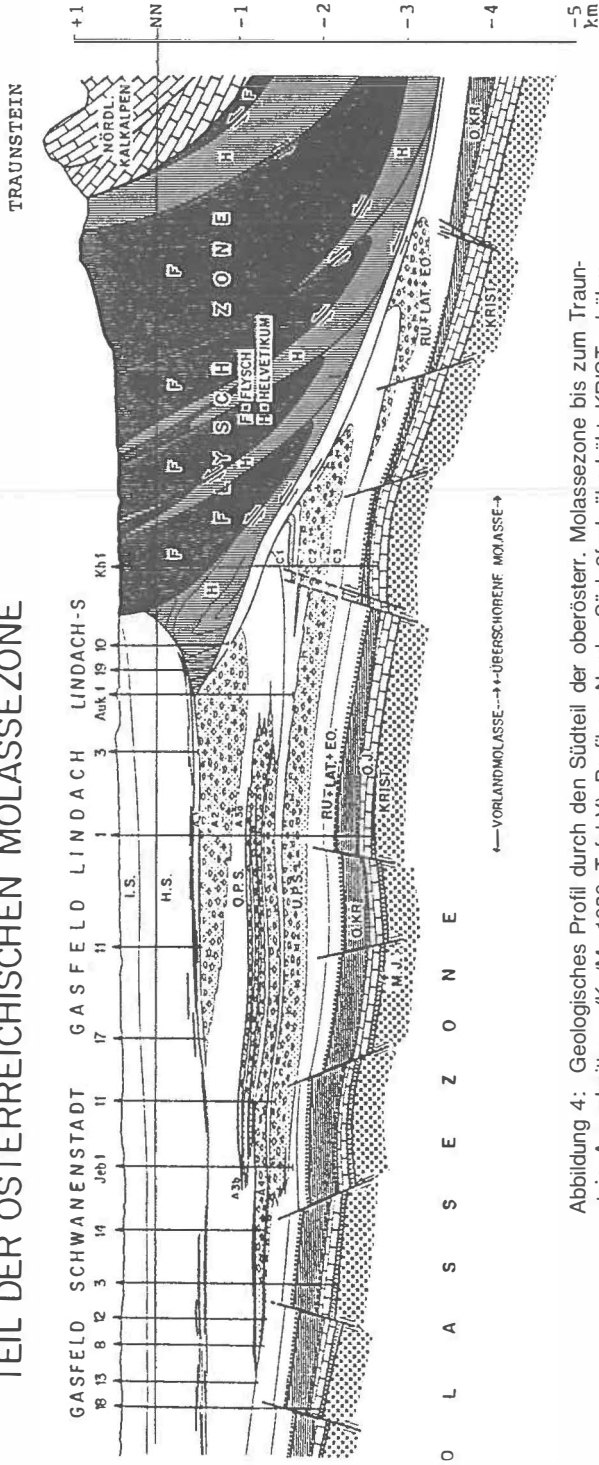


Abbildung 4: Geologisches Profil durch den Südteil der oberöstr. Molassezone bis zum Traunstein, Ausschnitt aus (Ko/Ma 1980, Tafel V). Profil ca. Nord – Süd, 2fach überhöht, KRIST = böhm. Masse, J = Jura, KR = Kreide, darüber Tertiär-Sedimente: hpts. Mergel und Geröll (Puchkirchner Serie) sowie Haller und Innvierter Schlier. Quartärsedimente weggelassen.

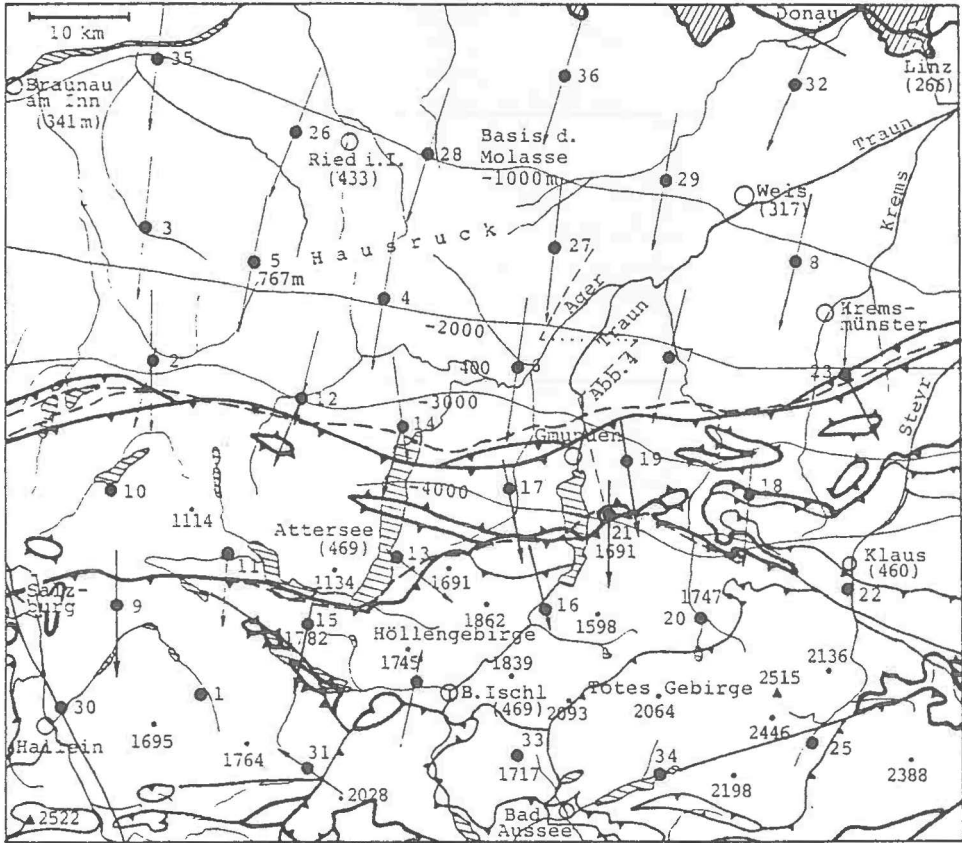


Abbildung 5: Ausschnittskizze der Geologischen Karte 1:1 500 000 [Be/Ma 1980] zwischen Salzburg und Linz ( $47^{\circ}30' - 48^{\circ}20'$ ,  $13^{\circ}02' - 14^{\circ}18'$ ) mit 36 Lotabweichungspunkten und deren Untergrund-Neigungsvektoren (Formel 14, dick =  $\Delta z > 2$  km). Enge Zahlen = Höhe über NN, dünne Linien = Gewässernetz, Seen schraffiert. Dicke Linien = Gesteinsgrenzen (v. a. Molasse, Flysch, Kalk; Kristallin schraffiert), meist auch Überschiebung. Mitteldicke = sonstige Überschiebungs- und Störungslinien; strichliert = Flyschgrenzen nach [Ko/Ma 1980 Tafel VI], mittlere Differenz ca. 1 km.





## Geodimeter 400 CD « Digital Memory »

# NEU

Bisher waren Sie beim Kauf eines Vermessungsinstrumentes zu Kompromissen gezwungen. Vorschriften und Traditionen verschiedener Länder stellten an Meßsysteme unterschiedliche Anforderungen. Mit dem Geodimeter System 400 CD wurde auch dieses Problem gelöst. Diese marktangepaßte und meßwirtschaftlich optimale Lösung entstand durch die Kontakte zu Ingenieuren, die unsere weltweit arbeitenden Tochtergesellschaften hergestellt haben. Mit dem Geodimeter System 400 CD bieten wir ein Meßsystem an, das auf die länderspezifischen Besonderheiten abgestimmt ist. Sie bezahlen also nicht mehr als Sie müssen. Wenn Sie das Geodimeter System 400 CD gleich vor Ort prüfen möchten, schreiben Sie oder rufen Sie einfach an.

Bitte senden Sie mir weitere Informationen:

Name: \_\_\_\_\_

Anschrift: \_\_\_\_\_

Tel.: \_\_\_\_\_

Bitte ausschneiden und an Geodimeter senden.



neigen. Die im Randstreifen von 6 km liegenden 7 Punkte ließen sich aus den inneren 29 Punkten auf  $\pm 4''$  (gemessene  $\xi, \eta$ ) bzw. auf 1–1.5" (Reduktion 50 km) extrapolieren, aber nur mit Polynomgraden 2 bis 4.

Wie Tabelle 4 zeigt, wird die topografische Reduktion durch Berücksichtigung der oberflächennahen Gesteinsdichte um 5–10% verbessert (in anderen Testgebieten nach Mitteilung H. Sünkels 1988 sogar bis über 50%), obwohl die Dichte tieferliegender Schichten davon stark abweichen kann. Über den Tiefbau der Alpen liegen erst wenige sichere Daten vor, weil seismische Vermessungen von Dichte und E-Modul aller durchschallten Gesteine beeinflusst werden. Daher wurde das Testgebiet an jenem Rand eines Hochgebirges gewählt, wo die Erdölexploration die Neigung der vom Gebirge überschobenen Vorlandsschichten erforschen konnte (Abb. 4). Die geologische Übersichtskarte 1:1,5 Millionen (Be/Ma 1980), die es in ähnlichem Maßstab in vielen Staaten gibt\*), zeigt diese Neigung durch die Tiefenlinien 1, 2, 3 und 4 km der Molasse-Kristallin-Grenze unter dem Alpenvorland. In die Ausschnittsskizze dieser Karte (Abb. 5) wurden die 36 Meßpunkte sowie einige tektonische Linien einer ÖMV-Studie (Ko/Ma 1980) hochgezeichnet, um Generalisierung und mögliche Kartenfehler abschätzen zu können. Im Mittel betragen sie 1 km, doch auch die Maxima (2 km) wirken sich in der Reduktionsformel (14) kaum aus.

Die Wirkung einer geologischen Schichtneigung läßt sich wie eine (verdeckte) topografische Reduktion behandeln. Die von einem langgestreckten, glatten Hang verursachte Lotstörung hängt von 3 Größen ab: relative Hanghöhe, Geländeverlauf jenseits des Tals bzw. Kamms, und Gesteinsdichte – siehe Abbildung 6. Befindet sich eine Erhebung bzw. eine Stufe im Untergrund, ist die Lotstörung geringer und flacher, weil nur die Dichtedifferenz  $\Delta\rho$  wirkt und die Störmassen vom Beobachter weiter entfernt sind.

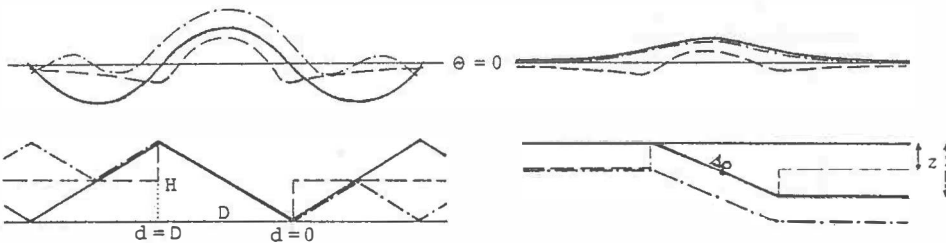


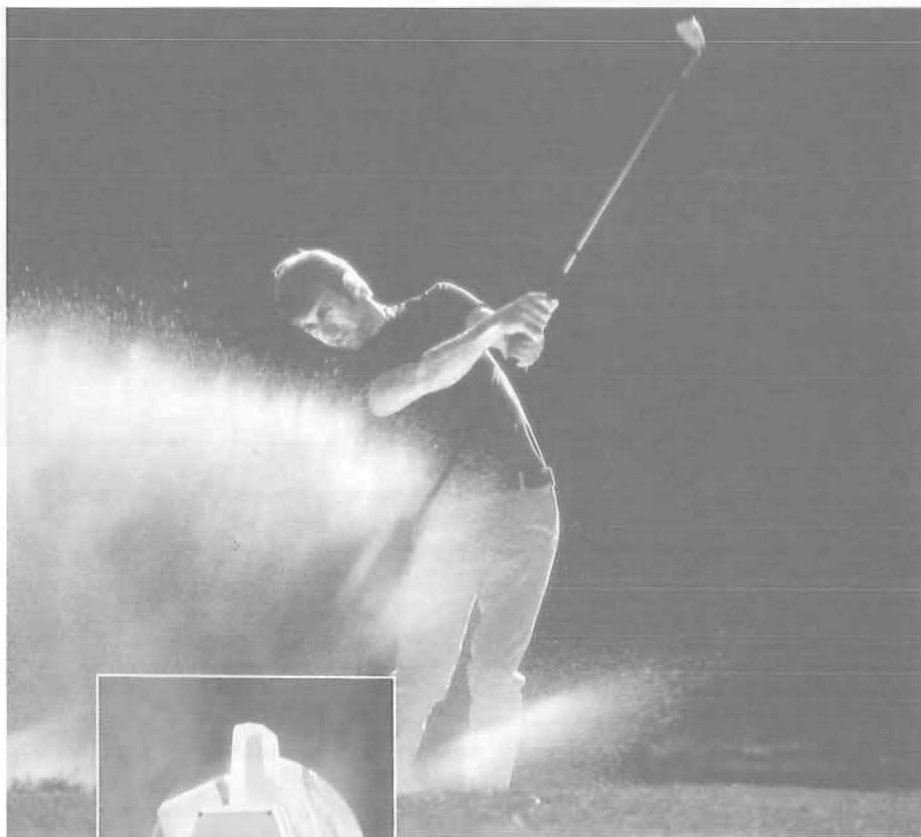
Abbildung 6a, b: Lotstörung an verschiedenen Hangformen und über geologischen Stufen im Untergrund (nicht maßstäblich).

Für Hänge hat der Verfasser in (Ge 1984 und 1988) einfache Formeln entwickelt, die den lokaltopografischen Lotstörungsverlauf quer über regelmäßige Täler oder Bergkämme durch eine Parabel annähern (volle Linie in Abb. 6a).

$$\Theta \approx 13'' \cdot \rho \cdot H_{\text{km}} \left( \frac{d}{D} - \frac{d^2}{D^2} \right) \approx 35'' \cdot H_{\text{km}} \left( \frac{d}{D} - \frac{d^2}{D^2} \right), \quad (12)$$

$$\langle \xi_t \rangle = \Theta \langle \frac{\cos F}{\sin F} \rangle, \quad F = \text{Azimut der Falllinie.}$$

\*) In Entwicklungsländern und schwer zugänglichen Gebirgsregionen werden geologische Karten teilweise aus Satellitenaufnahmen (Multispektralscanner, Thematic Mapper etc.) hergestellt. Sie zeigen tektonische Störungen – welche die meisten Dichteanomalien verursachen – oft deutlicher als terrestrische Kartierungen. Besonders aufschlußreich sind Kombinationen von Licht- und Infrarotmessungen (Be/Zw 1988), (EOSAT 1990).



## Wir bringen Bewegung ins Spiel

Bewegung! Das ist es, was noch fehlte. Jetzt kommt sie! Von Geodimeter. Denn das Geodimeter 460 positioniert sich von allein. Entsprechend Ihren Vorgaben von Servomotoren gesteuert. Dabei stehen Ihnen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, die zu erfassenden Punkte anzuvisieren. Aber welche Sie auch wählen, das Geodimeter 460 nimmt Ihnen einige Arbeit ab. Informationen und Vorführung "frei Haus".

