

Österreichische
Zeitschrift für

ÖZ

72. Jahrgang
1984/Heft 1

Vermessungswesen und Photogrammetrie

INHALT:

	Seite
F. Rotter: Vom Erdmeridian zum Lichtzeitmeter	1
E. Erker: Lokale Geoidbestimmung und Lotabweichungsfeld in Österreich	10
Aus der Rechtssprechung	26
Mitteilungen und Tagungsberichte	29
Veranstaltungen und Vereinsmitteilungen	34
Persönliches	37
Buchbesprechungen	38
Zeitschriftenschau	40
Adressen der Autoren der Hauptartikel	40
Contents	40
Offenlegung	5. Umschlagseite

**ORGAN DER ÖSTERREICHISCHEN KOMMISSION FÜR DIE
INTERNATIONALE ERDMESSUNG**

IMPRESSUM

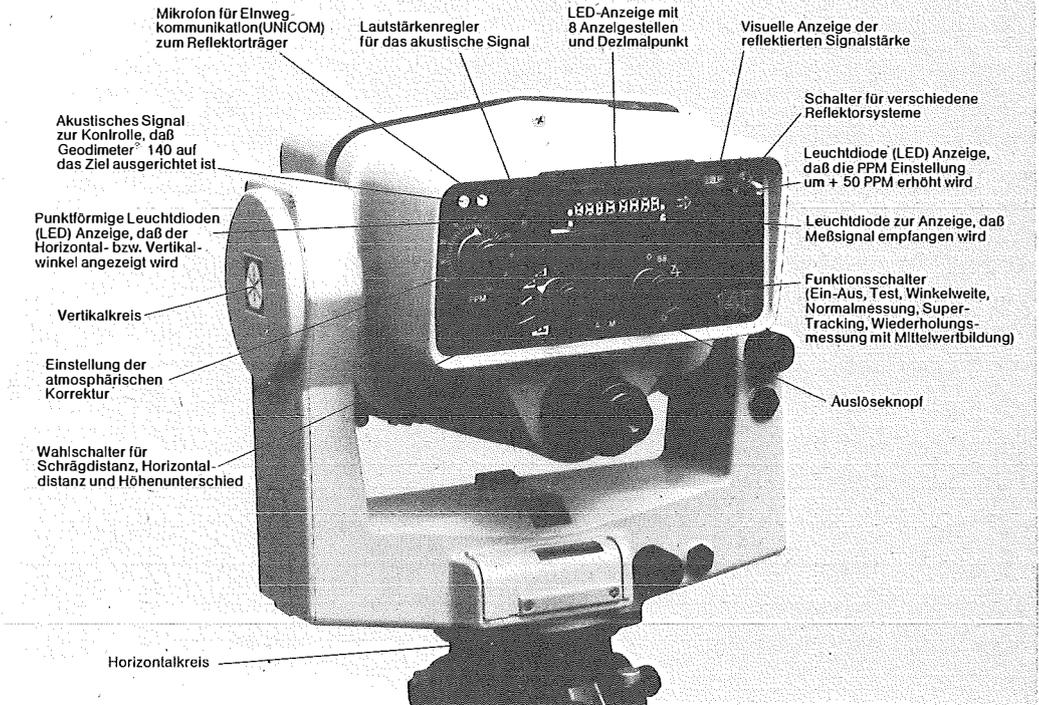
Medieninhaber und Herausgeber:
ÖSTERREICHISCHER VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN UND PHOTOGRAMMETRIE
Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien
Schriftleiter: Dipl.-Ing. Erhard Erker
Anschrift der Redaktion: Schiffamtsgasse 1-3, A-1025 Wien
Hersteller: Fritz Raser Ges.m.b.H., Grundsteingasse 14, A-1160 Wien
Verlags- und Herstellungsort Wien
Gefördert durch das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung in Wien



AGA GEOTRONICS WIEN INFORMIERT:

Geodimeter[®] 140

Wichtigste Funktionen



**robust und wirtschaftlich . . .
. . . und leicht zu bedienen !**

**Geodimeter[®] 140, das registrierende und integrierte
elektronische Sekunden-Tachymeter
mit einem völlig neuen Winkelmeßsystem**



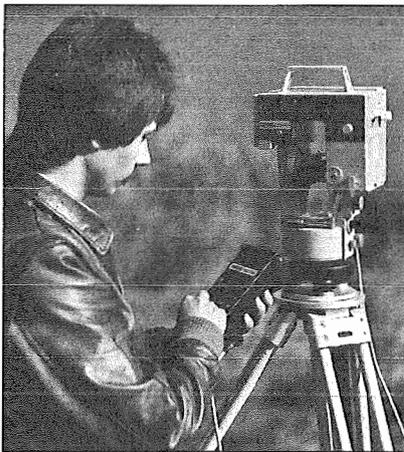
AGA IRS INTERNATIONAL Ges. m. b. H.
AGA GEOTRONICS WIEN
Telefon: (0222) 65 57 54, 65 66 31
Telex: 1 33093 aga ir

Postanschrift:
Postfach 139
Prinz Eugen-Straße 72
A-1041 Wien

Zeiss Elta 46 R

Zeiss Rec 200

**Elektronisches Tachymeter Elta 46 R
mit Registrierausgang zur On-line-
Meßwerterfassung mit dem
elektronischen Feldbuch Rec 200.**



Elta 46 R mit Rec 200

Das Zeiss Elta 46 R ist ein reduzierendes, elektronisches Ingenieurtachymeter zur Messung von Horizontalrichtung, Zenitwinkel und Schrägdistanz oder wahlweise von Höhenunterschied und Horizontaldistanz.

- Winkelmessung wahlweise 400^{gon} oder 360° (DMS)
- Distanzmessung wahlweise in Meter oder Fuß
- Anzeige der Meßwerte auf 3 LCD-Displays

- Automatische Pegeleinstellung für das Empfangssignal des Distanzmessers
- Berücksichtigung von Erdkrümmung und Refraktion
- Batterie im Instrument
- Registrierausgang für On-line-Anschluß von elektronischem Feldbuch Rec 200 oder Computer

Das Zeiss Rec 200 ist ein elektronisches Feldbuch mit eingebauter Standardschnittstelle RS 232 C für die automatische Registrierung von Meßwerten des Elta 46 R und für die On-line-Datenübertragung an Computer; daneben ist auch die manuelle Eingabe von Daten, die mit Instrumenten ohne Registrierausgang gemessen werden, möglich.

Schreiben Sie an:
Zeiss Österreich Ges.m.b.H.
A-1096 Wien, Rooseveltplatz 2,
Tel. 02 22/42 36 01



A-8044 Graz,
Mariatroster Straße 172 c,
Tel. 0316/3913 88
A-5110 Oberndorf,
Hohe Göll Straße 16,
Tel. 062 72/7201, Salzburg

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie

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

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

Redaktionsbeirat:

W. Hofrat i. R. Dipl.-Ing. Kurt Bürger, Weintraubengasse 24/67, A-1020 Wien

Obersenatsrat i. R. Dipl.-Ing. Robert Kling, Gußhausstraße 26/10, A-1040 Wien

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

Ao. 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, Rechbauer-
straße 12, A-8010 Graz

Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerhard Palfinger, Jasomirgottgasse 12, A-2340 Mödling

O. Univ.-Prof. Dr. phil. Wolfgang Pillewizer, Technische Universität Wien, Karls-gasse 11, A-1040
Wien

W. Hofrat i. R. Dipl.-Ing. Dr. techn. Walter Polland, Wörndlestraße 8, A-6020 Innsbruck

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

O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerhard Brandstätter, Technische Universität Wien, Gußhaus-
straße 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. Den Manuskripten für Hauptartikel ist eine kurze Zusammenfassung in englisch beizufügen.

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

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

Die Zeitschrift erscheint viermal pro Jahrgang in zwangloser Folge.

Auflage: 1200 Stück

Bezugsbedingungen: pro Jahrgang

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

Abonnementgebühr für das Inland S 380,-

Abonnementgebühr für das Ausland S 460,-

Einzelheft: S 100,- Inland bzw. S 120,- Ausland

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

Anzeigenpreis pro 1/4 Seite 126 × 200 mm S 2860,- einschl. Anzeigensteuer

Anzeigenpreis pro 1/2 Seite 126 × 100 mm S 1716,- einschl. Anzeigensteuer

Anzeigenpreis pro 3/4 Seite 126 × 50 mm S 968,- einschl. Anzeigensteuer

Anzeigenpreis pro 1/8 Seite 126 × 25 mm S 770,- einschl. Anzeigensteuer

Prospektbeilagen bis 4 Seiten S 1716,- einschl. Anzeigensteuer

zusätzlich 20% MWSt.

Postscheckkonto Nr. 1190.933

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

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

Offenlegung gemäß § 25 Mediengesetz

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

Aufgaben des Vereines gemäß § 1 Abs. 1 der Statuten (genehmigt mit Bescheid der Sicherheitsdirektion Wien vom 31. Mai 1977, Zl. I-SD/485-VB 72):

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

Mitglieder des Vereinsvorstandes

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

Stellvertreter:

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

O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans *Schmid*, Celtesgasse 18, 1190 Wien

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

Vorstandsrat:

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

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

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

Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn. Johann *Bernhard*, Triester Straße 167, 1232 Wien-Inzersdorf

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

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

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

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

Präsident i. R. Dipl.-Ing. Friedrich *Hudecek*, Ferrogasse 54, 1180 Wien

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

emer. O. Univ.-Prof. Dr. Wolfgang *Pillewizer*, Preindlgasse 26/17/2, 1130 Wien

Senatsrat Dipl.-Ing. Rudolf *Reischauer*, Kaasgrabengasse 3a, 1190 Wien

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

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

ORat Mag. jur. Dipl.-Ing. Dr. jur. Christoph *Twaroch*, Röttergasse 3, 1170 Wien

Rat Dipl.-Ing. August *Hochwartner*, Arsenal, Obj. 7/6/9, 1030 Wien

Obmann der „Arbeitsgemeinschaft der Diplomingenieure des Bundesvermessungsdienstes“

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

Präsident der „Fachsektion für Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen“

Sekretariat

Sekretär: Rat Dipl.-Ing. Gerhard *Stöhr*, Schießstattgraben 2, 3400 Klosterneuburg

Schriftführer:

Rat Dipl.-Ing. Leopold *Kopsa*, Edmund Weiß-Gasse 1, 1180 Wien

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

Schatzmeister:

Rat Dipl.-Ing. August *Hochwartner*, Arsenal, Obj. 7/6/9, 1030 Wien

Oberrat Dipl.-Ing. Anton *Sorger*, Schiffamtsgasse 1–3, A-1025 Wien

Bibliothekar: Frau Annemarie *Schwab*, Nußdorfer Straße 27/2/4/30, 1190 Wien

Schriftleiter: ORat Dipl.-Ing. Erhard *Erker*, Olmagasse 12, 1130 Wien

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

Rechnungsprüfer:

ORat Dipl.-Ing. Peter *Kubina*, Apostelgasse 36, 1030 Wien

Rat Dipl.-Ing. Karl *Schäfer*, Goethegasse 49, 2340 Mödling

Erklärung über die grundlegende Richtung der Zeitschrift:

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



AGA GEOTRONICS WIEN INFORMIERT:

GEODIMETER® 136



Ein vollelektronisches, registrierendes Tachymeter,
bewußt für den Alltagsgebrauch konzipiert,
die „kleine Schwester“ des Geodimeter® 140 !



AGA IRS INTERNATIONAL Ges. m. b. H.
AGA GEOTRONICS WIEN
Telefon: (0222) 65 57 54, 65 66 31
Telex: 1 33093 aga ir

Postanschrift:
Postfach 139
Prinz Eugen-Straße 72
A-1041 Wien

Vom Erdmeridian zum Lichtzeitmeter.

Von F. Rotter, Wien

Abstract:

The metric unit of length, the metre, has a long history which begins in the year 1791. At the beginning, the metre was defined as one tenmillionth of the quarter of the meridian of the earth. This definition was often changed corresponding to the increasing precision of length-measurements.

In 1983, a new definition was found which is based on the value of velocity of light in vacuo: $c = 299\,792\,458$ m/s.

Vorbemerkung

Die 17. Generalkonferenz für Maß und Gewicht hat am 21. Oktober 1983 um 15 Uhr 18 in Paris eine neue Meterdefinition beschlossen, die die bisherige Meterdefinition aus dem Jahre 1960 ersetzt. Die neue Meterdefinition lautet:

1. *Das Meter ist die Länge der Strecke, die Licht im leeren Raum während der Dauer von $1/299\,792\,458$ Sekunde durchläuft.*
2. Die Definition des Meter, die seit 1960 gültig ist und die sich auf dem Übergang zwischen den Niveaus $2p_{10}$ und $5d_5$ des Atoms Krypton 86 gründet, wird aufgehoben.

Zusammen mit dieser Definition des Meter gibt die Generalkonferenz auch eine ausführliche Begründung, warum das Meter neu definiert wurde. Außerdem billigt die Generalkonferenz eine sehr eingehende Instruktion des Internationalen Komitees für Maß und Gewicht über die praktische Anwendung der neuen Meterdefinition.

Bevor wir uns mit der neuen Meterdefinition weiterbefassen, wollen wir ein wenig auf die 200-jährige Geschichte des Meter und auf die Frage eingehen, warum die Definition des Meter immer wieder geändert wurde.

An dieser Stelle wollen wir aber ausdrücklich feststellen, daß bei allen Änderungen der Meterdefinition niemals die Länge der Einheit Meter geändert worden ist. Geändert, und zwar verringert, wurde mit jeder neuen Definition die Unsicherheit der Darstellung der Längeneinheit Meter. Und wenn man auf diese Meßunsicherheit bedacht nimmt, so stimmen alle mit den verschiedenen Meterdefinitionen erhaltenen Längenangaben der letzten 200 Jahre überein.

Wie das Meter entstand

Das metrische Maßsystem ist im 18. Jahrhundert entstanden. Es ist ein Kind der französischen Revolution. Das Ziel war, ein auf unvergänglichen Naturmaßen, die allen Menschen der Welt in gleichem Maße zugänglich sind, begründetes Maßsystem zu schaffen. Dabei dachte man damals nur an die Längeneinheit und an die Masseneinheit sowie an die von der Längeneinheit abzuleitenden Einheiten für Flächen- und Rauminhalt.

Für die Längeneinheit standen drei Vorschläge zur Diskussion:

1. Die Länge des einfachen Sekundenpendels: Man erkannte aber, daß diese Länge von der örtlichen Fallbeschleunigung abhängt und daß sie außerdem nicht leicht zu messen, d.h. auf andere Maßstäbe zu übertragen ist. Deshalb wurde dieser Vorschlag nicht weiter verfolgt.

2. Die Länge von ein Zehnmilliontel eines Quadranten des Erdäquators: Allein, nicht alle Menschen wohnen entlang des Äquators und dieser lag damals noch weit mehr als heute abseits der Länder, bei denen ein Interesse am neuen, metrischen Maßsystem zu erwarten war; er verläuft überdies zumeist über Ozeane. Darum wurde auch dieser Vorschlag fallengelassen.

3. Die Länge von ein Zehnmilliontel eines Meridianquadranten zwischen Nordpol und Äquator: Bei diesem Vorschlag schienen alle Schwierigkeiten behoben, denn jeder Punkt der Erdoberfläche hat seinen eigenen, "privaten" Meridian.

Und so beschloß die französische Nationalversammlung am 26. März 1791, daß die neue Längeneinheit "METRE", zu deutsch "METER" heißen solle und die Länge von ein Zehnmilliontel des Erdmeridianquadranten haben solle und daß zur Bestimmung des Meter ein Meridianbogen von Dünkirchen über Paris nach Barcelona gemessen werden solle.

Ludwig XVI. ratifizierte diesen Beschluß am 30. März 1791.

Dieser Tag ist somit der Geburtstag des Meter und des metrischen Maßsystems.

Die Kinderjahre des Meter

Das Meter war also geboren, aber niemand konnte sagen, wie lange es wirklich war. Da die Gradmessung von Dünkirchen nach Barcelona wegen vieler Schwierigkeiten — es war schließlich Revolution und Krieg — nicht richtig weiterging, griff man auf ältere Gradmessungen zurück, die in den Jahren 1739 und 1740 in Frankreich und 1750 in Südafrika gemacht worden waren, und definierte das Meter provisorisch als die Länge von 443,296 Pariser Linien, von denen 864 auf eine französische Toise gehen.

Damit hatte das Meter seine zweite Definition. Es wurde dadurch von der "Toise du Peru" abgeleitet, einem hochwertigen Maßstab, der sich bei der Gradmessung in Peru bewährt hatte.

Als nach vielen Schwierigkeiten die Gradmessung von Dünkirchen nach Barcelona endlich beendet und ausgewertet war, wurde durch das Gesetz vom 10. Dezember 1799 die dritte Meterdefinition festgelegt. Das Meter wurde "endgiltig" zu 443,296 Pariser Linien festgelegt. Der Bezug auf den Meridianquadranten wurde aufgegeben.

