

Österreichische  
Zeitschrift für

**ÖZ**

66. Jahrgang  
1978/Heft 2

# Vermessungswesen und Photogrammetrie

---

## INHALT:

	Seite
K. P. Schwarz und H. Sünkel: Vorarbeiten zur Geoidbestimmung in Österreich .....	57
Hans Sünkel: Zur Geometrie des normalen Schwerfeldes .....	71
Josef Zeger: Koordinatendatenbank für Triangulierungspunkte .....	85
Mitteilungen, Tagungsberichte .....	91
Personalmeldungen .....	95
Veranstaltungskalender und Vereinsmitteilungen .....	97
Buchbesprechungen .....	97
Contents .....	104
Adressen der Autoren der Hauptartikel .....	104

---

Herausgegeben vom

**ÖSTERREICHISCHEN VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN  
UND PHOTOGRAMMETRIE**

Offizielles Organ

der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung

Wien 1978

---

Eigentümer, Herausgeber und Verleger: Österreichischer Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie,  
Friedrich Schmidt-Platz 3, A-1082 Wien. – Verantwortlicher Schriftleiter: Oberrat Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef  
Zeger, Friedrich Schmidt-Platz 3, A-1082 Wien.

Druck: Typostudio Wien, Schleiergasse 17/22, A-1100 Wien.

# Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie

**Schriftleiter:** *Oberrat Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Zeger*, Friedrich Schmidt-Platz 3, A-1082 Wien

**Stellvertreter:** *Oberkommissär Dipl.-Ing. Erhard Erker*, Friedrich Schmidt-Platz 3, A-1082 Wien

## Redaktionsbeirat:

*W. Hofrat Dipl.-Ing. Kurt Bürger*, NÖ. Agrarbezirksbehörde, Lothringerstraße 14, A-1030 Wien

*Senatsrat Dipl.-Ing. Robert Kling*, Magistratsabteilung 41 – Rathaus, A-1010 Wien

*Baurat h. c. Dipl.-Ing. Dr. techn. Erich Meixner*, Fichtegasse 2a, A-1010 Wien

*a.o. Univ.-Prof. w. Hofrat i. R. Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Mitter*, Technische Universität Wien,

*Gußhausstraße 27–29, A-1040 Wien*

*o: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Helmut Moritz*, Technische Universität Graz, Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz

*Oberassistent Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerhard Palfinger*, Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27–29, A-1040 Wien

*o. Univ.-Prof. Dr. phil. Wolfgang Pillewizer*, Technische Universität Wien, Karlsgasse 11, A-1040 Wien

*W. Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn. Walter Polland*, Amt der Tiroler Landesregierung, A-6010 Innsbruck

*o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Schmid*, Technische Universität Wien, Gußhausstr. 27–29, A-1040 Wien

Es wird ersucht, Manuskripte für Hauptartikel, Beiträge und Mitteilungen, deren Veröffentlichung in der Zeitschrift gewünscht wird, an den Schriftleiter zu übersenden.

Für den Anzeigenteil bestimmte Zuschriften sind an *Sektionsrat Dipl.-Ing. Friedrich Blaschitz*, Friedrich Schmidt-Platz 3, A-1082 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 250,—,  
Postscheckkonto Nr. 1190.933

Abonnementgebühr für das Inland ..... S 270,—

Abonnementgebühr für das Ausland ..... S 350,—

Einzelheft: S 70,— Inland bzw. S 90,— Ausland

Alle Preise enthalten die Versandspesen, die für das Inland auch 8% MWSt.

Anzeigenpreis pro  $\frac{1}{4}$  Seite 126 × 200 mm S 2200,— einschl. Anzeigensteuer

Anzeigenpreis pro  $\frac{1}{2}$  Seite 126 × 100 mm S 1320,— einschl. Anzeigensteuer

Anzeigenpreis pro  $\frac{1}{4}$  Seite 126 × 50 mm S 748,— einschl. Anzeigensteuer

Anzeigenpreis pro  $\frac{1}{8}$  Seite 126 × 25 mm S 594,— einschl. Anzeigensteuer

Prospektbeilagen bis 4 Seiten ..... S 1320,— einschl. Anzeigensteuer  
zusätzlich 18% MWSt.

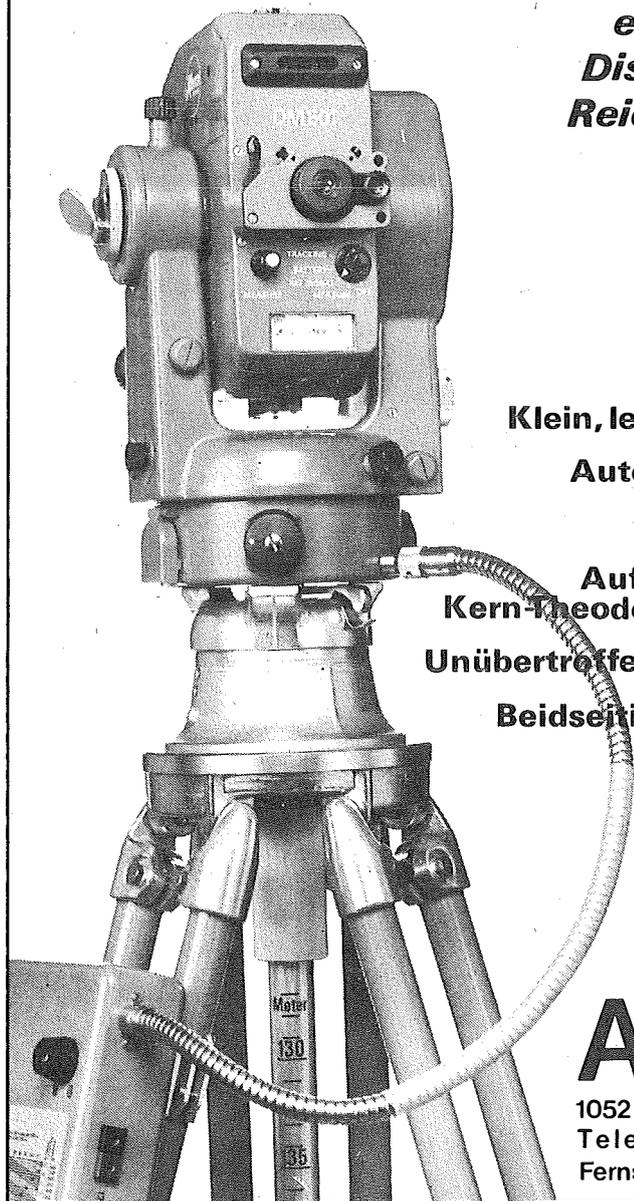
Postscheckkonto Nr. 1190.933

Telephon: (0222) 75 00 Kl. 5175 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.

# Neu: Kern SWISS DM 501

**Aufsteckbares  
elektrooptisches  
Distanzmessgerät  
Reichweite 1600 m**



**Klein, leicht und handlich**

**Automatische Blende**

**Tracking**

**Auf das Fernrohr von  
Kern-Theodoliten aufsteckbar**

**Unübertroffener Messkomfort**

**Beidseitig durchschlagbar**

Dr. Wilhelm  
**Artaker**

1052 Wien, Kettenbrückeng. 16  
Telefon: (0222) 57 76 15-0  
Fernschreiber 01-2322 dr-art

Sonderheft Nr. 28  
der Österreichischen Zeitschrift  
für Vermessungswesen und Photogrammetrie

**FESTSCHRIFT  
KARL LEDERSTEGE**

Wien 1970

Preis S 200,- (DM 30,-)

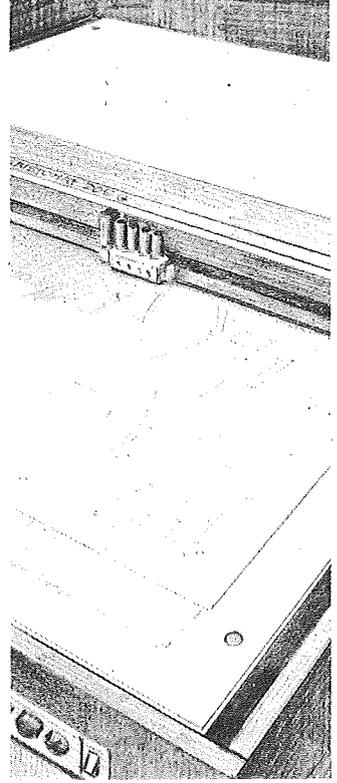
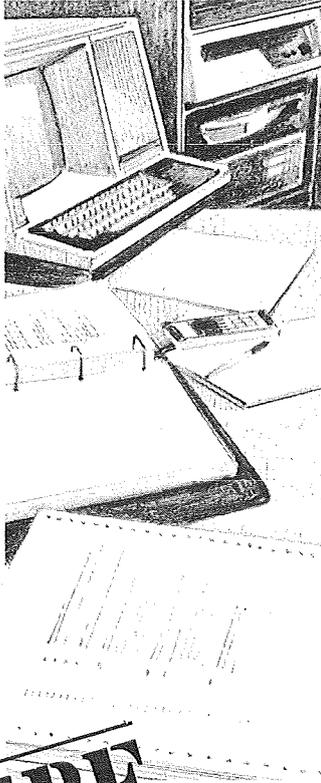
Zu beziehen durch den Österreichischen Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie, Friedrich Schmidt-Platz 3, 1082 Wien

Sonderdruck  
des Österreichischen Vereines  
für Vermessungswesen und Photogrammetrie  
mit Genehmigung des Bundesamtes für  
Eich- und Vermessungswesen

**Dienstvorschrift Nr. 9  
Die Schaffung der Einschaltpunkte**

Wien 1974  
Preis S 100,-

Zu beziehen durch den Österreichischen Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie, Friedrich Schmidt-Platz 3, 1082 Wien



**PREMIERE**

AS 250-GEOVERM  
das Anwendungssystem  
für Vermessung, Kataster  
und Planung

Vorstellung auf dem  
62. Deutschen Geodätentag

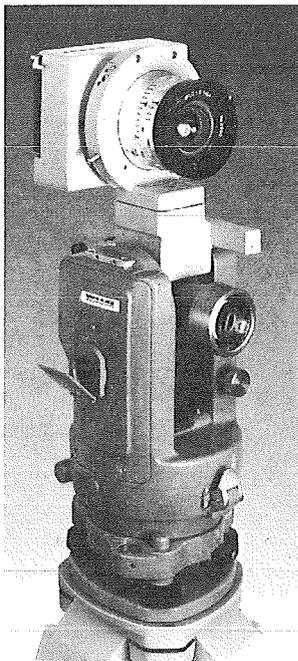
AS 250-GEOVERM ist eine flexible  
und leistungsfähige Kombination von  
Software und Hardware, praxisgerecht  
und stufenweise ausbaufähig.



**ARISTO-WERKE · DENNERT & PAPE KG (GmbH & Co)**

Postfach 50 03 80  
D-2000 Hamburg 50  
Telefon (040) 85 53-1  
Telex 02 15747 arist d

# Nicht nur für Expeditionen.



## Die Terrestrische Kammer Wild P32.

Wenn die Expeditionsteilnehmer der Exploration «Pamir 75» Terrestrische Kammer Wild P32 und Wild-Theodolite auf über 5000 m ü.M. in lebensfeindliche Gebirgszüge mitnehmen, dann hat das zwei gewichtige Gründe. Einen sehen wir in den Vorteilen der terrestrischen Photogrammetrie: sie erlaubt eine einfache und schnelle Erfassung der Objekte – weitgehend unabhängig von ihrer Struktur und räumlichen Lage.

Der andere Vorteil liegt im Wild-System begründet: die leistungs-

fähige Wild P32 läßt sich problemlos auf die Wild-Theodolite T1, T16 und T2 aufsetzen. Sei es für die topographische Geländeaufnahme in schwer zugänglichen Gebieten, für die Massenermittlung im Bau, für Deformationsmessungen oder für Bewegungsstudien, für dokumentarische Aufnahmen des Kulturgüterschutzes oder für Interpretationszwecke in vielen anderen Bereichen von Wissenschaft und Technik. Verlangen Sie Prospekt P1 226 – er orientiert Sie umfassend.

Wild Heerbrugg AG  
CH-9435 Heerbrugg/Schweiz

**WILD**  
**HEERBRUGG**

Alleinvertretung für Österreich:

**r+a rost**

A-1161 WIEN • MÄRZSTR. 7 • TELEX: 1-3731 • TEL. 0222/92 32 91

## Vorarbeiten zur Geoidbestimmung in Österreich

Von K. P. Schwarz, New Brunswick, Canada, und H. Sünkel, Graz

### 1. Klassische Verfahren der Geoidbestimmung

Um die auf der physikalischen Erdoberfläche gemessenen Größen wie Azimute, Brechungswinkel, Strecken u.dgl. in Rechengrößen, welche sich auf ein vorgegebenes Ellipsoid beziehen, umwandeln zu können, bedarf es der Kenntnis des Geoids. Die Bestimmung dieser Fläche konstanten Schwerepotentials ist das zentrale Problem der physikalischen Geodäsie. Zwei Verfahren waren bisher vorherrschend: die astrogeodätische und die gravimetrische Geoidbestimmung. Beide Methoden arbeiten mit Informationen über den Gradienten des Schwerepotentials.

#### a) Die Methode der astrogeodätischen Geoidbestimmung

Dieses Verfahren, das mit dem Namen Helmert eng verknüpft ist, basiert auf der Lotabweichung ( $\xi, \eta$ ) als Richtungsdivergenz zwischen tatsächlichem Schweregradienten und Normalgradienten und leitet daraus Differenzen von Geoidhöhen ab. Als Ergebnis wird ein auf das Triangulationsgebiet beschränktes Geoid geliefert, dessen relative Lage bezüglich des Erdschwerpunktes sich in Form von drei Freiheitsgraden ausdrückt. Liegt daher zusätzlich noch Information über drei unabhängige und bezüglich des Erdschwerpunktes absolute Größen vor, so ist es prinzipiell möglich, dieses astrogeodätische Geoid in absolute Lage zu bringen. („Absolut“ ist in diesem Zusammenhang stets mit „geozentrisch“ gleichzusetzen.) Nach dieser Transformation wird es vergleichbar mit dem skalierten gravimetrischen Geoid.

#### b) Die Methode der gravimetrischen Geoidbestimmung

Die Rolle der Lotabweichung bei der Bestimmung des astrogeodätischen Geoids übernimmt hier die Schwereanomalie  $\Delta g$  als Differenz zwischen dem Betrag des tatsächlichen Schwerevektors und dem des normalen Schwerevektors. Um aus der Schwereanomalie  $\Delta g$  das Störpotential und damit die Geoidhöhe gewissermaßen herausfiltern zu können, ist es theoretisch notwendig,  $\Delta g$  auf der gesamten Erdoberfläche zu kennen und damit zu messen. Die Integralformel von Stokes liefert sodann ein Geoid, welches sich im Gegensatz zum astrogeodätischen Geoid in absoluter Lage bezüglich des Erdschwerpunktes befindet. Durch Horizontalableitung des Geoids besteht die Möglichkeit, ebenfalls auf Grund der Kenntnis von  $\Delta g$  über die Integralformel von Vening-Meinesz absolute Lotabweichungen zu bestimmen. Während der Maßstab des astrogeodätischen Geoids durch die Triangulation und damit letzten Endes durch den Betrag der Lichtgeschwindigkeit gegeben ist,

wird der Maßstab des gravimetrischen Geoids im wesentlichen durch die Erdmasse zusammen mit dem Schwerepotential in Meeresniveau bestimmt.

c) Vorteile und Nachteile beider Methoden

Wie bereits erwähnt wurde, ist es mit der astrogeodätischen Methode möglich, lokale Geoidteile auf Grund von ebenfalls nur lokalen Daten zu bestimmen. Diese Annehmlichkeit gemeinsam mit der Tatsache, daß eine derartige Geoidbestimmung bei einigermaßen dichter Datenkonfiguration sehr genau ist und selbst noch Detailstrukturen des Geoids wiederzugeben imstande ist, macht die astrogeodätische Methode zu einem wichtigen Werkzeug für lokale Geoidbestimmungen. Neben diesem erheblichen Vorteil dürfen wir allerdings nicht außer acht lassen, daß ein derart bestimmtes Geoid nur relativ ist in bezug auf seine Lage zum Erdschwerpunkt. Die Zentrierung muß daher auf andere Art geschehen.

Um eine einzige Geoidhöhe nach der gravimetrischen Methode bestimmen zu können, ist die Kenntnis der Schwereanomalien auf der ganzen Erdoberfläche erforderlich. Selbst wenn wir über genügend dichtes Schwere-material verfügten, so wäre eine detaillierte Geoidbestimmung nach dieser Methode äußerst aufwendig was Rechenzeit anbelangt. Der wesentliche Vorteil jedoch ist, daß gravimetrische Geoidhöhen sowie gravimetrisch bestimmte Lotabweichungen absolut sind.

Alles in allem ergänzen sich beide Methoden aufs beste, sodaß eine sinnvolle und den Aufwand betreffend vertretbare Lösung darin besteht, die Form des Geoids in kontinentalen Gebieten mittels der astrogeodätischen Methode zu bestimmen und die Zentrierung und Stabilisierung der gravimetrischen Methode zu übertragen.

d) Verfeinerung bei der Geoidbestimmung – die Theorie von Molodensky

Den klassischen Verfahren der Geoidbestimmung liegt stets die vereinfachende Annahme zugrunde, daß sich sämtliche Meßdaten wie Schwereanomalien und astronomische Lotrichtungen auf das Geoid und nicht auf die physische Erdoberfläche beziehen. Somit wurde bisher stillschweigend angenommen, daß die Oberflächen-Meßdaten in bereits reduzierter Form vorliegen. Die Reduktionen jedoch bedingen die Kenntnis des Dichteverlaufs zwischen Geoid und Erdoberfläche. Da Informationen solcher Art nur mit beschränkter Genauigkeit vorliegen, wäre es wünschenswert, ein geeignetes Konzept zur Verfügung zu haben, welches derartige Reduktionen vermeidet und völlig hypothesenfreie Daten verwendet. Diese auf Molodensky zurückgehenden Verfeinerungen äußern sich darin, daß primär nicht das Geoid, sondern die physikalische Erdoberfläche in ihrer Beziehung zu einer erdoberflächenähnlichen Normalfläche, dem Telluroid, bestimmt wird. Der Abstand dieser beiden Flächen wird durch eine leicht modifizierte Stokes'sche Formel geliefert, wobei die Modifikation darin besteht, daß an die Schwereanomalie

Korrekturen angebracht werden, welche stark lokalen Charakter besitzen und im wesentlichen den Einfluß der Topographie auf die Schwereanomalie ausdrücken. Die gleichen Modifikationen, die für die Höhenanomalie, den Abstand zwischen Telluroid und physikalischer Erdoberfläche gelten, gelten auch für die Lotabweichung, welche sich nun wie alle terrestrisch-geodätischen Messungen auf die Oberfläche bezieht.

## 2. Die Bestimmung eines Fundamentalpunktes

Auf Grund der im Abschnitt (1c) vorgebrachten Argumente und in Anbetracht der so stark bewegten Topographie in Österreich scheidet unserer Ansicht nach eine rein gravimetrische Geoidbestimmung für unser Bundesgebiet aus. Unterstützt wird diese Entscheidung in hohem Maße durch die Tatsache, daß wir praktisch nur in Ost-Österreich über Schwerematerial verfügen. Eine Bestimmung der Geoidhöhe wäre zur Zeit lediglich im Wiener Bereich mit ansprechender Genauigkeit möglich. Die Wahl geht also eindeutig zugunsten der astrogeodätischen Methode aus. Um jedoch das astrogeodätische Geoid in absolute Lage zu bringen, benötigen wir – wie schon erwähnt – zumindest drei unabhängige absolute Größen; diese wählen wir als gravimetrische Geoidhöhe + 2 Lotabweichungskomponenten ( $\xi$ ,  $\eta$ ) in einem Fundamentalpunkt, den wir auf Grund der Datenverteilung zwangsläufig dezentral im Bereich um Wien wählen müssen.

Es ist also die Aufgabe gestellt, in einem Punkt die Integralformeln von Stokes und Vening-Meinesz auszuwerten.

Diese eben genannten Integrale sind durch mehr oder weniger stark singuläre Integralkerne gekennzeichnet. Die Singularität im Aufpunkt bedingt eine zunehmend dichter werdende Verteilung der Schwereanomalien zum Aufpunkt hin. Die programmgesteuerte numerische Integration ist aber praktisch nur auf der Grundlage von  $\Delta g$ -Mittelwerten über „Rechtecke“ durchführbar. Das heißt wiederum, daß die Blockgrößen mit abnehmender Aufpunktdistanz abnehmen müssen. Eine durchaus gebräuchliche Unterteilung des Integrationsbereiches (= Einheitskugel) sieht vor, daß zumindest für den Zweck der Geoidhöhenbestimmung drei Zonen geschaffen werden: eine Innenzone, eine Mittelzone und eine Fernzone. Die Fernzone erstreckt sich von ca.  $20^\circ$  bis  $180^\circ$  sphärischer Distanz, die Blockgröße wird mit  $5^\circ \times 5^\circ$  festgelegt. Die Mittelzone reicht von etwa  $1^\circ$ – $3^\circ$  bis  $20^\circ$ , die Blockgröße beträgt  $1^\circ \times 1^\circ$ . Der kritische Teil wird durch die Innenzone gebildet. Hier muß die Blockgröße noch weiter vermindert werden, sodaß auch die lokalen Einflüsse auf die Geoidhöhe entsprechend erfaßt werden können. Fehleruntersuchungen haben gezeigt, daß selbst in Gebieten mit extrem rauher Topographie durch Mittelwertbildung über  $20' \times 20'$ -Blöcke nur Fehler im Dezimeterbereich zugelassen werden.

Auf eine wesentlich unangenehmere Situation stoßen wir jedoch bei der Bestimmung der Lotabweichungen. Da die Lotabweichung als Horizontalgradient aus dem Geoid hervorgeht, ist ihre Rauigkeit um eine Größenordnung stärker als die des Geoids: sie hat dieselbe Rauigkeit wie die Schwereanomalie. Dies kommt auch durch den stark singulären Kern im Integral von Vening-Meinesz zum Ausdruck. Die Konsequenzen sind derart, daß die Singularität des Kerns durch eine stetige Differenzierbarkeit der Schwereanomalienfunktion im Bereich der Singularität kompensiert werden muß. Dies kann erreicht werden, indem man die diskreten Werte der Innenzone durch eine differenzierbare Funktion approximiert. In Sünkel (1977 a, b) ist dies mittels bikubischer Spline-Funktionen geschehen, die nach beiden unabhängigen Variablen zweifach stetig differenzierbar sind. Diese lokal-polynomiale Darstellung von  $\Delta g$  hat den großen Vorteil, daß die Integrationen in der Innenzone geschlossen durchgeführt werden können, dadurch eine erhebliche Reduzierung an teurer Computerzeit erreicht wird und zusätzliche Fehlerquellen durch digitale Integration vermieden werden. Die Blockgröße variiert sehr stark mit der Topographie. Um eine astronomischen Messungen entsprechende Genauigkeit von 0"5 erreichen zu können, darf die Blockgröße in der Innenzone in Gebieten mit Flachland-Charakter (Wien)  $5' \times 5'$  nicht übersteigen, im Hügelland bis Mittelgebirge erhalten wir als oberste Grenze  $2' \times 2'$ . Im Hochgebirge ist die gravimetrische Bestimmung von Lotabweichungen nicht mehr praktikabel.

Insgesamt bewegen sich optimistische Schätzungen der Genauigkeit einer Geoidhöhe im Bereich Wien bei 3 m, die einer Lotabweichung bestenfalls bei 0"8. Eine Genauigkeitssteigerung, welche sich vor allem bei der Bestimmung von Lotabweichungen im Hügelland bis Mittelgebirge auswirkt, kann dadurch erreicht werden, daß man den Mittelwerten als Treppenfunktion einen bikubischen Spline zuordnet, welcher die Mittelwerte reproduziert und die ursprüngliche Funktion gewissermaßen nach Anwendung eines Tiefpass-Filters rekonstruiert.

Es sei an dieser Stelle bemerkt, daß sämtliche benötigten Programme zur Bestimmung von  $N$ ,  $\xi$ ,  $\eta$  in einem vorgegebenen Fundamentalpunkt inklusive detaillierter Behandlung der Innenzone von uns bereits erstellt wurden, sodaß einer Berechnung lediglich im Wege steht, daß die erforderlichen Daten nicht im ausreichenden Maß zur Verfügung stehen.