Geodimeter Ges.m.b.H.  
Vivenotgasse 48  
A-1120 Wien  
Tel. (0222) 813 08 50  
Fax: 813 08 49

**Weltweit  
bewährte**



**Vermessungstechnik aus Schweden.**

Auf einem glatten Berghang von 1 km Relativhöhe in den Alpen ( $2.5 < \rho < 2.9 \text{ g/cm}^3$ ) erreicht die Lotstörung ihr Maximum von 8–10" in Hangmitte. Befindet sich der „Hang“ im Untergrund, verringert sich  $\Theta$  um einen Exponentialterm und proportional zum Dichtesprung der Gesteinsgrenzen (meist  $\Delta\rho < 0.5 \text{ g/cm}^3$ ), also auf höchstens 2" pro km. Dies ist aber immerhin die 10fache Meßgenauigkeit, sodaß die Geologie zum Erreichen des cm-Geoids entscheidend sein kann. Sind die unterirdischen Strukturen breiter als die mittleren Abstände der Lotabweichungspunkte, läßt sich ihre Wirkung teilweise durch den Polynomansatz (10) erfassen.

Eine einzelne Schrägstufe inmitten einer Ebene (in Abb. 6a strichliert) bzw. eine lokal abweichende Hangneigung (Fallinie  $F_1$ , Erstreckung L) hat in ihrer Mitte die Wirkung

$$\Theta_i \approx 2.3'' \varrho \cdot H_i \text{ bzw. } \left\langle \frac{\Delta\xi_{si}}{\Delta\eta_i} \right\rangle \approx 6'' (H_i \left\langle \frac{\cos F_1}{\sin F_1} \right\rangle - H \frac{L}{D} \left\langle \frac{\cos F}{\sin F} \right\rangle). \quad (13)$$

Diese Formeln (Ge 1988) lassen sich durch Modellrechnungen mit einer exponentiellen Tiefenfunktion auf geologische Stufen des Dichtesprungs  $\Delta\rho$  verallgemeinern,

$$\left\langle \frac{\Delta\xi_g}{\Delta\eta_g} \right\rangle \approx 2.3'' \Delta\rho \cdot \Delta z_{km} \cdot e^{-3.7 \frac{z}{s}} \left\langle \frac{\cos F_g}{\sin F_g} \right\rangle \quad (14)$$

wobei  $\Delta z$  der Tiefenunterschied der Dichtentrennfläche ( $\Delta\rho$ ) innerhalb eines Quadrats der Seitenlänge  $s$  in der Tiefe  $z$  unter dem Meßpunkt ist. Da entfernte Wirkungen vom Polynom (10) erfaßt werden, ist  $s$  auf die mittlere Punktdistanz zu beschränken. Für gleichmäßige Stufen (Abb. 6b) ist (14) recht genau. Steilbrüche (strichliert) verursachen aber zusätzliche Wendepunkte der Lotabweichung.

Die größten wirksamen Dichtesprünge sind jene zwischen Molasse und Kristallin ( $\Delta\rho \approx 0.3 \text{ g/cm}^3$ ) sowie zwischen Flysch und knapp überschobener Molasse ( $\Delta\rho \approx -0.2$ , siehe Abb. 4 rechts). Sie wurden aus einer ÖMV-Studie (Ko/Ma 1980) und den Erfahrungen im Wiener Becken (Ge 1989b) ermittelt. Die Überschiebung der Kalkalpen auf die Flyschzone wird mit  $\Delta\rho \approx -0.2$  angesetzt, die 4 Punkte beim Wolfgangsee deuten allerdings auf lokal geringere Dichtesprünge von 0.1–0.15  $\text{g/cm}^3$ . Die subalpine Molasse verursacht kaum Lotstörungen, da sie gemäß Abbildung 4 fast parallel ausgewalzt ist; ihre beiden Grenzen ( $\Delta\rho_1 \approx -0.2$  bzw.  $\Delta\rho_2 \approx +0.3$ ) heben sich in (14) wegen unterschiedlicher Tiefe  $z_1 : z_2 \approx 3:4$  nahezu auf.

In der vorletzten Zeile von Tabelle 4 sind zunächst nur jene 15 Punkte mittels (14) geologisch reduziert, welche nahe der Überschiebung Kalk/Flysch bzw. Flysch/Molasse liegen. Abbildung 5 zeigt ihre geologischen Falllinien  $F_g$ , starke Vektoren bedeuten  $\Delta z > 2 \text{ km}$  bzw.  $\Delta\xi > 1''$ . Obwohl 21 Punkte (Molasse bzw. Kalkalpen) noch unreduziert sind, sinkt  $\sigma(\xi, \eta)$  aller Punkte um 15–25%. Die Residuen der 15 Reduktionspunkte sinken bei Grad 5 von  $\pm 0.70''$  auf  $\pm 0.46''$ , was nur mehr knapp über der Meßgenauigkeit ( $\pm 0.4''$ ) liegt und die Näherungsmethode (14) eindrucksvoll bestätigt.

Werden auch die 16 Molassepunkte reduziert (letzte Tabellenzeile; Tiefe 1–3 km in Abbildung 5), sinkt der Gesamtfehler nur beim Grad 3 und 4 merklich, denn die höheren Grade haben die langwellige Untergrundneigung schon zuvor erfaßt. Beim Grad 5 treten von 13 Residuen  $> 0.5''$  (18% der  $\delta\xi$  oder  $\Delta\eta$ , max. 1.2") nun 7 an jenen Punkten zutage, die in einer Störungzone ohne Dichteinformation liegen. Diese 6 Punkte (24, 25 und 30 bis 33) gehen daher in die letzte Tabellenzeile mit halben Gewicht ein – die meisten dieser Störungen sind im Sattelitenbild 1:200 000 erkennbar (Be/Zw 1988), was in Entwicklungsländern dieselbe Vorgangsweise zuläßt. Die verbleibenden 6 „Großresiduen“ ( $|\delta\xi| > 0.5''$ ) sind zwar durch sehr nahe Gesteinsgrenzen (Punkte 2, 9 und 11) bzw. durch Staffelbrüche und Eröfalten (Punkte 6 und 27, siehe Abbildung 4 links) erklärbar, in Tabelle 4 aber mit vollem Gewicht enthalten. Im Punkt 22 (Steyrtal) dürften sich zwei Störungen kompensieren.

Diese Analyse bestätigt drei Tatsachen, von denen der Verfasser schon seit längerem überzeugt ist (Br/Ge 1983, Ge 1989b):

- Im Gebirge und in tertiären Sedimentbecken ist ein cm-Geoid nur durch geologische Reduktion oder durch sehr viele Meßpunkte erreichbar.
- Lotabweichungen sind auf Lokaleffekte relativ unempfindlich, aber durch ihre Vektornatur bestens geeignet, gravimetrisch oder seismisch erforschte geologische Strukturen um Neigungsinformation zu ergänzen.
- Die mittleren Dichtesprünge an tektonischen Störungen sind auf mindestens 0.1 g/cm<sup>3</sup> bestimmbar – genauer als durch Gravimetrie (He/He 1988), (Kl et al. 1987).

Da eine Lotabweichungsapproximation auf ±0.4" bei Punktdistanzen von 10–15 km gemäß (3b) und Tabelle 2–3 Geoidbestimmungen auf ±1 cm zuläßt, können für Österreich zwei erfreuliche Schlüsse gezogen werden:

- *Die vorliegende Punktdichte reicht für das 1 cm-Geoid in flachen bzw. geologisch gut erforschten Gebieten nahezu aus, besonders wenn die Näherungsmethode (14) durch ein echtes Neigungsmodell ersetzt wird;*
- *Im Hochgebirge, in Bruchzonen und breiten Alpentälern (Einfluß der Tektonik bzw. Sedimentfüllung 1–3", siehe Ge 1989b und Me/St/Zy 1989) ist die Punktdichte um etwa 50% auf 10 km-Abstände zu verdichten.*

Obige Aussage trifft auch für das norddeutsche Flachland zu, welches zahlreiche Salzstöcke mit Dichteunterschieden  $\Delta\rho > 0.2 \text{ g/cm}^3$  verbirgt. ein gravimetrisches cm-Geoid (De 1989) würde hier Schweremessungen im 1–2 km-Raster benötigen – siehe Kapitel 2.

Für drei seismische Horizonte der Alpenregion leiteten (He/He 1988) einfache 3 D-Dichtemodelle aus 2060 Schwereanomalien  $6 \times 10^4$  und dem österreichischen Oberflächen-Dichtemodell (Wa 1987) ab. die Ergebnisse (in 5 Stufen à 0.15 g/cm<sup>3</sup>) werden von den Autoren als „geophysikalisch nicht sehr realistisch“ bezeichnet, geben aber die Dichte an der Sedimentbasis des Testgebietes (Tabelle 4) und in den Zentralalpen auf ±0.1–0.2 g/cm<sup>3</sup> wieder. Da genauere Analysen für 1990 vorgesehen sind, könnte die „Integrierte Methode“ für das österreichische cm-Geoid nutzbar sein.

## 6. GPS und das Zentimeter-Geoid

Da geologisch reduzierte Lotabweichungen (14) auf  $\sigma_g \approx \pm 0.4''$  interpolierbar sind, können aus den Daten der Tabellen 2 bis 4 analog (3b) folgende Näherungsformeln abgeleitet werden:

$$\sigma(\Delta\zeta) = \sigma(\zeta_i - \zeta_k) \approx \pm \bar{c} \cdot \sqrt{S_{ik} \cdot \bar{s}}, \quad \sigma(\zeta) \approx 0.6 \bar{\sigma}(\Delta\zeta) \quad (15)$$

$$\bar{c} = 9 \cdot 10^{-7} \approx \frac{1}{2} \sigma_g \cdot \sin 1'', \quad \bar{s} = \text{mittlerer Meßpunktabstand.} \quad (16)$$

Der Faktor 1/2 in (16) ist halb durch die Mittelung je zweier Lotabweichungen (3a), halb durch günstige Netzeinflüsse zu erklären.

In Österreich wäre das Geoid zwischen benachbarten Meßpunkten ( $S_{ik} = \bar{s} \approx 10$  bis 15 km) auf ±1–1.5 cm bestimmbar. Ohne geologische Tiefeninformation verdoppeln sich die Fehler (±0.8" nach Sünkel 1987), im Hochgebirge verdreifachen sie sich.

Für das künftige Geoid sind ±1 cm/100 km wünschenswert – siehe Kapitel 1 – wegen (15) für  $S_{ik} = 100 \text{ km}$  nur ±3 cm liefert. Daher wären GPS-Stützpunkte hoher Genauigkeit in 50 km-Abständen notwendig, was ein wirksames  $\bar{S}_{ik} \approx 50/2\sqrt{2} = 18 \text{ km}$  und somit ±1.4 cm ergäbe.

Um diese Abschätzung zu überprüfen und die Auswirkung verschiedener Netzvarianten und Genauigkeiten festzulegen, wurden Computersimulationen durchgeführt. Da erste Berechnungen mit dem HP 71-Programm GEOID (Ge 1988) an gewisse Grenzen stießen, wurden die Simulationen am PC-Programm ANAG von H. Stanek (Tu Wien, Abt. Landesvermessung) weitergeführt. Tabelle 5 zeigt die Ergebnisse der wichtigsten Varianten eines freien Höhennetz-Ausgleichs mit  $\bar{s} = 14$  km, wobei die Lotabweichungen  $\sigma_g = \pm 0.5''$  besitzen, um auch Teilgebieten ohne Dichteinformation Rechnung zu tragen. Das Präzisionsnivellement kann mit  $\pm 0.5$  mm  $\sqrt{\text{km}} \approx \pm 4$  mm (Hö 1987) als fehlerfrei gelten. Die GPS-Messungen zwischen den Nivellementknoten ( $S_{\text{GPS}} = 30-48$  km) werden mit Relativgenauigkeiten von  $\pm 10$  mm bzw.  $\pm 25$  mm/48 km angesetzt. Der erste Wert entspricht den mit 2 Frequenzen erreichbaren Resultaten der Literatur (Be und Bl et al. 1988, Hö et al. 1987, Sh et al. 1990), während  $\pm 25$  mm den halben (vorsichtigen) Fehlergrenzen von  $\pm 2$  mm  $\pm 0.5$  ppm des WM 102 (Ma 1989) entsprechen.

17	15	13	13	13	15	17
15	13	12	12	12	13	15
14	12	11	<u>7</u>	11	12	14
14	12	11	11	11	12	14
12	<u>6</u>	10	10	10	<u>6</u>	12
11	<u>6</u>	10	9	10	<u>6</u>	11
13	11	10	10	10	11	13
12	10	10	10	10	10	12
8	9	9	7	9	9	8
-	-	-	-	-	-	-
13	11	10	10	10	11	13
13	11	10	10	10	11	13
12	10	10	10	10	10	12
14	12	11	11	11	12	14
13	<u>10</u>	11	10	11	<u>10</u>	13
13	<u>9</u>	10	10	10	<u>9</u>	13
17	15	13	13	13	15	17
16	14	13	13	13	14	16
16	13	12	<u>10</u>	12	13	16

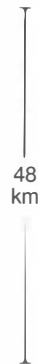


Tabelle 5: Simulation eines Astrogeoids mit 12–16 km Punktabstand (72 x 80 km) und  $\pm 17$  mm auf 14 km. Geoidfehler in mm aus freiem Netz ohne/mit 4/mit 9 GPS-Stützpunkten.

GPS-Genauigkeit  $\pm 10$  mm auf 48 km (obere Hälfte der Tabelle) bzw.  $\pm 25$  mm/48 km (untere Hälfte).



Die Simulation läßt folgende Schlüsse zu:

- GPS verbessert das Geoid wohl am Standpunkt (Knoten des Präzisionsnivellements), aber kaum in seiner Umgebung.
- Die großräumige Stützwirkung von 1 cm/100 km – sie wird in Tabelle 5 durch Randeefekte etwas verschleiert – erfüllt GPS nur mit Zweifrequenz-Empfängern ab 0.2 ppm Genauigkeit ( $\pm 10$  mm/ 48 km). Absolut und flächendeckend resultiert das Geoid auf  $\pm 1-2$  cm.
- GPS-Punktabstände unter 40 km (untere Zahlen in Tabelle 5) sind unökonomisch und derzeit nur in Sonderfällen zu empfehlen – etwa bei zuwenig Lotabweichungspunkten oder unbekannter Geologie.
- Eine Geoidstützung auf  $\pm 2$  cm/100 km ist auch mit GPS-Genauigkeiten von 0.5 ppm flächendeckend möglich.

Zweifrequenzmessungen auf  $\pm 0.2$  ppm dürften nach neueren Berichten demnächst erreichbar sein. Die Kärntner WM 101-Kampagne 1987 ergab intern  $\pm 0.2$ – $0.3$  ppm auf 10–15 km (Hö et al. 1987), und (Ma 1989) spricht von Fehlerhalbierung beim WM 102. Die äußere Genauigkeit (speziell in Höhe) kann 2–4 mal schlechter sein, bessert sich aber mit dem Start jedes neuen Satelliten und mit optimierten Beobachtungsplänen. Ein 305 km-Test Anfang 1989 ergab aus 1–2 stündigen Messungen 0.17 ppm (Ma 1989).