Die Länge des Erdmeridianquadranten ist übrigens bis heute noch nicht so exakt bekannt, daß man aus ihr eine Längeneinheit ableiten könnte. Wir brauchen uns nur die Werte von fünf prominenten Referenzellipsoiden für die Länge des Erdmeridianquadranten anzusehen:

1795/99	Sollwert	10 000 km
1841	Bessel	10 000,86 km
1880	Clarke	10 001,87 km
1909/24	Hayford	10 002,29 km
1967	International	10 001,95 km
1980	International	10 001,966 km

Aus diesen Werten können wir noch abschätzen, daß im 18. Jahrhundert geodätische Entfernungsbestimmungen eine relative Unsicherheit von etwa ± 200 mm/km hatten und daß diese in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts auf etwa ± 20 mm/km gesenkt werden konnten. Heute erwartet man von den elektronischen Distanzmessern, daß sie ± 5 mm/km leisten. Zurück ins Jahr 1799.

Gleichzeitig mit dem Wert von 443,296 Pariser Linien für das Meter wurde auch ein Meter-Etalon als verbindliche Darstellung des Meter eingeführt. Es war ein Endmaß aus gehämmertem Platinschwamm, mit einem rechteckigen Querschnitt von 25,3 mm x 4 mm. Diesen Meterstab hatte Janetti hergestellt und Lenoir hatte ihn an die "Toise du Peru" angeschlossen; dieses "Mètre des Archives" war die verbindliche Darstellung der Längeneinheit für 90 Jahre und war, wie wir sehen, die Grundlage der vierten Meterdefinition.

Die Länge des "Mètre des Archives" konnte mit Fühlhebel mit einer Unsicherheit von etwa $\pm 0,01$ mm auf andere Maßstäbe übertragen werden.

Gleichzeitig wurden aber viele alte Maßangaben in Toisen mit obigem Umrechnungsfaktor in Meter umgerechnet; dabei wurde oft übersehen, daß viele Toisen-Angaben auf Toisen-Maßstäbe anderer Länge als die "Toise du Peru" begründet waren. Dabei entstanden Diskrepanzen, die in vielen Fällen auch heute noch nicht zufriedenstellend aufgeklärt sind.

In den folgenden Jahrzehnten entstanden für die Meßtechnik viele neue Anwendungsgebiete, die Meßverfahren wurden verbessert und das metrische Maßsystem breitete sich über die ganze Welt aus.

Das metrische Maßsystem erobert die Welt

Im Jahre 1875 gründeten 17 Staaten, alle aus damaliger Sicht hochindustrialisiert, die Meterkonvention mit dem Ziel, gemeinsam an der Weiterentwicklung der Meßtechnik und vor allem des metrischen Maßsystems zu arbeiten. Eine der vordringlichsten Aufgaben war, neue, bessere Meter-Etalons als das alte "Mètre des Archives" zu schaffen. Man entschied sich für Maßstäbe aus einer Legierung von 90% Platin und 10% Iridium, mit dem bekannten X-förmigen Querschnitt, auf denen die Länge von 1 m durch mit dem Diamantstichel gravierte Linien bezeichnet wurde.

Die erste Generalkonferenz für Maß und Gewicht 1889 ersetzte das alte "Mètre des Archives" durch das neue "Mètre international" aus Platin-Iridium. Es stimmt innerhalb der Meßunsicherheit des "Mètre des Archives" mit diesem überein. Die Meßunsicherheit wurde damit auf etwa $\pm 0,2$ μm gesenkt, das ist etwas weniger als die halbe Wellenlänge des Lichtes, die — je nach Lichtfarbe — etwa zwischen 0,4 und 0,7 μm liegt.

Es erwies sich in der Folge aus physikalischen Gründen als unmöglich, diese Unsicherheit weiter zu senken; die halbe Lichtwellenlänge ist eine Grenze, die bei der Erfassung von Teilstrichen nicht unterschritten werden kann. Darausfolgte für Längenmessungen die relative Unsicherheit von mindestens $\pm 2 \times 10^{-7}$. Da die verwendete Platin-Iridiumlegierung eine thermische Ausdehnung von etwa 10^{-5} je Kelvin hat, ergab sich die Forderung, die Maßstabtemperaturen auf etwa $\pm 0,01$ Kelvin zu messen, um die Güte der Längenangaben nicht durch den Fehler der Temperaturmessung zu vermindern.

Dieses war die fünfte Meterdefinition.

Die sechste Meterdefinition ging von Österreich aus. Hofrat Dr. Gottfried Dimmer, Angehöriger der 1923 aufgelösten österreichischen Normaleichungskommission und ab 1. Jänner 1924 Leiter der Gruppe Eichwesen im neuerrichteten Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, hatte im Jahre 1920 fundamentale Untersuchungen am österreichischen Meterprototyp ausgeführt, einem Zwillingbruder des in Sèvres bei Paris aufbewahrten internationalen Prototyps. Er wies nach, daß die Meterdefinition von 1889 nicht exakt war und ergänzt werden mußte hinsichtlich:

1. der Lage des Prototyps,
2. der Art seiner Unterstützung und
3. des Druckes der umgebenden Luft.

Aufgrund der Dimmer'schen Untersuchungen beschloß die 7. Generalkonferenz für Maß und Gewicht 1927 eine sechste Meterdefinition, wonach das Meterprototyp in horizontaler Lage, unterstützt in den beiden Bessel-Punkten (etwa je 22 cm von den Maßstabenden), bei normalem Luftdruck (101 325 Pa^{*)}, zu messen war. Die Bezugstemperatur blieb, wie schon 1799, 0°C.

^{*)} 1 physikalische Atmosphäre = 101 325 Pa (Pascal)
1 Millibar (mbar) = 100 Pa

Das Wellenlängen - Meter

Aber schon war die lichtinterferentielle Längenmessung im Vormarsch. Seit Frauenhofer die nach ihm benannten Linien im Sonnenspektrum entdeckt hatte und seit Kirchhoff und Bunsen 1869 die Spektralanalyse eingeführt hatten, war bekannt, daß leuchtende Gase in sehr engen Frequenzbändern strahlen und daß die Wellenlängen dieser Strahlungen ganz hervorragende Längenstandards darstellen, mit denen relative Unsicherheiten von 10^{-8} und weniger erreichbar waren. Der bittere Tropfen im Freudenbecher war die Erkenntnis, daß diese hohe Meßgenauigkeit nur im leeren Raum vorhanden war, denn bei Messungen in Luft erwiesen sich alle Wellenlängen um rund 300 Milliontel größer als im leeren Raum. Dieser Wert erwies sich als abhängig von Druck und Temperatur der Luft, von ihrer Zusammensetzung, insbesondere vom Gehalt an Wasserdampf und Kohlendioxid und auch von der Wellenlänge der verwendeten Strahlung. Nur im Labor und nur wenn die Lufttemperatur besser als auf 0,01 K bekannt war, konnte die relative Meßunsicherheit unter 10^{-8} gedrückt werden. Übrigens hatte Dimmer seine oben erwähnten Messungen lichtinterferentiell gemacht, wodurch es zu der skurrilen Situation gekommen war, daß lichtinterferentielle Längenvergleiche weitaus genauer möglich waren, als der Anschluß an den Internationalen Meterprototyp.

Seit 1892 waren sehr sorgfältige Messungen der Wellenlänge der roten Cadmiumlinie gemacht worden, sodaß die Internationale Vereinigung für die Sonnenforschung (International Solar Union) im Jahre 1907 als Fundamentalwert für alle spektroskopischen Messungen die Wellenlänge der roten Cadmiumlinie in "spektroskopischer Normalluft" zu 6 438,469 6 Angströmeinheiten festlegen konnte.

Die Angströmeinheit war dabei zu 10^{-10} m definiert, so daß unversehens eine neue Meterdefinition speziell für spektroskopische Wellenlängenmessungen entstanden war, und zwar die siebente Meterdefinition.

Was ist aber die spektroskopische Normalluft? Es ist trockene Luft von 15°C unter einem Druck von 101 325 Pa, (entsprechend 760 mm Quecksilbersäule bei 0°C, 9,806 65 m/s² Fallbeschleunigung und 0,03% Kohlendioxid im Volumen).

Diese Definition der Angströmeinheit wurde von der 7. Generalkonferenz für Maß und Gewicht 1927 gebilligt. Damit war das Tor zu einer Lichtwellendefinition des Meter aufgestoßen worden.

Im Jahre 1927 war also schon allen Eingeweihten klar, daß die Tage des Internationalen Meterprototyps gezählt waren und daß die Zukunft bei der lichtinterferentiellen Längenmessung lag. Es war aber auch klar, daß anstelle der roten Cadmiumlinie eine noch schärfere Spektrallinie gefunden werden und daß das Meter über eine Wellenlänge im Vakuum definiert werden mußte, um die Unsicherheit, die die Luft bringt, von Haus aus zu vermeiden. Es war auch schon bekannt, daß alle natürlichen Elemente ein Gemisch aus Isotopen sind, die zwar chemisch gleiches Verhalten zeigen, sich aber durch verschiedene Massen des Atomkerns unterscheiden, was zu geringfügigen Unterschieden bei den Wellenlängen der Spektrallinien führt. Ideal scharfe Linien waren nur von Spektrallampen zu erhalten, die mit einem einzigen Isotop gefüllt waren; dieses mußte eine ganzzahlige Kernmassenzahl haben, um die sogenannte „Hyperfeinstruktur“ der Spektrallinien zu vermeiden. Die Spektrallampe mußte z.B. mit flüssiger Luft gekühlt werden, um die Linienverbreiterung durch den thermischen Dopplereffekt und durch den Fülldruck der Lampe zu verkleinern. Und schließlich mußte die Lampe noch so helles Licht geben, daß man mit ihr visuell messen konnte.

Die Untersuchungen zogen sich über Jahrzehnte hin. Besonders sollen hier die Arbeiten, die Kösters und Engelhardt zunächst an der Physikalischen Technischen Reichsanstalt in Berlin begonnen hatten und nach dem Krieg an der Physikalisch Technischen Bundesanstalt in Braunschweig fortgesetzt hatten, erwähnt werden.

Das Ergebnis war eine mit Krypton 86 gefüllte Spektrallampe, deren schärfste Linie orangefarben war. Bei Kühlung mit flüssiger Luft konnten Längen bis 80 cm unmittelbar lichtinterferentiell gemessen werden.

Wir wissen heute, daß damit eine relative Unsicherheit (dreifache Standardabweichung) von $\pm 4 \cdot 10^{-9}$ erreicht worden war.

Auf dieser Grundlage beschloß die 11. Generalkonferenz für Maß und Gewicht 1960 eine neue Meterdefinition, nach unserer Zählung die achte. Das Meter war danach gleich 1 650 763,73 Wellenlängen im leeren Raum der orangefarbenen Linie des Atoms Krypton 86.

Der obige Wert war so festgesetzt worden, daß einerseits die durch den Internationalen Meterprototyp definierte Länge innerhalb von 10^{-7} erhalten blieb und andererseits auch der für die rote Cadmiumlinie seit 1907 geltende Werte unverändert blieb. Dadurch blieben alle früheren Meßwerte für Längen innerhalb ihrer Unsicherheit richtig.

Laser und Laufzeit

Die Freude über diese neue Meterdefinition war aber nur kurz. Mit der Entdeckung des Lasers wurden neue Möglichkeiten gefunden, die Längenmessungen noch exakter und trotzdem einfacher durchzuführen. Zunächst erwiesen sich Laserstrahlen auf viele hunderte von Metern als interferenzfähig und dann kam die Atomzeit.

Die 13. Generalkonferenz für Maß und Gewicht 1967 definierte die "Atomsekunde" mittels des Cäsiumatoms 133. Basierend auf der Cäsiumfrequenz wurden damit Zeitmessungen mit relativen Unsicherheiten von 10^{-13} bis 10^{-14} möglich. Gleichzeitig erlaubten die neuen, elektronischen Hilfsmittel, Längenmessungen auf Laufzeitmessungen des Lichtes oder andere elektromagnetische Strahlungen zurückzuführen.

Nicht zuletzt aus diesem Grunde rückte damit der Wert der Lichtgeschwindigkeit im leeren Raum in das Zentrum des Interesses der großen, meßtechnischen Laboratorien, mit dem Ergebnis, daß die 15. Generalkonferenz für Maß und Gewicht 1975 für die "wichtigste aller Naturkonstanten", die Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen im leeren Raum, den Wert

$$c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$$

verbindlich festsetzte.

Dieser Wert hat als festgesetzter Wert keine Unsicherheit. Er sollte für alle Längenmessungen, die auf Laufzeitmessungen beruhen, angewendet werden und die Generalkonferenz dekretierte unmißverständlich, daß eine neue Meterdefinition geplant sei, derart, daß obiger Wert von c in alle Zukunft unverändert bleiben sollte.

Die Generalkonferenz hat beschlossen...

Nach jahrelangen, eingehenden Beratungen aller kompetenten Gremien, hat nun die 17. Generalkonferenz für Maß und Gewicht am 21. Oktober 1983 folgende Resolutionen, betreffend die Definition des Meter, beschlossen:

Resolution 1

Die Siebzehnte Generalkonferenz für Maß und Gewicht

in Erwägung

- daß die derzeitige Definition eine Darstellung des Meter mit ausreichender Genauigkeit für alle Zwecke nicht zuläßt;
- daß die in der Stabilisierung von Lasernerzielten Fortschritte zu Strahlungen geführt haben, die reproduzierbarer und leichter zu benutzen sind als die Standardstrahlung einer Krypton 86 — Lampe;

- daß die bei Messung der Frequenzen und der Wellenlängen dieser Strahlungen erzielten Fortschritte zu übereinstimmenden Werten der Lichtgeschwindigkeit geführt haben, deren Genauigkeit durch die Darstellung des Meter in seiner derzeitigen Definition grundsätzlich begrenzt ist;
- daß die Werte der Wellenlängen eine größere Genauigkeit erhalten, wenn sie mit Hilfe der Messung der Frequenz und eines gegebenen Wertes der Lichtgeschwindigkeit bestimmt werden, als durch Vergleich mit der Standardstrahlung von Krypton 86;
- daß es vorteilhaft ist, insbesondere für die Astronomie und die Geodäsie, den 1975 von der fünfzehnten Generalkonferenz für Maß und Gewicht in ihrer Resolution 2 für die Lichtgeschwindigkeit empfohlenen Wert unverändert beizubehalten ($c = 299\,792\,458\text{ m/s}$);
- daß verschiedene Formulierungen einer neuen Definition des Meter betrachtet worden sind, die alle davon ausgehen, der Lichtgeschwindigkeit einen exakten Wert zu geben, und zwar den bereits empfohlenen Wert, und daß hierdurch keine Diskontinuität der Längeneinheit eingeführt wird, die gegenüber der relativen Unsicherheit von $\pm 4 \times 10^{-9}$ der besten Realisierungen des Meter in seiner derzeitigen Definition berücksichtigt werden müßte;
- daß diese verschiedenen Formulierungen, mögen sie sich auf den von Licht in einem bestimmten Zeitintervall zurückgelegten Weg oder auf die Wellenlänge einer Strahlung mit gemessener oder festgelegter Frequenz beziehen, Gegenstand von Beratungen und gründlichen Diskussionen waren, nach denen sie als gleichwertig anzusehen sind und sich eine Übereinstimmung zugunsten der ersten Form herausstellte;
- daß das Beratende Komitee für die Definition des Meter bereits jetzt in der Lage ist, Erläuterungen zur praktischen Anwendung einer solchen Definition zu geben, die die Verwendung der orangefarbenen Strahlung des Krypton 86, des bisherigen Standards, einschließen und die in Zukunft ergänzt oder berichtigt werden können;

entscheidet

1. Das Meter ist die Länge der Strecke, die Licht im leeren Raum während der Dauer von $1/299\,792\,458$ Sekunde durchläuft.
2. Die Definition des Meter, die seit 1960 gültig ist und die sich auf den Übergang zwischen den Niveaus $2p_{10}$ und $5d_5$ des Atoms Krypton 86 gründet, wird aufgehoben.

Resolution 2

Die Siebzehnte Generalkonferenz für Maß und Gewicht fordert das Internationale Komitee für Maß und Gewicht auf

- Erläuterungen zur praktischen Anwendung der neuen Definition des Meter aufzustellen;
- Strahlungen aufzuzählen, die als Wellenlängennormale für die interferentielle Längenmessung empfohlen werden können und Anweisungen für deren Gebrauch aufzustellen;
- die Untersuchungen zur Verbesserung dieser Normale fortzusetzen.

Soweit die Resolutionen der Meterkonvention.

Aber wie lauteten die anderen möglichen Formulierungen der Meterdefinition?

Vier Varianten standen zur Diskussion.

1. Das Meter ist gleich $9\,172\,631\,770/299\,792\,458$ Wellenlängen im leeren Raum der Strahlung, die den Übergang zwischen den zwei Hyperfeinstrukturniveaus des Grundzustandes des Atoms Cäsium 133 entspricht.
2. Das Meter ist gleich der Länge von $f/299\,792\,458$ Wellenlängen im leeren Raum einer unbegrenzten, ebenen, elektromagnetischen Welle mit der Frequenz f .

3. Das Meter ist gleich der Wellenlänge im leeren Raum einer unbegrenzten, ebenen, elektromagnetischen Welle der Frequenz 299 792 458 Hertz.
4. Das Meter ist gleich der Strecke, die im leeren Raum von unbegrenzten, ebenen, elektromagnetischen Wellen während der Dauer von $1/299\,792\,458$ Sekunde durchlaufen wird.