### 3. Vorhandene Daten

Wenn wir an dieser Stelle von Daten sprechen, so meinen wir damit stets Schwerewerte und astrogeodätische Lotabweichungen. Andere Datengruppen, die für die Geoidbestimmung in Frage kommen, sind in Abschnitt 4 behandelt.

### a) Schwerewerte

Bei der Beschaffung von Schweredaten standen uns 3 Quellen zur Verfügung: das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BAfEuV), die Österreichische Mineralölverwaltung AG (ÖMV) und jüngst die Abteilung für Gravimetrie und Paläomagnetismus des Instituts für Meteorologie und Geophysik der Universität Wien (Prof. Steinhauser).

Die Schweredaten des Bundesamtes (insgesamt ca. 13 000) liegen ausschließlich entlang der Hauptnivellement-Linien. Sie dienen offensichtlich dem Zwecke, geopotentielle Koten zu bestimmen. Dabei ist eine nahezu gleichmäßig dichte Verteilung ohne Rücksicht auf topographische Verhältnisse gewählt worden. In den großen, von den Nivellement-Linien eingeschlossenen Gebieten, liegen von Seiten des Bundesamtes keine Messungen vor (Abb. 1).

Die ÖMV verfügt über durchwegs äußerst dichtes Datenmaterial in Nord- und Ostösterreich mit sehr homogener Verteilung. In großzügiger Weise wurde uns das gesamte Schwere-Basisnetz kostenlos zur Verfügung gestellt. Es handelt sich dabei um ein Netz homogen verteilter Punkte (ca. 500 Abb. 2).

Schließlich wurden jüngst von Prof. Steinhauser ca. 200 Schwerewerte im Bereich der östlichen Karawanken übermittelt (Abb. 2).

Mit Hilfe der ÖMV-Daten, teilweise ergänzt durch Bundesamt-Daten, war es möglich, im Bereich [ $\phi_0 = 47^\circ 40'$ ,  $\phi_1 = 48^\circ 50'$ ;  $\lambda_0 = 15^\circ 00'$ ,  $\lambda_1 = 17^\circ 05'$ ] mittels eines Prädiktionsprogrammes auf der Grundlage der Kollokation Mittelwerte über  $5' \times 5'$  zu schätzen (Noë, 1977). Die Fehlervarianzen dieser Mittelwerte sind sehr unterschiedlich und streuen von ca. 1 mgal<sup>2</sup> bis zu ca. 60 mgal<sup>2</sup>, wenn man von einigen wenigen Lücken absieht. In ähnlicher Weise wurden für entsprechend größere Bereiche auch  $10' \times 10'$  [ $\phi_0 = 47^\circ 00'$ ,  $\phi_1 = 48^\circ 50'$ ;  $\lambda_0 = 13^\circ 00'$ ,  $\lambda_1 = 17^\circ 00'$ ] mit noch stärker streuenden Fehlervarianzen bis zu ca. 150 mgal<sup>2</sup> sowie im selben Gebiet  $20' \times 20'$ -Mittelwerte mit Fehlervarianzen bis zu 400 mgal<sup>2</sup> prädiiziert. Diese großen mittleren Fehler kommen natürlich durch äußerst dünne Datenbedeckung zustande. In Gebieten mit dichtem Datenmaterial liegen die Varianzen durchwegs im Bereich von 1 mgal<sup>2</sup> und darunter. Schließlich wurden im Bereich [ $\phi_0 = 47^\circ$ ,  $\phi_1 = 49^\circ$ ;  $\lambda_0 = 13^\circ$ ,  $\lambda_1 = 17^\circ$ ] noch  $30' \times 30'$ -Mittelwerte geschätzt, deren Varianzen natürlich wiederum entsprechend der Datenbedeckung stark streuen.

b) Noch gravierender ist die Situation, was astrogeodätische Lotabweichungen anbelangt. Auf insgesamt 99 Stationen im Netz 1. Ordnung wurden vom Bundesamt die Lotabweichungskomponenten in Richtung des Meridian bestimmt, auf lediglich 6 Stationen auch die zugehörige zweite Komponente in Richtung des Parallel. Alle anderen  $\eta$ -Werte wurden direkt aus Azimutmessungen abgeleitet und sind für die Geoidbestimmung nicht verwendbar. (In der Schweiz, einem topographisch mit Österreich vergleichbaren Land,



Abb. 1 Verteilung der Schweredaten des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen

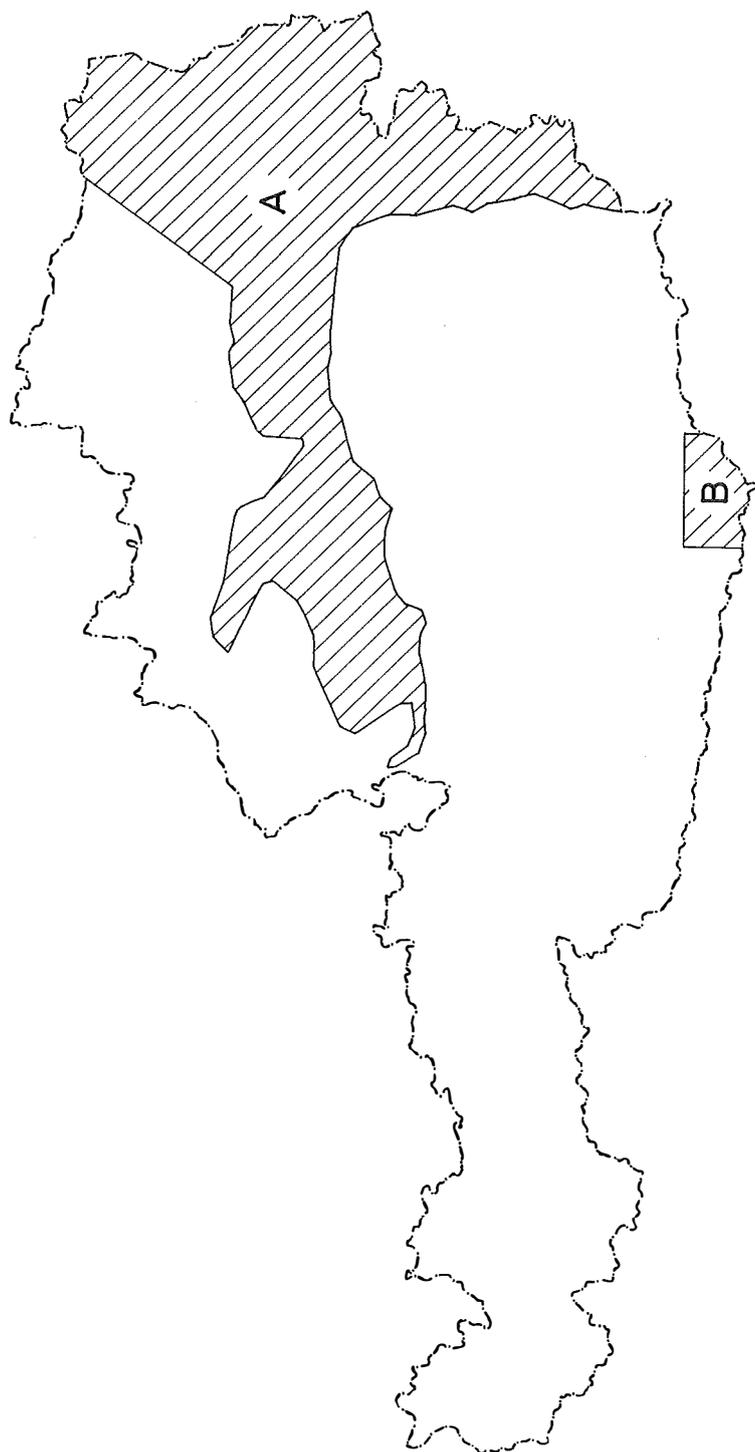


Abb. 2 Verteilung der Schwermetalle

A . . . Basisnetz der ÖMV

B . . . Abt. f. Gravimetrie u. Paläomagnetismus der Universität Wien (Prof. Steinhauser)

wurde das astrogeodätische Geoid mit 10-cm-Genauigkeit bestimmt! [Elmiger, 1969.]).

Aus diesen Gründen haben sich drei Universitätsinstitute (Prof. Bretterbauer, Prof. Embacher, Prof. Rinner) entschlossen, auf insgesamt etwa 150 Punkten astronomische Messungen durchzuführen, sodaß das gesamte Bundesgebiet mit einem mittleren Punktabstand von ca. 25 km überdeckt wird. Würden in Ostösterreich zur Verdichtung noch zusätzliche Schwere-messungen durchgeführt, die im Bereich des Fundamentalpunktes eine Dichte von etwa 1 Pkt/10 km<sup>2</sup> haben müßten, so stünde einer astrogeodä-tischen Geoidbestimmung mit Orientierung durch N,  $\xi$ ,  $\eta$  im Fundamentalpunkt nichts mehr im Wege. Die Miteinbeziehung der Molodensky-Korrekturen würde eine starke Verdichtung des Netzes erfordern (über derartige Daten verfügt die ÖMV bereits!) und sollte daher erst in einem zweiten Schritt geplant werden. Voruntersuchungen über die Schätzung mittlerer Höhen in charakteristischen Gebieten sind bereits durchgeführt worden. Ein wesentli-cher Schritt in dieser Richtung wäre die Erstellung einer Höhendatenbank für Österreich.

#### *4. Neuere Methoden der Geoidbestimmung*

Eine wesentliche Ergänzung haben die klassischen Verfahren der Geoidbestimmung in den letzten zwanzig Jahren durch Methoden erfahren, die erdnahe Satelliten als dynamisches Ziel oder als Meßsystem verwenden. Auch diese Methoden kann man unterteilen in solche, die absolute, und solche, die relative Geoidundulationen liefern. Sie benutzen aber nicht mehr ausschließlich den ersten Gradienten des Schwerepotentials zur Geoidbe-stimmung, sondern eine Vielfalt von Größen, die mit dem Potential zusam-menhängen.

##### a) Globale Satellitenlösungen für das Störpotential

Hierbei wird das Störpotential aus Bahnabweichungen des Satelliten bestimmt, die sich im Blick auf ein Referenzfeld ergeben. Der Satellit wird also als dynamisches Ziel benutzt. Beobachtete Größen sind Richtungen im Raum, Entfernungen und Entfernungsdifferenzen. Unbekannte sind die Kugelfunktionskoeffizienten der Reihenentwicklung des Störpotentials oder Verbesserungen dazu. Im allgemeinen nimmt man die Bestimmung zonaler und tesseraler Koeffizienten gesondert vor, da unterschiedliche Datengrup-pen zu ihrer Bestimmung herangezogen werden. Für die tesseralen Koeffi-zienten höheren Grades werden in immer stärkerem Maße Resonanzeigen-schaften niedrig fliegender Satelliten ausgenutzt.

Mit der Reihenentwicklung für das Störpotential hat man natürlich auch die Reihenentwicklung des entsprechenden Geoids. Dieses ist geozentrisch gelagert und bezieht seinen Maßstab von der eingeführten Erdmasse. Da die

Reihenentwicklung endlich ist, geben die Geoidhöhen den globalen und regionalen Verlauf im allgemeinen gut wieder, können aber keine lokalen Details liefern. Die Genauigkeit der so bestimmten Geoidhöhen wird in Nordamerika und Europa mit  $\pm 2$  m bis  $\pm 3$  m angegeben, dürfte aber in abgelegenen Gebieten, vor allem in den Ozeanen, deutlich schlechter sein. Ein Vergleich globaler Geoidprofile für die verschiedenen Lösungen ist z.B. in Balmino et al. (1976) zu finden.

#### b) Satellitenaltimetrie

Dieses Verfahren hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen, da es gestattet, die Genauigkeit des Geoids in den Meeresgebieten um nahezu eine Größenordnung zu verbessern. Die Methode beruht auf dem einfachen Prinzip, die Entfernung zwischen Satellit und Meeresoberfläche zu messen, wobei der Meßstrahl als orthogonal auf der Oberfläche angenommen werden kann. Kennt man die Satellitenbahn genau und setzt man die Meeresoberfläche mit dem Geoid gleich, so ist eine direkte Bestimmung von Geoidprofilen möglich. Beide Bedingungen sind natürlich nur näherungsweise gegeben und die Genauigkeit der Geoidbestimmung kann daher nicht einfach der Entfernungsmeßgenauigkeit gleichgesetzt werden. Vorteilhaft wirkt sich aus, daß sich in vielen Gebieten die Geoidprofile überschneiden, sodaß Zwangsbedingungen eingeführt werden können, mit deren Hilfe man die Abhängigkeit von der Satellitenbahn größtenteils ausschalten kann. In Gebieten mit guter Datenbedeckung liegt die innere Genauigkeit des so bestimmten Geoids zwischen  $\pm 0,5$  m und  $\pm 0,7$  m. Die absoluten Geoidhöhen dürften eine Genauigkeit von  $\pm 2$  m haben. Einen guten Einblick in die Methodik und die praktischen Probleme geben Rummel und Rapp (1977).

Da die Satellitenaltimetrie in Gebirgsländern nicht anwendbar ist, liegt ihre Bedeutung für die Geoidbestimmung in Österreich im wesentlichen darin, daß in Zukunft die Mittel- und Fernzone in der Stokeschen Formel sehr viel genauer bestimmt werden können.

#### c) Gradiometrie

Bei dieser Methode werden zweite Gradienten des Schwerepotentials bzw. lineare Kombinationen dieser Gradienten gemessen. Diese Größen haben auf der Erdoberfläche einen stark lokalen Charakter und sind vor allem durch topographische Massenunregelmäßigkeiten beeinflusst. Die Verwendung terrestrischer Gradiometermessungen zur Geoidbestimmung ist daher problematisch, wie die Erfahrungen mit der Eötvös'schen Drehwaage zeigen. Mit zunehmendem Abstand von der Erdoberfläche werden aber die lokalen Anteile des Störfeldes herausgefiltert, und die so erhaltenen Daten lassen sich zur Bestimmung von Schwereanomalien und von Geoidhöhen verwenden. Zwei Anwendungen sind bisher vorgeschlagen und untersucht worden: Fluggradiometrie und Satellitengradiometrie.

Bei beiden Verfahren geht man davon aus, daß durch entsprechende Meßanordnung beliebige Gradienten bestimmt werden können. Im allgemeinen wird eine Kombination von drei Gradienten die besten Resultate liefern. Untersuchungen von Schwarz und Kryński (1977) haben gezeigt, daß bei der Geoidbestimmung mittels Satellitengradiometrie innere Genauigkeiten von  $\pm 0,7$  m bis  $\pm 1,0$  m auch in lokal begrenzten Gebieten zu erreichen sind. Allerdings muß man außerdem die Genauigkeit des Referenzpotentials sowie der Anfangswerte in Rechnung stellen, um den Fehler der absoluten Geoidhöhen zu schätzen. Dies gilt in gleicher Weise für die Fluggradiometrie, bei der infolge der niedrigeren Flughöhe die innere Genauigkeit bei etwa  $\pm 0,3$  m liegt (Schwarz, 1977). Beide Verfahren sind bisher nicht praktisch erprobt worden, da die instrumentelle Entwicklung noch nicht weit genug vorangeschritten ist. Die für die Fluggradiometrie benötigte Genauigkeit von  $\pm 1$  Eötvös wird aber inzwischen in Laboratoriumsversuchen regelmäßig erreicht, sodaß mit einer Erprobung in naher Zukunft zu rechnen ist.

#### d) Satellite-to-Satellite Tracking

Bei diesem Verfahren besteht das Meßsystem aus zwei Satelliten, deren Geschwindigkeitsdifferenz möglichst kontinuierlich gemessen wird. Es gibt also eine bevorzugte Meßrichtung, die durch den Vektor zwischen den beiden Satelliten angegeben wird. Die verschiedenen Ausführungen des Verfahrens unterscheiden sich nun durch Anordnung und Entfernung der Satelliten, sowie dadurch, daß zusätzliche Information über Lage und Richtung des Verbindungsvektors existiert oder nicht. Um sicherzustellen, daß die Geschwindigkeitsänderungen nur vom Schwerfeld abhängen, muß man andere Einflüsse weitgehend ausschalten. Die Hauptschwierigkeiten, die dabei auftreten, werden in Rummel und Reigber (1978) diskutiert. Untersuchungen von Kryński (1978) haben gezeigt, daß mit dieser Methode eine innere Genauigkeit von etwa  $\pm 1$  m für die lokale Geoidbestimmung erreicht werden kann. Das Verfahren ist in Versuchsmessungen erprobt worden, und es erscheint möglich, daß ein System dieser Art in naher Zukunft zur Verfügung stehen wird.

#### e) Doppler-Nivellement

Dieses Verfahren beruht wieder auf einem sehr einfachen Prinzip. Die dreidimensionalen Koordinaten, die sich aus Positionsbestimmung mittels Doppler ergeben, können in einfacher Weise durch Einführung einer Referenzfläche in ellipsoidische Koordinaten verwandelt werden. Hat man außerdem den orthometrischen Höhenunterschied für zwei so bestimmte Punkte, so erhält man aus der Differenz der ellipsoidischen und der orthometrischen Höhenunterschiede relative Geoidundulationen. Da orthometrische Höhenunterschiede für Punkte erster Ordnung entweder vorliegen, oder – wenn dies nicht der Fall ist – praktisch auch aus einer Verbindung von Nivellement und

trigonometrischer Höhenmessung abgeleitet werden können, wäre eine solche Bestimmung relativ einfach durchzuführen.

Kouba (1976) hat die Genauigkeit der relativen Geoidundulationen für Stationen untersucht, die 50 km voneinander entfernt liegen. Für die derzeit üblichen Dopplerausrüstungen gibt er eine Genauigkeit von  $\pm 0,4$  m an, hält aber bei gewisser instrumenteller Verbesserung  $\pm 0,2$  m für einen realistischen Wert. Versuchsmessungen bestätigen den ersten Wert. Es ist allerdings möglich, daß lokale Geoidstörungen und die unterschiedliche Genauigkeit der Bahnvorhersagen in verschiedenen Teilen der Erde einen größeren Einfluß haben als in diesen Werten zum Ausdruck kommt.

#### f) Trägheitsnavigation

Instrumente, die auf dem Prinzip der Trägheitsnavigation beruhen, sind relativ neu in der geodätischen Praxis. Sie werden heute fast ausschließlich zur Positionsbestimmung benutzt. Dabei integriert man Beschleunigungen, die in einem Inertialsystem gemessen werden, zweifach, um die Entfernung zwischen zwei Punkten in einem vorgegebenen Koordinatensystem zu erhalten. Bei der terrestrischen Verwendung dieser Meßsysteme lassen sich aber ebenso Änderungen des Schwerfelds bestimmen. Die Fahrzeuge (Lastwagen, Hubschrauber), die zum Transport des Instruments benutzt werden, stoppen alle 3 bis 4 Minuten, um die Nullanzeige der Beschleunigungsmesser zu kontrollieren. Aus diesen Messungen kann man die Änderung der Lotabweichungen relativ zum Anfangspunkt bestimmen. Untersuchungen in den kanadischen Rocky Mountains haben ergeben, daß sich Lotabweichungsdifferenzen zwischen Punkten, die nicht mehr als eine halbe Stunde Fahrzeit voneinander entfernt sind, mit einer Genauigkeit von weniger als  $\pm 1''$  bestimmen lassen. Da es sich bei den benutzten Instrumenten um die erste Generation handelt, liegen in dieser Entwicklung offensichtlich große Möglichkeiten für die Lotabweichungsbestimmung in Hochgebirgsländern. Die Verwendung dieser relativen Lotabweichungen erfolgt in der üblichen Weise im Rahmen der astrogeodätischen Geoidbestimmung.

### 5. Datenkombination

Bei der Fülle der in Abschnitt 1 und 4 beschriebenen Verfahren spielt die Frage der optimalen Kombination verschiedenartiger Datengruppen eine wesentliche Rolle. Dabei ist zu beachten, daß sich das Schwerfeld der Erde exakt nur durch eine unendliche Anzahl von Parametern beschreiben läßt, also z. B. durch eine unendliche Anzahl von Kugelfunktionskoeffizienten. Da die Anzahl der Meßwerte immer endlich ist, liegt im Prinzip ein unterbestimmtes Problem vor. Dazu kommt, daß die Meßgrößen im allgemeinen durch

Integral- oder Differentialoperatoren verbunden sind, und dadurch Approximationen, die für eine Datengruppe zulässig sind, bei einer anderen Gruppe wesentlichen Informationsverlust mit sich bringen.

In den letzten Jahren hat eine Methode zunehmend an Bedeutung gewonnen, die die oben angesprochenen Probleme in eleganter und numerisch einfacher Weise zu lösen gestattet. Sie ist als Kollokation nach kleinsten Quadraten bekannt geworden und vereinigt wesentliche Eigenschaften der Ausgleichsrechnung und der Prädiktion. Im folgenden soll keine Herleitung der Methode gegeben werden, sondern lediglich ihre Anwendung auf das Problem der Geoidbestimmung diskutiert werden. Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß die Herleitung in sehr unterschiedlicher Weise erfolgen kann, und daß jeder dieser Ansätze charakteristische Eigenschaften der Methode zur Geltung bringt. Einzelheiten sind in Moritz (1973) zu finden, einen kurz gefaßten Überblick gibt Moritz (1977 a).

Das Modell, das im folgenden betrachtet werden soll, hat die Form

$$x = AX + s + n.$$

Der Vektor  $x$  enthält die beobachteten Größen, die sich aus einem Parameteranteil  $AX$ , dem Anteil des Störfelds  $s$  und dem Fehleranteil  $n$  zusammensetzen. Dabei werden  $s$  und  $n$  als statistische Größen betrachtet, die durch ihre ersten zwei Momente, Mittelwert und Kovarianzfunktion, beschrieben sind. Die Lösung mit kleinster Varianz der obigen Gleichung lautet

$$\begin{aligned} X &= (A^T C_x^{-1} A)^{-1} A^T C_x^{-1} x, \\ s &= C_s C_x^{-1} (x - AX), \end{aligned}$$

wobei  $C_{xx}$  die Autokovarianzmatrix der Beobachtungen ist und  $C_{sx}$  die Kreuzkovarianzmatrix zwischen Signal  $s$  und Beobachtung  $x$ . Die Elemente der verschiedenen Kovarianzmatrizen sind diskrete Werte der entsprechenden Kovarianzfunktionen. Die verschiedenen Größen des anomalen Schwerefeldes sind durch Differential- und Integralbeziehungen streng miteinander verknüpft. Ihre Kovarianzfunktionen lassen sich deshalb von einer einzigen Kovarianzfunktion, z. B. der der Schwereanomalien, herleiten. Dies ist der Grund, warum die mathematischen Relationen zwischen verschiedenen Größen des Störfelds in dieser Methode streng berücksichtigt werden können. Es wird keine Diskretisierung der Integral- oder Differentialoperatoren vorgenommen, wie z. B. bei der üblichen Diskretisierung der Stokeschen Integralformel, sondern der entsprechende Operator wird auf die Kovarianzfunktion angewendet, und die so entstandene Funktion wird anschließend diskretisiert. Die Beziehungen zwischen der Kollokation nach kleinsten Quadraten und den klassischen Integralformeln wird in Moritz (1975) diskutiert. Einen Einblick in die Fragen, die bei der Bestimmung einer globalen Kovarianzfunktion auftreten, gibt Moritz (1977 b). Eine Diskussion der Probleme, die sich bei der Bestimmung des Geoids in der Bundesrepublik

Deutschland mittels eines modifizierten Kollokationsverfahrens ergaben, ist in Lelgemann (1977) zu finden.

Zum Verständnis des Ausgangsmodells ist es hilfreich, sich die Bedeutung der verschiedenen Terme für die vorher diskutierten Meßverfahren klar zu machen. Das Signal  $s$ , das im vorliegenden Fall zu bestimmen ist, ist die Geoidundulation  $N$ . Die Meßgrößen  $x_i$ , die zu seiner Bestimmung verwendet werden, sind Schwereanomalien, Lotabweichungen, Altimetermessungen, Gradiometermessungen usw. Der Parameterterm  $AX$  umfaßt alle systematischen Anteile, die in diesen Messungen enthalten sind, also z. B. Drift und Kalibrierungsfehler bei Schwere- und Gradiometermessungen, Fehler in den Anfangswerten bei Lotabweichungen und Gradiometermessungen, Fehler des Referenzfeldes bei Altimeter- und Dopplermessungen, Differenz zwischen Meerestopographie und Geoid bei Altimetermessungen. Der Fehlervektor  $n$  enthält alles, was nicht in  $s$  oder  $AX$  enthalten ist, d.h. die Grenzen zwischen den drei Termen sind nicht starr. So ist es bei zunehmender Verfeinerung der Meßmethoden häufig der Fall, daß systematische Anteile in den Residuen entdeckt werden, die dann durch  $AX$  modelliert werden können. Im allgemeinen wird man bei der Komplexität der in Abschnitt 4 besprochenen Meßsysteme davon ausgehen müssen, daß die Elemente des Vektors  $n$  nicht mehr unkorreliert sind.