Mit TI 4100-Empfängern wurden 1986 bei Hannover  $\pm 0.5$  ppm auf 21 km mittlere Punktdistanz erzielt (De et al. 1988). Für die Optimaldistanz von 50 km (Tabelle 5) dürfte die Genauigkeit inzwischen zu verdoppeln sein, wie erste Ergebnisse des österreichischen Geodynamikprojekts AGEDEN andeuten (Ri et al. 1988). Nach (Be et al. 1988) ergeben sich auf 50 km Punktentfernung sogar  $\pm 8$  mm, wenn der Netzausgleich zusätzliche Parameter enthält. Schließlich erwarten (Bl et al. 1988) in naher Zukunft Genauigkeiten besser als 0.1 ppm, wenn Phasenmehrdeutigkeiten, Satellitenbahnen und troposphärische Effekte besser modellierbar sind.

Seitens des Präzisionsnivellements bieten sich in Österreich ebenfalls GPS-Stützpunkte alle 45–50 km an, da auf 84.000 km<sup>2</sup> etwa 40 geeignete Knotenpunkte 1. oder 2. Ordnung entfallen. Das Netz 1. und 2. Ordnung ist 5.400 km lang und gliedert sich in Linien von 30–60 km Abstand (Austr. 1983/87). Eine Neuausgleichung ist in Arbeit; sie wird das bisherige Gebrauchsnetz in ein modernes orthometrisches Höhensystem wandeln und vom Adriapegel auf NN übergehen (Er 1989). Die Genauigkeiten sind mit etwa  $\pm 0.5$  mm  $\sqrt{\text{km}}$  dreimal höher als jene des künftigen GPS-Rasters, sodaß die Grundgleichung (1) von den GPS- und Geoidfehlern dominiert wird.

## 7. Was ist die wirtschaftlichste Lösung des Höhenproblems?

Die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit geht davon aus, daß GPS weiter an Bedeutung zunehmen und in alle Vermessungsbereiche eindringen wird. Die terrestrische Lage- und Höhenmessung wird teilweise zu 3D-Methoden vereint und zumindest für Bereiche ab einigen km Umkreis durch GPS ersetzt werden. Gleichzeitig gewinnen globale Koordinatensysteme und geodynamische Untersuchungen an Bedeutung (Erker 1989), (Rinner et al. 1988). Koordinaten werden eine Funktion der Zeit und können sich jährlich um mehrere mm verändern, in tektonisch aktiveren Ländern auch zehnmals rascher.

Unter diesen Umständen ist das Präzisionsnivellement – außer für geodynamische Aufgabenstellungen – zu aufwendig geworden, weil seine technische Weiterentwicklung an enge Grenzen stößt. Vollständige Messungen des Nivellements 1. Ordnung (3.900 km) erfolgten 1948–1962 sowie 1966–1983, dauern also rund 15 Jahre (Austr. 1983/87). Angesichts neuer Aufgaben und Datenbanken des BEV – siehe die GeoLIS II-Referate in (Ge 1989 a, S. 10–42) – dürfte an eine Ausweitung klassischer Vermessungen kaum zu denken sein. Daher wird künftig ein Großteil des Nivellements gemäß (1) durch GPS und Geoidbestimmung zu ersetzen und letztere der Genauigkeitsforderung von  $\pm 1$  cm/100 km anzupassen sein.

Die Untersuchungen der Kapitel 2 bis 5 ergaben, daß ein gravimetrisches cm-Geoid in Gebirgsländern unerreichbar ist und das österreichische Astrogeoid (Sünkel et al. 1987) von  $\pm 5$  cm/100 km das Potential zu 3–5facher Genauigkeit besitzt. Dieses Ziel könnte in nur 5 Jahren erreicht werden, wenn

(a) die 700 Lotabweichungspunkte Österreichs auf Basis vorhandener Daten geologisch reduziert werden, was  $\pm 2$ – $3$  cm/100 km ergäbe (Kapitel 5), sowie

(b) etwa 50 GPS-Punkte höchster Genauigkeit an Knoten des jetzigen Präzisionsnivellements placiert werden (Kapitel 6) und

(c) auf 100–500 Festpunkten neue Lotabweichungen gemessen werden – 100 zur Homogenisierung und der Rest zur eventuellen Steigerung von  $\pm 1.5$  cm auf  $\pm 1$  cm/100 km.

Mit einem österreichweiten cm-Geoid können dann sämtliche Höhenmessungen mittels GPS erfolgen und ins künftige System streng orthometrischer Höhen umgewandelt werden. Demgegenüber ist die geeignete Transformation von Lagekoordinaten kein ökonomisch-meßtechnisches, sondern ein mathematisches Problem.

Eine Alternative für (b) und (c) bestünde in der Messung von 200–800 GPS-Punkten und deren Anschluß ans Präzisionsnivellement. Der Schritt (a) ist allerdings für Genauigkeiten besser als  $\pm 2$  cm unerläßlich. Beide Alternativen sind bis 1995 durchführbar, ihr Aufwand (ohne a) beträgt etwa:

#### Variante A

50 GPS-Punkte ( $\pm 1$  cm/50 km):  
ca. 25 Meßtage mit je 4 Empfängern,  
4–8 Personen und ca. 20.000 km.  
300 Lotabweichungspunkte ( $\pm 0.3''$ ):  
ca. 100 Meßnächte (Astrolab oder  
Zenitkamera, Registrierautomatik),  
150–200 Manntage und 15.000 km  
+ ca. 50% Schlechtwetter-Zuschlag.

#### Variante B

500 GPS-Punkte ( $\pm 1$  cm/50 km):  
ca. 250 Meßtage mit je 4 Empfängern,  
je 4–8 Personen und ca. 150.000 km.  
200 trig. oder Nivellementanschlüsse  
( $\pm 1$  cm auf durchschnittlich 10–20 km):  
2 Meßtrupps durch 1–3\*) Jahre  
oder 5–15 Mannjahre.  
\*) Zeitkalkul. 1/3 des Präz.-Niv.

Tabelle 6: Zwei Wege zum cm-Geoid auf Basis geologischer Reduktion

Der Zeit- und Kostenaufwand steht (unter Berücksichtigung von Geologie, astronomischer Einübung und Referenzmessungen) etwa im Verhältnis 3:18 Mannjahre. Er spricht daher eindeutig für Variante A, welche auch theoretisch und für ingenieurgeodätische Lotabweichungsprädiktionen vorzuziehen ist. In jedem Fall wäre (wie schon 1979 bis 1986) unter Federführung der ÖKIE eine Kooperation des BEV und der Hochschulen anzustreben.

Die Arbeiten zur geologischen Reduktion (a) dürften 3–6 Mannmonate benötigen, wovon etwa 80% durch angelehrte Hilfskräfte durchführbar sind. Als Basis dienen geologische Übersichtskarten, Profile und Bohrungen, deren Auswahl bei der Geologischen Bundesanstalt EDV-gestützt erfolgen kann – siehe Bericht von W. Schnabel in (Ge 1989a, S. 75–82). Statt (14) kann mit nur geringerem Mehraufwand ein echtes Neigungsmodell des jeweils größten Dichtesprungs erstellt werden.

Um in den Hauptsiedlungsgebieten die Zielvorgabe  $\pm 1$  cm/50 km von Kapitel 2 sicher zu erreichen, ist den Verdichtungsmessungen (c) hier Vorrang zu geben. In Tertiärbecken (Niederösterreich, Steiermark) und breiten Alpentälern ist die Verwendung von Neigungs- bzw. Talfüllungsmodellen der Sedimente empfehlenswert (Ge 1989b), (Me/St/Zy 1989). Hier könnten auch Vergleiche nivellierter und „natürlicher“ Höhen (Br 1987) Hinweise auf mittlere Gesteinsdichten geben.

Im Zuge des Geodynamik-Projektes AGEDEN und der Netzkontrolle BEV 2 wurden 1987 bereits etwa 50 GPS-Punkte in ganz Österreich mit 8 TI 4100-Empfängern gemessen (Ri et al. 1988). Ein Großteil der Punkte konzentriert sich um drei tektonische Störungszonen in Niederösterreich, Kärnten und dem Tauernnordrand, sodaß sie für Geoidzwecke nur bedingt geeignet sind. Nach 7-Parameter-Transformation zeigt sich immerhin, daß die Residuen des neuen, orthometrischen Höhennetzes gegenüber jenen des Gebrauchsnetzes um fast die Hälfte sinken (Er 1989). Offenbar besitzen sowohl GPS- wie Geoiddaten 1987 bereits großräumige Genauigkeiten von einigen  $10^{-7}$ .

Im Frühjahr 1990 führen drei geodätische Abteilungen der TU Wien eine GPS-Kampagne im östlichen Niederösterreich durch, die auch 15–20 Kontrollpunkte der Geoidstudie Wien-Niederösterreich umfassen wird. Dadurch sollen die hier vorgeschlagenen Schritte zum „cm-Geoid“ endgültig verifiziert werden.



## 8. Abschluß und Dank

Mit der Geoidbestimmung 1983/87 hat Österreich einen großen Schritt in die geodätische Zukunft getan. Die hohe Genauigkeit dieses Astrogeoids kann aber noch auf  $\pm 1-2$  cm pro 100 km verdreifacht werden, wenn vorhandene geologische Information verwendet und ein Netz von etwa 50 hochpräzisen GPS-Stützpunkten gemessen wird. Ab 1995 könnten dann aufwendige Feinnivellements durch GPS ersetzt werden oder rein geodynamischen Untersuchungen dienen.

Der vorgeschlagene Weg zum „cm-Geoid“ kann nur durch neuerliche Kooperation der Hochschulen und des BEV beschritten werden, was neben dem eigentlichen Ziel auch die Forschung und Ingenieurpraxis befruchten wird. Dadurch kann Österreich weiterhin im Spitzenfeld der internationalen Geoidforschung bleiben, diesbezügliche Entwicklungshilfe und interdisziplinäre Kontakte fördern und seine Ingenieurtradition um ein neues Kapitel bereichern.

Der Autor dankt Herrn Prof. K. Bretterbauer und seinen Kollegen R. Weber und H. Stanek (alle TU Wien) für viele anregende Gespräche und die unterstützende Kritik. Wichtige Daten und Informationen zu Schwerefeld und Grundlagenvermessung verdankt er Prof. H. Sünkel (TU Graz), Hofrat E. Erker und Oberrat N. Höggerl (BEV Wien), und weiteren Kollegen aus Geologie und Geophysik einige fachübergreifende Aspekte. Nicht zuletzt sei Prof. H. G. Wenzel (Univ. Karlsruhe) genannt, dem er aus zwei langen Diskussionen zusätzlichen Ansporn zu dieser Arbeit verdankt.

## Literatur

- Austrian Geodetic Commission*: IAG Reports to 18th and 19th Gen. Ass. IUGG Hamburg/Vancouver, Wien 1983/87.
- Beckel L., F. Zwittkovits*: Österreich-Satellitenbildatlas. 239 S., Druckhaus Nonntal, Salzburg 1988.
- Beck-Managetta P., A. Matura*: Geologische Karte von Österreich 1:1.5 Mill. Geolog. Bundesanstalt, Wien 1980.
- Beutler G., I. Bauersima, W. Gurtner, M. Rothacher, T. Schildknecht*: Static Positioning with the GPS: State of the Art. Hsg. Groten/Stauß, GPS-Techniques, Applied to Geodesy & Surveying, Lecture Notes in Earth Sciences Bd. 19, S. 363-380, Springer Verlag, Berlin 1988.
- Blewitt G., W. Melbourne et al.*: GPS-Geodesy with Centimeter Accuracy. Hsg. Groten/Strauß, GPS Techniques, Applied to Geodesy & Surveying, Lecture Notes in Earth Sciences Bd. 19, S. 30-40, Springer Verlag, Berlin 1988.
- Bretterbauer K.*: Approximative Meereshöhen. ÖZ 75/1, S.10-13, Wien 1987.
- Bretterbauer K., G. Gerstbach*: Die astro-geodätischen Arbeiten der TU Wien. ÖKIE Band III, Das Geoid in Österreich, S. 61-72, Graz 1983.
- Denker H., D. Lelgemann, W. Torge, G. Weber, H. G. Wenzel*: Strategies and Requirements for a New European Geoid Determination. Boll. Geod. e. Sc. Aff. 47, S. 3-16, Torino 1988.
- Denker H.*: A New Gravimetric Quasigeoid for the Federal Republic of Germany. DGK Heft B 291, 40 S., München 1989.
- Duregger J.*: Tiefenbestimmung im nördlichen Wiener Becken aus Lotabweichungen durch Variation von Mehrschichtmodellen. Diplomarbeit Abt. Theoret. Geodäsie, TU Wien, 1986.
- EOSAT, Environm. Research Inst.*: Engagement Calendar, Maryland/Michigan 1990.
- Erker E.*: Das österreichische Geoid – Die vollständige Lösung 1987. ÖZ 75/4, S. 202-206, Wien 1987.
- Erker E.*: GPS and Local Gravity Field Determination supporting National Control Survey. Pres. Paper, 13 S., Int. Symp. Grav. & GPS, Dubrovnik/Hvar, Oktober 1989.
- Frotschnig H.*: Weiterentwicklung und Erprobung des Programms „LAMAUS“ zur Ermittlung der persönlichen Gleichung aus astronomischen Längenbestimmungen. Diplomarbeit Abt. Theoret. Geodäsie, TU Wien, 1989.

*Gerstbach G.*: Eine Schnellmethode zur Lotabweichungs-Reduktion im Gebirge. Festschrift Embacher, Geod. Inst. Mitt. Heft 7, S. 77–97, Univ. Innsbruck 1984.

*Gerstbach G.*: Precise Alpine Geoid Determination without Digital Terrain Models. Bulletin Géodésique **62**, S. 541–563, Paris 1988.

*Gerstbach G.* (Hsg.): Geowissenschaftliche/geotechnische Daten in Landinformationssystemen (GeoLIS II). Geowiss. Mitt. TU Wien, Band 33, 316 S., Wien 1989 (a).

*Gerstbach G.*: Untersuchungen des vertikalen Dichteverlaufs im Wiener Becken aus Lotabweichungen. Österr. Beitr. Meteorol. & Geophysik Heft 2, S. 201–211, Wien 1989 (b).

*Hehl K., G. Hein*: Computation of Density Anomalies within the Earth's Crust Using the Integrated Geodesy Approach. Pres. Paper, 19 S. Int. Symp. Sopron (Ungarn) Mai 1988.

*Heiskanen W., H. Moritz*: Physical Geodesy. 364 S., Freeman & Co., San Francisco/London 1967.

*Höggerl N.*: Die Bestimmung von Gebrauchshöhen aus GPS-Messungen. Aus N. Höggerl, H. Kahmen, J. Schwarz, G. Stangl, H. Sünkel, J. Zeger, Die WM 101 GPS-Kampagne 1987 in Österreich. ÖZ **75/4**, S. 167/193–201, Wien 1987.

*Kling T., M. Becker, H. J. Euler, E. Groten*: Studien zur detaillierten Geoidberechnung. DGK Heft B 285, 125 S., München 1987.

*Kollmann K., O. Malzer*: Die Molassezone Oberösterreichs und Salzburgs. Erdöl & Erdgas Band 19, S. 179–201, ÖMV-AG, Wien 1980.

*Maenpa J. E.*: Dual Frequency Surveying with the WM 102. Magnavox-Wild-Information, 14 S., Torrance 1989.

*Meurers B., P. Steinhauser, D. Zych*: Berechnung von Bougueranomalien mit variablem Dichtensatz. Österr. Beitr. Meteorol. & Geophysik Heft 2 (5. Int. Alpengerav. Kolloq.) S. 213–228, Wien/Graz 1989.

*Moritz H.*: Advanced Physical Geodesy. 502 S., Wichmann-Verlag, Karlsruhe 1980.