Diese vier Varianten sind sachlich identisch. Gewählt wurde im Prinzip Variante 4 nach kräftiger Entrümpelung; außerdem wurden die „elektromagnetischen Wellen“ durch „Licht“ ersetzt, weil möglicherweise in der Zukunft festgestellt werden könnte, daß auch im leeren Raum die Geschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen von ihrer Frequenz abhängt. Bei Licht, also bei sichtbaren Strahlungen, ist diese Möglichkeit mit Sicherheit auszuschließen.

Die neue Meterdefinition in der Praxis

Die Erläuterungen des Internationalen Komitees für Maß und Gewicht zählen folgende Darstellungsverfahren für das Meter und damit verbundene Verfahren zur Längenmessung auf:

- A) Zwischen der Weglänge l , die eine elektromagnetische Welle im leeren Raum während der Zeit t durchläuft, besteht die Beziehung:

$$l = c \cdot t$$

wobei für c , den Wert der Lichtgeschwindigkeit im leeren Raum, gilt:

$$c = 299\,792\,458 \text{ m/s.}$$

- B) Mit Hilfe der Wellenlänge λ im leeren Raum einer ebenen, elektromagnetischen Welle der Frequenz f , wobei gilt:

$$\lambda = c/f$$

und c den obigen Wert hat.

- C) Mit Hilfe von Strahlungen, für die Frequenz und Wellenlänge in einer Liste angegeben werden. In dieser Liste sind die Strahlungsfrequenzen verbindlich; ihre relativen Unsicherheiten 3σ sind dreifache Standardabweichungen. Die gleichfalls angegebenen Wellenlängen im leeren Raum sind Werte, die mit Hilfe der Lichtgeschwindigkeit $c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$ berechnet und dann gerundet wurden.

Diese Strahlungen sind:

1. He-Ne-Laser Strahlungen

1.1 Absorbierendes Molekül CH_4

$$f = 88\,376\,181,608 \text{ MHz}$$

$$\lambda = 3\,392,231\,397 \text{ nm}$$

$$3\sigma = \pm 1,3 \cdot 10^{-10}$$

1.2 Absorbierendes Molekül $^{127}\text{I}_2$

$$f = 520\,206\,808,51 \text{ MHz}$$

$$\lambda = 576,294\,769\,27 \text{ nm}$$

$$3\sigma = \pm 6 \cdot 10^{-10}$$

1.3 Absorbierendes Molekül $^{127}\text{I}_2$

$$f = 473\,612\,214,8 \text{ MHz}$$

$$\lambda = 632,991\,398\,1 \text{ nm}$$

$$3\sigma = \pm 1 \cdot 10^{-9}$$

1.4 Absorbierendes Molekül $^{127}\text{I}_2$

$$f = 489\,880\,355,1 \text{ MHz}$$

$$\lambda = 611,970\,769\,8 \text{ nm}$$

$$3\sigma = \pm 1,1 \cdot 10^{-9}$$

2. Ar^+ — LaserAbsorbierendes Molekül $^{127}\text{I}_2$

$$f = 582\,490\,603,6 \text{ MHz}$$

$$\lambda = 514,673\,466\,2 \text{ nm}$$

$$3\sigma = \pm 1,3 \cdot 10^{-9}$$

Auf die Einzelheiten hinsichtlich der jeweiligen Übergänge sowie über die Betriebsbedingungen der Laser sowie der Adsorptionszellen kann hier nicht eingegangen werden.

3. Strahlungen von Spektrallampen

3.1 Strahlung entsprechend dem Übergang $2p_{10}$ und $5d_5$ des Atoms Krypton 86 (alte Meterdefinition)

$$\lambda = 605,780\,210\,2 \text{ nm}$$

$$3\sigma = \pm 4 \cdot 10^{-9}$$

3.2 Weitere Krypton 86 — Strahlungen

$$\lambda = 645,807\,20 \text{ nm}$$

$$642,280\,06 \text{ nm}$$

$$565,112\,86 \text{ nm}$$

$$450,361\,62 \text{ nm}$$

$$\text{Unsicherheit} = \pm 2 \cdot 10^{-8}$$

3.3 Quecksilber 198 — Strahlungen

$$\lambda = 579,226\,83 \text{ nm}$$

$$577,119\,83 \text{ nm}$$

$$546,227\,05 \text{ nm}$$

$$435,956\,24 \text{ nm}$$

$$\text{Unsicherheit} = \pm 5 \cdot 10^{-8}$$

3.4 Kadmium 114 — Strahlungen

$$\lambda = 644,024,80 \text{ nm}$$

$$508,723\,79 \text{ nm}$$

$$480,125\,21 \text{ nm}$$

$$467,945\,81 \text{ nm}$$

$$\text{Unsicherheit} = \pm 7 \cdot 10^{-8}$$

Die unter 3.2 bis 3.4 angegebenen Werte hat das Internationale Komitee für Maß und Gewicht schon 1963 veröffentlicht; es ist aus der Veröffentlichung nicht zu erkennen, ob die angegebenen Unsicherheiten dreifache Standardabweichungen sind.

Die Wellenlängen sind durchwegs in Nanometer (nm) = 10^{-9} m angegeben.

Längenmessungen heute und morgen

Es wäre kein Wunder, wenn nach den vielen Zahlen manchen Lesern der Kopf schwirrt. Wie sieht das alles in der Praxis aus? Wir müssen hier „kleine Längen“ im Laborbereich und im Bereich der Technik unterscheiden, die maximal einige Meter groß sind und „große Längen“ im geodätischen Bereich, die von einigen hundert Meter bis zu mehreren tausend Kilometer reichen.

Bei kleinen Längen ist primär die Frage zu stellen, wie genau die Länge begrenzt ist. Bei der Lichtinterferentiellen Längenmessung aber auch bei allen Laufzeitmessungen des Lichtes werden die Abstände von Spiegeln gemessen. Wie genau ist nun so eine Spiegeloberfläche zu definieren? Offenbar nur auf einige Atomdurchmesser des Spiegelmaterials und damit kommen wir auf eine Unsicherheit in der Position und des Abstandes der Spiegelflächen von etwa 1 nm. Das heißt, daß erst über 1 m Meßlänge eine relative Unsicherheit unter 1 nm/m oder 10^{-9} möglich wird.

Die meisten Objekte im Laborbereich sind aus Stahl oder aus Materialien ähnlicher thermischer Ausdehnung gefertigt; diese beträgt zumeist etwa 10^{-5} je Kelvin. Nur mit außerordentlich hohem Aufwand kann die Materialtemperatur auf 10^{-3} Kelvin erfaßt werden; es ist damit vom Objekt her eine relative Unsicherheit unter 10^{-8} kaum realisierbar.

Dann der Einfluß der Luft; sowohl die Laufzeit als auch die Wellenlänge ändern sich um 10^{-6} je Kelvin Lufttemperatur. Diese kann im Labor bestenfalls auf 0,01 K erfaßt werden, was wieder zu einer relativen Unsicherheit von mindestens 10^{-8} führt.

Wir können also zusammenfassen, daß im Laborbereich Längen und Abstände von Körpern bei Längen unter 1 cm bestenfalls auf 1 nm und bei größeren Längen bestenfalls auf einige Hundertmilliontel (einige 10^{-8}) gemessen werden können.

Alle diese Schwierigkeiten fallen jedoch weitgehend weg, wenn die Wellenlängen verschiedener Strahlungen untereinander verglichen werden, denn alle oben aufgezählten Unsicherheiten treten bei den zu vergleichenden Strahlungen in gleicher Weise auf und kompensieren einander. Es ist daher relativ leicht, Wellenlängen untereinander auf 10^{-8} oder sogar besser zu vergleichen. Noch besser geht es bei Frequenzvergleichen, bei denen die relative Unsicherheit bis auf 10^{-13} oder 10^{-14} gesenkt werden kann.

Im geodätischen Bereich kann der Einfluß der Luft bei Längenmessungen wesentlich schlechter als im Labor erfaßt werden, so daß wir uns in der Regel mit einer relativen Unsicherheit von $5 \cdot 10^{-6}$ begnügen müssen.

Es gibt jedoch eine Möglichkeit, diesen „Luftfehler“ unmittelbar ohne den Umweg über Temperatur, Druck, Feuchtigkeit und CO_2 -Gehalt zu ermitteln. Der Weg geht über die Dispersion des Lichtes in der Luft und über die Längenmessung mit zwei verschiedenen Frequenzen; die Lichtgeschwindigkeit ist nämlich von der jeweiligen Strahlungsfrequenz oder Lichtfarbe abhängig und diese Differenz zwischen den Lichtgeschwindigkeiten, die zu entsprechenden Differenzen der Laufzeit und der Wellenlänge führt, beträgt zwischen 400 nm und 1 000 nm Wellenlänge etwa $8 \cdot 10^{-6}$, wobei die Laufzeiten in normaler Luft gegenüber dem leeren Raum um $282 \cdot 10^{-6}$ bzw. $274 \cdot 10^{-6}$ größer sind.

Diese Laufzeitunterschiede zwischen der Luft und dem leeren Raum sind der jeweiligen Luftdichte proportional. Sie verhalten sich, unabhängig von der Luftdichte, die gerade herrscht, immer wie

$$8 : 282 : 274.$$

Der Faktor „8“ ist dabei dem unmittelbar meßbaren Laufzeitunterschied zwischen den Wellenlängen 400 nm und 1 000 nm zugeordnet.

Wenn es also gelänge, z.B. bei den Frequenzen, denen die Wellenlängen 400 nm und 1 000 nm entsprechen, Laufzeitunterschiede beider Frequenzen auf 10^{-10} der gesamten Laufzeit zu bestimmen, so müßte es möglich sein, auf die Laufzeit im leeren Raum zu extrapolieren und das Resultat sollte dann auf etwa 10^{-8} richtig sein. Wir wollen aber über dieses Verfahren hier nicht weiter sprechen und dies Berufeneren überlassen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß aufgrund der neuen Meterdefinition Strecken im leeren Raum, also im extraterrestrischen Bereich auf einige 10^{-10} meßbar sind und daß zu erwarten ist, daß dieser Wert in den nächsten Jahrzehnten auf 10^{-13} bis 10^{-14} gesenkt werden kann.

Die neue Meterdefinition wird sehr lange Zeit unverändert in Geltung bleiben können, da sie auf dem für die Lichtgeschwindigkeit festgesetzten Wert und auf der Sekunde beruht; sie ist jedoch in ihrem Wortlaut von der Sekundendefinition unabhängig.

Die neue Meterdefinition entspricht der Forderung, die die Gründer des metrischen Maßsystems vor rund 200 Jahren aufgestellt haben; sie beruht auf Naturmaßen, die allen Völkern dieser Erde in gleicher Weise zugänglich sind.

Manuskript eingelangt: Jänner 1984

Literatur

Braunbeck, J.; Hasenauer, W., Lewisch, R. (1980): Von der Elle zum Atommaß, Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Wien, 1980

Moreau, H. (1975): Le système métrique; Editions Chiron, Paris, 1975

Ulbrich, K. (1972): 100 Jahre metrisches Maßsystem in Österreich, Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Wien, 1972

Beschlüsse der 17. Generalkonferenz der Internationalen Kommission für Maß und Gewicht, Paris, 1983

Lokale Geoidbestimmung und Lotabweichungsfeld in Österreich

Von E. Erker, Wien

Abstract

After an estimation of the influences of geoid undulations and deflections of the vertical to geodetic measurements the Austrian efforts in the determination of gravity field parameters are shown in a historical view. The presentation of corresponding modern results is divided into two parts. The first one deals with investigations of the Austrian Federal Bureau of Standards and Surveying, which were executed in the sense of Helmert's astro-geodetic levelling but in a slightly modified way. The second part is a presentation of the calculations of the Graz group (Technical University of Graz), who was applying the modern algorithm of collocation. The last chapter is a trial to explain the small but systematic discrepancies between the two solutions.

1. Einleitung

In der klassischen Geodäsie galt schon seit den Tagen von Gauß und Helmert die Bestimmung des Geoides — der Niveaufläche des Erdschwerefeldes in der mittleren Höhe der Weltmeere — als zentrales Problem. Diese Hauptaufgabe der Höheren Geodäsie erlangt heute von neuem größte Bedeutung und zwar sowohl in wissenschaftlich-geophysikalischer Hinsicht als auch für praktisch-geodätische Zielsetzungen.

Für den Praktiker ermöglicht die Kenntnis des Schwerefeldes der Erde bzw. des Geoides die Transformation der geodätischen Beobachtungsdaten aus dem physikalischen Raum der Messung in den geometrischen Raum der Abbildung.

Jede geodätische Messung — soll sie einer zweidimensionalen Berechnung zugeführt werden — bezieht sich auf Parameter des Erdschwerefeldes. Transformationselemente sind im Falle des Nivellements oder für die Reduktion von Raumstrecken die Geoidundulationen — die Höhen des Geoides über dem Referenzellipsoid — und im Falle von Vertikal- oder Horizontalmessungen die Lotabweichungen — die Richtungsunterschiede zwischen astronomischen und ellipsoidischen Zenit.

Eine noch nicht voll abschätzbare große Bedeutung könnte die Bestimmung des regionalen Schwerefeldes erlangen, sobald geodätische Navigationsgeräte (Trägheitsplattformen — geodetic inertial systems) in der Praxis ihre Anwendung finden.

2. Der Einfluß von Geoidundulationen und Lotabweichungen auf Raumstrecken, Richtungen und Vertikalwinkel

Um den Einfluß von Geoidhöhen und Lotabweichungen auf die geodätischen Daten abschätzen zu können, seien im folgenden die bekannten Reduktionsformeln zusammengestellt. (Heiskanen, Moritz, 1967, Seite 189 — 193)

2.1. Raumstrecken:

$$L_o = \sqrt{\frac{L^2 - (h_2 - h_1)^2}{(1 + n_1/R)(1 + h_2/R)}} \qquad s_o = 2R \sin^{-1} L_o / 2R \qquad (1a,b)$$

- L ... Raumstrecke
- L_o ... Sehne
- s_o ... Bogen
- h_i ... ellipsoidische Höhen mit h_i = H_i + N_i
- H_i ... orthometrische Höhen
- N_i ... Geoidundulationen

Der Einfluß ΔL_o der vernachlässigten Undulationsdifferenz ΔN ergibt sich aus der Differenziation der Formel (1a) (s. auch Zeger (1978)).

$$\Delta L_o = - \frac{\Delta h}{L_o} \Delta N \div - \text{ctg } z \Delta N \qquad (1c)$$

z ... Zenitdistanz

2.2. Richtungen bzw. Horizontalwinkel:

$$\Delta\alpha = \eta \operatorname{tg}\varphi + (\xi \sin\alpha - \eta \cos\alpha) \operatorname{ctg} z \quad (2)$$

ξ, η . . . Lotabweichungskomponenten in N-S bzw. O-W-Richtung
 α . . . Azimut
 φ . . . geogr. Breite

Der erste Term in dieser Formel repräsentiert die Laplace'sche Gleichung in ihrer üblichen vereinfachten Form und bewirkt ausschließlich eine Drehung des gesamten Richtungssatzes, sodaß für nahezu horizontale Visuren die gesamte Reduktion vernachlässigt werden kann.

Bei größeren Höhenwinkeln erreicht $\Delta\alpha$ sein Maximum für

$$\Delta\alpha_{\max} = \varepsilon \operatorname{ctg} z \quad \varepsilon \dots \text{Lotabweichung}$$

Testberechnungen in den österreichischen Alpen haben gezeigt, daß Reduktionen bis über 30^{cc} möglich sind (Erker, 1983; Zeger, 1983).

2.3 Vertikalwinkel:

Der Einfluß der Lotabweichung auf einen Vertikalwinkel erreicht maximal den Betrag der Lotabweichung selbst (im Gebirge Werte bis 70^{cc}!)

$$\Delta z = \xi \cos\alpha + \eta \sin\alpha \quad \Delta z_{\max} = \varepsilon \quad (3)$$

3. Zur Geschichte der Geoidbestimmung in Österreich

Obwohl die oben angeführten vermessungstechnischen Probleme natürlich schon seit langem zum theoretischen Rüstzeug des Geodäten gehören, war man bis vor wenigen Jahren nur in Ausnahmefällen in der Lage, sie in der Praxis zu lösen. Grund hierfür war der hohe meßtechnische Aufwand, der vor allem bei der Bestimmung von Lotabweichungen in Kauf zu nehmen war. Erst die Verwendung von Prismenastrolabien und von transportablen Zenitkamern, zusammen mit handlichen Kleinquarzuhren, sowie die konsequente Unterstützung durch ausgereifte EDV-Programme ermöglichte das Beobachten und Aufbereiten der notwendigen umfangreichen Datensätze.

Trotz dieser Schwierigkeiten gibt es in Österreich eine lange Tradition in der Geoidbestimmung.

Schon kurz nach den klassischen Arbeiten Galles im Harz (Galle, 1914) und lange vor dem viel zitierten astronomischen Nivellement im Meridian von St. Gotthard wurde in Österreich von Oberst Ing. Andres ein Geoidprofil mit Punktabständen von 3 — 5 km im Meridian von Laibach bestimmt (Andres, 1919). Bekannter, und von großräumiger Erstreckung sind die Arbeiten von Hopfner, Prey und Ledersteger (1951), die im wesentlichen Lotabweichungen auf Triangulierungspunkten 1. Ordnung verwendeten. Auf dieselbe Punktdichte mußte sich auch die Studie von Litschauer (1953) beschränken, die zum ersten Mal versuchte, ein lokales, österreichisches Geoid darzustellen.