Die Kombination sehr unterschiedlicher Datengruppen bringt natürlich eine Reihe interessanter numerischer Fragen mit sich. Da die theoretischen Vorteile des Modells durch numerische Instabilitäten vollständig zunichte gemacht werden können, ist es wichtig, diese Fragen in Voruntersuchungen abzuklären. Bei den hier anfallenden großen Datenmengen empfiehlt es sich, schrittweise vorzugehen, um zu verstehen, was jede Datengruppe zur Gesamtlösung beiträgt und wie eine optimale Konfiguration aussieht. Für einen Teil der hier besprochenen Verfahren sind diese Genauigkeitsuntersuchungen in den letzten Jahren am Institut für Erdmessung und physikalische Geodäsie in Graz (Prof. Moritz) durchgeführt worden. Die Kombination von Kugelfunktionskoeffizienten und Schwereanomalien ist in Schwarz (1975) behandelt, die Kombination von Lotabweichungen und Schwereanomalien in Lachapelle (1975), die Kombination von Gradiometer- und Altimeterdaten in Schwarz (1976) und die Kombination von Schwereanomalien und Gradiometerdaten in Schwarz und Kryński (1977). Diese Untersuchungen haben gezeigt, daß die Datenkonfiguration für eine stabile Lösung sehr wesentlich ist, und daß im allgemeinen größere Datenmengen ohne Genauigkeitsverluste durch repräsentative Werte dargestellt werden können. Der Genauigkeitsgewinn, der sich bei den einzelnen Kombinationen ergibt, ist unterschiedlich, er kann jedoch bis zu 60% gegenüber den Einzellösungen betragen. Dazu kommt die größere Zuverlässigkeit der Ergebnisse, da systematische Fehler einer Datengruppe entweder entdeckt werden oder in die Fehlerschätzungen eingehen, und damit übermäßig optimistische Aussagen vermieden werden.

Versucht man abzuschätzen, welche Rolle die verschiedenen Verfahren bei der Geoidbestimmung in Österreich spielen können, so kann man leicht drei Gruppen unterscheiden. Globale Satellitenlösungen und Satellitenaltimetrie liefern ein Referenzfeld höherer Ordnung und gestatten es, die Mittel- und Fernzone in der Stokeschen Formel mit bisher nicht verfügbarer Genauigkeit zu bestimmen. Eine Kombination von Lotabweichungen und Schweredaten ergänzt durch Dopplernivellement wird zumindest in naher Zukunft das detaillierte Geoid in Österreich liefern. Dabei sollte man vor allem die Möglichkeiten im Auge behalten, die sich durch die Verwendung von Inertialinstrumenten für die Messung von Lotabweichungsdifferenzen ergeben. Eine rasche Verdichtung des geplanten Lotabweichungsnetzes wäre in dieser Weise möglich. Schließlich könnten Gradiometrie und Satellite-to-Satellite Tracking eine wesentliche Verstärkung des bis dahin berechneten Geoides liefern, wobei vor allem durch Fluggradiometrie weitere Verbesserungen in schwer zugänglichen Gebieten zu erwarten sind.

#### Literatur

- Balmino, G, Ch. Reigber and B. Moynot (1976):* The GRIM 2 Earth gravity field model. Deutsche Geodätische Kommission, Reihe A, Heft Nr. 88, München.
- Elmiger, A. (1969):* Studien über Berechnung von Lotabweichungen aus Massen, Interpolation von Lotabweichungen und Geoidbestimmung in der Schweiz. Dissertation an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich.
- Kouba, J. (1976):* Doppler Levelling. The Canadian Surveyor, Vol. 30, No. 1, pp. 21–32.
- Kryński, J., H. Noë, K. P. Schwarz and H. Sünkel (1977):* Numerical studies and programs for interpolation and collocation. Mitteilungen der geodätischen Institute der TU Graz, Folge 26.
- Kryński, J. (1978):* Possibilities of low-low satellite-to-satellite tracking for local geoid improvement. Mitteilungen der geodätischen Institute der TU Graz, Folge 31.
- Lachapelle, G. (1975):* Determination of the geoid using heterogeneous data. Mitteilungen der geodätischen Institute der TU Graz, Folge 19.
- Leigemann, D. (1977):* Ein Verfahren zur astrogravimetrischen Geoidbestimmung. Im Druck.
- Moritz, H. (1973):* Least-squares collocation. Deutsche Geodätische Kommission, Reihe A, Heft 15, München.
- Moritz, H. (1975):* Integral formulas and collocation. OSU Report No. 234, Department of Geodetic Science, The Ohio State University, Columbus, Ohio.
- Moritz, H. (1977a):* Least-squares collocation and the gravitational inverse problem. Journal of Geophysics, vol. 43, pp. 153–162.
- Moritz, H. (1977b):* On the computation of a global covariance model. OSU Report No. 255, Department of Geodetic Science, The Ohio State University, Columbus, Ohio.
- Rummel, R. and R. H. Rapp (1977):* Undulation and anomaly estimation using GEOS-3 altimeter data without precise satellite orbits. Bulletin Géodésique, vol. 51, pp. 73–88.
- Rummel, R., Ch. Reigber and K. H. Ilk (1978):* The use of satellite-to-satellite tracking for gravity parameter recovery. Presented at European Workshop, Schloss Elmau.

*Schwarz, K. P. (1975):* Zonal harmonic coefficients by least-squares collocation using satellite and gravimetric data. Mitteilungen der geodätischen Institute der TU Graz, Folge 20.

*Schwarz, K. P. (1976):* Geodetic accuracies obtainable from measurements of first and second order gravitational gradients. OSU Report No. 242, Department of Geodetic Science, The Ohio State University, Columbus, Ohio.

*Schwarz, K. P. (1977):* Airborne inertial systems for gravity determination in ocean areas. Proceedings of the 1st International Symposium on Inertial Technology for Surveying and Geodesy, Ottawa.

*Schwarz, K. P. and J. Kryński (1977):* Improvement of the geoid in local areas by satellite gradiometry. Bulletin Géodésique, vol. 51, pp. 163–176.

*Sünkel, H. (1977a):* Spline functions and geodetic integral formulas. Vorgelegt beim International Symposium on Optimization of Design and Computation of Control Networks, Sopron.

*Sünkel, H. (1977b):* Die Darstellung geodätischer Integralformeln durch bikubische Spline-Funktionen. Mitteilungen der geodätischen Institute der TU Graz, Folge 28.

## Zur Geometrie des normalen Schwerfeldes

Von *Hans Sünkel*, Graz

### Zusammenfassung

Im ersten Teil der vorliegenden Arbeit werden für ein rotierendes Bezugsellipsoid die Beziehungen zwischen Normalschwerelinien, Isozenithlinien und Normalotlinien anhand der verschiedenen Formulierungen der Randbedingung der physikalischen Geodäsie gezeigt. Der zweite Teil zeigt für ein nichtrotierendes Bezugsellipsoid die Zusammenhänge zwischen Normalschwerelinien, Äquigravitationslinien und Isozenithlinien im gewöhnlichen physikalischen Raum sowie im Schwereraum.

### 1. Einleitung

Das letzte Jahrzehnt war für die physikalische Geodäsie zu einem guten Teil gekennzeichnet vom Streben nach einer mathematisch strengen Formulierung und Lösung des nun bereits klassischen Randwertproblems der physikalischen Geodäsie: der Bestimmung der physikalischen Erdoberfläche bei vollständiger Kenntnis des Schwerepotentials und des Schwerevektors auf dieser Fläche. Die bisherigen einschlägigen Arbeiten auf diesem Gebiet sind gekennzeichnet durch Approximationen, welche zwar keinerlei praktische Konsequenzen zur Folge haben, jedoch eine strenge Formulierung verhindern. Es ist das Verdienst von T. Krarup (1973) und P. Meissl (1971), das Randwertproblem streng formuliert und linearisiert zu haben. Wesentlich

dabei ist der mathematische Ausdruck für die Randbedingung, worin bei verschiedenen Formulierungen Ableitungen entlang von unterschiedlichen Linien enthalten sind. Die geometrischen Eigenschaften dieser Linien wollen wir im Kapitel 2 diskutieren. Einschlägige Untersuchungen auf diesem Gebiet findet man in (Grafarend, 1977) und (Marussi, 1974).

Eine gänzlich neue Formulierung des geodätischen Randwertproblems wurde vor kurzem von F. Sansò (1977 a, b) gegeben. Der Grundgedanke war, die Abhängigkeit des Schwerevektors vom Ortsvektor umzukehren, was gleichbedeutend ist mit dem Übergang von kartesischen zu krummlinigen Koordinaten im gewöhnlichen physikalischen Raum oder aber mit dem Beibehalten der kartesischen Koordinaten in einem Schwereraum, der durch Schwerevektoren aufgespannt ist. Die Transformation ist allerdings nur für nichtrotierende gravitierende Körper eindeutig. Wir zeigen im dritten Kapitel die geometrischen Eigenschaften von Koordinatenlinien, Äquigravitationslinien und Isozenithlinien in der Beziehung zwischen dem gewöhnlichen Raum und dem Schwereraum daher nur für ein nichtrotierendes Bezugsellipsoid.

## 2. Randbedingung und ausgezeichnete Linien

Die übliche Linearisierung des Problems von Molodenski erfolgt über eine der physikalischen Erdoberfläche ähnliche und ihr benachbarte Fläche, genannt Telluroid. In der herkömmlichen Definition ist das Telluroid eine Fläche, welche der Erdoberfläche so zugeordnet wird, daß entsprechende Punkte auf der (streng genommen nicht bekannten) Ellipsoidnormalen liegen und das Normalpotential eines Telluroidpunktes gleich dem tatsächlichen Schwerepotential des zugeordneten Punktes auf der Erdoberfläche ist. Es gibt daher eine im allgemeinen nicht verschwindende Schwereanomalie  $\Delta g$ , während zufolge der obigen Definition die Potentialanomalie  $\Delta W$  gänzlich verschwindet (wenn man von einem konstanten Maßstabsfaktor absieht).

Krarp gab 1973 eine wesentlich allgemeinere Definition des Telluroids, wonach anstelle der bisherigen Zusatzforderungen (Punktzunordnung über Ellipsoidnormale,  $\Delta W = 0$ ) lediglich eine eindeutige, ansonst aber beliebige, Punktzunordnung tritt.

Die Randbedingung für dieses allgemeine Telluroid lautet im System der kartesischen Koordinaten (Krarp, 1973):

$$T + m_i \nabla_i T = \Delta W + m_i \Delta g_i \quad (2-1)$$

$$\text{mit } \gamma_i = - \frac{\partial^2 U}{\partial x_i \partial x_j} m_j ,$$

- $x_i$  ... kartesische Koordinaten
- $\gamma_i$  ... Komponenten des Normalschwerevektors im System  $\{x_i\}$
- $\Delta g_i$  ... Komponenten des Schwereanomalie-Vektors im System  $\{x_i\}$
- $U$  ... normales Schwerepotential
- $T$  ... Störpotential ( $T = W - U$ )
- $\Delta W$  ... Schwerepotentialanomalie.

Gleichung (2-1) stellt die Randbedingung für das linearisierte Molodenski-Problem dar; ihre Ähnlichkeit mit der uns vertrauten Form der Randbedingung ist nur vage gegeben. Wesentlich deutlicher wird sie jedoch, wenn wir von den geradlinigen kartesischen Koordinaten  $\{x_i\}$  auf das System der krummlinigen Koordinaten  $\{\gamma_i\}$  übergehen:

$$T - \gamma_i \frac{\partial T}{\partial \gamma_i} = \Delta W + m_i \Delta g_i \quad (2-2)$$

In (2-2) ist also unter anderem das Störpotential nach den krummlinigen Koordinatenlinien  $\gamma_i$  abzuleiten. Wir wollen uns daher ein wenig mit diesen Koordinatenlinien beschäftigen.

### 2.1 Die $\gamma_i$ -Koordinatenlinien

Die kartesischen Komponenten  $\gamma_i$  des Normalschwerevektors  $\underline{\gamma}$  sind durch

$$\gamma_i = - \nabla_i U = - \nabla_i (V + \Phi) \quad (2-3)$$

vom Normalpotential abhängig. Dessen Rotationssymmetrie erlaubt es uns, alle Ableitungen in einer Meridianebene durchzuführen. Als ausgezeichnete Meridianebene wählen wir vorzugsweise die Ebene  $\lambda = 0$ . Damit verschwindet aber die zweite Komponente  $\gamma_2$  sowie  $x_2$ , sodaß nur mehr folgende Abhängigkeiten gegeben sind:

$$\begin{aligned} \gamma_1 &= \gamma_1(x_1, x_3) & x_1 &= x_1(\gamma_1, \gamma_3) \\ \gamma_3 &= \gamma_3(x_1, x_3) & x_3 &= x_3(\gamma_1, \gamma_3) \end{aligned} \quad (2-4)$$

Die  $\gamma_i$ -Koordinatenlinien in dieser Nullmeridianebene sind daher definiert durch  $\gamma_3 = \text{const.}$  ( $\gamma_1$ -Linie) und  $\gamma_1 = \text{const.}$  ( $\gamma_3$ -Linie). Stellen wir das normale Gravitationspotential  $V$  vorteilhafterweise als Funktion der Kugelkoordinaten  $(r, \Theta, \lambda)$  dar, so sind die Komponenten des Normalschwerevektors durch

$$\begin{aligned} \gamma_1(r, \theta) &= \sin\theta \frac{\partial V}{\partial r} + \cos\theta \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial \theta} + \omega^2 r \sin\theta \\ \gamma_3(r, \theta) &= \cos\theta \frac{\partial V}{\partial r} - \sin\theta \frac{1}{r} \frac{\partial V}{\partial \theta} \end{aligned} \quad (2-5)$$

gegeben (Heiskanen-Moritz, 1967, S. 230).

Da das Gravitationspotential des Bezugsellipsoids nur gering von dem eines Massenpunktes abweicht, konvergiert die Kugelfunktionsreihe sehr rasch. Wir wollen lediglich das Verhalten der  $\gamma$ -Koordinatenlinien beschreiben und begnügen uns daher mit einer Reihenentwicklung bis zum 2. Grad:

$$V(r, \theta) \doteq \frac{kM}{r} \left[ 1 - \left(\frac{a}{r}\right)^2 J_2 P_2(\cos \theta) \right].$$

Führen wir die in (2-5) geforderten Differentiationen durch, so erhalten wir den folgenden Ausdruck:

$$\gamma_1(r, \theta) = -\frac{kM}{r^2} \left[ 1 + \frac{3}{2} \left(\frac{a}{r}\right)^2 J_2 (1 - 5 \cos^2 \theta) \right] \sin \theta + \omega^2 r \sin \theta \quad (2-5)'$$

$$\gamma_3(r, \theta) = -\frac{kM}{r^2} \left[ 1 + \frac{3}{2} \left(\frac{a}{r}\right)^2 J_2 (3 - 5 \cos^2 \theta) \right] \cos \theta.$$

Diese beiden Gleichungen lassen sich nun auf sehr einfache Weise durch Transformation in Abhängigkeit der kartesischen Koordinaten  $x_1, x_3$  darstellen ( $x = r = (x_1^2 + x_3^2)^{1/2}$ ):

$$\gamma_1(x_1, x_3) = -\frac{kM}{x^3} \left\{ 1 + \frac{3}{2} \left(\frac{a}{x}\right)^2 J_2 \left[ 1 - 5 \left(\frac{x_3}{x}\right)^2 \right] \right\} x_1 + \omega^2 x_1 \quad (2-5)''$$

$$\gamma_3(x_1, x_3) = -\frac{kM}{x^3} \left\{ 1 + \frac{3}{2} \left(\frac{a}{x}\right)^2 J_2 \left[ 3 - 5 \left(\frac{x_3}{x}\right)^2 \right] \right\} x_3.$$

Die Gleichungen der  $\gamma_1$ - und  $\gamma_3$ -Linien lassen sich allerdings einfacher über (2-5)' herleiten und daher in Kugelkoordinaten (bzw. Polarkoordinaten) angeben. Das System (2-5)' ist nichtlinear; wir wählen daher ein Iterationsverfahren.

Entlang der  $\gamma_1$ -Linie ist  $\gamma_3 = \text{const.} = -c_3$ . Da das 2. Glied im Klammerausdruck von (2-5)' wesentlich kleiner als 1 ist, genügt es, für die Größe  $\cos \theta / r^2$  eine Näherung einzuführen, welche durch sphärische Approximation erhalten wird:

$$\frac{1}{r^2} \cos \theta \doteq \frac{c_3}{kM}.$$

Somit lauten die Polarkoordinatendarstellungen der  $\gamma_1$ -Linien:

$\gamma_1$ -Linien:

$$r_1(\theta; \gamma_3) = \left\{ -\frac{kM}{\gamma_3} \cos \theta - \frac{3}{2} a^2 J_2 (-3 + 5 \cos^2 \theta) \right\}^{1/2} \quad (2-6)$$

$\gamma_3$ -Linien:

$$r_3(\theta; \gamma_1) = \left\{ -\frac{kM}{\gamma_1} \sin \theta - \frac{3}{2} a^2 J_2 (-1 + 5 \cos^2 \theta) - \omega^2 \left[ \frac{(kM)^3 \sin^5 \theta}{\gamma_1} \right]^{1/2} \right\}^{1/2}$$

Figur 1 zeigt  $\gamma_1$ - und  $\gamma_3$ -Linien im System der kartesischen Koordinaten für das Bezugsellipsoid.

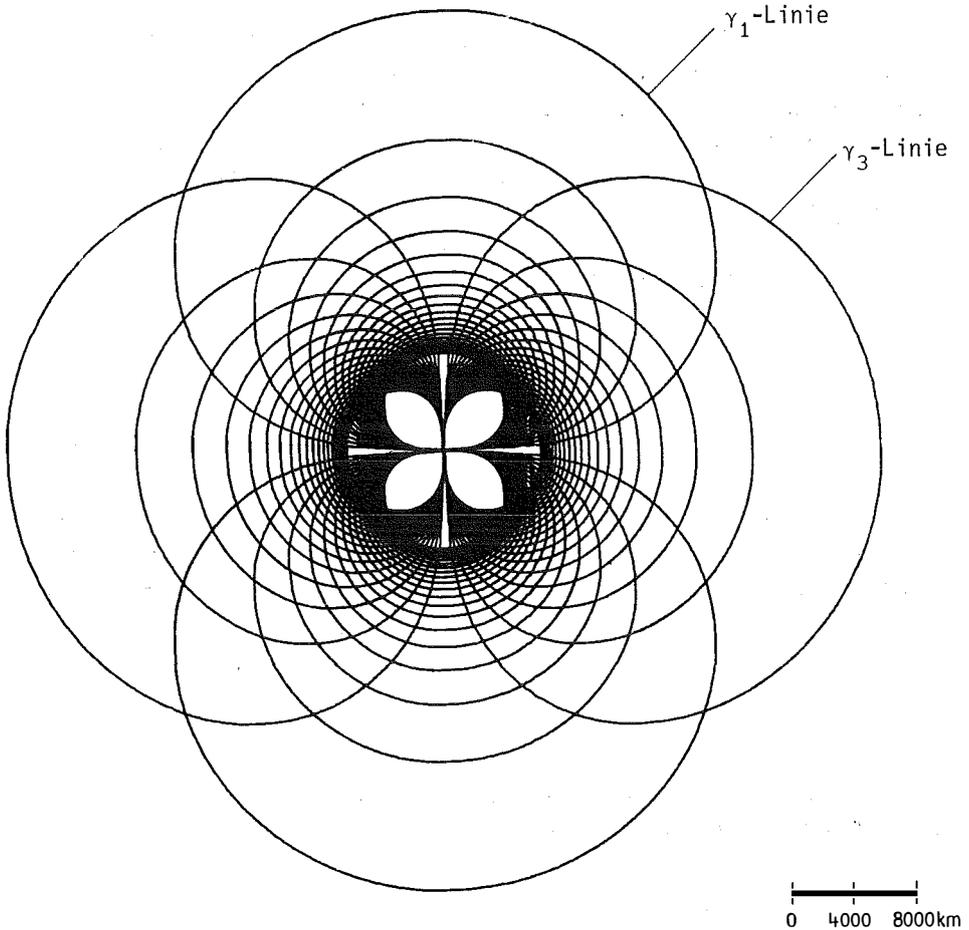


Fig. 1  $\gamma$ -Koordinatenlinien

### 2.2 Die Isozenithallinien

Die Randbedingung (2-2) ist von noch recht komplizierter Bauart, besonders was die Ableitung nach den (auch in Ellipsoidnähe) stark gekrümmten  $\gamma$ -Koordinatenlinien betrifft. Ein eleganter Ausweg aus diesem Dilemma eröffnet sich durch die Einführung von sogenannten Quasi-Kugelkoordinaten ( $\rho, \phi, \lambda$ ), welche mit den Komponenten  $\gamma$  des Normalschwerevektors in folgender Verbindung stehen:

$$\gamma_i = \gamma \ell_i = - \frac{kM}{\rho^2} \ell_i \quad (2-7)$$

$$\text{mit } \underline{\ell}^T := (\cos\phi\cos\lambda, \cos\phi\sin\lambda, \sin\phi) .$$

Der Einheitsfaktor  $\underline{\ell}$  gibt die Richtung des Normalschwerevektors  $\underline{\gamma}$  an. Da im Falle des nichtrotierenden Massenpunktes die Größe  $\rho$  in Gleichung (2-7) exakt mit dem Abstand  $r$  vom Ursprung übereinstimmt, und das Ellipsoidpotential nur geringfügig von dem eines Massenpunktes abweicht, wird auch hier  $\rho$  eine ähnliche Bedeutung wie  $r$  besitzen; daher wohl die Bezeichnung Quasi-Kugelkoordinaten.

In diesem Koordinatensystem kann die Randbedingung (2-2) in folgender Form dargestellt werden (Moritz, 1977):

$$T + \frac{\rho}{2} \frac{\partial T}{\partial \rho} = \Delta W + m_i \Delta g_i . \quad (2-8)$$

Die Ableitung des Störpotentials nach  $\rho$  ist gleichbedeutend mit der Ableitung entlang einer Linie konstanter Zenitdistanz; eine solche Linie heißt Isozenithallinie.