*Rinner K., P. Pesec, G. Stangl, D. Hofmann-W., H. Lichtenegger*: AGEDEN – an Application of GPS for Geodynamic Investigations in Austria. Groten/Strauß (Hsg.) GPS-Techniques, Applied to Geodesy & Surveying, Lecture Notes in Earth Sciences Bd. 19, S. 79–92, Springer Verlag, Berlin 1988.

*Shimada S. et. al.*: Detection of a Volcanic Fracture Opening in Japan using GPS Measurements. Nature **343/6259**, S. 631–633, London 1990.

*Sünkel H., N. Bartelme, H. Fuchs, M. Hanafy, W. D. Schuh, M. Wieser*: The Gravity Field in Austria. ÖKIE Band IV, S. 47–77, Graz 1987.

*Torge W.*: Untersuchungen zur Höhen- und Geoidbestimmung im dreidimensionalen Testnetz Westharz. ZfV **102**, S. 173–186, Stuttgart 1977.

*Torge W., M. Bäumker*: Dreidimensionale Netze in der Landesvermessung – ein Experiment in Norddeutschland. Nachr. niedersächs. Verm. & Kat. Verw. Jg. 35, S. 175–190, Hannover 1985.

*Walach G.*: A Digital Model of Surface Rock Densities of Austria and the Alpine Realm. ÖKIE Band IV, S. 3–9, Graz 1987.

*Weber R.*: Lokale Schwerefeldmodellierung unter Berücksichtigung spektraler Methoden zur Geländereduktion. Diss. techn.-naturwiss. Fak., 106 S., TU Wien 1989.

Manuskript eingelangt im März 1990.

# SOKKISHA

## Die Totalstationen mit eingebauter Datenregistrierung

Gleichzeitige Anzeige von  
Horizontal- und Vertikalwinkel  
sowie Schrägdistanz

Höhendifferenz, Koordinaten  
und Absteckung im Feld

Datenweitergabe über  
Schnittstelle und  
IC-Karte mit 32 KB



### Systeme

mit lückenlosem Informationsfluß  
SET C - Vermessungssoftware  
CAD Arbeitsplatz - Plotter

### Service

Sokkisha und Kern Geräte

# Artaker<sup>®</sup>

Artaker Büroautomation Handelsgesellschaft mbH.

1052 Wien, Kettenbrückengasse 16, Tel. 0222/58 805-0, Fax 56 56 51

## Diplomarbeiten/Dissertationen

*Christian Ager:*

### **A Glossary of Geodetic Terms and Abbreviations**

Diplomarbeit, ausgeführt am Institut für Theoretische Geodäsie und Geophysik der TU Wien, 1989.

Begutachter: o. Univ. Prof. Dr. K. Bretterbauer, Betreuer: Univ. Ass. Dipl. Ing. R. Weber.

Ziel dieser Arbeit war es, ein Glossar englischer und deutscher Begriffe der Fachgebiete „Höhere Geodäsie“ und „Geodätische Astronomie“ zu erstellen. Zudem wurden die in der geodätischen Fachliteratur häufig verwendeten Kurzformen und Eigennamen erfaßt. Die Erklärungen beinhalten keinen mathematischen Formalismus und sind in einem prägnanten Stil gehalten. Dieses Glossar liegt auch in digitaler Form als computerunterstütztes Nachschlagewerk vor. Es war darauf zu achten, daß die erklärten englischen Begriffe sowohl unter ihrer englischen als auch deutschen Bezeichnung abrufbar sind und mit ihrer deutschen Erklärung auf einem Drucker ausgegeben werden können.

Um das schnelle Aufsuchen eines gewünschten Begriffes zu gewährleisten, wurde ein Suchprogramm unter Verwendung der Abfragesprache des Datenverwaltungssystems „dBASE 3 plus“ erstellt, das einen möglichst effizienten Datenzugriff gestattet und die Zuordnung zwischen Suchbegriffen und erklärenden Texten regelt. Die Eingabe von neuen Datensätzen ist jederzeit möglich.

Das Glossar ist als unterstützende Lernhilfe für Studenten gedacht, und soll zudem durch laufende Aktualisierung jedermann eine Übersicht über die steigende Flut von Kurzbezeichnungen geodätischer Projekte und Organisationen bieten.

Diplomprüfung am 5. 4. 1990.

*Rudolf Aschauer:*

### **Entwicklung eines Programmsystems zur Verwendung und Auswertung von Präzisionsnivelementdaten**

Diplomarbeit, ausgeführt am Institut für Theoretische Geodäsie, Abteilung für Mathematische und Datenverarbeitende Geodäsie der Technischen Universität Graz, 1989.

Begutachter: o. Univ. Prof. Dr. Hans Sünkel

Das oben genannte Programm wurde zur Berechnung des österreichischen Höhennetzes entwickelt. Die große Menge an Präzisionsnivelementdaten bedingt umfangreiche Kontrollen bezüglich der Richtigkeit dieser Daten. Dazu wird eine lokale und globale Fehlersuche durchgeführt. Lokal werden Grobfehler durch einen Vergleich von Mehrfachmessungen untereinander bzw. durch Vergleich mit alten Höhen und Koten aus vorangegangenen Projekten aufgezeigt. Global werden Grobfehler mittels der L1-Ausgleichung aufgedeckt. Die so als falsch erkannten Messungen werden, sofern dies möglich ist, vom Programm selbständig korrigiert (Zahlensturz etc.) oder der Messwert wird eliminiert. Daraufhin erfolgt eine Kontrolle der Netzkonfiguration, wobei auch die einzelnen Verzeichnisse (Punktverzeichnis, Beobachtungsverzeichnis) falls notwendig richtig gestellt werden. Die L2-Ausgleichung erfolgt im System der geopotentiellen Koten sowie im System der sphäroidischen Höhen jeweils gezwängt bzw. zwangsfrei. Um eine schnelle Bearbeitungszeit zu ermöglichen, wurde zur Inversion das Hansonsche Verfahren angewandt. Dessen Leistungsfähigkeit wird wesentlich durch den revidierten Umordnungsalgorithmus von Snay erhöht. Die errechneten Größen werden für die Verspeicherung in elektronische Verzeichnisse aufbereitet und in einem Sortierlauf außerhalb des Programms in die Bestände des BEV einsortiert.

Diplomprüfung am 1. 3. 1990.

*Thomas Baudisch:*

**Konzept des Austausches digitaler Plandaten zwischen verschiedenen Graphiksystemen einschließlich digitaler Katastralmappe (DKM)**

Diplomarbeit, ausgeführt am Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie der TU Wien, 1989.

Begutachter: o. Univ. Prof. Dr. H. Schmid, Betreuer: Dipl. Ing. Dr. H. Stanek

In den verschiedenen Vermessungsbüros wird die Umstellung auf Computer Aided Design (CAD) in nächster Zeit notwendig sein, da im Zuge einer sich ändernden Arbeitsweise und zum Aufbau von Landinformationssystemen der Austausch von Plandaten in digitaler Form zwischen Auftraggebern (z.B. EVU's, Post) und anderen Partnern Bedingung sein wird. Erfolgreiche Systementwicklungen verschiedener Hersteller, eine rasch ansteigende Zahl von Anwendern und eine zunehmende praktische Erfahrung mit der Integration der CAD Technik in eine vorhandene EDV Umgebung kennzeichnen den gegenwärtigen Stand der Entwicklung.

Im Rahmen dieser Arbeit sollte der Einstieg in die Welt der CAD-Systeme als integraler Bestandteil in Landinformationssystemen an den folgenden Punkten erfolgen:

1. Vergleich einiger typischer Systeme:

Es werden einige gebräuchliche Systeme ausgewählt und anhand eines erstellten Fragebogens miteinander verglichen. Das Ergebnis stellt sich in Form einer Matrix dar. Hier zeigt sich, daß vor allem in der Speicherung von graphischen Daten und Sachdaten und in der Definition der Layer- und Objektstruktur Unterschiede auftreten. Diese Unterschiede werden an konkreten Beispielen aufgezeigt.

2. Versuch einer Nomierung

Da aufgrund des Systemvergleiches einerseits die meisten Lösungen unter dem Betriebssystem UNIX laufen und als vom Betriebssystem unabhängige Graphikschnittstelle GKS verwenden, werden diese zwei näher betrachtet.

3. Konzept einer Datenübertragungsschnittstelle

Zuletzt wird ein Konzept einer Plandatenschnittstelle (Graphik und Sachdaten) zwischen verschiedenen Graphiksystemen unter Einbeziehung von Informationen der Digitalen Katastralmappe realisiert. Aufgrund des Vergleiches und in Anlehnung an den Vorschlag der ÖNORM A 2260 stellt sich ein Schnittstellenkonzept heraus, daß mit dem ÖNORM-Vorschlag weitgehend konform geht, und wie dieser einen Plan in einzelne Objekte einteilt.

Diplomprüfung am 11. 1. 1990.

*Thomas Feda:*

**Konzepte für eine „digitale Buslinienkarte“ –  
Beispiel für ein anwendungsorientiertes kartographisches Informationssystem**

Diplomarbeit, ausgeführt am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der TU Wien, 1989.

Begutachter: o. Univ. Prof. Dr. F. Kelnhofer, Betreuer: Mag.J. Aschenbrenner.

Seit ihrem ersten Erscheinen wurden das österreichische Kursbuch (Autobusse) und die Buslinienkarte formal nur wenig verändert. Insbesondere gibt es auch heute noch nicht die Möglichkeit computerunterstützter Abfragen und Bearbeitungen. Ausgehend von allgemeinen Überlegungen wurde im Rahmen dieser Diplomarbeit das Digitale Autobus-Informationssystem DIGIBUS entwickelt. Grundlage dazu waren das amtliche Kursbuch und eine auf der Österreichischen Karte 1:50.000 basierende Digitalisierungsvorlage des Testgebietes Vorarlberg.

DIGIBUS unterstützt die Evidenthaltung von Kursbuch und Buslinienkarte, verschiedene Abfrage- und Informationsmöglichkeiten sowie Modellrechnungen.

Diplomprüfung am 11. 1. 1990.

Peter Pintarelli:

### **Landsat-TM-gestützte Landnutzungsanalyse in ausgewählten Problembereichen des burgenländischen Seewinkels**

Diplomarbeit, ausgeführt am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der Technischen Universität Wien, 1989.

Begutachter: o. Univ.Prof. Dr.-Ing. K. Kraus, Betreuer: Univ. Ass. Dipl.-Ing. Dr. Josef Jansa.

Die vorliegende Arbeit untersucht die Eignung der Landsat-4-TM-Daten für Landnutzungs-klassifikationen in kleinflächigen, stark strukturierten Gebieten an Hand zweier Testgebiete im Seewinkel (Burgenland).

Nach der Rektifizierung der Daten für das gesamte Burgenland wurde der Naturzustand in den beiden Testgebieten erhoben und auf Basis der österreichischen Luftbildkarte (1:10000) kartiert.

Die computerunterstützte Klassifikation wurde am Bildverarbeitungssystem ERDAS nach den Methoden „Maximum Likelihood“ und „Minimum Distance“, sowie unter Verwendung verschiedener Kanalkombinationen durchgeführt. Zur Qualitätskontrolle der Klassifikationen wurde das Ergebnis der visuellen Interpretation mit AUTOCAD digitalisiert und in das ERDAS-System übertragen. Dadurch wurde die Ergebnisanalyse in Form von Fehlermatrizen ermöglicht.

In Anbetracht dessen, daß

- die Parzellen teilweise sehr klein für eine Bildelementgröße von 30 x 30 m<sup>2</sup> sind,
- die tatsächliche Abgrenzung in der Natur z.B. zwischen Gewässer und Schilf nicht eindeutig möglich ist und

- auch die für Vergleichszwecke benutzte visuelle Interpretation der Farbinfrarot-Luftbilder nicht fehlerfrei ist,

sind die erzielten Ergebnisse beachtlich. Für die einzelnen Nutzungsarten wurden die in Klammern angegebene Treffsicherheit erreicht: Gewässer (83%), Schilf (74%), Wiese (67%), Weingarten (82%), Acker (63%).

Diplomprüfung am 11. 1. 1990.

Dipl.-Ing. *Franz Hochstöger* wurde am 15. Dezember 1989 in der Technisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Technischen Universität Wien mit der Dissertation

#### **„Ein Beitrag zur Anwendung und Visualisierung Digitaler Geländemodelle“**

zum Dr.-techn. promoviert.

Referent: Prof. Dr. K. Kraus

Koreferent: Prof. Dr. W. Purgathofer

Das Digitale Geländemodell (DGM) und daraus abgeleitete Produkte werden neben ihrer Funktion zur Dokumentation der Topographie in ständig wachsendem Umfang als Grundlage für Planungsaufgaben der verschiedensten Anwendungsdisziplinen herangezogen. Diese Entwicklung bedingt die Bereitstellung von Softwarewerkzeugen, die die gewünschten Auswertungen des Digitalen Geländemodells erlauben.

In dieser Arbeit wird ein Modul des Programmpaketes SCOP vorgestellt, der die perspektive Abbildung Digitaler Geländemodelle und die Berechnung der zu einem vorgegebenen Standpunkt gehörenden Sichtbarkeitskarte leistet. Außerdem wird die Verschneidung eines photogrammetrischen Strahlenbündels mit dem DGM behandelt, sodaß die 3-dimensionale Auswertung von Meß- und Amateureinzelbildern möglich ist (Monoplotting).

Zunächst werden die mathematischen Modelle der Zentral- und Parallelprojektion erläutert, die als Abbildungsvorschriften verwendet werden. Daran schließt eine Beschreibung des Digitalen Geländemodells aus EDV-technischer Sicht an. Der Hauptteil der Arbeit ist der Erläuterung der komplexen Softwarelösung gewidmet. Neben der Behandlung des Sichtbarkeitsalgorithmus wird über die vollständige und korrekte Bearbeitung der Kanteninformation des DGMs, die Verschneidung des Strahlenbündels mit dem DGM und die Herstellung von Sichtbarkeitskarten berichtet. Die Arbeit wird durch eine Reihe von Anwendungsbeispielen abgerundet.

Der realisierte Programmmodul SCOP.PERSPECTIVES wird derzeit bei mehr als 30 Firmen und Behörden in der Praxis eingesetzt.

Die Dissertation erscheint als Heft Nummer 34 der Geowissenschaftlichen Mitteilungen der Studienrichtung Vermessungswesen der Technischen Universität Wien.

Dipl.-Ing. *Helmut Töpfer* wurde am 15. Dezember 1989 in der Technisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Technischen Universität Wien mit der Dissertation

**„Transformation von geodätischen Programmen“**

zum Dr.-techn. promoviert.

Referent: Prof.Dr.P.Waldhäusl

Koreferent: Prof.Dr.M.Brockhaus

Der Geodät steht heute häufig vor dem Problem, einen Computer (Hardware) als eines der Werkzeuge der Auswertung zu besitzen, den er gegen ein neueres, größeres, schnelleres und hoffentlich auch besseres Gerät austauschen muß. Zusätzlich wird durch die stetige Entwicklung der elektronischen Tachymeter und der dazugehörigen Registriereinheiten eine Anpassung der physikalischen und logischen Schnittstellen für den Datenaustausch zwischen den Registriereinheiten und dem jeweiligen Computersystem notwendig. Die vorliegende Arbeit soll all jenen Geodäten als Nachschlagwerk dienen, die sich entschlossen haben, auf andere Computer umzusteigen. Es werden Methoden vorgestellt, wie Umstellungen von Vermessungsprogrammen und Normierungen von Vermessungsdaten durchgeführt werden können.