1971 wurde von G. Bomford — 1975 bzw. 1978 von Levallois und Monge ergänzt — ein europäisches Geoid präsentiert, das allerdings im österreichischen Bereich nur bedingt repräsentativ war. Grund hierfür war, daß bei der Geoidberechnung alle Stationen, auf denen die η -Komponenten der Lotabweichung aus Azimutmessungen bestimmt worden waren, nicht

verwendet werden konnten. Da das Triangulierungsnetz 1. Ordnung noch keinem astronomisch-geodätischen Netzausgleich unterzogen worden war, waren alle geodätischen Azimute mit dem Laplace'schen Widerspruch w behaftet und deshalb nicht verwendbar. Die η -Komponente der Lotabweichung wäre damit ebenfalls um den Betrag von w verfälscht gewesen:

$$\eta = (\alpha_A - \alpha_G) \operatorname{ctg} \varphi \quad (4)$$

$$(\alpha_A - \alpha_G) = (\lambda_A - \lambda_G) \sin \varphi + w \quad (5)$$

α_A . . . astronomisches Azimut

α_G . . . geodätisches Azimut

λ_A . . . astronomische Länge

λ_G . . . geodätische Länge

φ . . . Breite

Gleichung (5) stellt bekanntlich die (vereinfachte) Laplace - Bedingung dar.

Nach der Neuberechnung des österreichischen Triangulationsnetzes 1. Ordnung im Rahmen von ED 79 — einem astronomisch-geodätischen Netzausgleich — waren selbstverständlich auch die aus Azimut-Messungen stammenden Lotabweichungen für eine Geoidbestimmung verwendbar. (Die aus zusätzlichen Messungen von λ bestimmten Laplace'schen Widersprüche w nach dem Ausgleich waren fast alle $< 1''$!) Allerdings waren von den 107 beobachteten Lotabweichungsstationen in der 1. Ordnung etwa 40 auszuscheiden, weil die Winkelmeßgenauigkeit nicht den modernen Anforderungen entsprach.

Der Grund für die Inangriffnahme von Lotabweichungsmessungen auf allen Punkten 1. Ordnung nach dem 2. Weltkrieg lag übrigens in der nachdrücklichen Empfehlung der Subkommission RETrig der IAG (Internat. Assoziation für Geodäsie), daß die Reduktion von astronomischen auf den ellipsoidischen Zenit gemäß Formel (2) für alle Richtungssätze der 1. Ordnung durchzuführen wäre. Nachdem klassische Längenmessungen auf den hochalpinen Stationen nahezu unmöglich waren, mußte man die praktisch und theoretisch unzulänglichen Azimutmessungen zur Bestimmung der Ost-West-Komponente der Lotabweichung verwenden. Abgeschlossen wurden diese Arbeiten im Jahre 1976. (Erker, Litschauer, Losert, 1979)

Messungen zur astrogeodätischen Geoidbestimmung mit Hilfe von modernen Simultanverfahren (Zeiss Ni2 Astrolabium) wurden vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) im Jahre 1977 gestartet. Erste Versuche in der Geoidbestimmung mit klassischen Methoden waren bereits in den frühen Sechzigerjahren unternommen worden. Das Zeiss Ni2 Astrolabium war schon seit 1975 in der Lotabweichungsbestimmung auf Punkten 1. Ordnung eingesetzt, sodaß eine enge Vertrautheit mit Methode und Gerät bereits zu Beginn des Projektes „Geoidbestimmung“ gegeben war.

Motiviert durch die Resolutionen Nr. 25 und 26 der XVI. Generalversammlung der IAG, in denen die Dringlichkeit der Schaffung von Geoidkarten betont und vor allem die Alpenländer aufgefordert worden waren, ihre diesbezüglichen Arbeiten zu intensivieren, kam es 1978 zur ersten Kooperation des BEV mit den Technischen Universitäten Graz, Innsbruck und Wien bei der Bestimmung eines Geoidprofils im Parallel 47° nördl. Breite. Außerdem wurden von den beteiligten Arbeitsgruppen Pilotstudien zur Optimierung der Meß- und Rechenverfahren in Angriff genommen (Erker, 1980; Sünkel, 1982). Gefestigt wurde die begonnene Zusammenarbeit zur Geoidbestimmung im Rahmen der ÖKIE (Österr. Kommission für die Internat. Erdmessung) und im Nationalkomitee für Geodäsie und Geophysik der Österr. Akademie der Wissenschaften, indem die Bestimmung eines möglichst genauen österreichischen Geoides als zentrale geodätische Aufgabe in Österreich definiert wurde.

Das Produkt dieser koordinierten Anstrengungen konnte im August 1983 im Rahmen der XVIII. Generalversammlung der IAG in Hamburg der internationalen Fachwelt präsentiert werden: **Das Geoid in Österreich**, Geodätische Arbeiten Österreichs für die Internat. Erdmessung, Neue Folge, Bd. III; Herausgeber: ÖKIE, Graz, 1983.

Diese vorerst erste Iterationsstufe ist ein astro-geodätisch bestimmtes Geoidstück, das etwa vier Fünftel des Staatsgebietes von der Ostgrenze Österreichs bis nach Osttirol überdeckt. Die Berechnungen, unabhängig nach zwei verschiedenen Methoden, erfolgten aus 564 Lotabweichungen, gemessen auf Punkten der Landesaufnahme mit Abständen von 10 — 15 km. Das BEV verwendete den klassischen Algorithmus des astronomischen Flächennivellements in etwas modifizierter Form, der die Reduktion der Oberflächenlotabweichungen wegen Lotkrümmung und eine nichtlineare, von der topographischen Situation abhängige Verdichtung der Lotabweichungen am Geoid vorsieht. Die Grazer Gruppe verwendete die Methode der Kollokation nach kleinsten Quadraten, ergänzt durch eine topographisch-isostatische Datenreduktion und ein Erdmodell in Form einer Kugelfunktionsentwicklung.

4. Die Berechnungen des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen

Grundlage des *astro-geodätischen Flächennivellements* ist das astronomische Nivellement entlang von Profilen. Diese auf Helmert zurückgehende älteste Methode der Geoidbestimmung basiert auf der Umformung der Lotabweichungen ε_o als Wegableitungen des Geoides durch Integration in Geoidhöhendifferenzen ΔN .

$$\Delta N_{AB} = N_B - N_A = - \int_A^B \varepsilon_o \, ds \quad (6)$$

dabei bezieht sich ε_o auf das Geoid (Höhe 0).

$$\varepsilon_o = \xi_o \cos \alpha + \eta_o \sin \alpha \quad (7)$$

Die gemessenen Oberflächenlotabweichungen ε sind also vor ihrer Integration noch um den Betrag der Lotkrümmung

$$LK = \varepsilon - \varepsilon_o$$

zu reduzieren. Von Bedeutung ist diese Reduktion allerdings nur im Gebirge; hier aber kann sie Werte bis zu 30^{cc} annehmen.

Die Integration der reduzierten Lotabweichungen kann numerisch aber auch graphisch erfolgen. Die Fläche unter der Lotabweichungskurve ergibt in Abhängigkeit vom Weg die Undulationsdifferenz. Da diese Kurve — auch für die wegen Lotkrümmung reduzierten Lotabweichungen — im Gebirge sehr bewegt verläuft, ist bei der Wahl des Beobachtungsortes und der Aufpunktsdistanz bei erhöhten Genauigkeitsanforderungen besondere Vorsicht geboten. Untersuchungen darüber waren schon vor Jahren u. a. von Hunziker im Meridian von St. Gotthard durchgeführt worden (Gurtner 1978).

Das BEV hat — vor allem zur Abschätzung der notwendigen Punktdichte — vor Beginn der Meßkampagnen zur Geoidbestimmung ein Testfeld bei Rauris für ähnliche Untersuchungen eingerichtet (Erker, 1980). Um den Betrag der Lotabweichungen in einem alpinen Profil quer zur Streichungsrichtung der Gebirgszüge sowie die dadurch bedingten Undulationsdifferenzen abschätzen zu können, wurden im Rauriser Testfeld in geringen Abständen von 2 — 4 km Lotabweichungen gemessen, wegen Lotkrümmung reduziert und integriert. Es ergaben sich dabei Werte für ΔN bis zu 20 cm bei relativen Höhenunterschieden von 1000 m, natürlich in Abhängigkeit von der im Modell freigewählten Höhe der Geländeoberfläche über dem Geoid.

Wichtigste Aussage dieses Tests war, daß eine Interpolation von zusätzlichen Lotabweichungen nur im Umweg über die Topographie als weitere Information bei der aus finanziellen und terminlichen Gründen möglichen Punktdichte von 12 — 15 km sinnvoll ist.

Da bei Beginn der Berechnungen ein digitales Geländemodell nur in einem kleinen Teil Österreichs zur Verfügung stand, wurde als *Näherungslösung* versucht, die Topographie durch regelmäßige, geometrische Körper — in erster Linie lange, gleichschenkelige Prismen — zu approximieren. Synthetische Untersuchungen über die *Einflüsse regelmäßiger Körper auf die Niveauflächen* in der Nähe der Erdoberfläche wurden bereits von Helmert (1884) durchgeführt. Mit Hilfe der Helmert'schen Formeln lassen sich Betrag und Lage der maximalen Lotabweichungen in der Fallinie eines Gebirgshanges und auch im korrespondierenden Punkt in der Basisfläche des Prismas (in der Höhe 0) abschätzen, sodaß auf Grund von Modellrechnungen mit der Höhe des Prismas und der Hangneigung als Parameter eine Verdichtung des bestehenden Lotabweichungsfeldes ermöglicht wird.

Im konkreten Fall liefern die im Talboden gelegenen Beobachtungsstationen den langwelligen Anteil (den Trend) der Lotabweichung bzw. der Geoidundulationen. Zwischen den Aufpunkten wird diesem Trend als Signal der Anteil der Topographie der unmittelbaren Umgebung in den zu interpolierenden Punkten überlagert. Bei einiger Erfahrung kann man diese Signalanteile auf 2 — 3" genau empirisch abschätzen. Eine einfache mathematische Formulierung läßt sich u.U. mit Hilfe der Darstellung der Lotabweichungskurve durch eine Parabel finden (Gerstbach, 1983).

Wie aus Formel (6) hervorgeht, erfolgt die zur Geoidbestimmung notwendige Integration der Lotabweichungen in der Höhe 0, d.h. der Anteil der *Lotkrümmung* in der gemessenen Oberflächenlotabweichung ist vor der Integration abzuschätzen bzw. abzuziehen. Steht ein digitales Geländemodell nicht zur Verfügung, muß man schon bei der Wahl des Beobachtungspunktes versuchen, den Einfluß der Lotkrümmung zu minimieren. Dieses Ziel kann in den meisten Fällen erreicht werden, indem man beachtet, daß das Gelände in Bezug auf den Aufpunkt radialsymmetrisch ist; z.B. bei der Lage des Aufpunktes im tiefsten Bereich einer Talsohle mit geradliniger Erstreckung.

Die Lotkrümmung kann in erster Näherung als Differenz der aus Massen gerechneten Lotabweichungen an der Oberfläche ϵ_{HTop} und im korrespondierenden Punkt in der Höhe 0 ϵ_{OTop} gerechnet werden (Elmiger, 1969). Dazu kommt noch die normale Lotkrümmung für die ξ -Komponente $\Delta \epsilon_F$, sodaß sich Formel (6) auch in folgender Form schreiben läßt:

$$\Delta N_{AB} = - \int_A^B [\epsilon_H - (\epsilon_{HTop} - \epsilon_{OTop}) - \Delta \epsilon_F] ds \quad (6a)$$

Andererseits ist die Lotkrümmung auch als Horizontalableitung der orthometrischen Korrektur OC definiert, sodaß auch gilt:

$$\Delta N_{AB} = - \int_A^B \epsilon ds - OC_{AB} \quad (6b)$$

Die Dimension der orthometrischen Korrektur, in der bekanntlich die Nichtparallelität der Niveauflächen zum Ausdruck kommt, läßt sich z.B. aus Mader (1954) abschätzen. Für den Bereich der Hohen Tauern ergeben sich Werte für OC im Bereich einiger Dezimeter.

Um nun auch diesen systematischen Anteil zu vermeiden, sowie um lokale topographische Einflüsse auszuschließen, wurde für die Geoidbestimmung des BEV beschlossen, konsequent in allen vorliegenden Aufpunkten die Reduktion der Oberflächenlotabweichungen wegen Lotkrümmung durchzuführen. Eine gewisse Einschränkung war allerdings durch das derzeit noch unvollständige digitale Geländemodell gegeben. Im hochalpinen Bereich (Osttirol) oder bei Hanglage des Punktes wurde bei nichtvorhandenem Geländemodell durch händische Entnahme von Knoten aus der Österreichischen Karte 1 : 50 000 bzw. 1 : 25 000 versucht, die Lotkrümmung mit ausreichender Genauigkeit zu bestimmen.

Verwendet wurde hierbei zur Berechnung der Lotabweichungen aus Massen im Aufpunkt und in der Höhe 0 sowohl die sogenannte Sektorenmethode als auch die Quadermethode (bei größerer Entfernung vom Aufpunkt ersetzt durch die Linienformel).

Die auf das Geoid reduzierten Lotabweichungen wurden durch zusätzliche Werte vor allem in den zu erwartenden Extremstellen ergänzt und in *Isolinienkarten* für ξ_0 und η_0 graphisch dargestellt.

Um eine flächenhafte Bestimmung des Geoides zu erhalten, können die mit dem Helmer'schen Wegintegral berechneten Undulationsdifferenzen gitterförmig zusammengesetzt und die in jedem Gitterelement auftretenden Widersprüche in der Art eines Nivellementnetzes ausgeglichen werden. Die *Ausgleichung* wurde nach bedingten Beobachtungen durchgeführt, vor allem, um die Dimension der Normalgleichungsmatrix möglichst klein zu halten. Die Dimension dieser schwach besetzten Bandmatrix war letztlich (782 x 782). Die Auflösung erfolgte mit Hilfe des Cholesky-Algorithmus.

$$\mathbf{A}^T \mathbf{v} + \mathbf{w} = \mathbf{0} \qquad \text{Bedingungsgleichungen} \qquad (7a)$$

$$\mathbf{A}^T \mathbf{P}^{-1} \mathbf{A} \mathbf{k} + \mathbf{w} = \mathbf{0} \qquad \text{Normalgleichungen} \qquad (7b)$$

Aus den Korrelatengleichungen

$$\mathbf{v} = \mathbf{P}^{-1} \mathbf{A} \mathbf{k} \qquad \dots \qquad \dots \qquad \dots \qquad (7c)$$

lassen sich sehr einfach die Verbesserungen v_i berechnen, vor allem, wenn man bedenkt, daß die Matrix \mathbf{A} im Falle eines Nivellementnetzes als Koeffizienten nur 0, -1 oder +1 enthält.

Aus der Reduktion der Widersprüche ergibt sich als Varianz

$$m_0^2 = \mathbf{v}^T \mathbf{P} \mathbf{v} / u = 1,69$$

Daraus abgeleitet der mittlere Kilometerfehler im Sinnes des Nivellements:

$$m_{1 \text{ km}} = \pm 1,5 \text{ cm}$$

Mit Hilfe der Verbesserungen wurden die Undulationsdifferenzen neu durchgerechnet und die Gitterpunkte kotiert.

Der vorliegende Geoidausschnitt wurde sowohl im System ED 79 in einer mittleren Höhe zum Geoid von Levallois als auch im System der österreichischen Landesvermessung (Datum MGI) orientiert und graphisch mit Linien gleicher Undulationen dargestellt (Abb. 1).

5. Berechnungen an der Technischen Universität Graz

Seit etwa 15 Jahren werden in zunehmenden Maße in der Geodäsie *statistische Interpolationsmethoden* verwendet, die vor allem in den letzten Jahren, bedingt durch die zum Teil anfallenden heterogenen Datensätze, zur Methode der Kollokation nach kleinsten Quadraten erweitert wurden (Moritz, 1973; Moritz, 1980).

Unter *Kollokation* versteht man in der numerischen Mathematik die Anpassung einer analytischen Näherungsfunktion an eine Anzahl gegebener linearer Funktionale.