Aus Symmetriegründen führen wir wie bisher die Ableitungen in der Ebene des Nullmeridians durch, sodaß wir auf Grund der Forderung konstanter Zenitdistanz bereits die Gleichung der Isozenithallinie direkt angeben können:

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_3} = \frac{\frac{\partial U}{\partial x_1}}{\frac{\partial U}{\partial x_3}} = \text{const.} = \tan\theta_0 . \quad (2-9)$$

Setzen wir in (2-9) für  $\gamma_1$  und  $\gamma_3$  (2-5) ein, so lautet eine implizite Gleichung der Isozenithallinie in Polarkoordinaten ( $r, \theta$ ):

$$\frac{\left[1 - \frac{3}{2}\left(\frac{a}{r}\right)^2 J_2(-1 + 5\cos^2\theta)\right] - \frac{\omega^2 r^3}{kM}}{\left[1 - \frac{3}{2}\left(\frac{a}{r}\right)^2 J_2(-3 + 5\cos^2\theta)\right]} \tan\theta = \tan\theta_0 . \quad (2-10)$$

(Die Kugelfunktionsreihe für das normale Gravitationspotential wurde auch hier beim Grad 2 abgebrochen.) Da in den beiden obigen Klammerausdrücken das zweite Glied stets sehr klein ist verglichen mit 1, können wir eine Reihenentwicklung durchführen und erhalten so bei Vernachlässigung von Gliedern in der Größenordnung von  $J_2^2$

$$\frac{1 - \frac{3}{2}\left(\frac{a}{r}\right)^2 J_2(-1 + 5\cos^2\theta)}{1 - \frac{3}{2}\left(\frac{a}{r}\right)^2 J_2(-3 + 5\cos^2\theta)} = 1 - 3\left(\frac{a}{r}\right)^2 J_2 . \quad (2-11 a)$$

In Ellipsoidnähe ist das Glied  $\frac{\omega^2 r^3}{kM} = 0(J_2)$ , daher gilt

$$\frac{\omega^2 r^3}{kM} \left[ 1 - \frac{3}{2} \left(\frac{a}{r}\right)^2 J_2 (-3 + 5 \cos^2 \theta) \right]^{-1} \doteq \frac{\omega^2 r^3}{kM} . \quad (2-11 b)$$

Setzen wir (2-11 a, b) in (2-10) ein, so lautet schließlich die Gleichung der Isozenithallinie in Ellipsoidnähe in impliziter Form:

$$\tan \theta = \tan \theta_o \left[ 1 + 3 \left(\frac{a}{r}\right)^2 J_2 + \frac{\omega^2 r^3}{kM} \right] . \quad (2-10)'$$

Es scheint an dieser Stelle angebracht zu sein, auf den Sonderfall der nichtrotierenden Niveaueugel hinzuweisen: in diesem Fall ist  $J_2 = 0$  und  $\omega = 0$ ; d. h.  $\tan \theta = \tan \theta_o$ , was gleichbedeutend ist mit  $\theta = \theta_o = \text{const}$ . Die Isozenithallinien entarten also zu Geraden. Die Krümmlichkeit der Isozenithallinien des Bezugsellipsoids wird daher vor allem durch  $\omega$  und  $J_2$  hervorgerufen. Wie stark die Krümmung ist, erfahren wir durch Untersuchung der Richtungsänderung der Isozenithallinie mit zunehmender Bogenlänge (zunehmender Höhe über dem Ellipsoid):

$$\frac{d\theta}{dr} = \frac{1}{r} \cos^2 \theta \tan \theta_o \left[ -6 \left(\frac{a}{r}\right)^2 J_2 + \frac{3\omega^2 r^3}{kM} \right] . \quad (2-12)$$

Wir machen nun von der sphärischen Approximation Gebrauch und ersetzen (in Ellipsoidnähe)  $r$  durch  $R \doteq a$  und weiters  $dr$  durch  $dh$  (Element der Höhe über dem Ellipsoid):

$$d\theta = \frac{1}{2} \frac{dh}{R} \sin 2\phi_o \left[ -6J_2 + \frac{3\omega^2 a^3}{kM} \right] . \quad (2-12)'$$

Der Klammerausdruck in (2-12)' läßt sich im Rahmen der durchgeführten Approximation noch weiter vereinfachen zu

$$\begin{aligned} -6J_2 + \frac{3\omega^2 a^3}{kM} &\doteq 3e^2 - 15J_2 \doteq 3e^2 - 5e^1{}^2 + 5m \\ &\doteq 2(f^* - f) \end{aligned} \quad (2-13)$$

mit  $f \dots$  geometrische Abplattung,  $f^* \dots$  Schwereabplattung. Bezeichnen wir mit  $\phi_o$  die geodätische Breite eines Ellipsoidpunktes, so kann die Abweichung der Richtung der Isozenithallinie von der Ellipsoidnormalen für einen Punkt mit der geodätischen Höhe  $h$  durch folgende einfache Beziehung ausgedrückt werden:

$$\begin{aligned} \delta\phi &= \frac{h}{R} (f^* - f) \sin 2\phi_o \\ &= 0''06 h_{km} \cdot \sin 2\phi_o . \end{aligned} \quad (2-14)$$

Die Isozenithallinien sind im Falle eines rotierenden Bezugsellipsoids daher stets bezüglich des Äquators konkav gekrümmt. Gleichung (2-12)' können wir entnehmen, daß der Einfluß des  $\omega$ -Gliedes etwa doppelt so stark ist wie der

des  $J_2$ -Gliedes. Die Krümmung der Isozenithallinien wird daher hauptsächlich durch  $\omega$  bestimmt. Im Falle des nichtrotierenden Ellipsoids sind die Isozenithallinien zwar konvex bezüglich des Äquators gekrümmt, die Krümmung jedoch ist äußerst gering und nimmt mit zunehmender Entfernung vom Ellipsoid rasch ab. Die Isozenithallinien gehen daher in gerade Linien über. Die Figur 2 zeigt Scharen von Isozenithallinien und Lotlinien für das Bezugsellipsoid 1967.

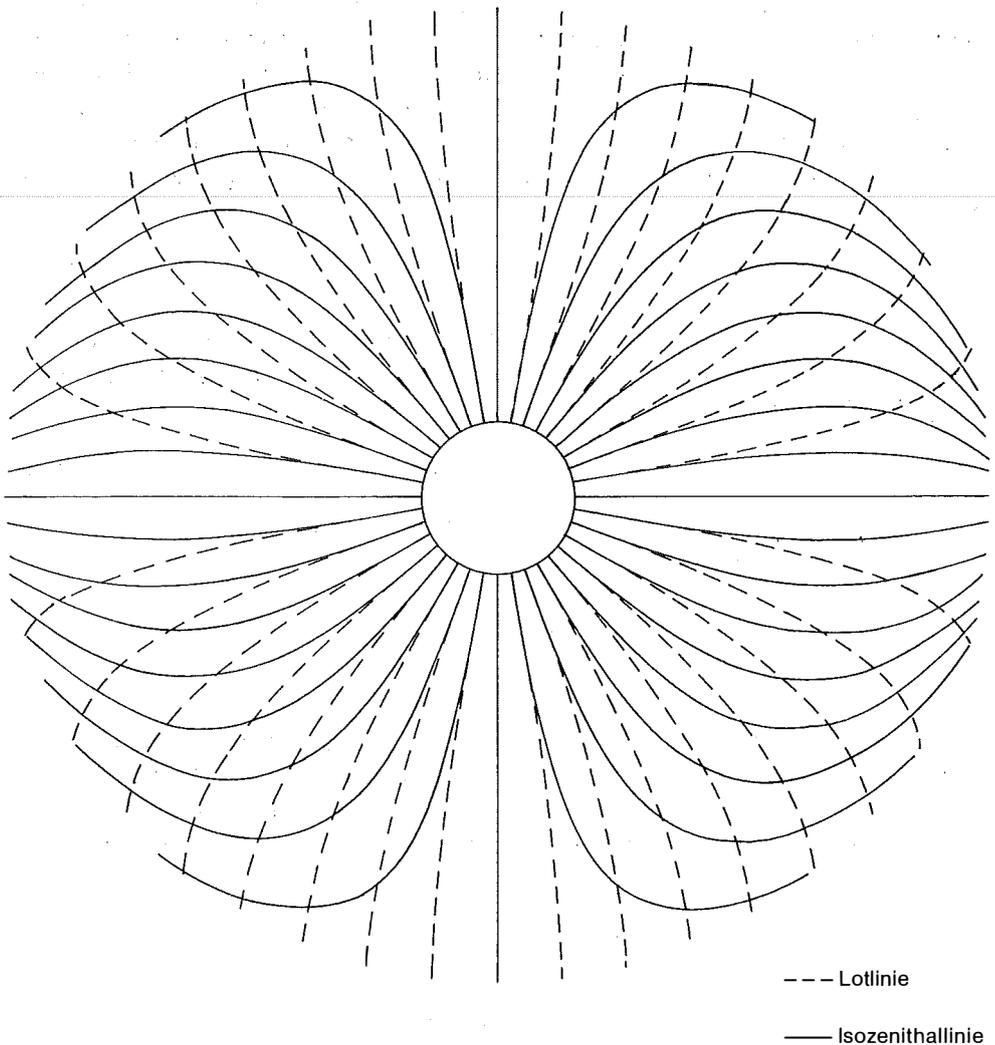


Fig. 2 Lotlinien und Isozenithallinien

Die Gleichung (2–8), in der die Ableitung  $\partial T / \partial p$  vorkommt (das ist die Ableitung entlang der eben diskutierten Isozenithallinie), kann noch ein wenig vereinfacht werden durch den Übergang auf die Bogenlänge  $\tau$  der Isozenithallinie (Moritz, 1977):

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} - \frac{1}{\gamma} \frac{\partial \gamma}{\partial \tau} T = - \Delta g' - \frac{1}{\gamma} \frac{\partial \gamma}{\partial \tau} \Delta W . \tag{2-15}$$

( $\Delta g'$  ist hier die Projektion des Schwereanomalienvektors auf den Tangenteneinheitsvektor an die Isozenithallinie.)

### 2.3 Die Normalotlinien

Wählen wir als Telluroid das „Marussi-Telluroid“ mit  $\Delta W = 0$ , so sehen wir die große Ähnlichkeit der für das linearisierte Molodenski-Problem *streng* gültigen Randbedingung (2–15) mit der herkömmlichen *approximativ* gültigen (Heiskanen-Moritz, 1967)

$$\frac{\partial T}{\partial h} - \frac{1}{\gamma} \frac{\partial \gamma}{\partial h} T = - \Delta g . \tag{2-16}$$

$h$  bezeichnet in diesem Zusammenhang die Ableitung entlang der normalen Lotlinie. An dieser Stelle scheint es angebracht, auf die Abweichung der Normalotlinie von der Isozenithallinie hinzuweisen. Die Richtungsdifferenz zwischen der Ellipsoidnormalen und der Normalotlinie ist durch

$$\delta \phi = - \frac{h}{R} f^* \sin 2\phi_0 = - 0.17 h_{\text{km}} \sin 2\phi_0 \tag{2-17}$$

(Heiskanen-Moritz, 1967, S. 196) gegeben. Der Vergleich mit Gleichung (2–14) zeigt, daß die Richtungsdifferenz zwischen Lotlinie und Ellipsoidnormale – obgleich sehr gering – etwa  $3 \times$  so groß ist wie die Differenz zwischen Isozenithallinie und Ellipsoidnormale und überdies entgegengesetztes Vorzeichen besitzt. Die Lotlinie ist im Falle des rotierenden Bezugsellipsoids bezüglich des Äquators konvex gekrümmt (siehe Figur 2).

### 2.4 Äquigravitationslinien

Im normalen physikalischen Raum spielen die Äquigravitationslinien zwar keine besondere Rolle, von Interesse sind sie allerdings im Schwereraum, mit dem wir uns im nächsten Kapitel beschäftigen werden.

Die Äquigravitationslinien, welche wir wieder in der Nullmeridianebene diskutieren werden, sind gekennzeichnet durch den konstanten Betrag der normalen Gravitation  $\bar{\gamma}$  entlang der Linie und genügen daher mit  $x := (x_1^2 + x_3^2)^{1/2}$  der Gleichung

$$\bar{\gamma}(x, \theta) = [\bar{v}_i V(x, \theta) \nabla_i V(x, \theta)]^{1/2} = \text{const.} \tag{2-18}$$

Wir suchen eine Parameterdarstellung der Äquigravitationslinien in der Form

$$x_1 = x_1(\phi; \bar{\gamma}), \quad x_3 = x_3(\phi; \bar{\gamma})$$

und benötigen dazu zunächst Ausdrücke für  $\bar{\gamma}_1(x_1, x_3)$ ,  $\bar{\gamma}_2(x_1, x_3)$  und  $\bar{\gamma}(x_1, x_3)$ . Die beiden ersten werden uns mit  $\omega = 0$  direkt durch (2–5)“ geliefert, den letzten erhalten wir durch  $\bar{\gamma} = (\bar{\gamma}_1^2 + \bar{\gamma}_3^2)^{1/2}$  ;

$$\begin{aligned} \bar{\gamma}_1(x_1, x_3) &= -\frac{kM}{x^3} x_1 \left\{ 1 + \frac{3}{2} \left(\frac{a}{x}\right)^2 J_2 \left[ 1 - 5 \left(\frac{x_3}{x}\right)^2 \right] \right\} \\ \bar{\gamma}_3(x_1, x_3) &= -\frac{kM}{x^3} x_3 \left\{ 1 + \frac{3}{2} \left(\frac{a}{x}\right)^2 J_2 \left[ 3 - 5 \left(\frac{x_3}{x}\right)^2 \right] \right\} \\ \bar{\gamma}(x_1, x_3) &= \frac{kM}{x^2} \left\{ 1 + \frac{3}{2} \left(\frac{a}{x}\right)^2 J_2 \left[ 1 - 3 \left(\frac{x_3}{x}\right)^2 \right] \right\} \end{aligned} \quad (2-19)$$

Die entsprechenden Gleichungen für den Massenpunkt ergeben sich trivialerweise aus (2–19) mit  $J_2 = 0$ :

$$\bar{\gamma}_1^o = -\frac{kM}{x^3} x_1, \quad \bar{\gamma}_3^o = -\frac{kM}{x^3} x_3, \quad \bar{\gamma}^o = \frac{kM}{x^2}. \quad (2-20)$$

Da die  $J_2$  enthaltenden Terme in (2–19) sehr klein sind verglichen mit 1, genügt es, im Rahmen der hier ohnehin enthaltenen Approximation die sphärischen Ausdrücke (2–20) einzusetzen. Wir ersetzen daher im geschwungenen Klammerausdruck  $1/x^2$  durch  $\bar{\gamma}/kM$  sowie  $(x_3/x)^2$  durch  $(\bar{\gamma}_3/\bar{\gamma})^2$ . Damit erhält die dritte Gleichung aus (2–19) die Form

$$\bar{\gamma}(x, \bar{\gamma}_3) = \frac{kM}{x^2} \left\{ 1 + \frac{3}{2} \frac{a^2 \bar{\gamma}}{kM} J_2 \left[ 1 - 3 \left(\frac{\bar{\gamma}_3}{\bar{\gamma}}\right)^2 \right] \right\}. \quad (2-21)$$

Die Auflösung nach  $x$  erfolgt durch Reihenentwicklung des entsprechenden Wurzelausdruckes und Abbruch nach dem linearen Glied und liefert

$$x(\bar{\gamma}, \bar{\gamma}_3) = \left(\frac{kM}{\bar{\gamma}}\right)^{1/2} \left\{ 1 + \frac{3}{4} \frac{a^2 \bar{\gamma}}{kM} J_2 \left[ 1 - 3 \left(\frac{\bar{\gamma}_3}{\bar{\gamma}}\right)^2 \right] \right\}. \quad (2-22)$$

Nun können wir die ersten beiden Gleichungen aus (2–19) nach  $x_1$  bzw.  $x_3$  auflösen und erhalten

$$x_1(\bar{\gamma}_1, \bar{\gamma}_3) = - \left(\frac{kM}{\gamma}\right)^{1/2} \bar{\gamma}_1 \left\{ 1 + \frac{3}{4} \frac{a^2 \bar{\gamma}}{kM} J_2 \left[ 1 + \left(\frac{\bar{\gamma}_3}{\bar{\gamma}}\right)^2 \right] \right\} \tag{2-23}$$

$$x_3(\bar{\gamma}_1, \bar{\gamma}_3) = - \left(\frac{kM}{\gamma}\right)^{1/2} \bar{\gamma}_3 \left\{ 1 + \frac{3}{4} \frac{a^2 \bar{\gamma}}{kM} J_2 \left[ - 3 + \left(\frac{\bar{\gamma}_3}{\bar{\gamma}}\right)^2 \right] \right\} .$$

Beachten wir die Beziehung

$$\bar{\underline{Y}} = - \bar{\gamma} \begin{bmatrix} \cos \bar{\phi} \\ 0 \\ \sin \bar{\phi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{\gamma}_1 \\ \bar{\gamma}_2 \\ \bar{\gamma}_3 \end{bmatrix} , \tag{2-24}$$

welche für die Nullmeridianebene gilt (die Richtung des normalen Gravitationsvektors ist durch  $-(\cos \phi, 0, \sin \phi)$  gegeben), so finden wir schließlich die gewünschte Parameterdarstellung der Äquigravitationslinien:

$$x_1(\bar{\phi}; \bar{\gamma}) = \left(\frac{kM}{\gamma}\right)^{1/2} \cos \bar{\phi} \left[ 1 + \frac{3}{4} \frac{a^2 \bar{\gamma}}{kM} J_2 (1 + \sin^2 \bar{\phi}) \right] \tag{2-23}'$$

$$x_3(\bar{\phi}; \bar{\gamma}) = \left(\frac{kM}{\gamma}\right)^{1/2} \sin \bar{\phi} \left[ 1 + \frac{3}{4} \frac{a^2 \bar{\gamma}}{kM} J_2 (- 3 + \sin^2 \bar{\phi}) \right] .$$

### 3. Ausgezeichnete Linien im Schwereraum

Vor kurzem wurde das Problem von Molodenski in ein völlig neues Licht gerückt, als es F. Sansò (1977 a) gelang, das Randwertproblem im sogenannten Schwereraum neu zu formulieren. Dabei ist der Schwereraum ein Raum, der von den Schwerevektoren aufgespannt wird, ähnlich wie der normale physikalische Raum (in dem die gesamte Geodäsie beschrieben ist) von den Ortsvektoren aufgespannt wird.

Das Wesentliche des neuartigen Ansatzes besteht im Rollentausch zwischen Ortsvektor und Schwerevektor. Damit deren gegenseitige Beziehung im gesamten physikalischen Außenraum eindeutig ist, muß eine nichtrotierende Erde angenommen werden. Diese Einschränkung hat keine ernsthaften praktischen Konsequenzen, da wir auch bei nicht allzu genauer Ortskenntnis den Einfluß der Rotation aus den Messungen mit hinreichender Genauigkeit filtern können.

Wir wollen hier nur die ausgezeichneten Linien im Schwereraum diskutieren; der interessierte Leser sei auf die einzigartigen Arbeiten von F. Sansò

(1977 a, b; 1978) und H. Moritz (1977) verwiesen, worin die gesamten bisherigen theoretischen Entwicklungen im Schwererraum niedergelegt sind.

### 3.1 Die $\bar{\gamma}_i$ -Koordinatenlinien

Wir haben im Kapitel 2.1 die Beziehung zwischen dem orthogonalen System der (geradlinigen) kartesischen Koordinaten  $\{x_i\}$  und dem im physikalischen Raum krummlinigen System der Schwerekoordinaten  $\{\gamma_i\}$  abgeleitet. Im Schwererraum sind, wie wir bereits erwähnten, die Rollen von Orts- und Schwerevektor vertauscht; das heißt aber, daß im Schwererraum die  $\bar{\gamma}_i$ -Koordinatenlinien geradlinig sind und zu kartesischen Koordinaten werden

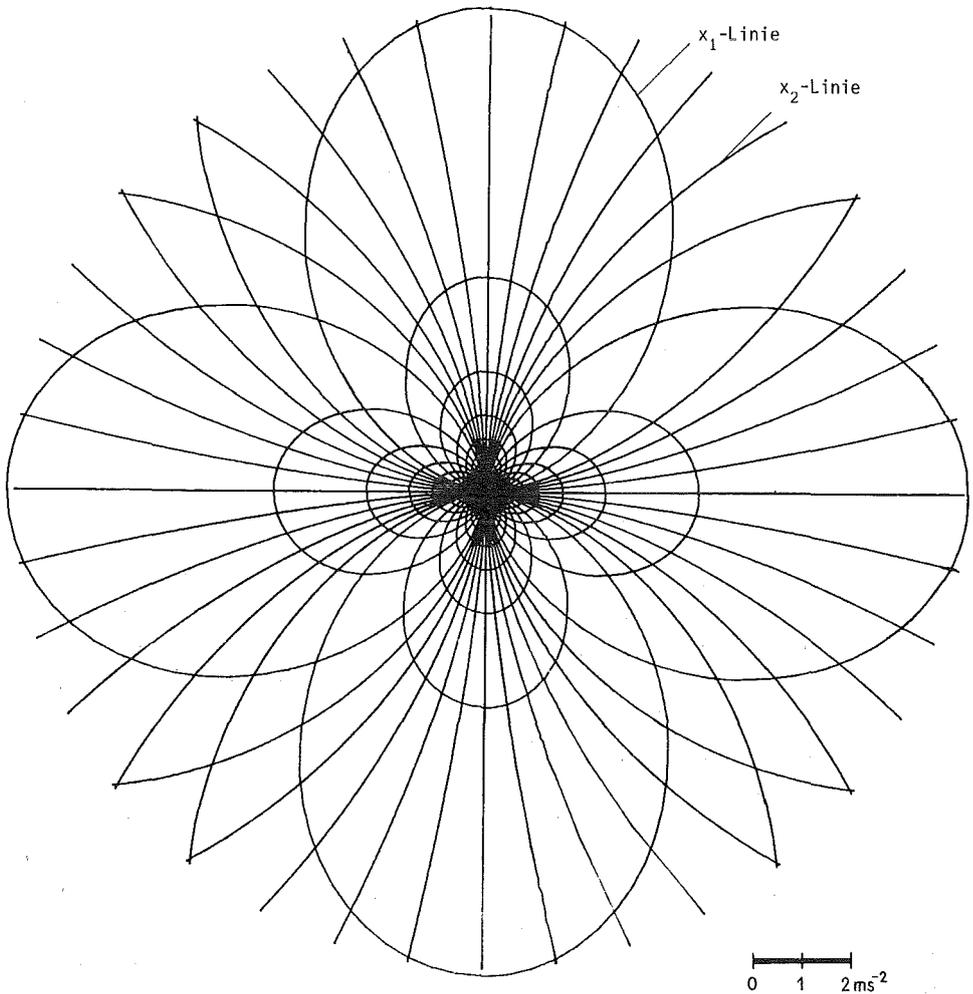


Fig. 3  $x_i$ -Koordinatenlinien im Schwererraum

(da wir aus Gründen der Eindeutigkeit Rotationsfreiheit gefordert haben, haben wir es hier nicht mit Schwerekoordinaten  $\gamma_i$ , sondern mit Gravitationskoordinaten  $\bar{\gamma}_i$  zu tun). Damit werden aber die Bilder der kartesischen Koordinaten des physikalischen Raumes zu krummlinigen Koordinaten des Schwereraumes. So wie die krummlinigen  $\gamma_i$ -Koordinatenlinien im physikalischen Raum praktisch keine Rolle spielen, so ergeht es nun den krummlinigen Bildern der kartesischen Koordinaten im Schwereraum. Die grundlegende Bedeutung der kartesischen Koordinaten im physikalischen Raum wird vollständig von den Schwerekoordinaten im Schwereraum übernommen.

Um dennoch eine Vorstellung vom Bild der  $x_i$ -Koordinatenlinien im Schwereraum zu haben, beachte man Figur 3.

### 3.2 Die Isozenithallinien

Wie wir im Kapitel 2.2 gezeigt haben, weicht die Isozenithallinie (im rotationsfreien Fall) nur geringfügig von der Ellipsoidnormalen ab. Dementsprechend größer ist ihre Bedeutung im physikalischen Raum im Vergleich zu den  $\gamma_i$ -Linien (vor allem für die Randbedingung). Aus der wegen der Rotationsfreiheit abgeänderten Gleichung (2–9)

$$\frac{\bar{\gamma}_1}{\bar{\gamma}_3} = \text{const.}$$

können wir unmittelbar eine für weitere Zusammenhänge nicht uninteressante Schlußfolgerung ziehen: Die Isozenithallinien des physikalischen Raumes werden auf geradlinige Radialstrahlen des Schwereraumes abgebildet.

### 3.3 Die Äquigravitationslinien

Scheinbar ohne Zusammenhang waren Isozenithallinien und Äquigravitationslinien im physikalischen Raum. Dieser Umstand erfährt jedoch eine radikale Änderung beim Übergang zum Schwereraum: Die Definition der Äquigravitationslinie (2–18)

$$\bar{\gamma} = \text{const.}$$

ermöglicht es uns auf sehr einfache Weise, eine Deutung im Schwereraum zu geben: Die Äquigravitationslinien des physikalischen Raumes werden auf konzentrische Kreise des Schwereraumes abgebildet. Damit aber bilden Isozenithallinien und Äquigravitationslinien im Schwereraum eine Einheit: Sie sind die Polarkoordinatenlinien des Schwereraumes.

#### 4. Sonderfall Massenpunkt

Da das Gravitationsfeld der Erde nicht wesentlich von dem eines Massenpunktes abweicht, ist es instruktiv, das Verhalten ausgezeichneter Linien im Gravitationsfeld des Massenpunktes im physikalischen Raum und im Schwereraum zu diskutieren. In all den bisher angegebenen Formeln brauchen wir zu diesem Zwecke lediglich  $J_2 = 0$  und  $\omega = 0$  zu setzen. Damit erhalten wir als Gleichungen der ausgezeichneten Linien im physikalischen Raum:

$$\bar{\gamma}_1\text{-Linien: } r_1(\theta; \bar{\gamma}_3) = \left(-\frac{kM}{\gamma_3} \cos\theta\right)^{1/2}$$

$$\bar{\gamma}_3\text{-Linien: } r_3(\theta; \bar{\gamma}_1) = \left(-\frac{kM}{\gamma_1} \sin\theta\right)^{1/2}$$

$$\text{Isozenithallinien: } \theta = \theta_0$$

$$\text{Äquigravitationslinien: } x = \left(\frac{kM}{\gamma}\right)^{1/2} .$$

Während die Isozenithallinien zu geradlinigen Radialstrahlen und die Äquigravitationslinien zu konzentrischen Kreisen entarten, behalten die  $\bar{\gamma}$ -Linien ihre ein wenig merkwürdige Form praktisch bei. Die entsprechenden Ausdrücke im Schwereraum erfahren keine Änderung. Dieser Umstand findet seine Erklärung dadurch, daß zwei gleiche Schwerevektoren, welche zu beliebigen Orten des physikalischen Raumes gehören, identische Bilder im Schwereraum besitzen.