Die Arbeit ist in folgende Abschnitte gegliedert:

*Grundlagen:* Dieser Abschnitt ist relativ ausführlich gestaltet, um nicht nur einen Überblick über die grundsätzlichen Elemente und die möglichen Verfahren der Transformation von Programmen zu geben, sondern um auch im Anschluß an die jeweiligen Definitionen konkrete Hinweise auf die Möglichkeiten und Schwierigkeiten zu geben, die in der Praxis auftreten. Erst die Kombination von Theorie und Praxis macht diese Arbeit zum Nachschlagwerk.

*Bitorientierte Transformationen:* Primitivste Form der Transformation von Programmen oder der Normierung von Meßdaten. Dabei werden einzelne Bits innerhalb von Zeichen systematisch verändert. Als Beispiel wird das Programm CHANCE-BITS entwickelt und weiter auf Möglichkeiten, Schwierigkeiten und Grenzen der Methode hingewiesen.

*Zeichenorientierte Transformationen:* Erste qualitative Steigerung einer Umformung. Sie wird definiert durch das Austauschen von Zeichenketten in den Zeilen der Dateien. Als konkrete Realisierung der Methode wird das Programm CHANGE-ALL erstellt und mit seiner Hilfe dann der mögliche Einsatzbereich in der Geodäsie abgegrenzt. Ebenso fehlen auch hier nicht zahlreiche Hinweise auf Schwierigkeiten in der Praxis.

*Maskenorientierte Transformationen:* Nächsthöhere Stufe der Transformation von Programmen und der Normierung von Meßdaten. Im Prinzip ist die maskenorientierte Transformation eine Erweiterung der zeichenorientierten Transformation. In den Definitionen der auszutauschenden Zeichenketten können nun auch Variable vorkommen. Die Realisierung der Methode wird bei TRANS ausführlich beschrieben.

*Strukturorientierte Transformationen:* Vorläufig letzte, qualitativ höchste Stufe einer Umformung. Somit stellt dieser Abschnitt den theoretischen Kern der Arbeit dar. Hier wird in der lexikalischen Analyse der Strom von Zeichen in einen Strom von Symbolen umgewandelt, nach vorgegebenen Strukturen (unvollständige Programm-Bäume) gesucht, diese gespeichert und nach definierten Regeln umgeformt, und schließlich wird das Ergebnis als Strom von Zeichen ausgegeben. Die Realisierung ist dann die neue Programmiersprache TRAFÖ, die im Kapitel „TRAFÖ“ detailliert beschrieben wird.

*Existierende Werkzeuge:* Es wird zunächst die verbreitete Syntaxbeschreibungssprache BNF erläutert. Dann wird unter anderem auf LEX/YACC, einem Werkzeug zur Entwicklung von Übersetzungsprogrammen für Computer mit dem Betriebssystem UNIX, näher eingegangen. Anschließend werden noch weitere Werkzeuge kurz vorgestellt.

*TRANS:* Definition der Programmiersprache TRANS, welche beispielhaft eine höchst einfache Möglichkeit der Realisierung einer maskenorientierten Transformation darstellt. Es handelt sich dabei um ein Programm in der Programmiersprache MS-BASIC für die Computer IBM-PC unter dem Betriebssystem MS-DOS, welches seit 2 Jahren erfolgreich im praktischen Einsatz steht. Da die Beschreibung sehr ausführlich ist, wurde TRANS ein eigenes Kapitel gewidmet.

*TRAFÖ:* Dies ist der praktische Kern dieser Arbeit. Es ist die Definition einer neuen Programmiersprache mit dem Namen TRAFÖ. Diese ist eine Realisierung eines Werkzeuges für die strukturorientierte Transformation von Programmen und die Normierung von Meßdaten. TRAFÖ wurde bereits für die Computer IBM-PC unter dem Betriebssystem MS-DOS in der Programmiersprache TURBO-PASCAL 5.0 implementiert.

Dipl. Ing. *Robert Weber* wurde am 6. April 1990 in der Technisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Technischen Universität Wien mit der Dissertation

**„Lokale Schwerefeldmodellierung unter Berücksichtigung spektraler Methoden zur Geländereduktion“**

zum Dr.-techn. promoviert.

Referent: Prof.Dr.K.Bretterbauer

Koreferent: Prof.Dr.H.Schmid

Das vorrangige Ziel dieser Arbeit lag in der Erstellung einer möglichst detaillierten Störfeldstudie im Raume Nordtirol. Die im Zuge dieser Aufgabenstellung auftretenden Problembereiche wie die präzise Erfassung der Terrainkorrektur im Hochgebirge und das stochastische Verhalten des Schwerefeldes bei Vorgabe eines einzigen Typs von Funktionalen desselben sind zentrale Themen der vorliegenden Untersuchung.

Es werden vorerst die in den letzten Jahren stark favorisierten spektralen Methoden (FFT) zur raschen Ermittlung des Geländeeinflusses auf gemessene Restfeldgrößen diskutiert. Umfassende Testrechnungen in topographisch stark bewegten Regionen mit engmaschigen Höhenmodellen (25 m bis 1 km) zeigen die Gleichwertigkeit der Ergebnisse mit jenen der herkömmlichen Prismenintegration bei extremer Rechenzeiteinsparung. Als Basis einer wirtschaftlichen Berechnung der Terrainkorrekturgrößen für Ingenieurprojekte (Tunnelnetze, Überwachungsnetze, etc.; mit  $\sigma_{\text{Richtung}} < 1''$ ) sollte im gebirgigen Gelände ein Höhenraster mit einer Maschenweite von 250 m bis 500 m dienen. Die Berücksichtigung der erweiterten Kondensationslösung (Approximation 3. Ordnung) wird bei geforderten Genauigkeiten von besser als 0.5" (ohne detailliertes Dichtemodell) für Lotabweichungskomponenten empfohlen.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der näheren Behandlung zweier wohlbekannter Kovarianzmodelle (Reilly, Tscherning-Rapp) als stochastische Grundlage der häufig in Verwendung stehenden Interpolationstechniken wie Prädiktion und Kollokation. Die Anpassung dieser Modelle zur Beschreibung des terrainkorrigierten Störfeldes gelingt sowohl im lokalen Bereich eines 4500 km<sup>2</sup> großen Gebietes der Tiroler Alpen, wie auch regional für das gesamte Bundesgebiet. Abschließend wird ausgehend von den einzig auf Lotabweichungsdaten basierenden obengenannten lokalen Kovarianzfunktionen (KF) jene der Schwereanomalien hergeleitet und mit der empirischen Funktion einer g-Meßwertreihe verglichen. Die praktisch identen Ergebnisse bestätigen diesen schon bei der Berechnung des österreichischen Geoids eingeschlagenen Lösungsweg und ermutigen zum Einsatz in kleinräumigen Projekten bei Vorlage des weitgehend flächendeckenden österreichischen Lotabweichungsnetzes.

Die Dissertation erscheint in der Reihe „Geowissenschaftliche Mitteilungen“ der Studienrichtung Vermessungswesen der Technischen Universität Wien.



Auszug aus einem  
Geodäsie-Lexikon:

“ **GD CAD 3.0**

siehe auch → Applika-  
tions-Vielfalt für  
soviele → Geodäten  
wie es gibt. Siehe auch  
☎ *Hotline* Fachleute  
(ugs. → Profis) von 11  
9-17 Uhr am Telefon.  
Täglich. Siehe auch →  
*Training* u.a. für ↑ MS-  
DOS, ↑ Utilities, ↑  
AutoCAD, ↑ GDCAD.  
(Ergänzung:) *Öster-  
reichweites ↗ Händ-  
lernetz*, flächendeck-  
end. Seit kurzem  
auch in der BRD. Siehe  
auch 93 95 26, ↓

**WEILAND.**  


## Vereinsmitteilungen

### Protokoll über die 35. Hauptversammlung des Österreichischen Vereines für Vermessungswesen und Photogrammetrie

*Ort:* Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, 1025 Wien; Vortragssaal

*Zeit:* Mittwoch, 7. Juni 1989, 15.00 Uhr bis 16.40 Uhr

#### Tagesordnung

- 1 Genehmigung des Protokolles der 34. Hauptversammlung vom 11. Juni 1987
- 2 Rechenschaftsberichte der Mitglieder des Vereinsvorstandes
- 3 Bericht der Rechnungsprüfer
- 4 Wahl des Vereinsvorstandes
- 5 Wahl der Rechnungsprüfer
- 6 Allfälliges

Vereinspräsident Dipl.-Ing. Schuster eröffnet um 15.00 Uhr die 35. Hauptversammlung und begrüßt die erschienenen Mitglieder, insbesondere den Ehrenpräsidenten des Vereines Präsident Dipl.-Ing. Hrbek.

Die letzte Hauptversammlung fand am 11. Juni 1987 statt, sodaß gemäß § 17 Abs. 1 der Statuten des Vereines die heutige Hauptversammlung einzuberufen war. Die Einladungen sind zeitgerecht mit Post zugegangen und enthielten die Bestimmungen gemäß § 17 Abs. 3 der Statuten.

Da die notwendige Anzahl der stimmberechtigten Mitglieder nicht anwesend und daher die Hauptversammlung nicht beschlußfähig ist, nutzte Präsident Schuster mit Zustimmung der Hauptversammlung die für die Beschlußfähigkeit notwendige Wartezeit von einer halben Stunde für einen Teil seines Rechenschaftsberichtes.

Um 15.30 Uhr eröffnet der Vereinspräsident die Hauptversammlung erneut.

Auf Ersuchen des Vereinspräsidenten erheben sich die Teilnehmer an der Hauptversammlung, um jener Mitglieder zu gedenken, deren Tod seit der 34. Hauptversammlung am 11. Juni 1987 dem Österreichischen Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie bekannt geworden ist. Zu betrauern sind Dipl.-Ing. Dr. techn. Andreas Bernhard, Dipl.-Ing. Friedrich Hudecek, Dipl.-Ing. Janez Pirjevec, Dipl.-Ing. Friedrich Stritzko und Dipl.-Ing. Friedrich Wiesinger.

Der Österreichische Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie wird den verstorbenen Mitgliedern stets ein ehrendes Andenken bewahren.

#### 1 Genehmigung des Protokolles der 34. Hauptversammlung vom 11. Juni 1987

Der Bericht über die 34. Hauptversammlung ist in der Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie Heft 2/1988 auf den Seiten 264 ff veröffentlicht worden. Das Protokoll wurde unter Berücksichtigung einer formellen Korrektur – auf Seite 269 Top 6 Absatz 3 lautet die richtige Funktionsbezeichnung „Vorsitzender der Studienrichtungsververtretung Vermessungswesen an der TU Graz“ einstimmig angenommen.

#### 2 Rechenschaftsbericht der Mitglieder des Vereinsvorstandes

##### *Rechenschaftsbericht des Präsidenten:*

Präsident Schuster berichtet über die regen Aktivitäten des Vereines bei der Vortragstätigkeit in Wien, Linz, Graz und Innsbruck. Der fachlich, gesellschaftlich und nicht zuletzt finanziell erfolgreiche Geodätentag 1988 in Linz ist ein zentrales Thema seines Berichtes. Präsident Schuster dankt vor allem dem örtlichen Vorbereitungsausschuß unter der Leitung von Dipl.-Ing. Hess für die hervorragende Organisation dieser Fachveranstaltung.

Die Kommission VII der FIG (Liegenschaftskataster-Erneuerung des ländlichen Raumes) hielt in der Zeit vom 7. September bis 11. September 1987 eine Tagung in Wien ab. Die Organisation dieser Veranstaltung wurde vom Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie unter Mitwirkung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen und der NÖ Agrarbezirksbehörde durchgeführt. 34 Delegierte und 11 Begleitpersonen nahmen an dieser gelungenen Tagung teil.

Der Geodätentag 1991 in Innsbruck wird vom örtlichen Vorbereitungsausschuß unter der Leitung von Dipl.-Ing. Siegl als Nachfolger von Dipl.-Ing. Schwarzinger, der infolge des Übertrittes in den Ruhestand diese Funktion zurückgelegt hat, organisiert.

Als gemeinsame Veranstaltung des Ungarischen Schwesternvereines und des Österreichischen Vereines für Vermessungswesen und Photogrammetrie sollte im Rahmen der Weltausstellung 1995 in Budapest und Wien ein gemeinsamer Geodätentag geplant werden. Konkrete Gespräche werden mit Vertretern des Ungarischen Vereines noch aufgenommen werden.

Die Bewerbung für die Veranstaltung des XXI. FIG- Kongresses 1998 in Wien wurde Ende Mai 1989 an das Finnische Büro übersendet. Über den Zuschlag zur Abhaltung dieses Kongresses wird anlässlich der PC-Sitzung der FIG im August in Budapest entschieden werden.

Der Bericht wird von der Hauptversammlung zur Kenntnis genommen.

#### *Bericht des Sekretärs*

Der Mitgliederstand beträgt derzeit 659 Mitglieder. Für die Bibliothekarin Frau Rongitsch berichtet der Sekretär über die abgeschlossene Erfassung der Buchtitel des Vereines.

Der Katalog steht nunmehr analog bzw. maschinenlesbar zur Verfügung.

#### *Bericht des Schatzmeisters*

Das Vereinsvermögen setzt sich aus ÖS 4.857,09 am PSK Konto und ÖS 353.776,63 am PSK Spargbuch zusammen.

Im Verrechnungszeitraum 31. Mai 1987 bis 30. April 1989 stehen Einnahmen von öS 1.434.971,19

Ausgaben von öS 1.689.330,78 gegenüber.

Im Berichtszeitraum wurden die in Tabelle 1 angeführten Einnahmen erzielt bzw. Ausgaben getätigt.

Der Bericht wird einstimmig zur Kenntnis genommen.

#### *Bericht des Schriftleiters*

Der 75. und 76. Jahrgang der Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie wurde mit insgesamt 728 Seiten (davon 190 Seiten Geodätentag Linz), aufgeteilt auf jeweils 4 Hefte ausgeliefert. Der 77. Jahrgang ist in Arbeit, jedenfalls liegen bereits alle Beiträge vor. Das neue Outlay (grüne stabile Seiten) hat sich bewährt. Die Übernahme von Texten in maschinenlesbarer Form beginnt nach anfänglichen Schwierigkeiten zu funktionieren. Der Inhalt umfaßt weiterhin wissenschaftliche und praxisnahe Beiträge, Beiträge aus der Rechtsprechung sowie Buchbesprechungen und diverse Berichte. Die Kosten sind mit rd. öS 1.000,- pro Seite anzusetzen. Rund ein Drittel der Kosten pro Heft wird durch die Werbung (5 bis 6 Seiten) abgedeckt.

Es wird in der anschließenden Diskussion vorgeschlagen, halbseitige Zusammenfassungen aller Diplomarbeiten der Studienrichtung „Vermessungswesen“ in den Inhalt aufzunehmen. Die Kosten hierfür würden rd. öS 10.000,- pro Jahr betragen.

Weiters wird die themenmäßige Zusammenfassung aller Beiträge je Jahrgang vorgeschlagen. Der Bericht wird einstimmig zur Kenntnis genommen.

### **3 Bericht der Rechnungsprüfer**

Die Gebarung des Vereines wurde statutengemäß überprüft. Auf Antrag des Rechnungsprüfers wird von der Hauptversammlung die Entlastung des Schatzmeisters und des Vereinsvorstandes einstimmig ausgesprochen.