Im speziellen Fall der Geoidbestimmung liegen z.B. Oberflächenlotabweichungen ξ und η , Schwereanomalien Δg und eventuell auch aus der Altimetrie oder aus Dopplermessungen gewonnene Geoidhöhen N als lineare Funktionale des Schwerepotentials (bzw. des Störpotentials T) vor (Heiskanen, Moritz, 1967, S. 88).

$$\left. \begin{aligned} \xi &= -\frac{1}{\gamma} \frac{\partial T}{\partial x} & \eta &= -\frac{1}{\gamma} \frac{\partial T}{\partial y} \\ \Delta g &= -\frac{\partial T}{\partial z} - \frac{2}{R} T \\ N &= \frac{T}{\gamma} \end{aligned} \right\} \{ \xi, \eta, \Delta g \} = L_1 T \qquad (8a - c)$$

γ . . . Normalschwere

Will man für einen beliebigen zusätzlichen Punkt im Raum den zugehörigen Wert für T präzisieren (inter- oder extrapolieren) bzw. im Sinne der Statistik eine optimale Schätzung S_p bei kleinster Varianz durchführen, so gilt:

$$S_p = \mathbf{c}_p^T \mathbf{C}_{Sx}^{-1} \mathbf{x} \quad (9)$$

Die quadratische, symmetrische Matrix \mathbf{C}_{xx} wird dabei aus den gegenseitigen Kovarianzen aller gegebenen Meßgrößen \mathbf{x} (im Falle der Geoidbestimmung vorerst der Lotabweichungen ξ und η) gebildet. Diese Kovarianzen C_{ik} repräsentieren die statistische Korrelation zwischen den Meßwerten i und k . Sie können in der Regel als Funktion der Distanz s zwischen den beiden Meßpunkten P_i und P_k und deren Höhe dargestellt werden. Für $s = 0$ geht die Kovarianz in die Varianz $V = C_{ii}$ — dem Quadrat des mittleren Signals — über.

Der Vektor \mathbf{c}_p enthält die Kovarianzen zwischen dem Signal S_p und den Messungen \mathbf{x} . Zur Berechnung der Kovarianzfunktion wird als Ansatz eine geeignete Funktion verwendet, deren freie Parameter aus den gegebenen Signalen bestimmt werden müssen.

Bei der Anwendung der Kollokation auf den in Österreich vorerst vorliegenden Datensatz der astro-geodätischen Lotabweichungen — ein entsprechendes Rechenprogramm ist in (Sünkel, 1980) beschrieben — läßt sich die Interpolationsgenauigkeit wesentlich erhöhen, wenn die Meßwerte vorher *topographisch-isostatisch reduziert* werden. Dies bedeutet, daß die topographischen Massen über Meeressniveau so ins Erdinnere verlagert werden, daß isostatisch bedingte Massendefizite ausgeglichen werden. Durch die Reduktion bleibt nicht nur der harmonische Charakter des Störpotentials T außerhalb der Erdoberfläche erhalten, sondern T wird auch bis zum Meeressniveau harmonisch, d.h. es erfüllt die Laplace'sche Differentialgleichung. Damit kann die Kollokation auch auf Meeressniveau angewendet werden und ergibt dann Höhen N_c einer dem regularisierten Zustand entsprechenden Niveauläche, dem Kogeoid, über dem Ellipsoid. Für den Aufbau eines Lotabweichungsfeldes könnte ebenso auch die Prädiktion von (reduzierten) Lotabweichungen vorgenommen werden.

Berücksichtigt man außerdem eine vorgegebene globale *Approximation des Störfeldes* T z.B. in Form einer Kugelfunktionsentwicklung bis zum Grad n , so kann für den lokalen Bereich Österreichs zusätzlich eine Trendabspaltung erwartet werden. Erst dann ist streng genommen Gleichung (9) als 0-parametrische Form der Kollokation nach kleinsten Quadraten verwendbar.

Insgesamt konnte durch Anwendung beider Reduktionen die Varianz der Lotabweichungen von etwa 30" auf 5" reduziert werden. Diese reduzierten Lotabweichungen am Kogeoid beinhalten letztlich zwei wesentliche Einflüsse: einmal die Unzulänglichkeiten des verwendeten Geländemodelles und natürlich auch Auswirkungen von Beobachtungsfehlern.

Das für die Berechnung der topographisch-isostatischen Reduktion notwendige *digitale Geländemodell* wurde in Graz durch die Digitalisierung der Schichtenlinien der Österr. Karte 1 : 500 000 (Institut für Photogrammetrie der TU Wien) und die zusätzliche Verwendung von etwa 40 000 Knoten des BEV gewonnen. Die Kompartimentengröße liegt bei 20" x 20" (400 x 600 m). Weltweit stand ein 1° x 1° Modell zur Verfügung.

Die Anwendung der Kollokation auf die reduzierten Lotabweichungen ergibt, wie gesagt, für das Niveau 0 Kogeoidhöhen N_c . Die Geoidhöhen N ergeben sich aus diesen Kogeoidhöhen N_c durch Addition des *indirekten Effektes* ΔN :

$$N = N_c + \Delta N \quad (10a)$$

Nach Bruns ist der Betrag der Hebung der ursprünglichen Niveauläche (der indirekte Effekt) gleich dem Quotienten aus dem Gravitationspotential der zusätzlichen Massen dividiert durch die Normalschwere:

$$N = \frac{T_{PI}}{\gamma} \quad (10b)$$

Der indirekte Effekt zufolge topographisch-isostatischer Reduktion zusammen mit dem Modell des Gravitationsfeldes (Rapp, 1981) beinhaltet bereits den wesentlichsten Anteil der lokal-österreichischen Geoidstrukturen, entsprechend der topographischen Gliederung Böhmisches Masse, Alpenvorland, Alpen. (Eine gesondete graphische Darstellung dieses Anteiles wurde in "Das Geoid in Österreich" im Beitrag H. Sünkel gegeben.) Trotzdem enthielt das Restfeld noch einen signifikanten Trend in SW—NO—Richtung von etwa 3 m, der vor Anwendung der Kollokation in Abzug gebracht werden mußte. Der Kollokationsanteil selbst bewegt sich im Bereich einiger Dezimeter und weist zumeist großräumige Strukturen auf.

Mit Hilfe der Kollokation läßt sich aber neben der bisher skizzierten klassischen Lösung auch eine Aussage im Sinne der modernen *Theorie von Molodenskij* machen.

Nach Molodenskij wird einem Punkt P der Erdoberfläche ein Punkt Q zugeordnet, der auf der Lotlinie durch P so liegt, daß sein normales Schwerepotential $U(Q)$ gleich ist dem tatsächlichen Potential $W(P)$ des Punktes P. Dabei wird das Bezugsellipsoid (in seiner geozentrischen und achsparallelen Lage) als Niveaulfläche $U = U_0 = \text{const.}$ des Normalschwerefeldes definiert (Niveauellipsoid). Der Abstand PQ entspricht der Höhenanomalie ζ nach Molodenskij. Die Menge der Punkte Q definiert eine Hilfsfläche, die als Telluroid bezeichnet wird. Ihre Höhe über dem Bezugsellipsoid wird als „Normalhöhe“ H^* bezeichnet. Wird die Höhenanomalie über dem Ellipsoid aufgetragen, so erhält man eine dem Geoid ähnliche Fläche, das Quasigeoid. Telluroid und Quasigeoid sind jedoch keine Niveaulflächen!

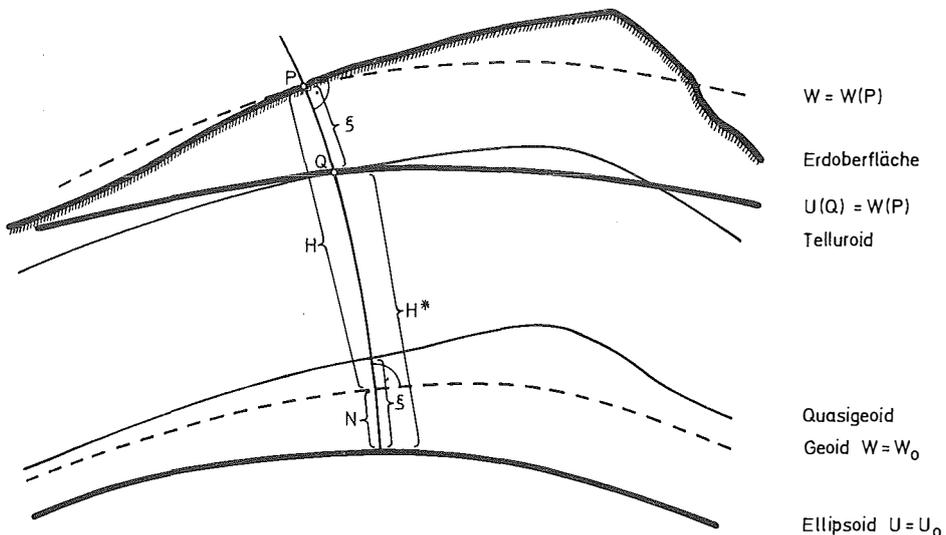


Abb. 2

Ziel der Überlegungen Molodenskij's war es, ein hypothesenfreies Höhensystem aufzubauen. In der klassischen Geodäsie wird die geometrische Höhe eines Punktes über dem Bezugsellipsoid — die ellipsoidische Höhe — zusammengesetzt aus seiner orthometrischen Höhe und der Geoidhöhe. In beiden Werten ist in irgendeiner Form das hypothetische Dichtegesetz mitenthalten. Bei Molodenskij ersetzt die Normalhöhe H^* die orthometrische Höhe H und die Höhenanomalie ζ die Geoidundulation N . Beide Werte sind hypothesenfrei bestimmbar. Der große Nachteil dieser Methode liegt jedoch darin, daß die Ergebnisse physikalisch nicht interpretierbar sind.

Die Methode der Kollokation in Verbindung mit der topographisch-isostatischen Reduktion ermöglicht prinzipiell die Berechnung jeder Schwerefeldgröße in jedem beliebigen Punkt des Außenraumes. Um im Sinne Molodenskij's Höhenanomalien bzw. das Quasigeoid zu erhalten, war es nur notwendig, statt der Höhe 0, die für die Berechnung von Geoidundulationen verwendet wurde, die Höhe der Topographie einzusetzen.

Die Abweichung von Geoid und Quasigeoid ist damit natürlich stark mit der Topographie korreliert und folgt in bemerkenswerter Weise den theoretischen Erwartungen. Beide Flächen wurden für einen Raster mit der Maschengröße 3' (Breite) x 5' (Länge) gerechnet. Die Unterschiede zwischen Höhenanomalie und Geoidhöhe erreichen im Bereich der Zentralalpen Werte um 35 cm, in den flacheren Gebieten bleiben sie meist unter 5 cm, in Gebieten mit positiver Bougueranomalie werden sie erwartungsgemäß auch leicht negativ.

Das Grazer Ergebnis ist wieder in Form einer Schichtenlinienkarte dargestellt, diesmal allerdings im System ED 79 in einer mittleren Höhe zum Geoid der Bundesrepublik Deutschland (Lelgemann, 1981) (Abb.3). Die Berechnungen erfolgten allerdings voraussetzungs-gemäß im geozentrischen geodätischen Bezugssystem 1980 (GRS 80).

6. Vergleich und Diskussion der Ergebnisse

In der vorliegenden Geoidbestimmung sind alle größeren topographischen Informationen gut erkennbar und selbst kleinere Details finden ihren Niederschlag. Besonders auffallend ist nicht nur der stark ausgeprägte Abfall in die Pannonische Tiefebene, sondern auch die breite Grabenstruktur entlang der Donau in Oberösterreich. Die Übereinstimmung mit dem von Lelgemann berechneten Geoid für Deutschland im grenznahen Bereich ist hervorragend. (im 10 cm-Bereich). Der Vergleich mit den aus Dopplerdaten und orthometrischen Höhen abgeleiteten Geoidhöhen ergab eine Standardabweichung von 35 cm bei Maximalabweichungen von 60 cm.

Die Grazer Lösung erlaubte nicht nur die Schätzung von Lotabweichungen und ihrer (kollokationsinternen) Genauigkeit, sondern ermöglichte auch eine Schätzung der äußeren Genauigkeit durch Vergleich von prädierten mit gemessenen Werten. Mit dem vorhandenen Material an Lotabweichungen und dem derzeit verfügbaren digitalen Höhenmodell sind in Hilfe der Kollokation nach kleinsten Quadraten in Verbindung mit einer topographisch-isostatischen Reduktion folgende Genauigkeiten der Lotabweichungsprädiktion im Mittel erreichbar:

Flachland/Hügelland:	0,5" — 0,8"
Voralpengebiet:	1,0" — 1,5"
Hochgebirge:	1,5" — 2,5" ¹⁾

Eine Gegenüberstellung der mit den beiden Berechnungsmethoden in Wien und in Graz erzielten Ergebnisse läßt sich am einfachsten mit den Differentialformeln von Vening-Meinesz (1950) durchführen. Diese Formeln ergeben Änderungen ΔN_i in den Punkten mit vorhandenen Geoidhöhen N_i in Funktion einer Änderung der Parameter ξ_o, η_o , und ΔN_o in einem Zentralpunkt P_o . Sie können für den relativ kleinen Bereich Österreichs in folgender Form vereinfacht angeschrieben werden:

$$\Delta N_i = - \sin (\varphi_i - \varphi_o) \frac{a}{Q} \Delta \xi_o - \cos \varphi_i \sin (\lambda_i - \lambda_o) \frac{a}{Q} \Delta \eta_o + \cos (\varphi_i - \varphi_o) \Delta N_o \tag{11}$$

1) die in den letzten beiden Absätzen enthaltene Information entstammt einer persönlichen Mitteilung von H. Sünkel.

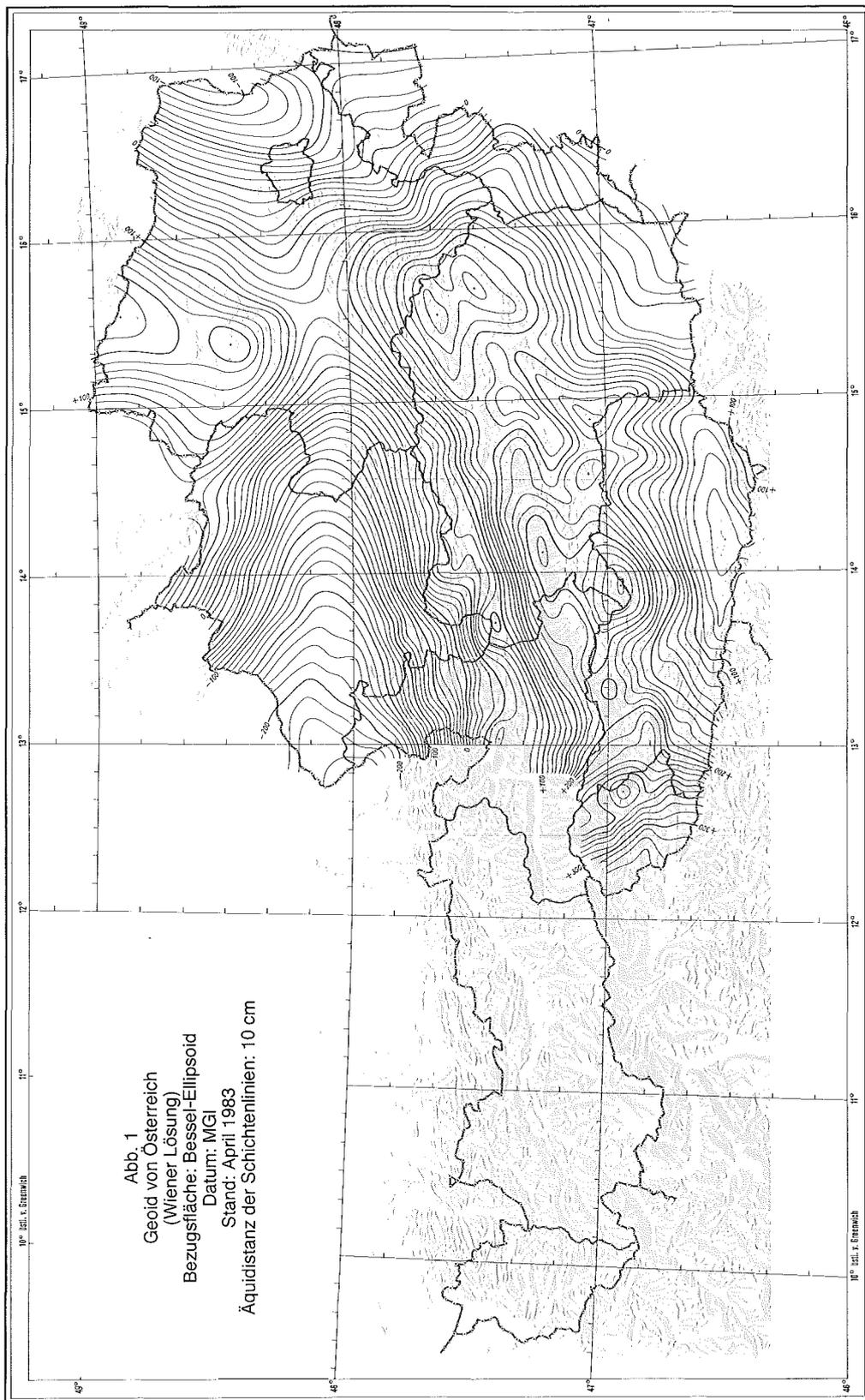


Abb. 1
Geoid von Österreich
(Wiener Lösung)
Bezugsfläche: Bessel-Ellipsoid
Datum: MGI
Stand: April 1983
Äquidistanz der Schichtenlinien: 10 cm

Die beiden durch einen identen Raster beschriebenen Geoidflächen sollen nun in ihrer Lage so verändert werden, daß die Quadratsumme der Restklaffungen ein Minimum wird. Betrachtet man die Differenzen der Geoidhöhen in jedem Rasterpunkt als den Vektor \mathbf{l} eines Systems von Verbesserungsgleichungen

$$\mathbf{v}_i = a_i x + b_i y + c_i z - l_i$$

$$\mathbf{v}_i = \sin(\varphi_i - \varphi_0) x + \cos \varphi_i \sin(\lambda_i - \lambda_0) y + \cos(\varphi_i - \varphi_0) z - (N_{W_i} - N_{G_i})$$

$$\text{aus } N_{W_i} + \mathbf{v}_i + \Delta N_i = N_{G_i} \quad \text{bzw.} \quad \mathbf{v}_i = -\Delta N_i + (N_{G_i} - N_{W_i}) \quad (12)$$

N_G . . . Grazer Lösung

N_W . . . Wiener Lösung

so ergeben sich für $\Sigma v v \rightarrow \text{Min.}$ in üblicher Weise die Normalgleichungen

$$\mathbf{A}^T \mathbf{A} x - \mathbf{A}^T \mathbf{l} = 0 \quad (13)$$

wobei die drei Unbekannten x, y und z Funktionen der differentiellen Änderungen im Zentralpunkt sind.

$$x = \frac{\partial}{\partial \xi} \Delta \xi_0 \quad y = \frac{\partial}{\partial \eta} \Delta \eta_0 \quad z = -\Delta N_0$$

Die Auflösung ergibt:

$$\begin{aligned} \Delta \xi_0 &= + 0,443'' \pm 0,076'' \\ \Delta \eta_0 &= - 0,154'' \pm 0,058'' \\ \Delta N_0 &= - (146,39 \pm 2,6) \text{ cm} \end{aligned}$$

und daraus die Residuen v_i für jeden Rasterpunkt.