#### 5. Schlußbemerkungen

Zwei Koordinatensysteme spielen im physikalischen Raum in der Geodäsie eine entscheidende Rolle: das System der kartesischen Koordinaten und das der Kugelkoordinaten. Beide Systeme sind natürlich unabhängig davon, welche Art von Erscheinungen beschrieben werden soll. Dieser Umstand erlaubt zwar ihre uneingeschränkte Verwendung, bringt jedoch den Nachteil mit sich, oft recht komplizierte Ausdrücke zu ergeben, wenn die Wahl des Koordinatensystems bezüglich der Problembeschreibung unglücklich verläuft. In den meisten Fällen fällt diese Wahl zwar leicht (rotationssymmetrische Körper wird man im allgemeinen nicht durch kartesische Koordinaten beschreiben). Wesentlich schwieriger ist es, ein möglichst adequates System zur Behandlung des Randwertproblems der physikalischen Geodäsie zu finden. Der Schwereraum mit dem kartesischen System der Schwerelinien einerseits und dem Polarkoordinatensystem der Isozenithallinien und Äquigravitationslinien bietet sich dafür geradezu an. Dies erkannt zu haben, ist

das Verdienst von F. Sansò. In der vorliegenden Arbeit wurde versucht, am Beispiel des normalen Schwerfeldes die Rolle verschiedener Koordinatensysteme und der damit verbundenen Koordinatenlinien im physikalischen Raum und im Schwereraum aufzuzeigen. Es sollte damit ein Beitrag zum besseren Verständnis neuer vielversprechender Entwicklungen auf dem Gebiet der physikalischen Geodäsie geleistet werden.

### Literatur

- Grafarend, E. (1977):* The definition of the telluroid. Bulletin Géodésique, im Druck.
- Heiskanen, W. A. und H. Moritz (1967):* Physical Geodesy. W. H. Freeman, San Francisco.
- Krarup, T. (1973):* Letters on Molodensky's Problem I-IV. Rundbrief an die Mitglieder der Spezialstudien-Gruppe 4.31 der IAG.
- Marussi, A. (1974):* Geodetic networks in space. The Canadian Surveyor, Vol. 20, No. 5.
- Meissl, P. (1971):* On the linearization of the geodetic boundary-value problem. Report 152, Department of Geodetic Science, The Ohio State University, Columbus.
- Moritz, H. (1977):* Recent developments in the geodetic boundary-value problem. Report of the Department of Geodetic Science, The Ohio State University, Columbus, im Druck.
- Sansò, F. (1977a):* The geodetic boundary-value problem in gravity space. Accademia Nazionale dei Lincei. Serie VIII, Vol. XIV.
- Sansò, F. (1977b):* Molodensky's Problem in gravity space – a review of the first results. International Symposium on Optimization of Design and Computation of Control Networks, Sopron.
- Sansò, F. (1978):* Representation of geodetic measurements und collocation in gravity space. 7<sup>th</sup> Symposium on Mathematical Geodesy, Assisi.

## Koordinatendatenbank für Triangulierungspunkte

Von Josef Zeger, Wien.

Im Bundesrechenzentrum in Wien werden außer der Grundstücksdatenbank auch Koordinatendatenbanken für Triangulierungspunkte, für Einschaltpunkte und für Grenzpunkte aufgebaut. Hier soll der Aufbau und der derzeitige Stand der Datenerfassung für die Koordinatendatenbank der Triangulierungspunkte (Kurzbezeichnung: KDB-TP) in den wesentlichen Zügen kurz skizziert werden.

Wozu wird überhaupt eine Koordinatendatenbank benötigt? Dazu soll vorerst mit wenigen Worten das derzeit übliche Verfahren bei der Verwendung und vor allem Bekanntgabe der Koordinaten der Triangulierungspunkte für Folgemessungen beschrieben werden. Die Ergebnisse der Triangulierungsarbeiten werden in der Triangulierungsabteilung des Bundesamtes für

Eich- und Vermessungswesen in Wien in den Triangulierungsoperaten gesammelt und im Triangulierungsarchiv aufbewahrt. Für das Auffinden der Triangulierungspunkte im Gelände und für die Bekanntgabe der Koordinaten werden ebenfalls von der Triangulierungsabteilung die Punktkarten der einzelnen Triangulierungspunkte hergestellt und fortgeführt. In Punktübersichten, Kopien der Österr. Karte 1 : 50 000, ist die Lage der Triangulierungspunkte ersichtlich gemacht. Die zuständigen Vermessungsämter erhalten Kopien der Punktübersichten und Transparentkopien der Punktkarten ihres Zuständigkeitsbereiches. Die Koordinatenbekanntgabe auf dem Wege über eine Abgabe von Papierkopien der Punktkarten darf im allgemeinen nur durch das zuständige Vermessungsamt erfolgen.

Dem gegenüber besteht nun die Möglichkeit, beim Vorhandensein einer Koordinatendatenbank und der entsprechenden Rechenprogramme durch direkten elektronischen Zugriff die benötigten Koordinaten und Höhen von der Koordinatendatenbank in den Rechengang zu übernehmen, wodurch natürlich die Gefahr von Übertragungsfehlern weitgehend beseitigt ist. In gleicher Weise stehen die Punktdaten auch für Auftragungen zur Verfügung. Andererseits bietet eine Koordinatendatenbank auch die Möglichkeit, in kürzester Zeit einen Ausdruck des Gesamthabes der Datenbank haben zu können oder über Terminal auf kürzestem Wege immer den letzten Datenbestand für eine beliebige Anzahl von Punkten aufrufen und auch ausdrucken zu können. Weiters ist auch geplant, die Rechenprogramme für eine Terminalverwendung umzuprogrammieren mit dem direkten möglichen Zugriff in die Koordinatendatenbanken.

Für das neu erstellte Netzprogramm „EDV-Netz 77“, das derzeit im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen verwendet wird, besteht bereits die Möglichkeit der direkten Datenentnahme aus der Koordinatendatenbank. Es ist allerdings nicht vorgesehen, umgekehrt auch vom Netzprogramm aus die Neupunkte direkt in die Koordinatendatenbank zu übertragen, vor allem nicht aus dem Grund, um die notwendigen Überprüfungen der Berechnungsergebnisse gesichert zu haben.

In die Koordinatendatenbank werden von den Triangulierungspunkten nur jene Daten übernommen, die für die eindeutige Zuordnung der Koordinaten und Höhen zu den Punkten in der Natur notwendig sind. Der von verschiedenen Seiten immer wieder geäußerte Wunsch, bei jedem TP den zugehörigen Punktlagefehler und auch die Fehlerellipse anzugeben, wurde aus den Gründen, die im EVM Nr. 13, Seite 15–16, in dem Artikel „Punktlagefehler – Fehlergrenzen im Festpunktfeld“ ausführlich dargelegt wurden, nicht berücksichtigt.

Für jeden Haupt- oder Nebenpunkt eines Triangulierungspunktes stehen bei der Datenerfassung für die KDB-TP insgesamt 128 Stellen zur Verfügung, die in einzelne Datenfelder unterteilt werden. Folgende Datenfelder sind vorgesehen:

Datenfeld Nummer	Spalte	Inhalt
0	1– 2	Kennzeichnung als TP (nicht am Datenerfassungsbeleg)
1	3– 5	ÖK-Nummer
2	6– 9	Laufende Punktnummer
3	10– 11	Kennzeichen der Haupt- und Nebenpunkte
4	12– 13	Sperrvermerke
5	14– 15	Bezugsjahr der Koordinaten
6	16– 17	Nummer der Auflage
7	18	Ordnung des Punktes
8	19	Meridianstreifen
9	20– 28	Ordinate y mit Vorzeichen
10	29– 36	Abszisse x weniger 5 000 000 m
11	37– 41	Stammoperat der Koordinaten
12	42– 43	Bezugsjahr der Meereshöhe
13	44– 49	Meereshöhe
14	50– 54	Stammoperat der Meereshöhe
15	55	Hinweis auf Nivellementanschluß
16	56– 60	Fünfstellige KG-Nummer
17	61– 99	Punktname in Klartext
18	100–128	Bezeichnung der Haupt- und Nebenpunkte in Klartext

Für das Aufrufen eines Festpunktes in der KDB-TP ist die ÖK-Nummer und die laufende Punktnummer notwendig und nicht der Punktname in Klartext, da dies bei nur geringfügiger Abweichung von der in der KDB-TP gespeicherten Schreibweise bereits zu Ausgabeschwierigkeiten führen könnte. Will man die Daten allein für einen bestimmten Stand- oder Zielpunkt eines TP, muß auch das Haupt- oder Nebenpunktskennzeichen angegeben werden. Für eine verschlüsselte Kennzeichnung der einzelnen Stand- und Zielpunkte wurde die Kombination eines Buchstaben mit einer Ziffer gewählt. Der Buchstabe gibt die Punktgruppe an, so werden z.B. mit „A“ alle Steine bezeichnet, mit „B“ Bolzen, mit „C“ Rohre, mit „D“ Platten usw. Die nachfolgende Ziffer gibt eine Unterscheidungsmöglichkeit, wenn bei einem Festpunkt entweder mehrere Punkte aus einer Punktgruppe auftreten, oder wenn ein Stand- oder Zielpunkt verschiedene Höhenbezugspunkte aufweist, z. B. T 1 = Turm Süd Knauf Mitte, T 2 = Turm Süd Kreuz Spitze, T 3 = Turm Nord Knauf Mitte.

Diese Art der Punktbezeichnung wird in gleicher Weise auch für das Netzprogramm „EDV-Netz 77“ verwendet, allerdings in einer anderen Reihenfolge der Datenfelder.

In die Koordinatendatenbank werden von einem Kartenblatt alle laufenden Punktnummern in lückenloser Reihenfolge aufgenommen, also auch alle bereits als verloren gemeldeten oder ausgeschiedenen Punkte. Allerdings werden von jenen Punkten, die aus verschiedenen Gründen nicht verwendet werden können oder dürfen, bei der Datenerfassung keine Daten in die KDB-TP übernommen, sondern nur die Punktbezeichnung mit dem entsprechenden Hinweis. Dies war auch einer der Gründe, daß ein Datenfeld für Sperrvermerke eingeführt wurde, ähnlich wie beim Haupt- und Nebepunktkenzeichen eine Kombination eines Buchstaben mit einer Ziffer. Im Gegensatz zum Kennzeichen wird aber hier kein Zeichen angegeben, wenn kein Sperrvermerk vorhanden ist. Die Buchstaben stellen Sperrvermerke oder Anmerkungen dar, die den gesamten Festpunkt betreffen, die durch Ziffern definierten Sperrvermerke gelten nur für den jeweiligen Stand- oder Zielpunkt eines Festpunktes.

Die Datenerfassung geht kartenblattweise vor sich. Als Grundlage für die Vorschreibung der Datenerfassungsbelege werden die Punktkarten der TP verwendet, um einen möglichst raschen Aufbau der KDB-TP zu ermöglichen, noch dazu, wo der Aufbau der Koordinatendatenbank zusätzlich zu den sonstigen Aufgaben bewältigt werden muß. Die Punktkarten müssen für die Datenerfassung erst vorbereitet und zum Teil auch noch ergänzt werden. Im Bundesrechenzentrum erfolgt auf Grund der von der Triangulierungsabteilung angelegten Datenerfassungsbelege die Datenerfassung auf Disketten. Hernach wird ein Kontrollausdruck erstellt, der in der Triangulierungsabteilung genau überprüft wird. Eventuell notwendige Änderungen, die auch in der Zeit zwischen dem Vorschreiben der Datenerfassungsbelege und der Überprüfung des Kontrollausdruckes am Datenbestand entstanden sein können, werden im Bundesrechenzentrum durchgeführt. Nach nochmaliger Kontrolle können die Daten der TP des betreffenden Kartenblattes in die KDB-TP übernommen werden.

Änderungen am Datenbestand der Festpunkte nach der Übernahme der Daten in die KDB-TP werden im allgemeinen direkt von der Triangulierungsabteilung über Terminal durchgeführt.

Von den 213 Kartenblättern der Österr. Karte 1 : 50 000, die das Bundesgebiet von Österreich überdecken, sind mit dem Stande vom 1. März 1978 bereits 92 Kartenblätter mit 25238 TP-Nummern in der KDB-TP verfügbar und 26 Kartenblätter mit 7594 TP-Nummern werden im Bundesrechenzentrum erfaßt. Es stehen also demnächst insgesamt 118 Kartenblätter mit 32832 TP-Nummern in der KDB-TP zur Verfügung. Unter diesen Punkten sind natürlich auch eine große Anzahl von verlorenen oder ausgeschiedenen Punkten.

Andererseits haben viele Triangulierungspunkte eine Reihe von Nebenpunkten. Begonnen wurde mit der Datenerfassung im März 1975. Bis Ende 1975 standen in der KDB-TP 3 Kartenblätter mit 2278 TP-Nummern zur Verfügung, Ende 1976 waren es 27 Kartenblätter mit 7628 TP-Nummern. Auf Grund der Anfangserfahrungen wurde dann die Datenerfassung im Jahre 1977 intensiviert. In etwa eineinhalb bis zwei Jahren könnte somit bei gleicher Intensität der Datenerfassung die Datenersterfassung für die Triangulierungspunkte von allen 213 Kartenblättern abgeschlossen sein. Anschließend wäre, wie auch bereits jetzt bei den in der KDB-TP enthaltenen Kartenblättern, die Fortführung des Datenbestandes auf den jeweiligen letzten Stand durch die Triangulierungsabteilung über Terminal vorzunehmen. Hierbei ergeben sich Änderungen im Datenbestand, z.B. durch Neurechnungen, Neueinmessungen oder Umstabilisierungen, Streichungen, vor allem als Folge von Punktverlusten, oder Ergänzungen, wie zusätzliche Nebenpunkte bei bereits bestehenden TP oder die Erfassung von Neupunkten.

Ein wesentlicher Teil einer Datenbank ist natürlich die Art der Datenausgabe. So werden nun seit dem Beginn des Aufbaues der KDB-TP verschiedene Ausgabe- und Änderungsprogramme erstellt, praktisch erprobt und wenn nötig, nach den Erfahrungen der praktischen Anwendung verbessert.

Für die Datenausgabe steht eine Reihe von Programmen zur Verfügung. Ein Ausgabeprogramm wurde bereits erwähnt, es ermöglicht die Übernahme der Daten der TP aus der KDB-TP in das Netzprogramm „EDV-Netz 77“.

Ein weiteres Ausgabeprogramm ermöglicht es, über den Schnelldrucker des Bundesrechenzentrums kartenblattweise den Inhalt der KDB-TP ausdrucken lassen zu können, ähnlich dem Kontrollausdruck nach der Datenersterfassung. Mit diesem Programm kann auch in wenigen Minuten der Gesamthalt der KDB-TP für alle in der KDB-TP enthaltenen Kartenblätter ausgedruckt werden.

Über den Schnelldrucker kann auch kartenblattweise ein nach den Nummern der Katastralgemeinden geordneter Ausdruck der Punktbezeichnungen der TP erhalten werden.

Für die Datenausgabe über Terminal sind zwei Programmgruppen vorhanden. Die eine Programmgruppe ermöglicht die Ausgabe der Daten aller aktuellen TP, die innerhalb von anzugebenden Koordinatengrenzen liegen.

Die zweite Programmgruppe für die Terminalausgabe ermöglicht mit einer Programm-Maske eine Reihe verschiedener Ausgabearten, entsprechend der Art der eingesetzten Angaben.

Wird allein die ÖK-Nummer angegeben, kann mit diesem Programm gleichfalls die Gesamtheit aller TP eines Kartenblattes aufgerufen werden. Bei der Datenausgabe über den Bildschirm eines Terminal, eventuell noch verbunden mit anschließendem Ausdruck, ist ein gewisser Zeitaufwand notwendig. Es ist daher die Anwendung dieser Programmvariante nur bei

einem Kartenblatt mit einer geringen Anzahl von TP-Nummern zu vertreten. Der Ausdruck über den Schnelldrucker des Bundesrechenzentrums ist hierfür wesentlich günstiger, da dann die EDV-Anlage nicht unnötig lange mit dem Datenbestand eines ganzen Kartenblattes belastet wird.

Man kann mit diesem Programm auch alle Daten für eine ganze Reihe von TP anfordern. Hierzu müssen außer der ÖK-Nummer noch die laufende Punktnummer des Anfangs- und Endpunktes der gewünschten Reihe angegeben werden.

Gibt man außer der ÖK-Nummer nur eine Punktnummer an, erhält man die Daten aller Stand- und Zielpunkte dieses TP, jedoch in einer etwas anderen Form. Bei Punkten, deren Koordinaten in zwei benachbarten Meridianstreifen gegeben sind, für das Ausgabeprogramm durch einen bestimmten Sperrvermerk kenntlich gemacht, erscheinen zuerst alle Daten des Punktes in dem einen System und mit dem nachfolgenden Bildschirminhalt stehen die Daten aus dem Nachbarstreifen zur Verfügung.

Eine weitere Programmvariante ergibt sich dadurch, daß man zusätzlich noch ein bestimmtes Kennzeichen angibt. Dann erhält man ausschließlich die Daten des angeforderten Stand- oder Zielpunktes.

Mit diesem Programm kann man aber auch alle Punkte eines Kartenblattes mit einem bestimmten Sperrvermerk aufrufen. Hierbei gibt es zwei Varianten, wobei entweder alle Daten der aufgerufenen Punkte oder allein die Punktbezeichnungen auf dem Bildschirm erscheinen.

Für alle Programme der Datenausgabe über Terminal bestehen zwei Ausgabevarianten. Bei der Variante für die Triangulierungsabteilung werden alle gespeicherten Daten ausgegeben, auch die von gesperrten Punkten. Bei der zweiten Ausgabevariante werden die Sperrvermerke wirksam und unterdrücken die Ausgabe der Koordinaten und Höhen aller gesperrten Punkte.

Sämtliche Änderungen, Streichungen oder Ergänzungen am Datenbestand erfolgen wie die Datenerfassung bei Neupunkten mit einem einheitlichen Änderungsprogramm. Bei diesem muß jeder einzelne Stand- oder Zielpunkt in jedem Meridianstreifen, in dem er vorkommt, getrennt aufgerufen werden. Mit Ausnahme jener Daten, die für das Aufrufen eines Punktes notwendig sind, also ÖK-Nummer, laufende Punktnummer, Kennzeichen und Meridianstreifen, können alle übrigen Punktdaten geändert oder neu eingegeben werden. Es können auch alle Daten eines Stand- oder Zielpunktes mit seiner Bezeichnung in der KDB-TP gelöscht werden. Eine Archivierung eines alten, überholten Datenbestandes ist derzeit noch nicht möglich. Die Handhabung mit dem Änderungsprogramm ist aus Sicherheitsgründen durch ein „Password“ abgesichert.

## Mitteilungen, Tagungsberichte

### Bericht über die Jahresversammlung der CIPA Ankara 1977 v. 9.–16. Oktober 1977

- 0.1 Das Internationale Komitee für Architekturphotogrammetrie (CIPA) wurde als gemeinsames Koordinierungs-, Beratungs- und Förderungskomitee für die Kulturgutphotogrammetrie von der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie (ISP) und dem Weltdachverband der Denkmalpflege (International Council of Monuments and Sites: ICOMOS) 1970 gegründet (1).
- 0.2 4 der 8 verfügbaren Sitze werden je von der ISP und 4 von der ICOMOS besetzt (2). Darüber hinaus wurde ein großes Korrespondentennetz ausgebaut. Die Jahresversammlung findet jedes Jahr in einem anderen Land statt. 1977 hatte die Türkei nach Ankara eingeladen.
- 0.3 Als heutige *Schwerpunkte* der CIPA-Arbeit wären u. a. folgende zu nennen:
- 0.31 – Verbreitung der Kulturgüterphotogrammetrie;
- 0.32 – Erweiterung des Korrespondentennetzes und die Sammlung sowie die Verbreitung von Informationen auf dem Gebiete der Kulturgüterphotogrammetrie (3).
- (1) Vorarbeiten: s. Vermessungswesen und Raumordnung Jg. 38 (1976) Heft 4, insbes. Anm. 1.3–6, S. 214 und 215.
- (2) Die ICOMOS soll nur einen Kandidaten für die Nachfolge auf einen freiwerdenden Sitz vorschlagen, der folgende Voraussetzungen erfüllt:  
gute Fremdsprachenkenntnisse, Erfahrung auf dem Gebiet internationaler Zusammenarbeit, Erfahrung in der modernen, multidisziplinären, theoretischen und praktischen Denkmalpflege, Erfahrung auf dem Gebiet der Anwendung der Kulturgüterphotogrammetrie, Leitung einer photogrammetrischen Einheit, die ganz oder teilweise jedoch dauernd für die Zwecke der Denkmalpflege tätig ist.  
Die 8 Sitze der CIPA wurden wie folgt besetzt:
- ISP: F. BRAUM (Jugoslawien)  
M. CARBONNELL (Frankreich)  
M. DÖHLER (BRD)  
M. FONDELLI (Italien)
- ICOMOS: C. ERDER (Türkei)  
H. FORAMITTI (Österreich)  
W. KOLATAJ (Polen)  
R. MAC DOWALL (Großbritannien)
- (3) Geräte, Verfahren, Organisationsmöglichkeiten, Bedarfsstrukturen, Erfassung der ausgeführten Arbeiten, Ausbildungsprobleme, Veröffentlichungen, Bibliographie, Forschungsprojekte.
- 0.33 – Rechtsfragen, Normen (4);
- 0.34 – Nachführungsfragen;
- 0.35 – Forschung, Lehre, Ausbildung, Ausbildungs(Lehr)mittel, audiovisuelle Mittel für Meinungsbildung, etc . . .
- 0.36 – multidisziplinäre Istformdokumentation mit homogener Genauigkeit (5);
- 0.37 – internationale, bilaterale und multilaterale Kontakte, Zusammenarbeit mit der UNESCO, ICOM, IFLA, UICN, etc . . .
- 1.0 Dem österreichischen CIPA-Mitglied wurden neben seinen ständigen Aufgaben bei der Jahresversammlung in Ankara folgende *Zusatzaufgaben* übertragen:
- 1.1 – Ausbildung und Information;
- 1.11 – Erstellung von drei Beiträgen und Mitarbeit an einem 4. Beitrag zusammen mit Frau Dr. H. Ladenbauer-Orel und Frau Dr. E. Doberer (6);

- 1.12 – Mitwirkung an der Lehre am *Europäischen Kolleg*, Brügge;
- 1.13 – Überarbeitung eines Textes der Vorlesungen am Internationalen Rome-Centre;
- 1.2 – Fortsetzung der Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Ing. K. Kraus und Dr. Ing. P. Waldhäusl, TU Wien, Prof. J. Badekas, TU Athen, bei der photogrammetrischen *Abwicklung von Freskenoberflächen* durch Orthophotoverfahren;
- 1.3 – Anregung einer Studie über *Lagerungsbedingungen für belichtete Platten und Filme*, insbesondere für einen Bergungsfall (7);
- 1.4 – *Vorschläge für die Weiterentwicklung von Geräten* (8);
- 1.5 – Versuche für die *Vereinfachung der Paßpunktmessung* in der Kulturgüterphotogrammetrie (9);
- 1.6 – *psychophysiologische Aspekte bei der Wahl der Bezugsebenen* in Ausnahmesituationen (z. B. in Katastrophenzeiten) (10);
- (4) insbesondere die Anwendung der internationalen Instrumente bei Anwendung der Photogrammetrie im Kulturgüterschutz;
- (5) inklusive der Berücksichtigung differenzialdiagnostischer Aspekte und Beachtung des von der UNESCO (UNISIST) geprägten Begriffes des Interessenprofils;
- (6) es wurden folgende Themen festgelegt: *Bezugsebenen, Erdbebeneinsatz* der Photogrammetrie, derzeitige *Tendenzen* der Kulturgüterphotogrammetrie im *Bundesdenkmalamt*, Kunstwissenschaft und Photogrammetrie;
- (7) Zusammenarbeit BDA – Hofrat M. Schenk auf dem Gebiete des Lagerungs- und Bergungsbedarfes bzw. der voraussichtlichen Lagermöglichkeiten an Denkmalbehörden;
- (8) zusammen mit Döhler (BRD), Carbone (Frankreich);
- (9) Mitwirkung bei dem Forschungsprojekt Döhler (BRD);
- (10) in Zusammenarbeit mit dem Institut für Experimentelle Psychologie der Univ. Wien, Vorst. Prof. G. Guttman, Leiter des Forschungsprojektes Dr. E. Vanecek.
- 1.7 – Vorschlag für *Katalogisierung von Meßbildern* (11);
- 1.8 – Rettung der bestandesgefährdeten Meßbilder des Meydenbauer'schen Archives (12);
- 1.9 – Identifizierung von Steinbearbeitungsspuren durch Photogrammetrie (13).
- 2.0 *Weitere Maßnahmen*, an denen das österreichische Mitglied nicht direkt beteiligt ist, wären:
- 2.1 Bedarfsermittlungen von Karten für Altstadtkerne und Gesamtaufrißkartierungen von Alt-siedlungsansichten (Türkei, Frankreich);
- 2.2 Organisations- und Bedarfsstudien (Jugoslawien).
- 3.0 *Vorträge* in Ankara: Die Mitglieder wurden gebeten, während der Tagung öffentliche Vorträge über folgende Themen zu halten:
- 3.1 Überblick über den derzeitigen Stand der *internationalen Bedarfsstruktur* auf dem Gebiete der Kulturphotogrammetrie, Großprojekte der UNESCO (Carbone);
- 3.2 Einsatz der Kulturgüterphotogrammetrie in den *Erdbebengebieten* Norditaliens und Guatemalas (Foramitti);
- 3.3 Überblick über die Anwendungen in Großbritannien (Mac Dowall);
- 3.4 Beziehungen zwischen internationalen *Rechtsinstrumenten* und der Kulturgüterphotogrammetrie (Foramitti);
- 3.5 Arbeiten in Kroatien (Braun);
- 3.6 Vorführung des Filmes der IGN „Unsere Denkmäler und morgen?“
- 3.7 Es wäre noch der Vortrag von Özdural (Türkei) in der TU Ankara über Entdeckung von *Proportionssystemen* bei einem Baudenkmal in Istanbul durch eine photogrammetrische Aufnahme zu erwähnen.
- 4.0 *Bibliographische Arbeit der CIPA*: Die Zahl der Veröffentlichungen ist 1967–1977 sehr gestiegen, die CIPA veröffentlicht zu Ende seiner Jahresberichte immer eine Bibliographie, die diesen Trend wiedergeben wird.