### **4 Wahl des Vereinsvorstandes und**

#### **5 Wahl der Rechnungsprüfer**

Den Statuten des Vereines entsprechend ist die Funktionsdauer des Vereinsvorstandes nach zwei Jahren abgelaufen, sodaß der Vorstand für die Dauer von zwei Jahren neu zu wählen ist.

Der Vereinspräsident dankt im Namen des Vereinsvorstandes für das erwiesene Vertrauen und die Unterstützung durch die Mitglieder des Vereines und übergibt den Vorsitz an den Ehrenpräsidenten des Vereines Präsident Dipl.-Ing. Hrbek. Präsident Hrbek übernimmt den Vorsitz und dankt dem scheidenden Vorstand für die Aktivitäten und Leistungen.

## Sachliche und zeitliche Aufgliederung

Sachliche und zeitliche Aufgliederung							
Einnahmen			Ausgaben				
1987 (Teil)	1988	1989 (Teil)	Summe	1987 (Teil)	1988	1989 (Teil)	Summe
62.450,74	280.364,74	11.839,32	354.654,80	77.748,90	247.773,06	94.486,50	420.008,46
24.465,-	133.123,01	1.660,-	159.248,01	-	-	-	-
4.474,69	233.555,31	198.715,-	436.745,-	-	17.513,64	17.857,15	35.370,79
1.060,-	2.685,-	755,-	4.500,-	58.946,18	382.688,10	111.527,86	533.162,79
50.361,-	56.366,-	43.879,46	150.606,46	8.064,-	1.527,-	15.343,-	24.934,-
-	127.067,92	-	127.067,92	43.488,-	187.299,39	1.168,-	231.955,39
-	3.900,-	-	3.900,-	40.000,-	3.900,-	40.000,-	83.900,-
142.811,43	837.061,98	256.848,78	1.236.722,19	228.247,08	840.701,19	280.382,51	1.349.330,78
			198.249,-				340.000,-
			1.434.971,19				1.689.330,78

Tabelle 1.

Der von der Arbeitsgemeinschaft der Diplomgenieure des Bundesvermessungsdienstes gemeinsam mit der Fachsektion der Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen gemäß § 9 Abs. 3 der Statuten eingebrachte Wahlvorschlag, der auch den Vorschlag für die Wahl der Rechnungsprüfer enthält, wird ohne Gegenstimme bei Stimmenthaltung der Kandidaten für den Vorstand sowie der vorgeschlagenen Rechnungsprüfer angenommen. Die gewählten Mitglieder des Vereinsvorstandes und die gewählten Rechnungsprüfer nehmen die Wahl an.

Folgende Mitglieder des Vereinsvorstandes sowie Rechnungsprüfer sind damit gewählt:

Präsident des Vereines:

HR Dipl.-Ing. *Günter Schuster*, Johann Leutner-Gasse 35, 2460 Bruck an der Leitha

Stellvertreter:

Präsident i. R. Dipl.-Ing. *Ferdinand Eidherr*, Landsteinergasse 5/7, 1160 Wien

o. Univ.-Prof. Dr. *Fritz Kelnhofer*, Hüttergasse 33, Haus 12, 1140 Wien

Dipl.-Ing. *Manfred Eckharter*, Friedrichstraße 6, 1010 Wien

Vorstandsrat:

Dipl.-Ing. *Wolfram Achleitner*, Grenzgasse 4a, 4910 Ried im Innkreis

HR Dipl.-Ing. *Helmut Barth*, Germergasse 24/6/3/51, 2500 Baden

Dipl.-Ing. Dr. techn. *Bruno Bauer*, Josef Pirchl-Straße 12, 6370 Kitzbühel

o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. *Gerhard Brandstätter*, Rechbauerstraße 12, 8010 Graz

o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. *Kurt Bretterbauer*, Gußhausstraße 27–29, 1040 Wien

Dipl.-Ing. *Helmut Hauer*, Würthgasse 11, 1190 Wien

Dipl.-Ing. *Ernst Höflinger*, Maria Theresienstraße 21–23, 6021 Innsbruck

HR Dipl.-Ing. *Rainer Kilga*, Veitingergasse 53, 1130 Wien

o. Univ.-Prof. Dr.-Ing. *Karl Kraus*, Gußhausstraße 25-29, 1040 Wien

o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Dr. e. h. *Helmut Moritz*, Rechbauerstraße 12, 8010 Graz

Senatsrat Dipl.-Ing. *Hynst*, Ferchenbauergasse 10/5, 1210 Wien

o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. DDr.-Ing. E. h. *Karl Rinner*, Kaiser Franz Josefs-Kai 38,

8010 Graz

o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. *Günther Schelling*, Rechbauerstraße 12, 8010 Graz

Sekretariat

Sekretär:

OR Dipl.-Ing. *August Hochwartner*, Arsenal, Objekt 7/6/9, 1030 Wien

Schriftführer:

Koär. Dipl.-Ing. *Rupert Kugler*, Steinbach 22, 3871 Nagelberg

Dipl.-Ing. *Friedrich Reichhart*, Schachnerstraße 53, 1220 Wien

Schatzmeister:

Koär. Dipl.-Ing. *Susanne Fuhrmann*, Eslargasse 9/4/3, 1030 Wien

Koär. Dipl.-Ing. *Gerhard Muggenhuber*, Laimgrubengasse 12A/12, 1060 Wien

Bibliothekar:

OKoär. Dipl.-Ing. *Erich Imrek*, Bonygasse 32/2/19, 1120 Wien

Schriftleiter:

HR Dipl.-Ing. Dr. techn. *Erhard Erker*, Olmagasse 12, 1130 Wien

Schriftleiterstellvertreter:

OR Dipl.-Ing. *Norbert Höggerl*, R.v. Alt-Platz 1/Stg.1, 1030 Wien

Rechnungsprüfer:

OKoär. Dipl.-Ing. *Michael Franzen*, Wasserburgergasse 5/3, 1090 Wien

Dipl.-Ing. *Hubert Leissler*, Stockerauer Straße 27/7, 2100 Korneuburg

Präsident Dipl.-Ing. Hrbek beglückt wünscht den gewählten Vereinsvorstand und übergibt den Vorsitz an den wiedergewählten Vereinspräsidenten Dipl.-Ing. Schuster, der seinerseits Präsident Hrbek für die Durchführung der Wahl und der Hauptversammlung für das erwiesene Vertrauen dankt.

Den ausgeschiedenen Mitgliedern des Vorstandes Ministerialrat Dipl.-Ing. Dr. techn. Christoph Twaroch, Obersenatsrat Dipl.-Ing. Rudolf Reischauer, Dipl.-Ing. Gerhard Stöhr, Frau Annemarie Rongitsch sowie dem Rechnungsprüfer Oberrat Dipl.-Ing. Karl Schäfer wird von der Hauptversammlung ausdrücklich für die jahrelange ausgezeichnete Mitarbeit an der Führung des Vereines der Dank ausgesprochen.

### 6 Allfälliges

Der Vorsitzende der Studienrichtungsvertretung Vermessungswesen an der TU Graz, Futter, informiert daß 1991 ein internationales Geodäsiestudententreffen in Österreich stattfindet. Da diese Veranstaltung auch der Verstärkung der internationalen Kontakte der Studenten dienen soll, wird diesbezüglich im Herbst mit dem Verein, dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen und der Bundes-Ingenieurkammer Kontakt aufgenommen werden. Präsident Hrbek hat bereits Kontakt mit deutschen Studenten aufgenommen und sagt, wie auch der Obmann der Bundesfachgruppe Vermessungswesen Dipl.-Ing. Gutmann, Unterstützung zu.

Da weitere Wortmeldungen nicht vorliegen, dankt der Vereinspräsident für die Teilnahme und schließt die Hauptversammlung um 16.40 Uhr.

## Mitteilungen und Tagungsberichte

### Eratosthenes-Preis gestiftet

Auf seiner ordentlichen Mitgliederversammlung vom 19. Februar 1990 in Dortmund hat der *Förderkreis Vermessungstechnisches Museum E. V.* beschlossen, zur Förderung der Geschichte des Vermessungswesens einen Eratosthenes-Preis zu verleihen. Die Stiftungssatzung sieht u. a. vor:

1. Der Preis wird für eine herausragende Arbeit aus dem Bereich der Vermessungsgeschichte verliehen. Hierzu zählen auch Diplom- und Magisterarbeiten sowie Dissertationen.
2. Die Auszeichnung ist als Medaille ausgeführt und wird mit einer Urkunde und einem Geldbetrag überreicht.
3. Die Entscheidung über Zulassung und Bewertung einer Arbeit sowie über die Zuerkennung des Preises obliegt dem Stifterkollegium.  
Die Entscheidungen dieses Gremiums sind unanfechtbar.  
Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.
4. Vorschläge auf Verleihung des Preises sind an den Förderkreis zu richten. Vorschlagsberechtigt sind alle Mitglieder des Förderkreises sowie Hochschullehrer an deutschen Hochschulen unabhängig von einer Mitgliedschaft.  
Ein Vorschlag soll begründet sein.
5. Der Preis soll im Zusammenhang mit einer Mitgliederversammlung in feierlicher Form verliehen werden. Der Preisträger soll über die ausgezeichnete Arbeit ein Kurzreferat halten.

Der Förderkreis will damit einen Anreiz schaffen, sich mehr als bisher mit der Geschichte der Geodäsie zu befassen.

Die Anschrift des Förderkreises: Postfach 10 12 33, D-4600 Dortmund 1.

# INTEGRATION IST ZUKUNFT

Wir bieten effiziente und leistungsstarke Gesamtlösungen für den Vermessungsbereich: Von der Totalstation mit Meßdatentransfer bis zur Weiterverarbeitung im leistungsfähigen CADDy CAD-System.

Wir sind Ihr Partner sowohl für Vermessungsgeräte als auch für die integrierte CADDy CAD-Lösung mit Modulen für:

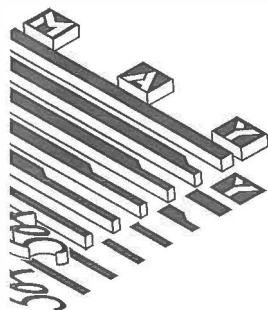
- Berechnung/Meßdatentransfer
- Kartierung/Lageplan
- Digitales Geländemodell und Massenberechnung, Profilerzeugung, Verschneidung mit Planungskörpern, auch in 3D darstellbar
- Projektierung im Straßenbau
- Geo-Informationssystem

CADDy ist das erfolgreichste CAD-System für Vermessung im deutschsprachigen Raum mit über 700 Installationen.

Auf dem Sektor Vermessungsgeräte führen wir hochwertige Instrumente renommierter Hersteller sowie selbstverständlich alles erdenkliche Zubehör.

Unser Service beschränkt sich nicht nur auf Verkäufe, sondern umfaßt auch intensive Betreuung, die mit einer kostenlosen Erstein-schulung beginnt.

May-Computer-Gesellschaft m.b.H. & Co.KG  
CAD-Center, Abteilung Vermessungstechnik  
Herr Dipl. Ing. Störi, Galvanig, 2, A-1210 Wien  
Tel.: 0222/278 20 80-19. Fax: 0222/278 20 80-22



## Kartographenkongreß Wien 1989

### Bericht über die erste kartographische Vierländertagung in der Wiener Hofburg 25. bis 27. September 1989

Vom 25. bis 27. September 1989 fand im Wiener Kongreßzentrum Hofburg unter dem Motto „Kartographie in Gegenwart und Zukunft“ der *Kartographenkongreß Wien 1989*, zugleich die erste kartographische Vierländertagung und der 38. Deutsche Kartographentag, statt. Die Gesamtorganisation dieser wichtigen internationalen Tagung lag in den Händen von *Prof. F. Mayer*, dem Vorsitzenden der Österreichischen Kartographischen Kommission in der Österreichischen Geographischen Gesellschaft. Durch seinen großen persönlichen Einsatz war es erstmals auch möglich, die vormals als Dreiländertagungen der Bundesrepublik Deutschland, der Schweiz und Österreichs ausgerichteten Veranstaltungen durch die offizielle Teilnahme der Deutschen Demokratischen Republik zu einer Vierländertagung aufzuwerten.

Die Eröffnung des Kartographenkongresses fand am 26. September im Festsaal der Wiener Hofburg statt. Die Festversammlung wurde vom Bundesminister für Wissenschaft und Forschung, Herrn *Dr. E. Busek*, begrüßt, der auch den Kongreß eröffnete. Anschließend führte *Prof. F. Mayer* in die Thematik des Kongresses ein und überbrachte die Wünsche des Bürgermeisters und Landeshauptmannes der Stadt Wien, Herrn *Dr. H. Zilk*. *Prof. K. Stiglbauer*, Präsident der Österreichischen Geographischen Gesellschaft sowie *Prof. K. Wernhart*, Rektor der Universität Wien, würdigten in ihren Begrüßungsworten die Stellung der Österreichischen Kartographischen Kommission in der Österreichischen Geographischen Gesellschaft bzw. die Bedeutung des Kongresses aus der Sicht der Universität Wien. Anschließend sprachen die Präsidenten bzw. Vorsitzenden kartographischer Gesellschaften oder Institutionen der Teilnehmerländer, so der Deutschen Gesellschaft für Kartographie, *Prof. U. Freitag*, der Fachsektion Kartographie der Geographischen Gesellschaft der Deutschen Demokratischen Republik, *Dr. R. Pustkowski*, und der Schweizerischen Gesellschaft für Kartographie, *Prof. E. Spiess*. Sie alle überbrachten die Grüße ihrer jeweiligen Landesorganisationen und wünschten dem Kongreß ein gutes Gelingen.

Nach den Grußadressen wurde dem Altpräsidenten der Internationalen Kartographischen Vereinigung, *Prof. F. J. Ormeling*, die Ehrenmitgliedschaft der Deutschen Gesellschaft für Kartographie verliehen. Im Anschluß an seine Dankesrede verlas *Prof. F. J. Ormeling* auch eine persönliche Grußbotschaft des Präsidenten der IKV, *Prof. D. R. F. Taylor*.

Den Festvortrag des Kartographenkongresses hielt *Prof. E. Spiess*, ETH Zürich, zum Thema „Kartographie und Kreativität auch mit digitalen Daten und Technologien“. Dabei ging er auf die vielfältigen Möglichkeiten, die der Einsatz digitaler Methoden in der Kartographie bietet, ein, zeigte aber auch die Probleme bei der Anwendung von Expertensystemen im Gegensatz zur Arbeit des geschulten Kartenredaktors auf, der durch seine Kreativität weniger der Gefahr ausgesetzt ist, einförmige kartographische Produkte zu erzeugen.