In Abb. 4 sind diese Differenzen $v_i = N_G - N_W$ der beiden Geoiden *nach* der Transformation in Minimallage in Form von Isolinien dargestellt.

Unmittelbar daraus abzulesen ist die Überhöhung bzw. stärkere Krümmung der Grazer Lösung in SW-NO-Richtung, vor allem im hochalpinen Anteil des SW.

Ursachen für diese systematischen Effekte könnten in dem in Graz verwendeten digitalen Geländemodell begründet sein. Bei der Berechnung des topographisch-isostatischen Anteiles bedingt die Zerlegung des Geländes in 500 m - Kompartimente im alpinen Bereich eine systematische Massenverschiebung, da die Deckflächen der Kompartimente — in der Natur tatsächlich zum Teil stark geneigt — im Modell wegen der relativ geringen Auflösung weitgehend geglättet werden. Die Berechnung der topographisch-isostatischen Lotabweichungsanteile erfolgt in der Höhe des Aufpunktes; die Berechnung des indirekten Effektes hingegen für das Geoid in der Höhe 0, wo die oben angeführte Generalisierung bei größerer Geländehöhe H eine wesentlich kleinere Wirkung zeigt. D.h. die Fehler der Regularisierung werden bei der Berechnung des indirekten Effektes nicht vollständig kompensiert.

Durch die durch die Glättung bedingte Bewegung der Massen in der Höhe der Deckfläche näher zum Geoid wird jedoch sicher der indirekte Effekt zu groß berechnet. Die topographisch-isostatische Reduktion wird hingegen zu klein berechnet — die Differenzen können im Extremfall bis zu einigen Bogensekunden ansteigen — sodaß die Residuen einen zu großen Wert behalten. Beide Effekte addieren sich und bewirken eine stärkere Krümmung der Niveauflächen des Ergebnisses.

Natürlich sind in beiden Lösungen auch ausgleichsbedingte und modellbedingte Fehler enthalten, die sich vor allem in den Randbereichen auswirken können. Anfällig ist hier vermutlich eher die Helmert — Lösung, die in ihrer Konzeption einem großen Nivellementnetz entspricht.

Noch nicht geklärt sind die beiden Singularitäten im Bereich Osttirol — Kärnten. Ihre Ursache muß in der statistischen Methode gesucht werden, da ein Datenfehler im topographischen Anteil nicht erkennbar ist, ihre Auswirkung hingegen im Kollokationsanteil voll zur Geltung kommt.

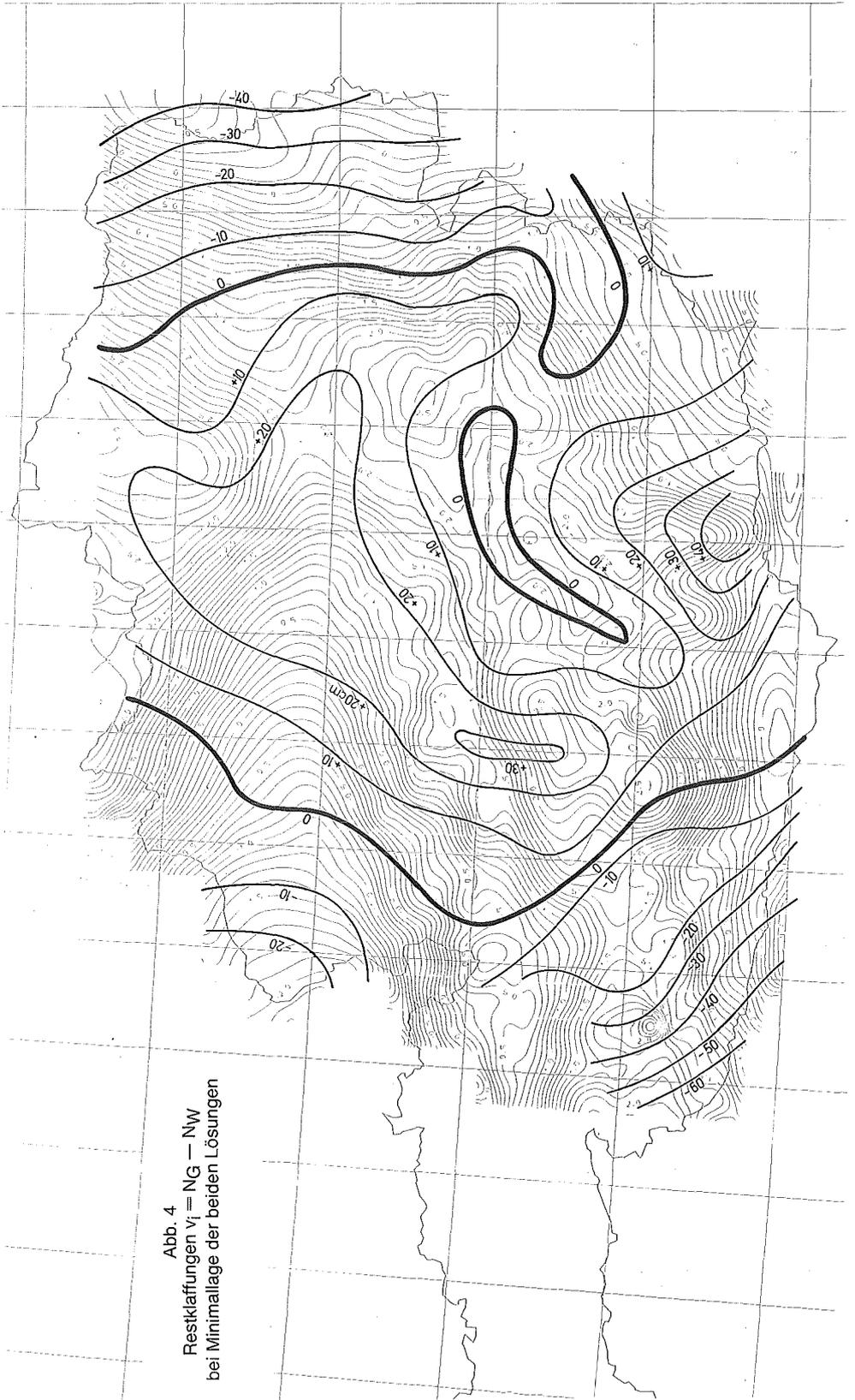


Abb. 4
Restklassungen $v_i = NG - Nw$
bei Minimallage der beiden Lösungen

Eine endgültige Klärung dieser Umstimmigkeiten wird sicher die neuerliche Berechnung bringen, für die bereits ein wesentlich feineres Geländemodell zur Verfügung stehen wird.

Geplant ist weiters die Deckung des restlichen Bundesgebietes mit Messungen — voraussichtlich in den Jahren 1984 und 1985 — sodaß bis 1986 oder spätestens bis zum XIX. Kongreß der IAG im Jahre 1987 eine endgültige Version des österreichischen Geoides vorgelegt werden kann.

Manuskript eingelangt im Feber 1984

Literatur

Das Geoid in Österreich, Geod. Arbeiten Österreichs für die internationale Erdmessung, Neue Folge, Bd. III; Herausg.: Österr. Kommission für die Internat. Erdmessung, Graz, 1983

Andres, L. (1919): Ein astronomisches Nivellement im Meridian von Laibach; Mitt. des MGI, XXXIV. Bd., Wien, 1919.

Elmiger, A. (1969): Studien über die Berechnung von Lotabweichungen aus Massen, Interpolation von Lotabweichungen und Geoidbestimmung in der Schweiz. Mitt. aus dem Inst. f. Geodäsie und Photogrammetrie an der ETH Zürich, Nr. 12, 1969.

Erker, E., Litschauer, J., Losert, W. (1979): Die astronomisch-geodätischen Arbeiten Österreichs für ED 77, Veröffentl. des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Wien, 1979.

Erker, E. (1980): Überlegungen zur Geoidbestimmung in Österreich, ÖZfVuPh, 68. Jg., Heft 2, 1980, S. 79 — 89.

Erker, E. (1983): The Influence of Deflections of the Vertical to Geodetic Networks in Mountainous Regions and the Establishment of a Deflection Field in Austria. Presented Paper to the XVII. Congress of the International Federation of Surveyors, Sofia, 1983.

Galle, A. (1914): Das Geoid im Harz, Veröffentl. der Geodätischen Institute Potsdam, Neue Folge, Bd. 61, Berlin, 1914.

Gerstbach, G. (1983): Zur trigonometrischen Höhenmessung in steilem Gelände. ÖZfVuPh, 71. Jg., Heft 3, 1983, S. 122 — 128.

Gurtner, W. (1978): Das Geoid in der Schweiz; Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz, 32. Bd., Zürich, 1978, S. 6ff.

Heiskanen, W.A., Moritz, H. (1967): Physical Geodesy; Freeman & Co., San Francisco 1967, Reprint: Inst. f. Physikalische Geodäsie, TU Graz, 1981.

Helmert, F.R. (1884): Die mathematischen und physikalischen Theorien der Höheren Geodäsie, II. Teil. Leipzig 1884.

Ledersteger, K. (1951): Die Näherungsmethoden des astronomischen Nivellements und das Geoid im Nordteil des Meridianbogens Großenhain — Kremsmünster — Pola; Österr. Zeitschr. f. Vermessungswesen, XXXIX. Jg., Nr. 2 — 4, Wien 1951.

Lelgemann, D., Ehlert, D., Hauck, H. (1981): Eine astro-gravimetrische Berechnung des Quasi-geoides für die Bundesrepublik Deutschland; DGK. Reihe A, Heft Nr. 92, 1981.

Levallois, J.J., Monge, H. (1975): Le géoïde Européen, version 1975, Inst. Geogr. Nat. Paris, IAG, 1975.

Litschauer, J. (1953): Zur Frage der Geoidgestalt in Österreich; Österr. Zeitschr. f. Vermessungswesen, XLI. Jg., Nr. 6, Wien, 1953.

Mader, K. (1954): Die orthometrische Schwerekorrektion des Präzisions-Nivellements in den Hohen Tauern; Österr. Zeitschrift f. Vermessungswesen, Sonderheft 15, Wien 1954.

Moritz, H. (1973): Least Squares Collocation; DGK, Reihe A, Heft Nr. 75, 1973.

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

Rapp, R.H. (1981): The Earth's gravity field to degree and order 180 using SEASAT altimeter data, terrestrial gravity data and other data. Report No. 322, Dept. of Geodetic Science and Surveying, The Ohio State University, Columbus, Ohio.

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

Sünkel, H. (1982): Das Geoid im Testnetz Steiermark; Geodaesia Universalis, Mitt. d. geod. Inst. d. TU Graz; Folge 40, 1982, S. 331 — 345.

Vening — Meinesz, F.A. (1950): New Formulas for Systems of Deflections of the Plumb-Line and Laplace's Theorem; Bull. géodésique, 1950, S. 33 — 42.

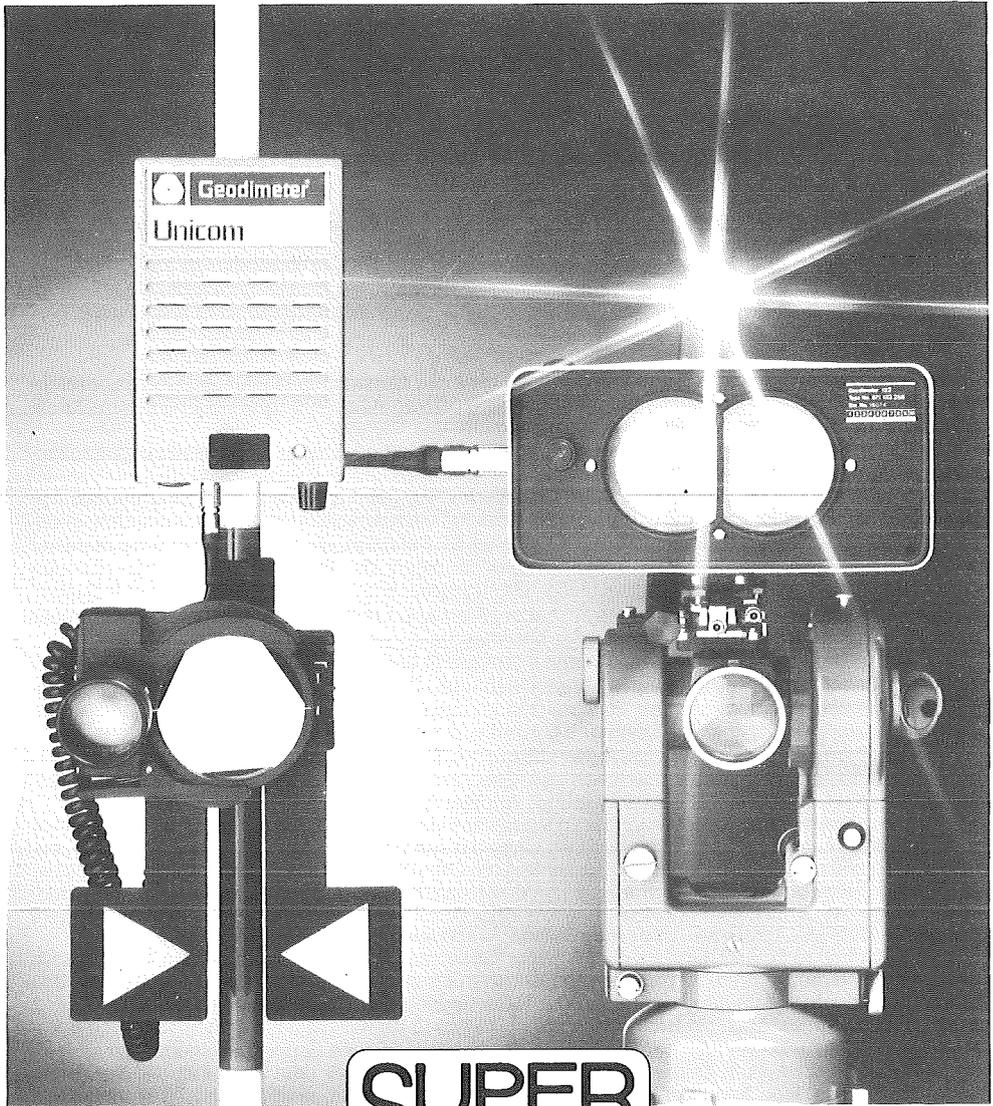
Zeger, J. (1978): Untersuchungen über die trigonometrische Höhenmessung und die Horizontierung von schräg gemessenen Strecken; ÖZfVuPh, Sonderheft 32, Wien 1978.

Zeger, J. (1983): Testbeispiel Rauris. Der Einfluß von Lotabweichungen und ellipsoidischen Höhen auf die Auswertung eines Triangulierungsoperates; ÖZfVuPh. 71 Jg., Heft 3, 1983, S. 129 — 144.



Geodimeter

AGA GEODIMETER MIT SENSORTECHNIK



SUPER TRACKING

Die automatisch reduzierenden Aufsatzgeräte



Geodimeter

116



Geodimeter

122

Superschnelle Vermessungen · Eingebaute Kommunikation via Meßstrahl
Sichtbares Leitlicht für den Reflektorträger

Vollautomatische Horizontaldistanz ohne Vertikalwinkeleingabe

Dreidimensionales Abstecken und Höhenbestimmung durch kontinuierliches ΔH

AGA IRS INTERNATIONAL Ges. m. b. H.
AGA GEOTRONICS WIEN
Telefon: (0222) 65 57 54, 65 66 31
Telex: 1 33093 ag a ir

Postanschrift:
Postfach 139
Prinz Eugen-Straße 72
A-1041 Wien

Aus der Rechtsprechung

Zustimmungserklärungen § 43 Abs. 6 Vermessungsgesetz

Betroffenes Grundstück im Sinne des § 43 Abs. 6 des Vermessungsgesetzes kann nur ein bestehendes und von der Grenzvermessung betroffenes Grundstück sein. Auch unter den angrenzenden Grundstücken im Sinne dieser Gesetzesbestimmung kann nur ein zum Zeitpunkt der Planverfassung bestehendes Grundstück verstanden werden. Die Beibringung der Zustimmungserklärungen der Eigentümer der betroffenen Grundstücke durch den Planverfasser ist im Gesetz nicht vorgesehen. BmfiBuT, GZ 46 205/6-IV/6/83 vom 25. November 1983

Pläne der im § 1 Abs. 1 Z 1, 3 und 4 sowie Abs. 2 des Liegenschaftsteilungsgesetzes bezeichneten Personen oder Dienststellen bedürfen gemäß § 39 VermG zu ihrer grundbücherlichen Durchführung einer Bescheinigung des Vermessungsamtes.