- (11) In Zusammenarbeit mit Erder (Türkei), und Carboneil (Frankreich), Benützungserleichterung für photogrammetrische Meßbildarchive.
- (12) Mitwirkung bei den Bemühungen von R. Meyer (Dresden, DDR), Prof. Nagel und Grimm (BRD), Präsidium der ICOMOS (Paris);
- (13) in Zusammenarbeit zwischen der photogrammetrischen Abteilung und den Werkstätten des Bundesdenkmalamtes.
- 5.0 Beurteilung der *Neuentwicklungen* und Absatzmöglichkeiten von Geräten (14).
- 6.0 Folgende Besuche sollten zu einem intensiven Gedankenaustausch führen:
- 6.1 *Militärgeographisches Institut*;
- 6.2 *Katasteramt*;
- 6.3 die durch Wasserinfiltrationen stark bestandesgefährdeten *Felsenkirche Kappadokiens*, für die man eine rechtzeitige photogrammetrische Aufnahme als Grundlage für Rettungsmaßnahmen wünscht;
- 6.4 Beurteilung neuester *Restaurierungen von Baudenkmalern*;
- 6.5 2 Museen;
- 7.0 Wahl des nächstjährigen Tagungsortes. Die Jahresversammlung 1978 der CIPA wird in der Zeit vom 9. bis 15. Oktober in Sibenik, Jugoslawien, abgehalten (15).
- 8.0 Der Verlauf der Tagung in Ankara war ausgezeichnet.
- 8.1 Das Verdienst gebührt den zahlreichen gut koordinierten Veranstaltern (16).
- 8.2 Die steigende Bedeutung der Kulturgüterphotogrammetrie wurde wiederum deutlich.
- 9.0 Die CIPA dankt dem Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie in Österreich für dessen Interesse an den Arbeiten der CIPA und dafür, daß der vorliegende Kurzbericht angefordert wurde (17).
- (14) Hinweise über Neuentwicklungen und Eignung neuer Geräte für die Kulturgüterphotogrammetrie werden im Jahresbericht aufgenommen.
- (15) Anfragen können schon an F. Braum (Zagreb) gesandt werden. Adresse: Prof. Dr. Ing. Franjo Braum, Zavod za Fotogrametriju, Geodetskog Fakulteta, Kačićeva 26, Jugoslawien 41000 Zagreb.
- (16) Z. B. Ministerium für Kultur, Verteidigungsministerium, Büro für internationale wissenschaftliche Relationen, Gesellschaft für türkische Geschichte, Mittelostuniversität Ankara, Türkisches Nationalkomitee der ICOMOS, türkische Gesellschaft für Photogrammetrie, Archäologisches Museum, Katasteramt.
- (17) Der Autor ist auf Anfrage gerne bereit, weitere Informationen zur Verfügung zu stellen, Tel.-Nr.: Wien 65 32 72.

Hans Foramitti

## 2. Internationale Geodätische Woche – Obergurgl 1978 (Hochgebirgsgeodäsie)

Das Institut für Vermessungswesen und Photogrammetrie der Universität Innsbruck veranstaltete in Zusammenarbeit mit der Alpinen Forschungsstelle im Bundessportheim Obergurgl unter Leitung von Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. W. Embacher in der Zeit vom 19. bis 23. Februar 1978 die zweite „Internationale Geodätische Woche – Obergurgl 1978“.

Wie schon im Jahre 1976 nahmen an der Veranstaltung, die auch dieses Mal wieder durch prachtvolles Wetter begünstigt war, weit über 100 Vermessungsingenieure aus Österreich und der Bundesrepublik Deutschland teil.

Die Vorträge waren dem gesamten Problemkreis der Hochgebirgsgeodäsie gewidmet, wobei der Schwerpunkt eindeutig bei der Geoidforschung lag. In den beiden Arbeitskreisen: „Geodä-

tische Netze im Gebirge“ und „Photogrammetrie und Fernerkundung im Gebirge“ war den Teilnehmern die Möglichkeit geboten, über einzelne Probleme und Fragenkomplexe im persönlichen Kontakt ausführlich zu diskutieren.

Darüber hinaus war Gelegenheit, an den unter Leitung von Skilehrern des Bundessportheimes abgehaltenen Skikursen teilzunehmen, wovon ausgiebig Gebrauch gemacht wurde.

In seinem Eröffnungsvortrag: „Über das Messen und Wägen im Gebirge“ berichtete Prof. Dipl.-Ing. Dr. W. Embacher über die Ergebnisse in den Testnetzen Innsbruck und Dobratsch. Ziel seines neuen Forschungsprogrammes soll nun der Versuch sein, die lokalen Lotabweichungsvektoren aus der Topographie des Standpunktes und exakten Schweremessungen, also dem Horizontalgradienten der Schwerkraft, zu errechnen.

Daran anschließend hatte der Verfasser in seinem Referat: „Triangulierungsarbeiten im Hochgebirge“ Gelegenheit, die Fachkollegen mit dem gesamten Aufgabenbereich und den Problemen der Triangulierungsabteilung des BAfEVW bekanntzumachen. Insbesondere die Probleme der Refraktion und der Lotabweichungen bei den Streckenmessungen im Hochgebirge werden an dem Beispiel eines Operates in Rauris, Salzburg, dargelegt. Ebenso werden die Möglichkeiten mit dem neuen Netzausgleichsprogramm (von Prof. Meißl) erörtert.

Prof. Dipl.-Ing. Dr. K. Bretterbauer, T. U. Wien, weist in seinem Vortrag „Über einige Probleme und erste Ergebnisse der Geoidforschung in Österreich“ ebenso auf die Wichtigkeit der Geoidforschung als zentrales Problem der Geodäsie hin, da ohne Kenntnis der Geoidformen geodätische Messungen hoher Präzision nicht einwandfrei reduziert werden können. Nach einer Einführung in die Methoden der Geoidbestimmung, insbesondere der astro-geodätischen Methode, wird das Geoid der IUGG, sowie das von Dr. Litschauer, im österreichischen Bereich gezeigt. Dann werden die neuesten Messungen der Traverse im 47. Breitengrad, an welchen vier österreichische Universitäts-Institute arbeiten, sowie das lokale Geoid aus dem Testnetz Wien vorgestellt. Für die Interpolation zur Herstellung einer Geoidkarte wird die multi-quadratische Interpolation vorgeschlagen.

Prof. Dipl.-Ing. DDr. K. Rinner, T. U. Graz, beschreibt in seinem Vortrag „Über die Bedeutung von Dopplermessungen im Hochgebirge“ vorerst das Prinzip der Dopplermessung, die ein sehr wesentliches Mittel für die Maßstabsbestimmung der Landesvermessung geworden ist. Da die Entwicklung der Meßgeräte so weit gediehen ist, daß sie auch im Hochgebirge eingesetzt werden können, ist man imstande, die Raumposition beliebiger Punkte mit hoher Genauigkeit zu bestimmen. Durch die Dauer der Messungen kann die Genauigkeit bis  $\pm 0,2$  m gesteigert werden; der personelle Aufwand ist dabei gering, da die Messungen automatisch ablaufen und für die Berechnungen fertige Programme vorliegen. Im 2. Teil wird auf die Versuchsmessungen vom Observatorium Graz-Lustbühel und bereits vorliegende Ergebnisse eingegangen. Schließlich weist auch Prof. Rinner auf die besondere Bedeutung der Geoidforschung in Österreich hin.

Prof. Dr.-Ing. R. Sigl, T. U. München, stellt fest, daß die Erforschung der Erdfigur Selbstzweck zu sein habe und nicht Hilfswissenschaft für die Geologie und Geodynamik. Das Ziel der Forschung sei zumindest ein dm-Geoid. In seinem Vortrag: „Einige Bemerkungen zur Bearbeitung von Lage- und Höhennetzen im alpinen Raum“ werden die funktionellen Modelle für die zwei- und dreidimensionale Bearbeitung von Lage- und Höhenbestimmungen dargestellt und deren Probleme bei der Realisierung aufgezeigt. Beide erfordern, ebenso wie auch das Nivellement und die trigonometrische Höhenmessung insbesondere im Gebirge, Lotabweichungen und Geoidhöhen. An Hand der Untersuchungen für den bayerischen Anteil am Nivellementnetz 1960 der Bundesrepublik werden einige Folgerungen über Meereshöhen, Normalhöhen und genäherte Meereshöhen gezogen. Es folgen einige Bemerkungen zur strengen Bearbeitung von trigonometrischen Höhenbestimmungen. Zuletzt wird die Möglichkeit zur Bestimmung lokaler Lotabweichungssysteme durch astronomisches Nivellement dargelegt. Ergebnisse aus dem Versuchsgebiet Garmisch-Partenkirchen ergänzen die theoretischen Erörterungen.

Zum Themenkreis Photogrammetrie und Fernerkundung entwickelt Prof. Dr.-Ing. K. Kraus, T. U. Wien, in seinem Referat: „Photogrammetrische Auswertung von Satellitenaufnahmen“ das

System der Differentialverzerrung am Beispiel der Reproduktion eines historischen Globus, mit Hilfe einer rechnerischen Doppelprojektion. Theoretisch ist die Auswertung von Satellitenaufnahmen das gleiche Problem. Prof. Kraus zeigt die Informationserfassung und Übertragung von Satelliten an einigen äußerst plastischen Beispielen, wie z. B. kleinmaßstäbliche Orthophotokarten aus Thermoaufnahmen, eine Montage mit der ÖK 1 : 500.000 und eine Schneedeckenauswertung aus Grauwertauszählungen von entzerrten Magnetbandaufzeichnungen.

Im Arbeitskreis berichtet Doz. Dipl.-Ing. Dr. F. Leberl, T. U. Graz, über „Möglichkeiten der Photogrammetrie und Fernerkundung“ und Dipl.-Ing. R. Kostka, T. U. Graz, über „Beiträge zur Kartographie im Gebiet des Pamir in Afghanistan und Pakistan“ (mit eindrucksvollen Dias), wobei die terrestrische Photogrammetrie als Grundlage für geologische, volkskundliche und botanische Karten dient.

Prof. Dr.-Ing. H. Ebner, T. U. München, gibt nach einer Einführung in die Theorie der Zufallsprozesse eine Übersicht über „Neuere Interpolationsverfahren und ihre Anwendung in Fernerkundung und Photogrammetrie“, u. a. die Methode nach einem Gauß-Markov'schen Prozeß 2. Stufe, sowie die Methode der finiten Elemente und ihre Anwendung im Bereich eines digitalen Höhen-Modells.

Über die „Überwachung tektonischer Bewegungen mit Hilfe lokaler geodätischer Netze“, gezeigt an einem Beispiel in den peruanischen Anden, referiert Prof. Dr.-Ing. W. Welsch, Hochschule der Bundeswehr München, wobei er ein besonders anschauliches Bild der Theorie der Plattentektonik entwirft und die Ergebnisse seiner Messungen in den Anden vorstellt.

Ein Streckennetz der TIWAG für die Druckrohrleitung der Kraftwerksgruppe „Sellrain“-Silz wird von Dipl.-Ing. Gillarduzzi erörtert und über die verschiedenen Probleme, wie: Lotabweichung, Einfluß von magnetischen Feldern und Funkanlagen auf die elektronische Streckenmessung, Eichmöglichkeiten u. a. m., diskutiert.

Schließlich gibt Prof. Dr. Moser, der Leiter der Alpinen Forschungsstelle der Universität Innsbruck in Obergurgl, einen ungemein interessanten Überblick über die Arbeiten und Ziele dieser Station und die Ökologie des Ötztals.

Daß diese Kombination, bestehend aus Vorträgen über die vielschichtigen Probleme der Hochgebirgsgeodäsie und ihrer Randgebiete, ihre Erörterung in gemeinsamen und persönlichen Diskussionen, also vielfacher geistiger Anregung, verbunden mit körperlicher Ertüchtigung und der Gelegenheit zur Anknüpfung und Erneuerung von persönlichen Kontakten – inmitten einer herrlichen Bergwelt – begeisterte Aufnahme fand, bedarf eigentlich keiner Erwähnung. Man darf heute schon gespannt sein auf die bei der nächsten Geodätischen Woche 1980 vorliegenden neuen Erkenntnisse und Forschungsergebnisse.

*Paul Hörmannsdorfer*

## Personalnachrichten

### **o. Prof. Dr. mult. Helmut Wolf, korrespondierendes Mitglied der Akademie der Wissenschaften**

o. Prof. Dr. mult. *Helmut Wolf*, Direktor des Institutes für Theoretische Geodäsie der Universität Bonn, wurde am 9. Mai 1978 zum korrespondierenden Mitglied der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Österreichischen Akademie der Wissenschaften gewählt.

Die österreichische Kollegenschaft freut sich über diese wohlverdiente Auszeichnung eines hervorragenden Fachkollegen, der immer bemüht war, auch die Verbindung mit der österreichischen Geodätenschaft zu pflegen, und gratuliert dazu recht herzlich.

Außerdem wird mit Befriedigung festgestellt, daß die Geodäsie in der Österreichischen Akademie nun durch 2 inländische Mitglieder (k. M. Prof. Moritz, w. M. Prof. Rinner) und 3 ausländische Mitglieder (k. M. Prof. Ramsayer, k. M. Prof. Tarczy-Hornoch und k. M. Prof. Wolf) vertreten ist. Sie sieht darin eine Anerkennung der bisherigen Leistungen und eine Voraussetzung und Ermutigung zu weiteren Beiträgen auf dem Gebiet der theoretischen und praktischen Geodäsie.

*K. Rinner*

**Rat Dr. jur. Hans Walther Kaluza  
Bestellung zum Universitätslektor**

Der Vorstand der Präsidialabteilung 1 des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Rat Dr. jur. *Hans Walther Kaluza*, ist von der Universität für Bodenkultur mit Beschluß vom 19. April 1978 zum Universitätslektor für die Lehrveranstaltung „Der Techniker im Rechtsleben“ bestellt worden.

Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung ist die Behandlung folgender Rechtsmaterien vorgesehen:

**1. Recht der technischen Berufe**

- 1.1. Der Techniker im öffentlichen Dienst (Auszüge aus dem Dienstrecht, insbesondere der technischen Verwendungen)
- 1.2. Der freischaffende Techniker (ZiviltechnikerG, IngenieurkammerG, Standesregeln)
- 1.3. Der Techniker im gerichtlichen Verfahren (insbesondere als Sachverständiger)
- 1.4. Der Techniker im Verwaltungsverfahren (Verwaltungsverfahrensrecht)

**2. Technik und Verwaltung**

- 2.1. Behördenorganisation und -aufbau in Österreich unter besonderer Berücksichtigung der technischen Behörden

**3. Recht der Technik**

- 3.1. Maß- und Eichwesen
- 3.2. Elektrotechnik- und Starkstromwegerecht
- 3.3. Bergrecht
- 3.4. Vermessungsrecht, Staatsgrenzen
- 3.5. Normenrecht
- 3.6. Beschußwesen und Waffenrecht
- 3.7. Verkehrswesen (Straßenverkehr, Luftfahrt, Seilbahnen)
- 3.8. Gewerberecht
- 3.9. Dampfkesselwesen
- 3.10. Baurecht des Bundes
- 3.11. Öffentliches Wegerecht
- 3.12. Sonstige Rechtsvorschriften im technischen Bereich

Der österreichische Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie übermittelt dem neu bestellten Universitätslektor auch auf diesem Wege die besten Glückwünsche und gibt gleichzeitig der Überzeugung Ausdruck, daß schon auf Grund der bisherigen beruflichen Tätigkeit von Rat Dr. Kaluza sichergestellt ist, daß die von ihm gelesene Lehrveranstaltung einen weiteren Beitrag zur Vertiefung der Beziehungen zwischen dem Techniker und dem Juristen darstellen wird.

*F. Hrbek*

## Veranstaltungskalender und Vereinsmitteilungen

### Seminar: Straßen- und Leitungskataster

Die Technische Akademie Wuppertal wiederholt wegen der übergroßen Nachfrage am 2. und 3. Oktober 1978 das Seminar „Straßen- und Leitungskataster“. Das Seminar steht wiederum unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. H. J. Meckenstock, GH Wuppertal, und ÖbVI Dipl.-Ing. D. Schaffert, Freiburg. Namhafte Fachleute werden das Thema aus politischer, rechtlicher, verwaltungstechnischer und wirtschaftlicher Sicht behandeln.

Nähere Auskünfte und Einladungen durch die TAW, D-5600 Wuppertal 1, Postfach 130465.

### Symposium über Landinformationssysteme

Im Auftrag der Fédération Internationale des Géomètres (FIG) veranstaltet o. Professor Dr.-Ing. Gerhard Eichhorn in der Zeit vom 16. bis 21. Oktober 1978 an der Technischen Hochschule Darmstadt ein Internationales Symposium über Landinformationssysteme.

Anmeldungen und nähere Auskünfte: Geodätisches Institut der Technischen Hochschule Darmstadt, Petersenstraße 13, D-6100 Darmstadt.

### V. Internationales Symposium für Photogrammetrie in der Architektur und Denkmalpflege

In der Zeit vom 9. bis einschließlich 12. Oktober 1978 findet im Hotel Solaris in Šibenik, Jugoslawien, das V. Internationale Symposium für Photogrammetrie in der Architektur und Denkmalpflege statt. Anmeldungen und nähere Auskünfte: Prof. Dr.-Ing. Franjo Braum, Geodetski fakultet, 41000 Zagreb, Kačićeva 26, Jugoslawien.

## Buchbesprechungen

**Hans Plöb!**: **Dokumentation über die deutsch-österreichische Staatsgrenze**. Herausgegeben vom Bayerischen Landesvermessungsamt München, 1977. Mit Geleitworten des Bayerischen Ministerpräsidenten, Dr. h. c. Alfons Goppel, des Präsidenten des BAfEuV., Dipl.-Ing. Ferdinand Eidherr und des Präsidenten des Bayerischen Landesvermessungsamtes, Dr. Ing. Ernst Messerschmidt. 129 Seiten Text mit 55 Abbildungen, 19 Anlagen und 10 Beilagen.

Der Verfasser, Ministerialdirigent a. D. Dr. Ing. Plöb!, hat als einziges Mitglied der bayerischen Delegation an allen Beratungen der Gemischten österreichisch-bayerischen Grenzkommision (GöbGK) von der konstituierenden Sitzung im Jahre 1953 bis zur Beendigung der Grenzrevision im Jahre 1969 teilgenommen und konnte aus dem reichen Schatz seiner Erinnerungen bayerischerseits am besten die Tätigkeit der GöbGK übersichtlich beschreiben. Das Werk gibt aber auch gute Auskunft über die zu den Grenzwiederherstellungsarbeiten verwendeten rechtlichen und technischen Grundlagen und schildert die Schwierigkeiten, die sich bei der Auslegung

der aus der Zeit zwischen 1765 und 1911 stammenden Verträge, Konventionen, Traktate, Abkommen, Protokolle und Erklärungen samt den zugehörigen Karten und Grenzbeschreibungen ergeben haben. Da nur für den östlichen Teil der rund 784 km langen Grenzstrecke neue Grenzurkundenwerke durch Verträge zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Republik Österreich in Kraft getreten sind, gelten für die westliche Hälfte der Grenze (Tirol und Vorarlberg einerseits, sowie Bayern andererseits) auch heute noch einige der vorerwähnten alten Verträge samt zugehörigen Karten und Grenzbeschreibungen.

Das Werk enthält nicht nur den Wortlaut der neugeschlossenen Verträge samt Beispielen für die zugehörigen Anlagen „Beschreibung der Staatsgrenze“, „Koordinatenverzeichnis der Grenzzeichen“ und „Grenzkarten“, sondern auch die Erläuterungen, die österreichischerseits dem Nationalrat, und die Denkschrift, die auf deutscher Seite den gesetzgebenden Körperschaften zur Beschlußfassung über den Vertrag zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Republik Österreich über die gemeinsame Staatsgrenze vom 29. Februar 1972 seinerzeit vorgelegt wurden. Wertvollen Aufschluß über die jeweiligen für den Staatsgrenzverlauf geltenden rechtlichen Grundlagen gibt das Werk den Vermessungsfachleuten, die im Bereich der Staatsgrenze mit Grundstücksvermessungen oder mit Trassierungen von Verkehrswegen, Gewässerregulierungen und Überlandleitungen befaßt sind.

Eine an sich wenig bedeutende Ungenauigkeit betreffend den Anlaß der Grenzrevision befindet sich auf Seite 3. Den ursprünglichen Anlaß gab nicht das BAfEuV., sondern der Bau des Donaukraftwerkes Jochenstein und das hierüber geschlossene zwischenstaatliche Abkommen vom 13. Feber 1952. Bei dem hierauf erfolgten, im Werk auf Seite 21 erwähnten, Zusammentreffen am 8. Mai 1952 zur Ermittlung des Grenzverlaufes in der Donau, an dem Vertreter der beteiligten Verwaltungen der Republik Österreich, der Bundesrepublik Deutschland und des Freistaates Bayern teilnahmen, wurde von bayerischer Seite auch auf die großen Mängel in der Vermarkung der Staatsgrenze im Grenzabschnitt „Innwinkel“ hingewiesen. Die Staatsgrenze bildet dort auch die Grenze des Stadtgebietes von Passau, in dem viele Vermessungen vorzunehmen sind. Das BAfEuV. war bereit, im Laufe des Sommers 1952 die Vermarkungsmängel gemeinsam mit der bayerischen Vermessungsverwaltung zu beheben. In einer Verbalnote vom 30. Juli 1952 an den Chef der österreichischen Verbindungsstellen in der Bundesrepublik Deutschland hat das Auswärtige Amt in Bonn um dringende Behandlung der Festlegung der Grenze in der Donau ersucht; der Beginn der Bauarbeiten am Kraftwerk Jochenstein sei ansonst in Frage gestellt. Auf Grund dieser Verbalnote fand die weitere Behandlung der Angelegenheit auf einer zweiten Zusammenkunft in Passau am 15. Oktober 1952 statt (siehe Seite 21 des Werkes). Auf dieser Besprechung hat das BAfEuV. beantragt, auch andere Teile der Staatsgrenze einer Revision zu unterziehen und darauf verwiesen, daß Österreich für die Herstellung eines neuen Kartenwerkes 1 : 50.000 klare Verhältnisse hinsichtlich des Verlaufes der Staatsgrenze benötige.