Das Vortragsprogramm des Kongresses war in drei Themenschwerpunkte gegliedert:

- Amtliche Kartographie: Stadtkartographie, topographische Kartographie
- Gewerbliche Kartographie
- Forschung und Lehre in der Kartographie

Die Sitzung zum Thema *Amtliche Kartographie: Stadtkartographie, topographische Kartographie* am Nachmittag des gleichen Tages leitete *Dipl.-Ing. F. Hrbek*, Präsident des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen. Als erster Redner sprach *Dipl.-Ing. E. Wilmersdorf*, Österreich, über „Graphische Datenverarbeitung in der großmaßstäbigen Stadtkartographie“. Dabei zeigte er die von der Stadt Wien erstellten Stadtpläne und Karten, die mittels digitaler Methoden erzeugt werden. Über „Die Rolle der topographischen Landeskartographie als zukunftsorientierte Informationsbasis“ referierte *Dipl.-Ing. R. Harbeck*, Bundesrepublik Deutschland. Er erläuterte die Entwicklungen für das Informationssystem ATKIS und die Arbeiten im Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen. Der „Stand der Computergestützten Kartographie beim Bundesamt für Landestopographie“, insbesondere die Arbeiten am digitalen Höhenmodell, digitale Nachführungsversuche sowie verschiedene Aktivitäten im Bereich der thematischen Kartographie, wurden von *Dipl.-Ing. U. Gerber*, Schweiz, präsentiert. Den Abschluß der Sitzung bildete ein Referat von *Dipl.-Ing. R. Kilga*, welches von *Dipl.-Ing. H. Meckel*, beide aus dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Österreich, vorgetragen wurde, zum Thema „Die Amtliche Kartographie Österreichs nach Abschluß der vierten Landesauf-



nahme". Darin wurde die abgeschlossene Neuaufnahme für die Österreichische Karte 1 : 50.000 gewürdigt und eine Übersicht über die bereits digital vorliegenden topographischen Basisdaten sowie die geplanten Vorhaben des Bundesamtes gegeben.

Die zweite Sitzung über *Gewerbliche Kartographie* am Vormittag des 27. September wurde von Prof. E. Lehmann, Deutsche Demokratische Republik, geleitet. Im ersten Beitrag „Die Gewerbliche Kartographie im Wandel zur digitalen Kartentechnik“ sprach G. Merkle, Schweiz, über die Vorteile bei der digitalen Kartenbearbeitung und über praktische Erfahrungen mit einem Einstiegssystem sowie über die Evaluation eines umfassenden Systems für professionelle Kartenbearbeitungen. Prof. F. Mayer, Österreich, behandelte in seinem Beitrag „Die Atlaskartographie auf dem Weg zum elektronischen Atlas“ die Nutzungsmöglichkeiten der computergestützten Kartographie und die Umsetzung von Satellitenbilddaten in der Atlaskartographie. Darüber hinaus zeigte er ausführlich anhand von praktischen Vorführungen die Anwendung digital gespeicherter Daten in Form von elektronischen Atlanten und Computeranimationen. Der nächste Vortrag von Dr. V. Mair, Bundesrepublik Deutschland, mit dem Titel „Straßenkartographie-Entwicklung nach dem Zweiten Weltkrieg und Zukunftsaspekte“ konzentrierte sich auf die Entwicklung der Straßenkartographie, die Aufgaben und Herausforderungen kartographischer Verlage bei der Herstellung und der Herausgabe von Straßenkarten sowie bei der elektronischen Navigation. „Anmerkungen zur touristischen Kartographie“ von Dr. R. Pustkowski, Deutsche Demokratische Republik, bezogen sich vor allem auf den Umgang mit touristischen Karten aus verlegerischer Sicht. Dabei standen besonders Wanderkarten und Stadtpläne im Mittelpunkt.

Die letzte Sitzung am Nachmittag des gleichen Tages, die sich der *Forschung und Lehre in der Kartographie* widmete, wurde von Prof. U. Freitag, Bundesrepublik Deutschland, geleitet. Der erste Redner, Prof. K. Brassel, Schweiz, sprach über „Geographische Informationssysteme und Computergestützte Kartographie – Neue Trends in Forschung und Lehre“. Nach einer Einführung in die Funktionsweise Geographischer Informationssysteme stellte er die neuen Entwicklungen in der nationalen und internationalen Forschung vor und befaßte sich mit den Zielsetzungen in der Lehre und den zukünftigen Betätigungsfeldern der Auszubildenden. Dr. E. Benedict und Dr. R. Krönert, Deutsche Demokratische Republik, sprachen anschließend über „Bearbeitung thematischer Karten im Rahmen Geographischer Informationssysteme in der Deutschen Demokratischen Republik“. In ihrem Beitrag berichteten sie über das am Institut für Geographie und Geoökologie der Akademie der Wissenschaften im Aufbau befindliche System für das Territorium der DDR. Im dritten Beitrag über „Themakartographische Signaturengestaltung unter Berücksichtigung perceptiver Parameter“ widmete sich Prof. F. Kelnhofer, Österreich, formal-methodischen Überlegungen über Rückwirkungen der perceptiven Beschränkungen für die prinzipielle Gestaltung thematischer Signaturen diskreter, metrisch skalierten Daten. Den Abschluß bildete ein Beitrag von Dr. P. Aschenbrenner, Bundesrepublik Deutschland, zum Thema „Kartographenausbildung im Wandel der Technik“, wobei er über den Modellversuch Ausbildungsleitfaden Kartograph in der Deutschen Gesellschaft für Kartographie berichtete.

Der Kongreß war begleitet von zwei *wissenschaftlichen Fachausstellungen*, „Kartographie in Österreich“, welche von Frau Prof. I. Kretschmer, Österreich, gestaltet wurde, und „Computergestützte und Satellitenbild-Kartographie“, die Dr. W. Kainz, Österreich, zusammengestellt hatte. Zu beiden Ausstellungen wurden ausführliche Kataloge mit detaillierter Beschreibung aller Einzelobjekte und einer Dokumentation kartographischer Aktivitäten in Österreich in den letzten 5 Jahren vorbereitet. An wissenschaftlicher *Kongreßliteratur* standen überdies die Tagungsbände beider Wiener Symposien von 1986 und 1988 „Digitale Technologie in der Kartographie“ und der Band „Beiträge zur Geographie und Kartographie“ zur Verfügung, ferner der Bericht der Schweizerischen Gesellschaft für Kartographie „Kartographie in der Schweiz 1987–1989“ sowie ein instruktiver Tagungsführer mit Karten und Satellitenaufnahmen aller österreichischen Landeshauptstädte und einem Satellitenbildmosaik Österreichs.

Eine besondere Attraktion des Kartographenkongresses war die umfangreiche Firmen- und Verlagsausstellung, bei der auf rund 600 m<sup>2</sup> Ausstellungsfläche neueste Hard- und Software-Produkte der Computerbranche sowie jüngste Verlagserzeugnisse gezeigt wurden. Besonders großes Interesse fanden dabei die zahlreichen Programmvorführungen aus dem Bereich Geographische Informationssysteme, der Computergestützten Kartographie, der Satellitendatenverarbeitung und der Kartentechnik.

Die Tagung wurde rund gerechnet von 1100 Teilnehmern besucht, davon 680 aus der Bundesrepublik Deutschland, 300 aus Österreich, 60 aus der Schweiz, 9 aus der Deutschen Demokrati-

schen Republik, 8 aus Schweden, 7 aus den Niederlanden, je 6 aus Polen und Belgien und darüber hinaus noch Teilnehmer aus Großbritannien, Frankreich, dem Iran, Italien, Dänemark, der Tschechoslowakei, aus Ungarn und Jugoslawien sowie schließlich ein Teilnehmer aus Vietnam, insgesamt Teilnehmer aus 17 Ländern.

An den *kartographischen Fachexkursionen*, die in das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme und automationsgestützte Datenverarbeitung), die Magistratsdirektion der Stadt Wien (Graphische Datenverarbeitung und großmaßstäbige Stadtkartographie), an das Institut für Digitale Bildverarbeitung und Graphik in Graz und in das Österreichische Forschungszentrum Seibersdorf führten, nahmen mehr als 300 Personen teil.

Glanzvolle gesellschaftliche Höhepunkte des Kartographenkongresses waren der Empfang zur Ausstellung „Austria Picta. Österreich auf alten Karten und Ansichten“ durch Frau Generaldirektorin M. Strebl am 25. September im Prunksaal der Österreichischen Nationalbibliothek, und am Abend des darauffolgenden Tages der Empfang durch den Bürgermeister der Stadt Wien, Herrn Dr. H. Zilk, im Großen Festsaal des Wiener Rathauses. Beide Empfänge waren für alle Kongreßteilnehmer zugänglich, allein im Rathaus waren rund 1000 Teilnehmer anwesend. Den gesellschaftlichen Abschluß des Kongresses am 26. September bildete ein Heurigenabend in Neustift am Walde und tags darauf eine Einladung der Casinos Austria AG in das Casino Baden.

Alle wissenschaftlichen Beiträge zum Kartographenkongreß Wien 1989 werden als Band 4 der Reihe „Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie“ im Sommer 1990 in kompletter Farbausstattung erscheinen. Es ist geplant, durch Hereinnahme weiterer aktueller Beiträge von internationaler Bedeutung den Themenbereich des Tagungsbandes – Kartographie in Gegenwart und Zukunft – abzurunden.

Wolfgang Kainz

### **1st International Symposium Gravity Field Determination and GPS-Positioning in the Alps-Adria Area**

Vom 2. bis 7. Oktober 1989 fand an der reizvollen Küste Dalmatiens das erste Symposium über Schwerfeldbestimmung und Positionierung mit GPS in der Region Alpen – Adria und im Rahmen der Gemeinschaft Alpen-Adria statt. Die geodätische Fakultät der Universität Zagreb hatte dazu eingeladen. Die Tagung wurde gemeinsam mit dem Institut für Theoretische Geodäsie der Technischen Universität Graz organisiert.

Die große Zahl der Vortragenden kam zwar aus dem Raum der Gemeinschaft, doch waren andere europäische Länder ebenfalls vertreten. Folgende Institutionen nahmen daran teil:

Bundesrepublik Deutschland:

Universität Hannover, Universität Karlsruhe, Universität Stuttgart

Großbritannien:

Universität Nottingham

Italien:

Nationaler Forschungsrat, Universität Bari, Universität Udine

Jugoslawien:

Hydrographisches Institut der Marine in Split, Universität Ljubljana, Universität Zagreb

Österreich:

Akademie der Wissenschaften, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Montanuniversität Leoben, Technische Universität Graz, Technische Universität Wien

Sowjetunion:

Akademie der Wissenschaften

Tschechoslowakei:

Slowakische Akademie der Wissenschaften, Tschechische Akademie der Wissenschaften, Technische Universität Prag

Ungarn:

Geodätisches Satellitenobservatorium Penc

Die Vorträge verteilten sich auf die Schwerpunkte Geoidbestimmung, Untersuchung von geodynamischen Vorgängen, Studium der Erdkruste (Mohorovičić - Diskontinuität) und Messungen mit GPS.

Neben vielen Berichten über praktische Untersuchungen wurden interessante theoretische Arbeiten vorgelegt. Dr. Holota (Prag) brachte eine erweiterte Formulierung des linearen Problems von Molodensky, Prof. Moritz (Graz) zeigte die Möglichkeit der Bestimmung der Mohorovičić-Diskontinuität aus isostatischen Anomalien und dem Airy-Vening-Meinesz-Modell auf und Prof. Sünkel (Graz) führte ein Modell zur globalen Anpassung von isostatischen Anomalien vor. Prof. Torge (Hannover) legte die Aussichten dar, die sich bei einer (bald erreichten) Genauigkeit des Geoids auf 1 cm ergeben werden.

Aus den Berichten war zu ersehen, daß Untersuchungen dieser tektonisch interessanten Region an der Grenze zwischen afrikanischer und eurasischer Platte nur staatenübergreifend durchgeführt werden können. Eine Fortsetzung der schon begonnenen fruchtbaren Zusammenarbeit ist daher durchaus geplant.

Die Beiträge werden als Sammelband im Frühjahr 1990 erscheinen. Den Organisatoren, Prof. Colić (Zagreb) und Prof. Sünkel (Graz), ist für den harmonischen Ablauf des Symposiums und die angewendete Mühe besonders zu danken.

*Günter Stangl*

## Persönliches

### Nachruf für Wirkl. Hofrat i. R. Dr. Erich Senftl

Am 31. Jänner 1990 ist Hofrat i. R. Dr. rer. nat. Erich Senftl im 74. Lebensjahre nach langem, schwerem Leiden von uns gegangen. Unser ganzes Mitgefühl gehört seiner Gattin und seinen Kindern, die ihn während seiner langwierigen und heimtückischen Krankheit aufopfernd betreut und versorgt haben.

Der Lebensweg des Verstorbenen wurde in dieser Zeitschrift (ÖZ, 65. Jg., 1977/1) anlässlich seines 60. Geburtstages ausführlich geschildert, sodaß hier nur die wesentlichen Stationen dieses reichen Lebens wiederholt werden sollen.

Senftl wurde am 5. Dezember 1916 in Wiener Neustadt geboren. Nach Volks- und Realschule studierte er Astronomie und Physik an der Universität Wien. Die Promotion zum Doktor der Naturwissenschaften erfolgte im Jahre 1940. Im selben Jahr wurde er zur Wehrmacht einberufen und kehrte erst 1946 aus der Kriegsgefangenschaft zurück.

1946 erfolgte auch sofort seine Aufnahme in das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, und zwar in die Abteilung Erdmessung, der er bis zu seinem Übertritt in den dauernden Ruhestand im Jahre 1981 – zuletzt in leitender Funktion – angehören sollte.

Seine berufliche Laufbahn wurde am 1. Jänner 1974 mit der Bestellung zum Leiter dieser Abteilung gekrönt. Am 1. Juli 1974 wurde er zum Hofrat ernannt.

Der Schwerpunkt der wissenschaftlich-technischen Arbeiten Senftls lag im Bereich der geophysikalischen Landesaufnahme, und da gab es ein für ihn beherrschendes Thema: die Gravimetrie. Mit dem Namen Senftl verbunden ist die erste detaillierte Karte der Bouguer-Anomalien Österreichs, die Grundlage für viele spätere Arbeiten zur Erfassung des lokalen Schwerefeldes werden sollte.

Seine internationalen Beziehungen reichten von der Internationalen Gravimetrischen Kommission (IGC) über REUN, der Kommission für den Neuausgleich des europäischen Nivellementnetzes bis zur Kommission für rezente Krustenbewegungen (CRCM).

In seiner Eigenschaft als Leiter der Abteilung Erdmessung war Senftl auch Mitglied der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung.

Seine wissenschaftlichen Erfolge und sein besonderer Einsatz in seiner Fachabteilung wurden am 12. 12. 1978 mit der Verleihung des Großen Ehrenzeichens für Verdienste um die Republik Österreich honoriert.

Tragischerweise war HR Senftl schon bald nach seinem Ausscheiden aus dem aktiven Dienst von seiner Krankheit gezeichnet und konnte die von ihm so sehr verehrten Künste, vor allem die Musik, nur mehr im bescheidenen Ausmaß genießen.

Alle Kollegen und ehemaligen Mitarbeiter werden Hofrat Senftl stets ein ehrendes Andenken bewahren und ihn so tatkräftig, hilfsbereit und kollegial in Erinnerung behalten, wie er noch in seiner aktiven Dienstzeit gewirkt hat.

*Erhard Erker*

## Veranstaltungskalender

**5. Sept. bis 8. Sept. 1990: 74. Deutscher Geodätentag, Essen 1990.** Der Deutsche Verein für Vermessungswesen veranstaltet den 74. Deutschen Geodätentag in diesem Jahr in Essen unter dem Motto „Vom Pythagoras zum Microchip“. Im Rahmen des Kongresses werden sich die Fachvorträge und Podiumsdiskussionen insbesondere mit folgenden Themen befassen:

- Einsatz neuester EDV-Entwicklungen im Vermessungswesen und in der Kartographie,
- Schutz des Freiraumes in Stadt und Land,
- Berufsbild des Geodäten im Hinblick auf ein vereintes Europa,
- Internationale Bauausstellung Emscherpark.