Diese Bescheinigung ist zu erteilen, wenn der Plan neben anderen Voraussetzungen insbesondere dem § 43 Abs. 6 entspricht.

§ 43 Abs. 6 lautet: „Sind von Plänen über Vermessungen nach Abs. 4 (das sind Vermessungen für die in den §§ 34 und 52 Z 5 angeführten Zwecke) Grundstücke in Katastralgemeinden, in denen das teilweise Neuanlegungsverfahren eingeleitet ist, betroffen, die noch nicht im Grenzkataster enthalten sind, so sind überdies Zustimmungserklärungen der Eigentümer der angrenzenden Grundstücke zum Verlauf der Grenze dieser Grundstücke anzuschließen. Soweit solche Zustimmungserklärungen nicht zu erlangen waren, hat der Plan eine Erklärung des Planverfassers hierüber unter Angabe der Namen und Adressen der betreffenden Eigentümer zu enthalten.“

Außer Streit steht, daß ein Antrag nach § 39 VermG vorliegt und der dem Antrag angeschlossene Plan den zitierten Bestimmungen entsprechen muß. Der Unterschied in den Rechtsauffassungen des Berufungswerbers und der Vorinstanzen konzentriert sich auf die Frage, was unter einem „angrenzenden“ Grundstück im Sinne des § 43 Abs. 6 VermG zu verstehen ist.

Das Vermessungsgesetz verwendet die Ausdrücke „betroffen“ und „angrenzend“ an verschiedenen Stellen, wobei noch zwischen den Gesetzesfassungen BGBl. Nr. 306/1968 (alte Fassung) und BGBl. Nr. 238/1975 (neue Fassung) zu unterscheiden ist.

In der Stammfassung des Vermessungsgesetzes war von „angrenzenden“ Grundstücken immer im Zusammenhang mit der Umwandlung eines ganzen Grundstückes die Rede. Die Worte „betroffenes Grundstück“ werden im Zusammenhang mit Grenzvermessungen gebraucht; soweit es dabei um die Festlegung des Grenzverlaufes geht, ist von den „beteiligten Eigentümern“ die Rede.

Diese Systematik wird durch die Novelle 1975 insofern durchbrochen, als nunmehr im § 43 Abs. 6 die Begriffe „betroffen“ und „angrenzend“ nebeneinander verwendet werden.

„Betroffenes Grundstück“ im Sinne dieser Gesetzesbestimmung kann nur ein bestehendes und von der Grenzvermessung betroffenes Grundstück sein. Neue Grundstücke entstehen erst durch Grundbuchsbeschluß oder im Zuge der Neuanlegung des Grundbuches (siehe § 7 a Abs. 2 VermG). Dafür spricht auch die Bestimmung des § 39 Abs. 5 VermG, wonach gemeinsam mit der Bescheinigung die zur grundbücherlichen Durchführung erforderlichen Grundstücksnummern endgültig festzusetzen sind. Zum Zeitpunkt der Planverfassung, der ja vor dem Zeitpunkt der Bescheinigung des Planes liegt, kann der Grundstücksbegriff daher nur auf „alte“ Grundstücke abgestellt sein.

Es kann aber auch unter dem „angrenzenden Grundstück“ im Sinne dieser Gesetzesbestimmung nur ein zum Zeitpunkt der Planverfassung bestehendes Grundstück gemeint sein.

Auf Grund der Bestimmungen des § 43 Abs. 6 VermG sind die Zustimmungserklärungen der Eigentümer jener Grundstücke vorzulegen, die an das von der Vermessung betroffene Grundstück — also im berufsgegenständlichen Fall an die Grundstücke Nr. 224/1, 227/1 und 228 — angrenzen.

Die Beibringung der Zustimmungserklärungen auch der Eigentümer der Grundstücke Nr. 224/1, 227/1 und 228 selbst wurde daher von den Vorinstanzen zu Unrecht verlangt.

Es kann auch nicht erkannt werden, welche Notwendigkeit gesehen wird, für die Umwandlung in den Grenzkataster die Zustimmungserklärung des Eigentümers eines „betroffenen“ Grundstückes zu verlangen. Wie der Berufungswerber zutreffend ausführt, kann davon ausgegangen werden, daß der Ingenieurkonsulent für Vermessungswesen, der von den Eigentümern der betroffenen Grundstücke beauftragt wird, nicht gegen deren Interessen handelt. Ob diese Interessen gewahrt werden, ist primär eine Frage des Auftragsverhältnisses; entspricht der Plan nicht dem Auftrag der Eigentümer, so haben sie letztlich immer noch die Möglichkeit, die grundbücherliche Durchführung des Planes und damit die Neuschaffung der Grundstücke zu verhindern.

Hätte der Gesetzgeber in diesem Fall eine zusätzliche Kontrolle durch die Vermessungsbehörde für notwendig erachtet, hätte er auch in diesem Fall, wie z.B. bei den Bestimmungen über die Grenzverhandlung, die Zustimmungserklärung der „beteiligten“ Eigentümer verlangen können. Es kann nicht unterstellt werden, daß der Gesetzgeber trotz der Verwendung anderer Begriffe („Eigentümer der angrenzenden Grundstücke“ bzw. „beteiligte Eigentümer“) eine analoge Regelung wie im Falle der Grenzverhandlung treffen wollte.

Über den vorliegenden Berufungsfall hinaus wird jedoch darauf hingewiesen, daß die Bestimmungen des § 43 Abs. 6 VermG nicht so verstanden werden können, daß auch dann die Zustimmungserklärungen beizubringen sind, wenn die übrigen Voraussetzungen für die Umwandlung nicht gegeben sind.

Zwischen den Bestimmungen der §§ 43 Abs. 6 und 17 VermG ist ein logischer Zusammenhang und die Verpflichtung zur Beibringung von Zustimmungserklärungen besteht nur dann, wenn auch die übrigen Voraussetzungen für die Umwandlung in den Grenzkataster (Anschluß an das Festpunktfeld, zur Gänze vermessen) vorliegen.

Ersitzung öffentlichen Wassergutes, § 4.WRG

Ein zu einer Wörthersee-Parzelle gehörender Uferstreifen ist öffentliches Wassergut. Zwar kann durch Ersitzung das Eigentum oder ein anderes dingliches Recht seit dem 1. 11. 1934 an öffentlichem Wassergut nicht mehr erworben werden. Zu diesem Termin durch Ablauf der 40jährigen Ersitzungszeit bereits erworbene Rechte können aber weiterhin geltend gemacht werden. Ist in einem Verfahren gemäß § 851 ABGB abweichend von der Katastralmappe die strittige Grenze zwischen (öffentlichem) Seegrund und (privater) Uferparzelle entsprechend dem Verlauf der Uferlinie festgesetzt worden, so kann die Republik Österreich den strittigen Uferstreifen auch im Prozeßweg nicht wieder erlangen, wenn sie ihr früheres Eigentum durch Ersitzung verloren hat. (OGH, 3. November 1982, 1 Ob 42/82)

Die Beklagte ist Eigentümerin der Liegenschaft EZ 163, KG S., zu deren Gutsbestand unter anderem das Grundstück 19/7 gehört. Dieses Grundstück grenzt im Norden an das Grundstück 968/1 Wörthersee, das als öffentliches Wassergut im Eigentum der klagenden Partei Republik Österreich steht. Im Süden grenzt das Grundstück 19/7 an eine Landesstraße, es ist im Westen und im Osten mit einem bis zur Wasserlinie reichenden Zaun bzw. einem Mauersims abgegrenzt. Die Beklagte erwarb das Grundstück 19/7 auf Grund eines 1954 mit ihren Eltern geschlossenen Schenkungsvertrages. In diesem wurde auf Grund eines Teilungsplanes aus dem Jahre 1954, der von den in der Mappe enthaltenen Grenzen ausging, die Fläche des geschenkten Grundstückes mit 1394 m² angegeben. Die Eltern der Beklagten schenkten und übergaben das Grundstück 19/7 und die Beklagte nahm die Schenkung an und übernahm ins Eigentum „wie dieses Grundstück den Vertragsparteien bekannt ist und mit allen Grenzen und Rechten, mit welchem die Schenker dasselbe bisher besaßen und benützten oder zu benützen berechtigt gewesen waren.“

Mit der Behauptung, die Mappengrenze stimme mit dem Grenzverlauf in der Natur nicht überein, sie sei daher offenbar unrichtig, die Verwaltung des öffentlichen Wassergutes habe eine Mappenberichtigung abgelehnt, so daß die Grenze streitig sei, beantragte die Beklagte zu 15 Nc 10/78 des Erstgerichtes, die Grenze zwischen den Grundstücken 19/7 und 968/1 dergestalt zu erneuern bzw. zu berichtigen, daß die Uferlinie als Grenze festgestellt und vermarktet wird. Das Erstgericht setzte die Grenze mit Beschluß vom 20. 9. 1978 in diesem Sinne fest. Zur Festlegung der Uferlinie bediente es sich dabei eines Gutachtens des Sachverständigen Dipl.-Ing. B.

Die klagende Partei begehrt, die Beklagte schuldig zu erkennen, die zwischen den Mappengrenzen und der Grenzfestsetzung im Verfahren 15 Nc 10/78 liegende Fläche zu räumen und in die Vermarkung nach der ursprünglichen Katastergrundstücksgrenze einzuwilligen. Die klagende Partei sei seit unvorordenlichen Zeiten Eigentümerin des strittigen Grundstücksteiles. Die Beklagte verfüge daran über keinen Rechtserwerbstitel. Früher sei der Wasserstand des Wörthersees höher gewesen. Die Wasserbenutzungslinie habe sich bei einem um 1 m höheren Wasserstand als heute um 9,5 m landeinwärts verschoben. Ein Ersitzungsbesitz der Rechtsvorgänger der Beklagten sei daher ausgeschlossen. Noch in den Jahren 1891 bis 1910 habe der mittlere Jahreshochwasserstand bis zur Mappengrenze gereicht. Eine Ersitzung sei auch durch § 4 Abs. 5 Wasserrechtsgesetz (WRG) ausgeschlossen. Die Beklagte habe auch gar nicht Eigentum erworben, weil sie ein Grundstück nur im Ausmaß des auf Grund der Mappengrenze erstellten Teilungsplanes von 1394 m² geschenkt erhalten habe.

Die Beklagte wendete ein, die Eigentumsgrenze habe immer die Uferlinie gebildet. Die klagende Partei sei nie Eigentümerin von Festland gewesen. Die klagende Partei habe auf dem strittigen Grundstreifen nie Eigentums- oder Besitzhandlungen ausgeübt. Die Beklagte und ihre Rechtsvorgänger hätten bereits seit 1887 Besitzhandlungen gesetzt. Die Uferlinie habe sich seit mehr als 100 Jahren nicht verschoben.

Das Erstgericht wies das Klagebegehren ab. Es stellte fest, das mit Ausnahme zur Seeseite umzäunte Grundstück der Beklagten sei seit 1887 von allen Rechtsvorgängern bis zur Wasserwelle genutzt worden. Den Gästen des Kurhauses A. seien Wasser- und Sonnenkuren sowie ein eigenes Seebad am Ufer geboten worden. Ein Badehaus samt Steg sei in das Wasser hinausgebaut worden. Josef Sch. habe lediglich für See-Einbauten nördlich der Uferlinie Pacht bezahlt. Später sei das Grundstück landwirtschaftlich genutzt worden. Vieh habe bis zum Ufer geweidet; auch unmittelbar am Ufer stehende Bäume seien geschlägert worden. Die Uferlinie sei seit 1884 im wesentlichen gleichgeblieben. Im Westen des Grundstückes habe sie sich unwesentlich seewärts verschoben, im Osten sei etwas Land abgeschwemmt worden.

Rechtlich beurteilte das Erstgericht diesen Sachverhalt dahin, daß zwar mangels Einspruches gegen die Übernahme der Katastralmappe als Grundbuchsmappe davon auszugehen sei, daß die Grenzziehung nach der Mappe einvernehmlich festgelegt worden sei; öffentliches Wassergut habe aber bis 31. 10. 1934 ersessen werden können. Da die Nutzung des Grundstückes seit 1887 durchgehend bis zur Uferlinie erfolgt sei und die klagende Partei auf dem strittigen Grundstücksteil keine Besitzhandlungen gesetzt habe, wäre von den Rechtsvorgängern der Beklagten Eigentum an der strittigen Grundfläche ersessen worden.

Das Berufungsgericht gab der Berufung der klagenden Partei nicht Folge. Es sprach aus, daß der Wert des Streitgegenstandes S 60.000,— übersteige. Es übernahm die auf Grund eines mängelfreien Verfahrens getroffenen Feststellungen des Erstgerichtes und billigte dessen Rechtsansicht. Das Beweisverfahren habe keinen Anhaltspunkt für die Annahme einer Unredlichkeit der Rechtsvorgänger der Beklagten erbracht.

Der Revision der klagenden Partei wurde vom OGH u.a. aus folgenden Gründen nicht stattgegeben:

Die Anlegung des Grundbuches im Herzogtum Kärnten erfolgte auf Grund des Gesetzes vom 2. 6. 1874, RGBl. 91. Nach dessen § 16 war zur Vorbereitung der Erhebung eine Kopie der auf Grund des Grundsteuerpatentes angelegten Katastralmappe herbeizuschaffen. Bei den in den jeweiligen Ortsgemeinden allenfalls an Ort und Stelle vorzunehmenden Erhebungen war unter anderem gemäß § 21 Z 1 leg.cit. auch die Richtigkeit und Vollständigkeit der Katastralmappe zu prüfen und die etwa notwendige Berichtigung in den Kopien der Mappe zu veranlassen. Ob durch die Unterlassung von Einwendungen gegen die Richtigkeit der Katastralmappe der dort festgehaltene Grenzverlauf als einvernehmlich festgestellt zu gelten hatte, kann dahingestellt bleiben, weil die Vorinstanzen zutreffend davon ausgingen, daß die klagende Partei infolge Ersitzung ihr Eigentum, sollte es bestanden haben, verlor.

Bei der strittigen Grundfläche handelt es sich, die Übereinstimmung der Mappengrenze mit der seinerzeitigen Eigentumsgrenze vorausgesetzt, um öffentliches Wassergut im Sinne des § 4 WRG. Während sonst gemäß § 1472 ABGB auch gegenüber dem öffentlichen Gut Ersitzung, wenn auch nur unter längerer Ersitzungszeit, möglich ist, ordnet § 4 Abs. 5 WRG an, daß durch Ersitzung das Eigentum oder ein anderes dingliches Recht am öffentlichen Wassergut nach dem Inkrafttreten des WRG (1. 11. 1934) nicht mehr erworben werden kann. Dies bedeutet aber, daß bereits durch Ablauf der Ersitzungszeit vor dem 1. 11. 1934 erworbene Rechte am öffentlichen Wassergut auch heute noch geltend gemacht werden können. Die 40jährige Ersitzungszeit war nach den Feststellungen der Vorinstanzen am 1. 11. 1934 bereits abgelaufen.

Zum Eigentumserwerb führender Ersitzungsbesitz setzt eine alleinige Besizausübung voraus, die die volle Zugehörigkeit der Sache zum Ausdruck bringt. Diese Voraussetzungen sind im vorliegenden Fall gegeben, war doch das Grundstück außer zum See hin eingezäunt. Es wurde ab 1887 von den jeweiligen Eigentümern und Pächtern ausschließlich als Teil eines Seebades und einer Kuranstalt, als Viehweide bzw. zur Holzgewinnung benutzt. Die jeweiligen Alleinbesitzer übten daher den Sachbesitz in einer der in § 312 ABGB beispielsweise aufgezählten Art aus.

Christoph Twaroch

Mitteilungen und Tagungsberichte

Bericht über die 39. Photogrammetrische Woche 1983 in Stuttgart

Die Photogrammetrische Woche in Stuttgart, eine Veranstaltung, die jedes zweite Jahr abgehalten wird, fand heuer zum 39. Male vom 19. bis zum 24. September statt. Die wissenschaftliche Leitung dieser nun doch schon traditionellen Tagung lag, wie in den vorangegangenen Jahren, in den Händen der Professoren F. Ackermann, Universität Stuttgart, und H.-K. Maier, Fa. Carl Zeiss, Oberkochen. Diese organisatorisch und auch fachlich gut gelungene Veranstaltung wurde in diesem Jahr von 226 Teilnehmern aus 32 Ländern besucht, darunter auch von 11 Photogrammetern aus Österreich.