Für die mühsame Arbeit der auszugsweisen Wiedergabe der wichtigsten Teile der zahlreichen Niederschriften der GöbGK und ihrer 4 Abschnittskommissionen, ist dem Verfasser Dank zu sagen. Leider hat er seine eigene Meinung zu einigen Beschlüssen und Maßnahmen der GöbGK nicht, wie bei der Wiedergabe in ähnlichen Werken üblich, in Anmerkungen festgehalten, sondern in den Text unmittelbar eingegliedert, wodurch beim Leser Mißverständnisse entstehen könnten.

Ein solcher Fall liegt auf Seite 45 des Werkes vor, wo der Verfasser die Gewässergrenzen im Grenzabschnitt Saalach-Scheibelberg beschreibt und dazu empfiehlt, die im Art. 4 Abs. 1 des Grenzvertrages vom 29. Feber 1972 festgelegte Bestimmung über die Unbeweglichkeit der nassen Grenzen nach Möglichkeit zu streichen. Der Verfasser beschreibt die Grenzgewässer in diesem Grenzabschnitt richtig als typische Gebirgsbäche: „Sie verlaufen zum größten Teil in tief eingeschnittenen zerklüfteten Schluchten, ergießen sich durch steile Felsrinnen, fließen breitflächig über Felsplatten, bilden Wasserfälle, verbreitern sich zu Wassergumpen, verästeln sich in kleinste Windungen oder verschwinden auch hin und wieder ganz unter großbrockigem Geröll.“ Bei so charakterisierten Gewässern sind Veränderungen nur an wenigen Stellen, wie bei Verästelungen in kleinste Windungen und beim Fließen über großbrockiges Geröll zu gewärtigen.

In diesen Fällen wird es aber besonders schwer sein, allmähliche natürliche Veränderungen nachträglich oft erst nach Jahren von plötzlichen zu unterscheiden. Zu bemerken wäre noch, daß die Grenzgewässer in der neuen Grenzkarte im Maßstab 1 : 5000 auf Grund der Auswertung von Luftbildern dargestellt wurden, die von einem eigens für die Anfertigung der Grenzkarte durchgeführten Bildflug stammen.

Einige Bemerkungen scheinen noch zu dem Kapitel „Einsprüche gegen den Verlauf der Staatsgrenze“ im Grenzabschnitt „Scheibelberg-Bodensee“ angebracht (Seite 63 ff): In diesem Grenzabschnitt, für den gem. Art. 2 Abs. 2 Ziff. 3 des Vertrages vom 29. Feber 1972 das geltende Grenzrundenwerk einvernehmlich zu erneuern ist, sind bei den Beratungen der GöbGK an zwei Stellen Meinungsverschiedenheiten über den Verlauf der Staatsgrenze aufgetreten. Für den Grenzverlauf im Wetterstein- und Karwendelgebirge wurde zu dem Grenzberichtigungsvertrag vom 30. Januar 1844 mit der grenzbeschreibenden Beilage B und dem Ergänzungsvertrag vom 16. Dezember 1850 mit den Beilagen A, C, D u. E der Ergänzungsvertrag vom 15. Mai 1909 abgeschlossen, zu dem ein Schlußprotokoll vom 16. September 1909 und die grenzbeschreibende Beilage F gehören. Die Verdichtung der Vermarkung und die Vermessung für die Grenzkarte zur Beilage F wurde allein von dem bayerischen Katastergeometer E. Waltenberger in den Jahren 1900 bis 1903 durchgeführt. Am 24. August 1902 trafen sich in Scharnitz je 2 „Commissäre“ von österreichischer und von bayerischer Seite, um in Gegenwart von Waltenberger die aufgetauchten Grenzdifferenzen unter Einsichtnahme in das vorhandene Plan- und Skizzenmaterial zu besprechen. Die „Commission“ beschloß, die Grenze im Karwendelgebirge zwischen der Mittleren Karwendelspitze und den Dammkarscharten zu besichtigen. In dem Protokoll vom 27. August 1902 wurde nach der Besichtigung das Gelände bei den Dammkarscharten als „sehr compliziertes Felsengelände“ beschrieben und die von Waltenberger bereits ergänzte und verdichtete Vermarkung als dem Text des Art. V des Grenzberichtigungsvertrages vom 30. Januar 1844 entsprechend anerkannt.

Gemäß der Beilage E zum Vertrag vom 16. Dezember 1850 „zieht in diesem Teil die Grenze dem höchsten Gebirgsgrate nach,“ der wohl gleichbedeutend mit der Wasserscheide ist. Die österreichische Delegation der GöbGK vermutete auf Grund eines Berichtes der österreichischen Mitglieder der Abschnittskommission 3, daß die nach der Beilage F abgemarkte Grenze zwischen der Mittleren Karwendelspitze und der Mittleren Dammkarscharte nicht der Wasserscheide folgt, wodurch für das österreichische Gebiet ein Flächenverlust von mehr als 1 ha entstanden ist. Offenbar hatte die „Commission“ bei ihrer Besichtigung am 25. August 1902 die im Text des Vertrages vom 30. Januar 1844 und der Beilage E des Ergänzungsvertrages vom 16. Dezember 1850 beschriebene Grenze in dem „sehr complizierten Felsengelände“ nicht gefunden und ist einem Irrtum unterlegen. Vom BAfEuV. wurden für die Grenze im Karwendelgebirge Luftbilder eines Bildfluges vom Jahr 1964 im Maßstab 1 : 10.000 graphisch ausgewertet. Das Ergebnis bestätigte zwar die Vermutung der österreichischen Delegation der GöbGK., daß die vermarkte Grenzlinie dem höchsten Gebirgsgrat (der Wasserscheide) nicht folgt, doch konnte im Maßstab der Auswertung die Linie der Wasserscheide nicht mit Sicherheit gefunden werden (siehe Seite 63 u. 64 des Werkes). Da der Art. III des Ergänzungsvertrages vom 15. Mai 1909 vorsieht, daß bei allen in Zukunft auftauchenden Zweifeln über den Verlauf der Landesgrenze im Wetterstein- und Karwendelgebirge ausschließlich die Darstellung der Grenze in der Beilage F im Zusammenhalte mit dem Texte des Art. V des Staatsvertrages vom 30. Januar 1844 und der Beilage E des Ergänzungsvertrages vom 16. Dezember 1850 maßgebend ist, hat sich die österreichische Delegation der GöbGK vorbehalten, bei allfälligen Verhandlungen über einen künftigen Staatsvertrag die Frage des Grenzverlaufes zur Sprache zu bringen, was nun wohl für das vorgesehene neue Grenzrundenwerk zutreffend wird. Es erscheint daher die Meinung des Verfassers, daß es sich hiebei um einen bereits abgeschlossenen Fall handelt, nicht zutreffend (Seite 65 oben 2. Abs.).

Die zweite Meinungsverschiedenheit bei den Beratungen der GöbGK über den Verlauf der Staatsgrenze betraf einen östlich der Dammkarscharte befindlichen Teil des Karwendelgebirges.

Sie führte gleichfalls zu einem Einspruch der österreichischen Delegation der GöbGK gegen die von dem bayerischen Katastergeometer Waltenberger in den Jahren 1901 bis 1903 durchgeführte Verdichtung der Vermarkung und betrifft den Grenzverlauf im Bereich des Bärenalpls (siehe Seite 65, 66 u. 67). Die Auswertung der Luftbilder aus dem Bildflug des BAFeuV. vom Jahre 1964 im Maßstab 1 : 10.000 vom Gebiet des Bärenalpls läßt erkennen, daß die in der Beilage F beschriebene und kartographisch wiedergegebene Grenzlinie nicht der revidierten Grenzbeschreibung in der Beilage E entspricht: Im Artikel V des Grenzberichtigungsvertrages wird für den Grenzverlauf in diesem Teil der Grenze festgelegt, daß durch die Linie die Bärenalpe ganz zu Tirol ausgeschieden wird. Die Grenzlinie in der Beilage F trennt aber die einzige in diesem Gebiet befindliche Quelle von der Bärenalpe ab und schlägt sie bayerischem Gebiet zu. Eine Alpe kann ohne Viehtränke nicht existieren. Die Auswertung der Luftbilder im Maßstab 1 : 10.000 läßt aber nicht genau erkennen, wie die Grenzlinie gemäß Beilage E (in der Natur) verlaufen soll. Da ein Flächenverlust von mehr als 4 ha für das österreichische Gebiet vermutet wurde, haben die österreichischen technischen Delegierten zur Klärung der Frage eine örtliche Begehung sowohl des Bereiches der Dammkarscharte als auch des Bärenalpls durch die GöbGK vorgeschlagen. Der Vorschlag wurde auf der 20. Tagung der GöbGK von der bayerischen Delegation abgelehnt. Die österreichische Delegation hat hierauf am 9. Juli 1965 die Grenze am Bärenalpl allein besichtigt und die Differenz zwischen den beiden Ansichten über den Grenzverlauf mit mehr als 30 m bis zu 100 m bestätigt gefunden. Der Fall ist auf den Seiten 65 bis 67 ausführlich beschrieben. Weggelassen wurde allerdings der österreichische Vorschlag zu einer gemeinsamen Begehung durch die GöbGK und die Ablehnung der bayerischen Delegation. Auch dieser Fall ist entgegen der Meinung des Verfassers noch ungeklärt.

Die beiden beschriebenen Fälle zeigen, daß die Durchführung einer Verdichtung der Vermarkung, einschließlich der zugehörigen Grenzbeschreibung allein durch Beauftragte nur eines der beteiligten Staaten, auch wenn die Arbeit nachträglich durch eine paritätisch besetzte Kommission besichtigt wird, dem anderen beteiligten Staat zum Nachteil gereichen kann.

Der Rezensent hat an den Beratungen über die Vermessung und Vermarkung der österreichisch-deutschen Grenze vom Beginn am 8. Mai 1952 bis zum 18. Juli 1969, dem Tag der Beendigung der Arbeiten der GöbGK, als österreichischer Delegierter teilgenommen. Er fühlt sich verpflichtet, die dabei gesammelten Erfahrungen und Feststellungen – soweit sie zur Klarstellung einiger Ausführungen im vorliegenden Werk beitragen – den Fachleuten bekanntzugeben. Diese Ergänzungen sollen jedoch keinesfalls die außerordentlichen Verdienste des Verfassers des Werkes beeinträchtigen, der sich der großen und mühsamen Arbeit unterzogen hat, aus mehr als 130 Niederschriften die wesentlichen Maßnahmen und Beschlüsse der GöbGK. zusammenzustellen. Es ist ihm gelungen, ein umfassendes Werk über die Geschichte der österreichisch-deutschen Staatsgrenze ab dem Jahre 1765 zu schaffen.

*Stephan Nagy*

**Messner, Robert: Der Franziszeische Grundsteuerkataster, ein Überblick über seinen Werdegang und sein Wirken.** Jahrbuch des Vereines für Geschichte der Stadt Wien, Verlag Ferdinand Berger & Söhne OHG, Horn, NÖ. *III. Teil* im Band 30/31 (1974/75), Seite 125–176, und *IV. Teil* im Band 32/33 (1976/77), Seite 133–185.

Die aus der Feder von Hofrat i.R. Dipl.-Ing. Robert Messner stammende, in mehreren Bänden des genannten Jahrbuches fortsetzungsweise herausgegebene, umfassende Darstellung der Entwicklung des österreichischen Grundsteuerkatasters ist mit dem Erscheinen des III. und IV. Teiles nunmehr abgeschlossen.

Der I. und II. Teil des Werkes, die bereits 1972 bzw. 1973 herausgekommen sind, sind im Heft 4/1975 der ÖZfVuPh ausführlich besprochen worden.

Der Verfasser bringt im *III. Teil* den geschichtlichen Ablauf der Entwicklung des Franziszeischen Grundsteuerkatasters während der 60jährigen Periode von 1861 bis 1921.

Im besonderen beschreibt er sehr ausführlich Ursachen, Inhalt und Durchführungsergebnisse des Grundsteuerregelungsgesetzes vom Jahre 1869 und des Katasterrevisionsgesetzes vom Jahre 1896. Während auf Grund des erstgenannten Gesetzes in 13jähriger Arbeit rd. 50 Millionen Grundstücke in den zisleithanischen Ländern der Monarchie im Wege einer Begehung an Ort und Stelle sowie an Hand neuer Klassifikationstarife neu eingeschätzt und solcherart die damals rund 50 Jahre alten Unterlagen des stabilen Katasters grundlegend berichtigt wurden, gelang durch die, mit dem an zweiter Stelle genannten Gesetz, angeordnete Katasterrevision eine umfassende Verbesserung und Richtigstellung des Reinertragsoperates der Grundsteuerregelung ohne neuerliche Lokalerhebungen.

Im § 22 des Katasterrevisionsgesetzes wurde außerdem mit Beginn des Jahres 1898 die Aufnahme des metrischen Flächenmaßes in allen Operaten des Katasters angeordnet. Im sonstigen öffentlichen Verkehr war das metrische Maß- und Gewichtssystem bekanntlich schon durch ein Gesetz vom Jahre 1871 mit Wirkung vom 1. Jänner 1876 eingeführt worden.

In weiterer Folge hören wir vom allgemeinen Grundbuchgesetz vom Jahre 1871 und vom Grundbuchslegungsgesetz für Niederösterreich vom Jahre 1874, wobei hier besonders das mit den Durchführungsergebnissen dieser Gesetze beginnende, außerordentlich fruchtbare Zusammenwirken von Kataster und Grundbuch betont wird. Interessanterweise wird hier eine hitzige Parlamentsdebatte erwähnt, bei der von einem Abgeordneten dem damals gerade im Berichtigungsverfahren des Grundsteuerregelungsgesetzes befindlichen Franziszeischen Kataster seine für die Zwecke der Grundbuchsanlage erforderliche Eignung abgesprochen und allen Ernstes eine neuerliche Detailvermessung von ganz Österreich vorgeschlagen wurde. Wie nicht anders zu erwarten, wurde diesem Ansinnen nicht stattgegeben und der durch die Berichtigung und Revision verbesserte Franziszeische Kataster damals, an Seite des Grundbuches, als ein wichtiges, im Dienst der Rechtspflege seither bestens bewährtes, unterstützendes Element anerkannt.

Natürlich wird auch dem, nach dem Grundsteuerpatent von 1817 gleichermaßen bedeutenden Gesetzeswerk, dem katastralen Evidenzhaltungsgesetz vom 23. Mai 1883, ein eigener Abschnitt gewidmet, darin eine kurze Beschreibung der Gesetzeswerdung geboten sowie auf die dem Gesetz zukommende große Bedeutung und seine lange Geltungsdauer hingewiesen.

Weiters werden die durch gesetzliche Verfügung damals geschaffene Organisation des Evidenzhaltungsdienstes und deren mehrmalige zeitbedingte Abänderungen dargelegt.

Schließlich werden die im Juni 1883 erlassenen „Andeutungen hinsichtlich des Verfahrens bei Ausführung der Vermessungsarbeiten und bei der Durchführung der Veränderungen in den Operaten des Grundsteuerkatasters zum Zwecke der Evidenzhaltung desselben, auf Grund des Gesetzes vom 23. Mai 1883, RGBl. Nr. 83“, eingehend beschrieben, wobei besonders die Anweisungen über die Durchführung der katastralen Neuvermessung hervorgehoben werden. Es wird weiters die Einführung der numerischen Aufnahmemethode, der sogenannten Polygonalmethode, entsprechend gewürdigt, ihre Grundzüge kurz erklärt und das im Jahre 1887 in erster Auflage erschienene grundlegende Anweisungswerk, die sogenannte „Rote Instruktion“ erläutert. Selbstverständlich wird auch die im Jahre 1865 erstmalig herausgekommene und im Jahre 1907 neuaufgelegte Instruktion zur Ausführung der Vermessungen mit Anwendung des Meßtisches, die sogenannte „Grüne Instruktion“, eingehend behandelt.

Im selben Abschnitt werden außerdem Entstehung und Entwicklung der Katastralmappenarchive geschildert und die im Laufe der Entwicklung des Katasters angewendeten verschiedenen Mappendruckverfahren beschrieben.

In einem eigenen kurzen Kapitel wird der in der erstaunlich kurzen Zeit von 1880 bis 1884 durchgeführten Katasteraufnahme von Bosnien-Herzegowina (51 200 Quadratkilometer) gedacht,

die mit Hilfe des Meßtisches geschah und als eine vermessungstechnische Großtat ersten Ranges zu werten ist.

Zum Abschluß werden noch die Lebensbilder zweier verdienstvoller Pioniere des Franziszeischen Evidenzhaltungskatasters gebracht, nämlich des Juristen Alexius DANZER und des Technikers Abraham BROCH.

Im *IV. und letzten Teil* des Überblickes über Werdegang und Wirken des Franziszeischen Grundsteuerkatasters behandelt Messner die nahezu 50jährige Zeitepoche von 1921 bis 1968.

Der Schilderung der Ursachen und Anfänge der Bestrebungen zur Vereinheitlichung des staatlichen Vermessungsdienstes folgen Darlegungen über das Organisationsstatut des K. K. Polytechnischen Institutes in Wien aus dem Jahre 1863, das zwar eine eigene Fachschule für Geodäsie vorgesehen hatte, deren Errichtung jedoch damals nicht zustande kam. Erst rund 30 Jahre später, im Jahre 1896, wurde bekanntlich der zweijährige Kurs zur Heranbildung von Vermessungsgeometern und nochmals 30 Jahre später, im Jahre 1924, wurde endlich die Fachschule für Geodäsie errichtet.

In weiterer Folge werden die nach dem Zusammenbruch der Monarchie im November 1918 einsetzenden ersten konkreten Maßnahmen zur Vereinheitlichung des staatlichen Vermessungsdienstes geschildert, die 1921 zur Gründung des Bundesvermessungsamtes und schließlich 1923 zur Schaffung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen geführt haben.

Diese letztlich erreichte Vereinheitlichung des Vermessungsdienstes und die durch die Schaffung der Fachschule für Geodäsie erwirkte Aufwertung der Vermessungsbeamten ist, wie bekannt, den jahrelangen Bemühungen und der nimmermüden Arbeit von Professor Eduard DOLEŽAL zu verdanken. Ihm wird daher vom Verfasser ein eigener Abschnitt gewidmet, in dem ein ausführliches Lebensbild Doležals dargeboten wird.

Nach Darstellung der in den Jahren 1938 bis 1945 für die „Hauptvermessungsabteilung XIV“ und damit für das Vermessungswesen und den Kataster Österreichs maßgebenden Richtlinien, etwa die Organisationsänderungen des Amtes oder die Einführung der Bodenschätzung, wird auf die Wiedererrichtung des BAfEuV im Jahre 1945 übergegangen.

Hier werden besonders die neuen Fakten zur Berechnung der Grundsteuer erläutert und der bedeutendsten damaligen Leistungen des Bundesamtes, so des Abschlusses der seit 1928 im Gange befindlichen Neuvermessung des südlichen Burgenlandes sowie der 1956 erfolgten Einführung der elektronischen Datenverarbeitung, gedacht.

In ausführlicher Weise wird das Lebensbild des bis Ende 1949 amtierenden Präsidenten des Bundesamtes, Karl LEGO, wiedergegeben, der schon als Mitarbeiter Professor Doležals und später als Präsident des BAfEuV sich überaus große Verdienste um das österreichische Vermessungswesen erworben hat.

Der *IV. Teil* der Geschichte des Franziszeischen Grundsteuerkatasters klingt aus mit der Darlegung der Grundzüge des „Grenzkatasters“, welcher durch das Vermessungsgesetz vom Jahre 1968, mit Wirkung vom 1. Jänner 1969, eingeführt worden ist, wodurch die Geltung des Franziszeischen Grundsteuerkatasters, nach 151 Jahren seiner Wirksamkeit, erloschen ist.

Hofrat Messner hat mit seiner Geschichte des Franziszeischen Grundsteuerkatasters einen umfassenden Überblick über ein Vierteljahrtausend (1718: Einführung des Mailänder Katasters durch Karl VI. bis 1968: Ende der Gesetzeskraft des Franziszeischen Grundsteuerpatentes durch Einführung des Grenzkatasters) einer speziellen österreichischen Fachgeschichte geschaffen. Ein Werk, das in klarer und ausführlicher Weise nicht nur dem Techniker und Katasterfachmann, sondern ganz allgemein der gesamten interessierten Öffentlichkeit wertvolle Einblicke in eine wegen ihrer Einmaligkeit von der ganzen Welt im höchsten Maße anerkannte Materie bietet. Der an sich trockene Stoff wird vom Verfasser durch die oftmalige Schilderung der historischen Begleitumstände und durch die fallweise Wiedergabe von Lebensbildern bedeutender Kataster-Persönlichkeiten wirksam aufgelockert und dadurch erfreulich abwechslungsreich gestaltet.

Dabei werden Ereignisse berührt, die wohl auch den Ältesten unter uns völlig unbekannt sein dürften. Etwa, daß der erste Präsident des Bundesvermessungsamtes Leopold Nowotny

heißen sollte: Dieser – nach übereinstimmenden Berichten – von einem hohen Beamtenethos getragene Charakter, ein Mann von hervorragenden Fähigkeiten und seltener Herzensgüte – wurde kurz vor Ernennung zum Präsidenten eines Morgens im Oktober 1920 vor dem „A-Gebäude“ von einem aus der Kriegsgefangenschaft heimgekehrten, offenbar geistesgestörten Evidenzhaltungsbeamten ermordet.

Aber auch eigene Erlebnisse und Eindrücke weiß Messner wirklichkeitsnah zu schildern; z.B., daß er – als damals dreizehnjähriger Gymnasiast – die letzte Ausstellung des in Liquidierung begriffenen Militärgeographischen Institutes besuchte (1919) und dabei von dem sehnlichen Wunsch erfaßt wurde, auch einmal an so hervorragenden Schöpfungen der Vermessungs- und Kartentechnik mitwirken zu dürfen. Er empfindet es heute noch als große Gnade des Schicksals, daß es ihm vergönnt war, später durch fast 42½ Jahre dem „Haus mit dem Globus“ in Treue gedient zu haben.

Es ist sicher bekannt, daß Robert Messner, neben seinem hier besprochenen Werk, seit Jahren eine in mehreren Bänden erscheinende und noch zu erweiternde Topographie von Alt-Wien in Arbeit hat, die jeweils eine historisch-topographische Darstellung der Vorstädte und Vororte Wiens auf Grund der Katastralvermessung zum Inhalt hat. Fünf Bände dieses in der einschlägigen Fachwelt anerkennenderweise als „Topographia Messneri“ bezeichneten Werkes sind bereits erschienen und weitere Bände stehen in Bearbeitung. Siehe Buchbesprechungen in den Heften 3/1973 und 1/1977 der ÖZfVuPh.

Es entspricht dem unermüdlichen Fleiß und dem gleichermaßen auf Präzision und Vollständigkeit ausgerichteten Sinn Hofrat Messners, daß er sich außerdem mit der Absicht trägt, noch weitere historisch-technische Abhandlungen, und zwar über die Neuvermessungen im Raume der Stadt Wien, die repräsentativen Ausstellungsveranstaltungen des Vermessungswesens und Grundkatasters sowie über die burgenländische Katastralaufnahme zu verfassen.

Wir wünschen ihm von ganzem Herzen die glückliche Erreichung aller dieser seiner Ziele und wollen ihm für seine aufopferungsvolle Arbeit ein schlichtes, aber aufrichtiges Danke sagen.

*Hans Hruda*

**Walter Großmann: Geodätische Rechnungen und Abbildungen in der Landesvermessung. Dritte, auf numerische Rechnungen abgestellte Auflage, 260 + XII Seiten. Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart 1976.**

Das Werk, diesmal in Taschenbuchform erschienen, möchte den Studenten in die Grundlagen der Landesvermessung einführen und dem Praktiker Kenntnisse über gebräuchliche Abbildungen und Koordinatensysteme vermitteln. Es gliedert sich in 8 Abschnitte und den Tabellenteil.