Weiters werden eine geodätische Fachfirmenausstellung, eine Behördenausstellung, 45 Exkursionen, 36 Exkursionen im Rahmenprogramm, gesellschaftliche Veranstaltungen sowie eine Abschlußfahrt mit einem nostalgischen Eisenbahnzug angeboten.

*Information:* Örtlicher Vorbereitungsausschuß für den 74. Deutschen Geodätentag 1990, Postfach 10 28 36, 4300 Essen 1.

**26. Sept. bis 28. Sept. 1990: Symposium „High Mountain Remote Sensing Cartography“,** Schladming, Steiermark.

*Organisatoren:* Joanneum Research zusammen mit CERMA, UNESCO, ICA.

*Kontaktperson:* Univ.-Doz. Dr. Manfred Buchroithner; Institut für Digitale Bildverarbeitung und Graphik, Wastiangasse 6, A-8010 Graz, Tel. (0316) 80 21.

**4. Okt. und 5. Okt. 1990: Kulturgut – Dokumentation, Forschung, TU Graz.** Die vom Institut für Angewandte Geodäsie und Photogrammetrie der TU Graz durchgeführte Veranstaltung setzt sich zum Ziel, einen Gedankenaustausch zwischen allen an der Thematik interessierten Berufsgruppen, Fachbereichen und Institutionen einzuleiten. Die verschiedenen Aufgabenstellungen sollen diskutiert und weiters Lösungsvorschläge in Form interdisziplinärer Arbeitsmodelle mit Beispielen aus den Bereichen Archäologie, Architektur, Denkmalpflege, Geodäsie, Kunstgeschichte und anderen vorgestellt werden.

Es werden nur Schwerpunktsreferate angeboten. Die Teilnehmer sind jedoch eingeladen, eigene Beiträge in Form von Postern zu präsentieren.

Neben dem fachlichen Programm sind auch gesellschaftliche und kulturelle Veranstaltungen vorgesehen.

*Information und Anmeldung:* Institut für Angewandte Geodäsie und Photogrammetrie, TU Graz, z. H. Dr. H. Lichtenegger, Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz, Tel. Nr. 0316/873-6335.

**8. Okt. bis 12. Okt. 1990: Workshop on Precise Vertical Positioning, Hannover.** Veranstalter wird dieses Workshop von dem Geodätischen Institut der Universität Hannover mit Unterstützung der IAG-Subkommission „United European Levelling Net (UJELN)“ und der IAG-Subkommission „Recent Crustal Movements in Western Europe (CRCM)“. Referiert wird über die klassischen Methoden der Höhenbestimmung (z. B. Präzisionsnivellement), aber auch über die in den letzten Jahren in die Praxis eingeführten neuen Methoden der vertikalen Positionierung (z. B. GPS). Folgende vorläufige Themenkreise sind geplant:

- Meßtechnik, -geräte,
- stochastische und systematische Fehlermodelle,
- Referenzsysteme,
- Kombination unterschiedlicher Methoden von Höhenbestimmungen,
- kinematische Modelle vertikaler Krustenbewegungen,
- künftige Struktur eines (west)europäischen Höhensystems.

*Information und Anmeldung:* Dipl.-Ing. A. Witte, Geodätisches Institut, Universität Hannover, Nienburgstraße 1, D-3000 Hannover 1, BRD.

**8. Nov. bis 10. Nov. 1990: 18. Gesamtösterreichische Tagung der Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen** in Gamlitz/Steiermark.

Einladungen werden rechtzeitig ausgesandt und können außerdem auf Wunsch gerne zugesandt werden (Tel. 0222/505 58 07 DW 35).

**18. Sept. bis 21. Sept. 1991: Geotechnica – Internationale Fachmesse und Kongreß für Geowissenschaften und Geotechnik, Köln.** Unter dem Generalthema: *Bewahrung der Erde – Herausforderung an Wissenschaft und Technik*, wird der wissenschaftliche Teil dieser Veranstaltung von der Alfred Wegener-Stiftung (AWS) durchgeführt werden; die Fachmesse wird von der KölnMesse abgehalten. Folgende Schwerpunkte sind für den wissenschaftlichen Teil der Veranstaltung vorgesehen:

- Geobiosphäre im Wandel – das System der Erde und seine Entwicklung,
- Erfassung und Erkundung des Systems Erde,
- Nutzung der Geobiosphäre,
- Umsetzung der Erkenntnisse – Maßnahmen zum Umweltschutz.

In der parallel dazu stattfindenden Messe soll das Angebot der geotechnischen Industrie der Nachfrage aus der geowissenschaftlichen Forschung und Praxis gegenübergestellt und so ein gegenseitiger Erfahrungsaustausch mit hohem praktischem Problemlösungspotential initiiert werden.

*Informationen:* KölnMesse, Tel. Nr. 0221/821 2497, Telefax: 0221/821 3415.

## Zeitschriftenschau

**Mitteilungsblatt, Landesverein Bayern**, Heft 4/89: *Ludwig, R.*: Das Automatisierte Liegenschaftsbuch in Bayern – ein Markstein des Geo-Informationssystems der Bayerischen Vermessungsverwaltung. *Richter, R.*: Flurbereinigung und Dorferneuerung in Unterfranken. *Stumpf, M.*: Nutzbarmachung der Extensivierungsprogramme für die Realisierung raumordnungspolitischer Überlegungen – dargestellt am Beispiel von Flurbereinigung und Dorferneuerung. *Xinshu, Lu*: Ziele und Aufgaben der Landverwaltungsbehörden in der Volksrepublik China.

**Zeitschrift für Photogrammetrie und Fernerkundung**, Heft 1/90: *Müller-Wirth, Ch., Dorner, E., Albertz, J., Hofmann, W., Bähr, H.-P., Förstner, W., Strathmann, F.-W.*: Zum Wechsel in der Schriftleitung. *Faust, H.-W.*: Digitalisierung photogrammetrischer Bilder.

Heft 2/90: *Bill, R.* et al: Der moderne analytische Plotter S9-AP als integrierte Arbeitsstation des geographischen Informationssystems SYSTEM 9. *He, G. P., Jansa, J.*: Eine radiometrische Anpassungsmethode für die Mosaikherstellung aus digitalen Bildern.

**Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik**, Heft 1/90: *Glatthard, Th.*: Vermessungsingenieur – Revidierter, Studienplan an der ETH Zürich, Abteilung VIII für Kulturtechnik und Vermessung. *Carosio, A.*: Das Vermessungswesen und die Herausforderung der Informatik. *Kahle, H.-G.* u.a.: GPS-Messungen und Geoidbestimmung – Aktuelle Geodynamik in Zentral-Griechenland und in der West-Hellenischen Subduktionszone. *Studemann, B.*: Das Landinformationssystem INFOCAM.

**Vermessungstechnik**, Heft 11/89: *Koch, W. G.*: Experimentelle Kartographie. *Finsterbusch, F., Wähnert, C.*: Datenübernahmeprogramme für Speichermedien elektronischer Vermessungsgeräte des Kombines VEB Carl Zeiss Jena. *Prüfer, S., Richter, K.*: Erfahrungen mit dem durchgängigen Datenfluß bei der Beobachtung und Ausgleichung von Höhennetzen. *Jelitzki, F.*: Rechnergestützte Produktionsorganisation in der topographischen Kartographie. *Köppel, T.*: Einsatz des RECOTA für Achsangaben im Wohnungs- und Industriebau. *Hübner, R.*: Vermessungstechnische Arbeiten bei der Rekonstruktion von Melkkarussells. *Buschmann, E.*: Oskar Hecker (1864–1938). *Sütti, J.*: Bestimmung der Höhenbewegungen aus trigonometrisch gemessenen Höhen. *Bahnert, G.*: Ergebnisse geodätischer Refraktionsbestimmungen. *Rahne, Evelina*: Struktur, Bestandteile und Darstellungssystem des Thesaurus Geodäsie, Fotogrammetrie, Kartographie – grundlegendes Element des Informationsrecherchesystems.

Heft 12/89: *Marckwardt, W.*: Von der Analog- zur Digitalphotogrammetrie. *Allner, T.*: Anforderungen des Bereiches Landwirtschaft an die Arbeit mit digitalen Kartenerzeugnissen. *Jope, R., Haas, G.*: Zur Überarbeitung des Kataloges der Technologien für die Ingenieurvermessung (KTI).

Röhl, S.: Herstellung von internen Karten auf der Grundlage Topographischer Karten (Ausgabe für die Volkswirtschaft). Wittenburg, R.: Relatives und Absolutes in Geodäsie und Geokinematik. Zimmermann, B.: Max Hildebrand – Konstrukteur geodätischer Instrumente. Zu seinem 150. Geburtstag.

Heft 1/90: Göhler, H.: Gedanken zur Erneuerung des staatlichen Vermessungs- und Kartenwesens in der DDR. Merkel, J.: Stand, Perspektiven und Probleme beim Aufbau und bei der Nutzung territorialer Informationssysteme. Krämer, J., Illhardt, E.: Nutzung hochauflösender kosmischer Photoaufnahme der Kamera KFA-1000 für die verkürzte Aktualisierung von Karten im Maßstab 1:25 000. Schubert, W.: Einflußfaktoren für die Detaillierbarkeit im Luftbild. Klose, H.: Die neue kreiselstabilisierte Aufhängung für Luftbildmeßkammern LMK. Schmidt, K., Stoye, H.: Texturparameter zur Diskriminierung städtischer Geosysteme. Pfeufer, A.: Beitrag zur Identifikation und Modellierung dynamischer Deformationsprozesse. Wolodtschenko, A.: Kartierungsraum, semiotische Aspekte. Hecker, F., Weiterbörner, J.: Zur Überarbeitung des Standardkomplexes TGL 26711 „Großmaßstäbige Karten“. Zimmermann, B.: Zum 150. Geburtstag von Ernst Abbe.

**Zeitschrift für Vermessungswesen**, Heft 12/89: Finsterwalder, R., Rösler, M.: Zur räumlichen Betrachtung topographischer Karten. Kaltsikis, C., Arabelos, D.: Die verallgemeinerte Transformation ebener Koordinaten. Stöppler, H. W.: Die Einheitliche Datenbankschnittstelle (EDBS) im fachlichen Überblick.

Heft 1/90: Bastian, K.-H. Dr.-Ing.: Nachruf. Späth, L.: Technik und Umwelt. Degenhardt, H.: Herstellung synthetischer Geländebilder. Schrame, E., Oskam, D., Rummerl, R.: Geodätische Aspekte bei der Verarbeitung von Satellitenaltimetriedaten. Sixel, G.: Zum Prisma in Dürers „Melancholie“. Somogyi, J., Zavoti, J.: Die Anwendung der  $L_p$ -Norm-Schätzung für Ähnlichkeitstransformationen.

Heft 2/90: Benning, W., Scholz, T.: Modell und Realisierung der Kartenhomogenisierung mit Hilfe strenger Ausgleichstechniken. Crosilla, F., Russo, T.: Singular Gauss-Markov model: Equivalence between addition of infinitely weighted pseudo observations and R-(or S-)transformations. Ingwersen, M., Rickert, T.: Neue Trassierungstechnik für Nahverkehrsbahnen. Kanngiesser, E., Kertscher, D., Vollmer, H.: Ein detailliertes Modell zur Bestimmung des Lageeinflusses bei der Verkehrswertermittlung bebauter Grundstücke.

Heft 2/90: Brandstätter, G.: Die Lageunsicherheit symmetrisch angeschlossener Quasipolygone. Scherer, M., Kranich, R., Prenting, J.: Konzept und Realisierung eines mikroprozessorgesteuerten automatischen Horizonts. Wieser, E.: Bedarfsanalyse für ein kommunales Informationssystem. Ziqiang, O.: Comparison of the Variance between  $L_1$  and  $L_2$  Estimation.

#### Weitere Zugänge zur Vereinsbibliothek:

INFODOC-Bibliotheken, Informations- und Dokumentationseinrichtungen in Österreich.

Winter Seminar on Geodynamics, Sopron 1989.

G. Gerstbach (Hrsg.): Geowissenschaftliche/Geotechnische Daten in Landinformationssystemen. Datenbestände und Datenaustausch in Österreich.

Geodätisch-geophysikalische Arbeiten in der Schweiz. Band 39: 125 Jahre Schweizerische Geodätische Kommission. Band 40: Bürki, B.: Integrale Schwerefeldbestimmung in der Ivrea-Zone und deren geophysikalische Interpretation.

### Contents

Gerstbach, G.: A method realizing a cm-geoid in Austria.

Killian, K.: The critical situation of 3D-resection.

### Adressen der Autoren der Hauptartikel

Gerstbach, G., Dipl.-Ing., Dr.-techn., Doz.; Technische Universität Wien, Institut für Höhere Geodäsie und Geophysik, Abteilung Höhere Geodäsie, Gußhausstraße 27–29, A-1040 Wien.

Killian, K., Dipl.-Ing., Dr. techn., a.o. Univ.-Prof., Hadikgasse 40, A-1140 Wien.



## Auszug aus dem reichhaltigen Angebot:

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,-
<b>Übersichtskarte von Österreich 1 : 500 000</b>	
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,-
Übersicht über die Österr. Luftbildkarte 1 : 10 000, flach .....	S 110,-

### Neuerscheinungen

<b>Österreichische Karte 1 : 25 000 V:</b>	Blatt 122 Kitzbühel
	Blatt 134 Passail
	Blatt 184 Ebene Reichenau
	Blatt 185 Strassburg
<b>Österreichische Karte 1 : 50 000:</b>	Blatt 90 Kufstein
<b>Gebietskarten:</b>	Salzkammergut 1 : 50 000

### Nachgeführte Blätter:

<b>Österreichische Karte 1 : 25 000 V:</b>	Blatt 21, 39, 64, 78, 95, 96, 105, 123, 124, 126, 141, 186, 199, 200, 201
<b>Österreichische Karte 1 : 50 000:</b>	Blatt 6, 9, 10, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 58, 59, 76, 77, 78, 95, 104, 105, 123, 128, 136, 149, 164, 166
<b>Österreichische Karte 1 : 200 000:</b>	Blatt 48/15, 49/15
<b>Gebietskarte:</b>	Umgebungskarte von Wien 1 : 50 000

für Landkarten empfiehlt sich das

**BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN**  
**1080 WIEN, KROTENTHALLERGASSE 3**  
**Tel. (0222) 43 89 35**

## 50% SCHNELLER NIVELLIEREN ...

... MIT DEM  
INTELLIGENTEN  
DIGITAL-NIVELLIER  
WILD NA2000

### WELTNEUHEIT

Das erste Digital-Nivellier des Weltmarktes bestimmt für Sie Höhen und Distanzen schneller und sicherer. Vollautomatisch.

Auf einen einzigen Tastendruck misst es Höhe und Distanz und speichert die Daten auf dem Registriermodul Wild GRM10.

Rod   
1.264

Dist   
22.38

An seinem Bedienungsfeld führt es Sie durch verschiedene Aufgaben, wie Linien- und Flächen-nivellement, Höhenabsteckung usw., und zeigt Ihnen die Resultate digital an.

Es bringt Ihnen mit elektronischer Bildverarbeitung die Vorteile der Technologie des Jahres 2000 schon heute. Am besten verlangen Sie die Wild NA2000 Dokumentation gleich jetzt.



NA2000   
1.3224

**r+a rost**

Alleinvertretung für Österreich:  
A-1151 WIEN · Märzstr. 7  
Telex: 1-33731 · Tel.: 0222/92 32 31-0  
Fax: 0222/95 51 40-50

*Leica*