Die ersten drei Abschnitte behandeln die Geometrie des Erdellipsoids, die geodätische Linie einschließlich diverser Reduktionen, und die in der Praxis verwendeten sphärischen Rechnungen. Es folgen die Kapitel über geographische und Soldner-Koordinaten auf dem Ellipsoid, wobei mehrere wichtige Lösungswege der geodätischen Hauptaufgaben enthalten sind. Der umfangreiche sechste Abschnitt ist den konformen Gauß-(Krüger-)Koordinaten sowie ihren Reduktionsgrößen, Übertragungen und Streifentransformationen gewidmet. Die beiden letzten Kapitel geben einen Überblick über weitere konforme Abbildungen und über die Anlage der deutschen Landesvermessungen. Im Anhang findet man eine einschlägige Formelsammlung, Tafeln für das Bessel-Ellipsoid und Tabellen für Verebnung, Hauptaufgaben, Soldner- und Gauß-Krüger-Koordinaten.

Bei aller Fülle des Stoffes ist das Buch übersichtlich und didaktisch ausgezeichnet. Es bietet eine gelungene Mischung zwischen Theorie und praktischer Anwendbarkeit. Zahlreiche Vorbemerkungen und eingestreute Notizen fördern das Verständnis des Studierenden für die Zusam-

menhänge; Rechenbeispiele und kleine Tabellen veranschaulichen die Lösungswege und die Größenordnung von Korrektionsgliedern.

Zu bemängeln ist das Fehlen dreidimensionaler Lösungen, beispielsweise für Schnitt- oder Übertragungsaufgaben. Nützlich wäre auch die Aufnahme verkürzter Gebrauchsformeln – etwa zur Programmierung von Kleinrechnern – und der sehr brauchbaren, geschlossenen Formeln von Hirvonen zur Gauß-Krüger-Abbildung. Für ein deutschsprachiges Buch werden ferner die österreichischen Verhältnisse zu wenig berücksichtigt, unter anderem im Tabellenteil.

Die äußere Ausstattung ist für ein Taschenbuch hervorragend, der photomechanische Satz klar und gut leserlich.

Das Buch stellt einen guten Lehrbehelf und ein solides Nachschlagewerk in einem dar. Es kann daher dem Studenten wie dem ausübenden Ingenieur gleichermaßen empfohlen werden.

G. Gerstbach

**Josef Heyink: „Einführung in die Netzplantechnik“.** Sonderdruck der Schriftenreihe „Der Vermessungsingenieur“, Verlag Chmielorz GmbH & Co, 6200 Wiesbaden.

An Hand von Beispielen aus dem Bereich des Vermessungswesens und zahlreichen Diagrammen gibt der Verfasser eine klar und übersichtlich gestaltete Einführung in die Netzplantechnik. Ausgehend von der einfachsten Form einer Arbeit-Zeit-Relation, dem Balkendiagramm, werden die verschiedenen Grundtypen von Netzplänen erklärt. Ferner wird unter Heranziehung eines realen Projektes, der Vermessung eines Bebauungsplanes, ein Netzplan erstellt und die Berechnung der Projektdauer durchgeführt. Durch die Wahl dieser aus der vermessungstechnischen Praxis stammenden Beispiele, ist die im Vorwort der Einführung erklärte Zielsetzung, beim Leser Verständnis für die Netzplantechnik zu wecken, bestens verwirklicht worden.

Die Einführung bezieht sich allein auf die Zeitplanung, sodaß auf eine vom Verfasser ebenso klar formulierte Darstellung der Kosten- und Kapazitätsplanung gehofft werden darf.

Peter Kubina

### Contents

Schwarz, Klaus-Peter, and Sünek, Hans: Preliminary studies of geoid determination in Austria.

Sünek, Hans: On geometry of the regular gravity field.

Zeger, Josef: Data bank of co-ordinates for control points.

### Adressen der Autoren der Hauptartikel

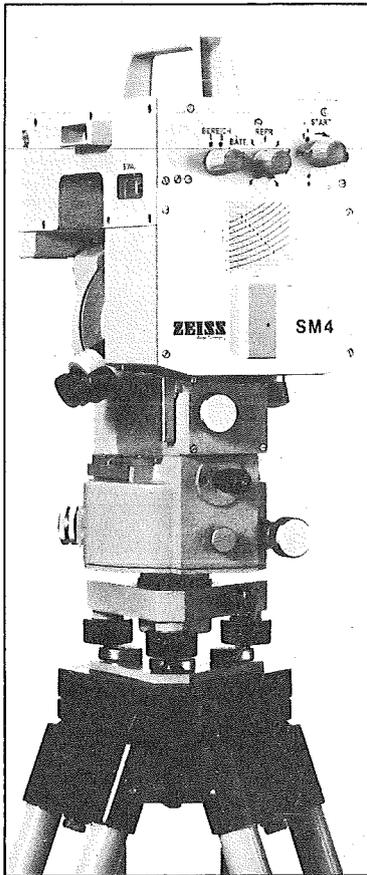
Schwarz, Klaus-Peter, Dr. techn., Dozent, Department of Surveying Engineering, The University of New Brunswick, Fredericton, N. B., Canada.

Sünek, Hans, Dipl.-Ing. Dr. techn., Univ.-Ass., Institut für Erdmessung und Physikalische Geodäsie der Technischen Universität Graz, Steyergasse 17, A-8010 Graz.

Zeger, Josef, Dipl.-Ing. Dr. techn., Oberrat, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Abteilung K 3, Friedrich Schmidt-Platz 3, A-1082 Wien.

# Erzielbare Vorteile bei elektrooptischer Tachymetrie mit dem SM 4 von Zeiss.

## Beispiel: eine einzige Zielung für Distanz- und Winkelmessung.



SM 4 ist der elektronische Tachymetertheodolit von Zeiss, der elektrooptische Distanzmesser mit integriertem Skalentheodolit. Er mißt: Horizontalwinkel, Zenitwinkel und Schrägentfernung. Seine Reichweite: 0–3000 m.

SM 4 ist kleiner, leichter und handlicher als sein Vorgänger.

SM 4 vereinigt alle Vorzüge: Entfernungsmeßteil, Skalentheodolit und Stromversorgung kompakt in einer Einheit.

Sende- und Empfangsoptik sowie Theodolitfernrohr haben eine gemeinsame optische Achse: Anzielen – Einschalten – Auslösen – Ablesen. Für Strecken- und Winkelmessung ist nur eine einzige Zielung erforderlich.

Vollautomatischer Ablauf der Entfernungsmessung innerhalb 5 Sekunden: mit Nullpunktkorrektur und Umschalten der Meßfrequenzen unter Berücksichtigung der atmosphärischen Bedingungen.

500–1000 Messungen bei Stromversorgung durch 6 Babyzellen. Wahlweise Trockenbatterien oder wiederaufladbare NiCd-Akkumulatoren.

Hohe Meßgenauigkeit in 2 Bereichen:

Bereich I	Bereich II	Reflektor
700 m	1000 m	1
1000 m	1500 m	3
1500 m	2000 m	7

Bereich I:  $\pm 5-10 \text{ mm} + 2 \cdot 10^{-6} D$

Bereich II:  $\pm 1-2 \text{ cm} + 2 \cdot 10^{-6} D$

Winkelmessung (in 2 Fernrohr-lagen):  $\pm 3''$  bzw.  $\pm 10''$

Lassen Sie sich über SM 4 genau informieren.

Schreiben Sie an

Zeiss Österreich GmbH

Rooseveltplatz 2, A-1096 Wien

**ZEISS**

West Germany

Der Blick  
in die Zukunft

**SONNENENERGIE KOMMERZIELL:** Viel Geld verdienen statt verlieren; wissen statt im Dunkeln tappen; sehen, wie es in aller Herren Länder die Erfolgreichen gemacht haben. Weltweite Dokumentation (deutschsprachig) gegen Einsendung von S 160,- in Briefmarken an

**STUDIO WALTE, General Delivery, GPO., Wellington, Neuseeland**

Sonderheft Nr. 30  
der Österreichischen Zeitschrift  
für Vermessungswesen und Photogrammetrie

Dipl.-Ing. Dr. techn. Bruno Bauer, Innsbruck  
Aufsuchen oberflächennaher Hohlräume mit dem  
Gravimeter

Wien 1975

Preis S 100,- (DM 15,-)

Zu beziehen durch den Österreichischen Verein für Vermessungswesen und  
Photogrammetrie, Friedrich Schmidt-Platz 3, 1082 Wien

## **NEUERSCHEINUNG**

Sonderheft Nr. 31  
der Österreichischen Zeitschrift  
für Vermessungswesen und Photogrammetrie

F. ACKERL und H. FORAMITTI

Empfehlungen für die Anwendung der Photogrammetrie im  
Denkmalschutz, in der Architektur und Archäologie

Wien 1976

Preis S 120,- (DM 18,-)

Zu beziehen durch den Österreichischen Verein für Vermessungs-  
wesen und Photogrammetrie, Friedrich Schmidt-Platz 3, 1082 Wien

# Österreichische Staatskartenwerke

## Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen A-1080 Wien, Krotenthallergasse 3, Tel. 42 75 46

Österreichische Karte 1 : 50000 mit Wegmarkierung (Wanderkarte) .....	S 35,-
Österreichische Karte 1 : 50000 mit Straßenaufdruck oder ohne Straßenaufdruck .....	S 30,-
Österreichische Karte 1 : 200000 mit Straßenaufdruck oder ohne Straßenaufdruck .....	S 32,-
<b>Generalkarte von Mitteleuropa 1 : 200 000</b>	
Blätter mit Straßenaufdruck (nur für das österr. Staatsgebiet vorgesehen) .....	S 22,-
<b>Gebiets- und Sonderkarten</b>	
Übersichtskarte von Österreich 1 : 500000, mit Namensverzeichnis, gefaltet .....	S 85,-
Übersichtskarte von Österreich 1 : 500000, ohne Namensverzeichnis, flach .....	S 56,-
Namensverzeichnis allein .....	S 25,-
Übersichtskarte von Österreich 1 : 500000, Politische Ausgabe mit Namensverzeichnis, gefaltet .....	S 85,-
Übersichtskarte von Österreich 1 : 500000, Politische Ausgabe ohne Namensverzeichnis, flach .....	S 56,-
<b>Kulturgüterschutzkarten:</b>	
Österreichische Karte 1 : 50000 je Kartenblatt .....	S 100,-
Burgenland 1 : 200000 .....	S 130,-
Katalog über Planungsunterlagen .....	S 200,-
Einzelblatt .....	S 10,-

### Neuerscheinungen

Österreichische Karte 1 : 25 000 (Vergrößerung d. Österr. Karte 1 : 50 000) ÖK 25 V mit Wegmarkierungen .....	S 40,-
Blatt 76, 118, 136, 137, 138	
Österreichische Karte 1 : 100000 (Vergrößerung d. Österr. Karte 1 : 200000) ..	S 40,-
ÖK 100 V, Blatt 47/15, 47/16, 48/11, 48/16, 48/17	
Österreichische Luftbildkarte 1 : 10000, Übersicht .....	S 100,-

### Österreichische Karte 1 : 50 000

1 Neuhaus 199 Hermagor	200 Arnoldstein 207 Arnfels	210 Aßling
Österreichische Karte 1 : 200 000:		
Blatt 48/11 München	Blatt 49/14 Budweis	Blatt 49/16 Brünn

### Umgebungs- und Sonderkarten:

Hochschwab 1 : 50 000	Hohe Wand und Umgebung 1 : 50 000	
Hohe Tauern 1 : 50 000	Gesäuse 1 : 50 000	

### In letzter Zeit berichtigte Ausgaben der österreichischen Karte 1 : 50 000

12 Passau	106 Aspang-Markt	138 Rechnitz
13 Engelhartzell	118 Innsbruck	168 Eberau
43 Marchegg	123 Zell am See	194 Csákánydoroszló
50 Bad Hall	137 Oberwart	

# Österreichischer Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie

Friedrich Schmidt-Platz 3, 1082 Wien

## Sonderhefte zur Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie

- Sonderheft 1: *Festschrift Eduard Doležal. Zum 70. Geburtstag.* 198 Seiten, Neuauflage, 1948, Preis S 18,-. (Vergriffen.)
- Sonderheft 2: Lego (Herausgeber), *Die Zentralisierung des Vermessungswesens in ihrer Bedeutung für die topographische Landesaufnahme.* 40 Seiten, 1935. Preis S 24,-. (Vergriffen.)
- Sonderheft 3: Ledersteger, *Der schrittweise Aufbau des europäischen Lotabweichungssystems und sein bestanschließendes Ellipsoid.* 140 Seiten, 1948. Preis S 25,-. (Vergriffen.)
- Sonderheft 4: Zaar, *Zweimedienphotogrammetrie.* 40 Seiten, 1948. Preis S 18,-.
- Sonderheft 5: Rinner, *Abbildungsgesetz und Orientierungsaufgaben in der Zweimedienphotogrammetrie.* 45 Seiten, 1948. Preis S 18,-.
- Sonderheft 6: Hauer, *Entwicklung von Formeln zur praktischen Anwendung der flächentreuen Abbildung kleiner Bereiche des Rotationsellipsoids in die Ebene.* 31 Seiten. 1949. (Vergriffen.)
- Sonderh. 7/8: Ledersteger, *Numerische Untersuchungen über die Perioden der Polbewegung. Zur Analyse der Laplace'schen Widersprüche.* 59 + 22 Seiten, 1949. Preis S 25,-. (Vergriffen.)
- Sonderheft 9: *Die Entwicklung und Organisation des Vermessungswesens in Österreich.* 56 Seiten, 1949. Preis S 22,-.
- Sonderheft 11: Mader, *Das Newton'sche Raumpotential prismatischer Körper und seine Ableitungen bis zur dritten Ordnung.* 74 Seiten, 1951. Preis S 25,-.
- Sonderheft 12: Ledersteger, *Die Bestimmung des mittleren Erdellipsoides und der absoluten Lage der Landestriangulationen.* 140 Seiten, 1951. Preis S 35,-.
- Sonderheft 13: Hubeny, *Isotherme Koordinatensysteme und konforme Abbildungen des Rotationsellipsoides.* 208 Seiten, 1953. (Vergriffen.)
- Sonderheft 14: *Festschrift Eduard Doležal. Zum 90. Geburtstag.* 764 Seiten und viele Abbildungen. 1952. Preis S 120,-.
- Sonderheft 15: Mader, *Die orthometrische Schwerekorrektur des Präzisions-Nivellements in den Hohen Tauern.* 26 Seiten und 12 Tabellen. 1954. Preis S 28,-.
- Sonderheft 16: *Theodor Scheimpflug – Festschrift.* Zum 150jährigen Bestand des staatlichen Vermessungswesens in Österreich. 90 Seiten mit 46 Abbildungen und XIV Tafeln. Preis S 60,-.
- Sonderheft 17: Ulbrich, *Geodätische Deformationsmessungen an österreichischen Staumauern und Großbauwerken.* 72 Seiten mit 30 Abbildungen und einer Luftkarten-Beilage. Preis S 48,-.
- Sonderheft 18: Brandstätter, *Exakte Schichtlinien und topographische Geländedarstellung.* 94 Seiten mit 49 Abb. und Karten und 2 Kartenbeilagen, 1957. Preis S 80,- (DM 14,-).
- Sonderheft 19: *Vorträge aus Anlaß der 150-Jahr-Feier des staatlichen Vermessungswesens in Österreich, 4. bis 9. Juni 1956.*
- Teil 1: *Über das staatliche Vermessungswesen,* 24 Seiten, 1957. Preis S 28,-.
- Teil 2: *Über Höhere Geodäsie,* 28 Seiten, 1957. Preis S 34,-.
- Teil 3: *Vermessungsarbeiten anderer Behörden,* 22 Seiten, 1957. Preis S 28,-.
- Teil 4: *Der Sachverständige – Das k. u. k. Militärgeographische Institut.* 18 Seiten, 1958. Preis S 20,-.
- Teil 5: *Über besondere photogrammetrische Arbeiten.* 38 Seiten, 1958. Preis S 40,-.
- Teil 6: *Markscheidewesen und Probleme der Angewandten Geodäsie.* 42 Seiten, 1958. Preis S 42,-.

## Sonderhefte zur Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie

- Sonderheft 20: H. G. Jerie, *Weitere Analogien zwischen Aufgaben der Mechanik und der Ausgleichsrechnung*. 24 Seiten mit 14 Abbildungen, 1960. Preis S 32,- (DM 5,50).
- Sonderheft 21: Mader, *Die zweiten Ableitungen des Newton'schen Potentials eines Kugelsegments – Topographisch berechnete partielle Geoidhebungen. – Tabellen zur Berechnung der Gravitation unendlicher, plattenförmiger, prismatischer Körper*. 36 Seiten mit 11 Abbildungen, 1960. Preis S 42,- (DM 7,50).
- Sonderheft 22: Moritz, *Fehlertheorie der Graphisch-Mechanischen Integration – Grundzüge einer allgemeinen Fehlertheorie im Funktionenraum*. 53 Seiten mit 6 Abbildungen, 1961. Preis S 52,- (DM 9,-).
- Sonderheft 23: Rinner, *Studien über eine allgemeine, voraussetzungslose Lösung des Folgebildungsproblems*. 44 Seiten, 1960. Preis S 48,- (DM 8,-).
- Sonderheft 24: *Hundertjahrfeier der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung 23. bis 25. Oktober 1963*. 125 Seiten mit 12 Abbildungen, 1964. Preis S 120,- (DM 20,-).
- Sonderheft 25: *Proceedings of the International Symposium Figure of the Earth and Refraction; Vienna, March 14<sup>th</sup>–17<sup>th</sup>, 1967*. 342 Seiten mit 150 Abbildungen, 1967. Preis S 370,- (DM 64,-).
- Sonderheft 26: Waldhäusl, *Funktionale Modelle der Streifen- und Streifenblockausgleichung mit einfachen und Spline-Polynomen für beliebiges Gelände*. 106 Seiten, 1973. Preis S 100,- (DM 15,-).
- Sonderheft 27: Meyer, *Über die transalpine Ölleitung*, 26 Seiten, 1974. Preis S 70,- (DM 10,-).
- Sonderheft 28: *Festschrift Karl Ledersteiger*. 317 Seiten, 1970. Preis S 200,- (DM 30,-).
- Sonderheft 29: Peters, *Problematik von Toleranzen bei Ingenieur- sowie Besitzgrenzvermessungen*, 227 Seiten, 1974. Preis S 120,- (DM 18,-). (Vergriffen.)
- Sonderheft 30: Bauer, *Aufsuchen oberflächennaher Hohlräume mit dem Gravimeter*, 140 Seiten, 1975. Preis S 100,- (DM 15,-).
- Sonderheft 31: Ackerl u. Foranlitti, *Empfehlungen für die Anwendung der Photogrammetrie im Denkmalschutz, in der Architektur und Archäologie*. 78 Seiten, 41 Abbildungen, 1976. Preis S 120,- (DM 18,-).

## OEEPE, Sonderveröffentlichungen

- Nr. 1: Rinner, *Analytisch-photogrammetrische Triangulation eines Teststreifens der OEEPE*. 31 Seiten, 1962. Preis S 42,-.
- Nr. 2: Neumaier und Kasper, *Untersuchungen zur Aerotriangulation von Überweitwinkelaufnahmen*, 4 Seiten, 2 Seiten Abbildungen, 1965. Preis S 10,-.
- Nr. 3: Stöckler und Waldhäusl, *Interpretation der vorläufigen Ergebnisse der Versuche der Kommission C der OEEPE aus der Sicht des Zentrums Wien*, 4 Seiten, 8 Tabellen, 1967. Preis S 20,-.

Alte Jahrgänge der **Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen** liegen in der Bibliothek des Österreichischen Vereines für Vermessungswesen und Photogrammetrie auf und können beim Österreichischen Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie bestellt werden.

### Unkomplette Jahrgänge:

à 20,- S; Ausland 4,- sfr bzw. DM u. Porto

Jg.	1 bis 5	.....	1903 bis 1907
	7 bis 12	.....	1909 bis 1914
	17	.....	1919
	19	.....	1921

### Komplette Jahrgänge:

à 40,- S;	Ausland 8,-	sfr bzw. DM u. Porto
Jg.	6	..... 1908
	13 bis 16	..... 1915 bis 1918
	18	..... 1920
	20 bis 35	..... 1922 bis 1937
	36 bis 39	..... 1948 bis 1951
à 72,- S;	Ausland 15,-	sfr bzw. DM u. Porto
Jg.	40 bis 49	..... 1952 bis 1961
à 100,- S;	Ausland 20,-	sfr bzw. DM u. Porto
Jg.	50 bis 53	..... 1962 bis 1965
à 130,- S;	Ausland 28,-	sfr bzw. DM u. Porto
Jg.	54 bis 59	..... 1966 bis 1971
à 160,- S;	Ausland 210,-	S oder 30,- DM bzw. 35,- sfr u. Porto
Jg.	60 und 61	..... 1972 und 1973
à 210,- S;	Ausland 270,-	S oder 39,- DM bzw. 44,- sfr incl. Porto
Jg.	62 und 63	..... 1974 und 1975
à 270,- S;	Ausland 350,-	S incl. Porto
Jg.	64 und 65	..... 1976 und 1977

Dienstvorschrift Nr. 9. *Die Schaffung der Einschaltpunkte*; Sonderdruck des österreichischen Vereines für Vermessungswesen und Photogrammetrie, 129 Seiten, 1974. Preis S 100,-.

# PLAN-VARIOGRAPH

---

## OPTISCHES UMZEICHENGERÄT

kann Planvorlagen

PREISGÜNSTIG

RASCH

ZEICHNERISCH

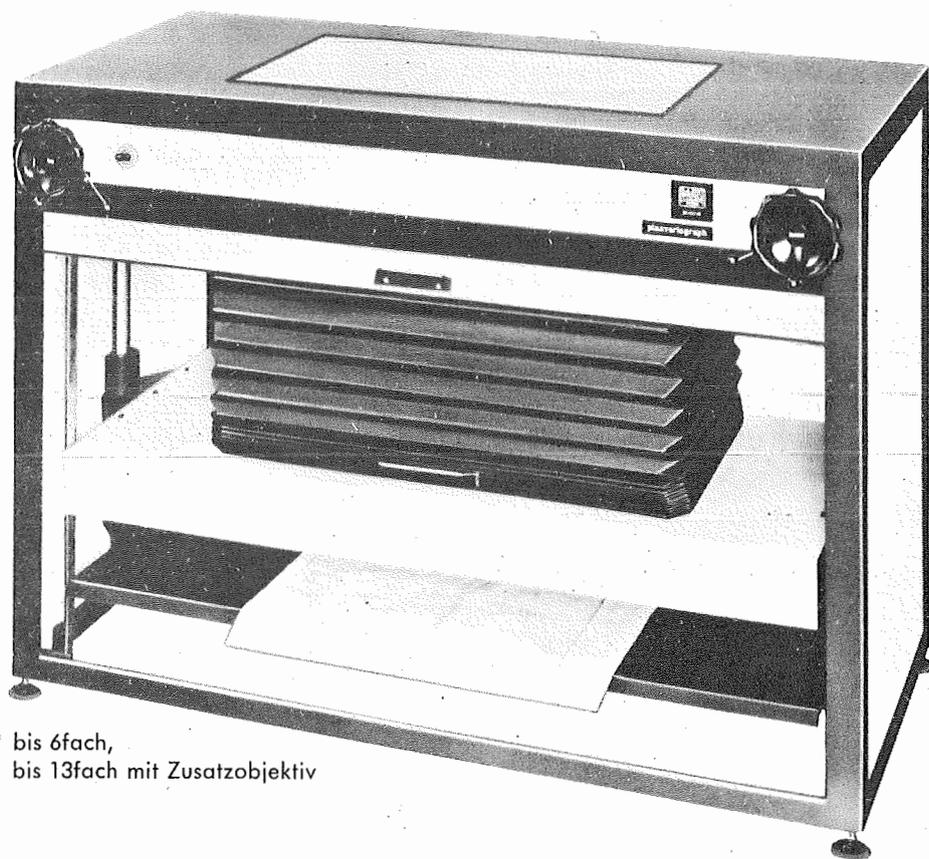
PHOTOGRAPHISCH

VERGROSSERN\*

VERKLEINERN\*

UMZEICHNEN

ENTZERREN



\* bis 6fach,  
bis 13fach mit Zusatzobjektiv

Angebot und Prospekt direkt vom Erzeuger:

**r+a rost**

A-1151 WIEN · MÄRZSTR. 7 · TELEX: 1-3781 · TEL. 0222/92 32 31