Nach der Begrüßung durch den Direktor der Universität Stuttgart, Prof. Dr.-Ing. G. Heimerl, eröffnete Prof. Dr.-Ing. F. Ackermann die 39. Photogrammetrische Woche. Der Eröffnung wohnte auch Prof. Dr. Schwidewsky bei, der an diesem Tag seinen 78. Geburtstag feierte. Im Namen aller Teilnehmer wünschte Prof. Ackermann dem Jubilar das Beste.

Wie schon in den früheren Veranstaltungsjahren, legten auch diesmal die Organisatoren alle Themenkreise im vorhinein fest und luden hiezu die Vortragenden ein. Die Themen waren:

••••• ● Datenverarbeitung: mit analytischen Systemen

● Orthophotogrammetrie

● Digitale Bildverarbeitung in der Photogrammetrie

Ergänzt wurden diese Themenkreise durch 4 Kurzberichte der Veranstalter über neue Entwicklungen sowie durch gruppenweise Demonstrationen von photogrammetrischer Hard- und Software.

Nach dem Eröffnungsreferat von Prof. I. Rentschler, München, über die Dimensionen der visuellen Bildverarbeitung berichteten die Veranstalter kurz über neue Entwicklungen und Errungenschaften. H. Rüdener (Firma Carl Zeiss, Oberkochen) stellte in seinem Referat die neu angebotene Planicom-Hard- und -Software vor. Dem Benutzer steht mit der HP 1000 A-Serie ein neuer Computer zur Verfügung, der unter den Bezeichnungen A 600, A 700 und A 800 Prozessoren verschiedener Leistungsstufen anbietet. Wesentliche Neuerung gegenüber den vorangegangenen Modellen der F-Serie ist ein FORTRAN 77 Compiler. Das analytische Auswertegerät Planicom wird seit kurzer Zeit in drei verschiedenen Systemen (Planicom C 100, Planicom C 130, Planicom C 120) angeboten, die sich hauptsächlich durch Rechner, Betrachtungseinheit und Software unterscheiden.

Weiterentwickelte Graphik zum Planicom, nämlich die Möglichkeit der rechnerunterstützten Direktkartierung (Programm Planimap), sowie die Integration des Planicom in den Arbeitsplatz des interaktiven, graphischen Systems der Fa. Intergraph, war Gegenstand des Vortrages von D. Hobbie, Fa. Carl Zeiss, Oberkochen.

R. Schwebel, Fa. Carl Zeiss, Oberkochen, zeigte das erweiterte Leistungsspektrum des Zeiss-Steerecord G 3, eines einfachen analytischen Gerätesystems für numerische und graphische Auswertung in Photointerpretation und Photogrammetrie. Gute Genauigkeit (22 µm im Bild), dialogorientierte Arbeitsweise mit Menüführung, Datenverwaltung mit Editiermöglichkeiten, eine Graphiksoftware und die Möglichkeit der Datenübertragung von der HP 85/86 zur HP 1000 sind die Kennzeichen der weiterentwickelten G 3-Version.

Abgeschlossen wurde die Reihe der Kurzvorträge von H. Klein, Stuttgart, der sich mit der automatischen Elimination grober Datenfehler im erweiterten Blockausgleichsprogramm PAT-M beschäftigte. Mit Hilfe der Methode der robusten Schätzer wird das Problem der Elimination grober Datenfehler vom Programm PAT-M automatisch gelöst.

Interessant war der Beitrag von O. Eggenberger, der die analytischen Auswertungssysteme aus dem Blickwinkel der Informatik betrachtete. So haben die analytischen Auswertesysteme heute aus der Sicht der Photogrammetrie schon einen hohen Entwicklungsstand erreicht, aus der Sicht der Informatiker jedoch stehen sie erst am Beginn ihrer Entwicklung. Es wäre durchaus möglich, analytische Auswertesysteme ohne bewegliche Teile, Motoren und Servos zu konstruieren, an ihre Stelle würden Videokameras und hochauflösende Monitore treten. Die Meßmarke könnte durch einen Rechner elektronisch in das Bild eingeblendet werden.

G. Petrie, Glasgow, diskutierte nach einer kurzen Definition der digitalen und analytischen Systeme ihre Vor- und Nachteile. Größerer Flexibilität, höherer Genauigkeit und computerunterstütztem Auszeichnen stehen finanzielle Investitionen, ein Mangel an Zuverlässigkeit elektronischer Elemente und eine Inkompatibilität der Software entgegen, um Beispiele zu nennen. Anschließend gab Petrie einen Überblick über Beschaffung digitaler Daten mit Hilfe von Filmkameras und Scannern sowie über die der-

zeitigen Speichermöglichkeiten für digitale Bilder. In Zukunft sollte es nur mehr digitale und analytische Meßsysteme geben, welche teure Komparatorteile überflüssig machen, jedoch die Videotechnik, die heute bereits in jedem Haushalt zu finden ist, stärker einbeziehen würden.

Über das analytisch-photogrammetrische Verbundsystem des Landesvermessungsamtes Nordrhein-Westfalen referierte K. K. Ellenbeck, Bonn — Bad Godesberg. Zur Zeit besteht das System aus zwei Planicom C 100, einem Orthocomp Z 2, einem Stereokomparator PSK 2, einem umgebauten Orthoprojektor GZ 1, drei HP-1000-Rechnern sowie der dazugehörigen Peripherie. Die Verbindung der drei HP-1000-Rechner der analytischen-photogrammetrischen Geräte über eine serielle Datenleitung mit dem Hard- und Softwarepaket DS-1 000 von Hewlett-Packard bilden den Kern des Verbundsystems. Auffallend ist dabei, daß für beide Planicom-Rechner eine Datenorganisation über gemeinsame Datenbanken durch Dual-Access-Plattenlaufwerke gegeben ist.

Über ein für viele Teilnehmer neues Betätigungsfeld der Photogrammetrie, nämlich die Hindernismessung im Start- und Landebereich von Flughäfen, berichtete K. Schürer, Frankfurt. So gibt es für die am internationalen Luftverkehr teilhabenden Flughäfen eigene Flugplatzhinderniskarten, welche nach gewissen Regeln zu erstellen sind. Durch die Vorgabe geneigter Flächen und Begrenzungen sind die Hindernisse für den Bereich der Start- und Landebahnen genau definiert. Gegenstände, welche diese Flächen durchstoßen, sind als Hindernisse zu dokumentieren. Zur Beschleunigung bei der Ortung dieser Hindernisse dient das vorgestellte Programmpaket, welches das Arbeiten in einem lokalen Koordinatensystem und die Führung der Meßmarke in Schrägebenen erlaubt.

Ein weiterer Beitrag zum Themenkreis „Datenverarbeitung mit analytischen Systemen“ war einem Programm für „Progressive Sampling“ am Planicom C 100 gewidmet. Dieses dient der Erweiterung des Programmsystems HIFI (Höheninterpolation mit finiten Elementen) um die Datenerfassungskomponente. W. Reinhardt, München, erläuterte vorerst das Verfahren des Progressive Samplings, bei welchem aus gemessenen Geländekanten und einem grob gemessenen Basisgitter ermittelt wird, in welchen Bereichen eine Verdichtung des Stützpunktgitters erforderlich ist. Verdichtungskriterium ist ein über den frei eingebbaren Schrankenwert liegender Krümmungswert, der aus 3 sukzessiven Geländepunkten gerechnet wird. Die Meßwerte werden an den Verdichtungspunkten nach Lage und Höhe vopositioniert. Das in FORTRAN geschriebene Programm bringt eine Zeitersparnis von etwa 50 bis 75 Prozent in der Stützpunktmessung.

Ein im Programm angekündigter Vortrag über „Interaktive Geländeerfassung mit analytischen Plottern“ mußte wegen Krankheit des Vortragenden entfallen.

Wie Fehler bei der relativen Orientierung sowohl durch eine Verstärkung der Geometrie der einander schneidenden Strahlen als auch durch die Einführung zusätzlicher Bedingungen (Maßstabsbedingungen) oder durch statistische Tests mit „data snooping“ oder mittels „tau-Kriterium“ leichter aufgedeckt werden, zeigte S. El-Hakim, Ottawa, in seinem Vortrag über Qualitätskontrolle an analytischen Plottern auf.

Resümee über 5 Jahre praktische Arbeit mit einem analytischen Plotter zog H. Würtzler, Olpe. 8000 Stunden war der Plotter im Einsatz, einen Großteil (4850 Stunden) davon im Bereich Aerotriangulation. 2230 Stunden stand der Planicom C 100 der Datenerfassung für Orthophotos zur Verfügung, die restliche Zeit wurde am Gerät im Bereich Ausbildung, graphische Auswertung von Sondermodellen und Profilmessungen gearbeitet. Der analytische Plotter hat sich in dieser Zeit hervorragend bewährt, und man kann erwarten, daß die analytischen Plotter die konventionellen Geräte im zunehmenden Umfang ersetzen werden.

Mit allgemeinen technischen Aspekten interaktiver graphischer Systeme beschäftigte sich M. Schilcher, Siemens-München, der auch einen Überblick über den technologischen Stand der graphischen Hardware gab. Anhand praktischer Beispiele aus dem Bereich der computerunterstützten Kartographie erläuterte er die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten interaktiver graphischer Systeme.

Der nächste Themenkreis — „Orthophotographie“ — wurde von F. Brunthaler eingeleitet, der sich mit dem gegenwärtigen Stand der Orthophotographie auseinandersetzte. Nach einem kurzen geschichtlichen Rückblick wurden die modernen differentiellen Orthophotoprojektoren vorgestellt, welche zum Unterschied zu ihren Vorgängern hauptsächlich off-line betrieben werden. Der Vortragende erwartet für die Orthophotokarte als Produkt der Orthophotographie eine große Zukunft. Er fordert jedoch, daß die Quellen und die Qualität der für den Herstellungsprozeß verwendeten Höheninformation stets dem Benutzer mitzuteilen sind, um eine Genauigkeitsabschätzung zu ermöglichen.

J. C. Lummaux, Paris, umriß in groben Zügen die Orthophotoerstellung am Institute Geographique National. Im Gegensatz zu allen anderen Institutionen, welche einen Referenten auf dem Gebiet der Orthophotographie stellten, bedient sich das IGN eines Wild Avioplan OR 1-Orthophotoprojektors.

Den Weg von den zwischen 1972 und 1981 für das gesamte Landesgebiet Baden-Württemberg geschaffenen analogen Profilspeicherplatten zu einem digitalen Höhenmodell zeigte M. Sigle, Stuttgart, auf. Diese Profilspeicherplatten (Profilabstand 80 m) dienten der Steuerung des Orthoprojektors Zeiss GZ 1. Die Anschaffung eines digital gesteuerten Orthoprojektors Zeiss-Orthocomp Z 2 machten es nötig, die analogen Daten zu digitalisieren und sie auch in ein einheitliches System in Gauß-Krüger-Landeskoordinaten zu transformieren. Die Berechnung des DHM mit einer einheitlichen Rasterweite von 50 m aus 16 Mill. Profilkpunkten erfolgte mit dem in Zusammenarbeit des Forschungsinstitutes für Luftbildtechnik in Stuttgart und des Institutes für Photogrammetrie der TU Wien entwickelten Programms SCOP. Die Interpolationsmethode ist jene der linearen Prädiktion mit einer Filterung des systematischen Abtastfehlers. Interessant waren die mitgeteilten Rechnerzeiten. So brauchte man z. B. für die Interpolation von 278 941 Rasterpunkten aus 276 215 Profilkpunkten auf einer Harris H 100 eine CPU-Rechenzeit von 3 h 33 m 30 s, die Datenorganisation benötigte noch zusätzlich 36 Minuten. Die Speicherung des DHM erfolgt für Daten in der Größenordnung eines Kartenblattes der TK 50 auf einem Magnetband, das gesamte digitale Höhenmodell könnte auf einer 300-Megabyte-Platte abgespeichert werden.

Daß die zusätzliche Höheninformation, die durch ein Stereophotogramm gegeben ist, für den Benutzer zweifelsohne eine große Hilfe ist, war die Schlußbemerkung von E. Clerici, Fa. Carl Zeiss, Oberkochen. Vorher beschrieb er nach einem kurzen geschichtlichen Rückblick das Prinzip des heutigen Stereophotoverfahrens mit Hilfe analytisch-differentieller Entzerrung. Erstaunlich die Aussage, daß die Gerätefehler die Höhenbestimmung durch Parallaxenmessung mit einer Genauigkeit erlauben, welche besser als 0,1 Promille der mittleren Flughöhe ist, was auch durch empirische Untersuchungen mit dem Zeiss-Orthocomp Z 2 nachgewiesen wurde.

Seit 1969 wird beim Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen die Deutsche Grundkarte 1 : 5000 als Luftbildkarte hergestellt. Vom Luftbildkartenwerk mit seinen 8629 Blättern müssen etwa 70 Prozent als Orthophotos bearbeitet werden, um die geforderte Lagegenauigkeit in der Luftbildkarte zu gewährleisten. E. Pape vom genannten Landesvermessungsamt berichtete über die Arbeitsleistung bei der Herstellung von Orthophotos in der Praxis. Die Herstellungskapazität von 10 Orthophotos pro Tag, welche durch analytische Orthoprojektoren erreicht werden kann, würde die geforderten 1450 Blätter/Jahr (dies entspricht einem Erneuerungsturnus von 6 Jahren) bei weitem übersteigen. Die freibleibende Gerätekapazität wird daher für die Herstellung von Luftbildkarten in anderen Maßstäben und kürzeren Zeitabständen (hauptsächlich für Ballungsräume) genützt.

Letzter Referent auf dem Gebiet der Orthophotographie war Ø. Stene, Oslo, mit dem Thema „Orthophotos als Teil des Norwegischen Nationalkartenplanes“. Im Gegensatz zu Deutschland, wo die Herstellung von Orthophotos Sache der Landesvermessungsämter ist, wird in Norwegen die Orthophotoproduktion vom Umweltministerium forciert.

Mit dem letzten Themenkreis dieser Tagung – Digitale Bildverarbeitung – befaßten sich insgesamt sieben Vorträge.

Als Einleitung zeigte F. Leberl, Graz, die Methoden und Möglichkeiten der digitalen Bildverarbeitung für die Anwendung in der Photogrammetrie auf. Anhand eindrucksvoller Dias wurden verschiedenste Möglichkeiten der digitalen Bildverarbeitung angeführt, angefangen von der Bestimmung von Punktlagen im Bild durch Bildkorrelation bis zur Erstellung von digitalen Orthophotos durch geometrische Entzerrung. Nicht uninteressant war auch die Diskussion der räumlichen Rekonstruktion von Computertomographiebildern, Klassifikationen von Landnutzungen oder die Simulation von Radarbildern, die mit Hilfe der digitalen Bildverarbeitung möglich sind.

Laut W. Göpfert, Frankfurt, gewinnen passive digitale Bildsensoren aufgrund ihres Vorteils der digitalen radiometrischen und spektralen Messung zusammen mit einer digitalen Auswertungsmöglichkeit zunehmend an Bedeutung. Die für die Entzerrung benötigten geometrischen Verarbeitungsverfahren verlangen jedoch eine Einbeziehung eines genauen digitalen Geländemodells. So müßte, um die Genauigkeit einer Pixelgröße bei Satellitenaufnahmen (Landsat: 80 m mal 60 m) zu gewährleisten, die Höhengenaugigkeit des DGM zumindest 133 m betragen.

W. Schuhr, Hannover, erläuterte die Probleme bei der Entzerrung von Abtasterdaten; die Untersuchungsschwerpunkte lagen auf den Kolinearitätsgleichungen nach Konecny und der darauf basierenden vierdimensionalen Bündelblockausgleichung für multispektrale Zeilenabtasterbilder und die Herstellung digitaler Orthophotos.

D. Pape, Hannover, gab einen zusammenfassenden Überblick über die Entwicklung des digitalen Bildkorrelators Rastar und dessen Implementierung am AP/C-3. Er beschrieb die Merkmale des Korrelators, wie z. B. die On-line-Korrelation, welche simultan mit der Bildabtastung erfolgt, die Kernlinienabtastung und die Korrektur von Restfehlern bei der Einstellung homologer Kernlinien. Letztere werden her-

vorgerufen durch kleine Fehler bei der vorher durchgeführten relativen Orientierung der Bilder oder durch Fehler bei den mechanischen Einstellelementen. Als mögliche Weiterentwicklung erwähnte D. Pape eine Automatisierung der bisweilen manuell durchgeführten Orientierung, welche durch eine zweidimensionale Korrelation erreicht werden könnte.

Die Bedeutung des Spotsatelliten für die Photogrammetrie und Kartographie zeigte H. Guichard anhand der vom Institut Geographique National angebotenen Produkte auf. So wird man ab 1985 Daten in verschiedenen Entzerrungsstufen käuflich erwerben können. Imponierend ist das Auflösungsvermögen des CCD-Abtasters: im panchromatischen Bereich wird eine Pixelgenauigkeit von 10 m mal 10 m, für die einzelnen Spektralbereiche immerhin noch eine Genauigkeit von 20 m mal 20 m erwartet.

Die automatische Bestimmung der Lage von gut definierten Zielen, wie Kanten, Linien und Kreuzen, in digitalen Bildern war Gegenstand des Vortrages von E. Mikhail, West Lafayette, USA. Zur Anpassung der idealen geometrischen Form des Ziels an die gemessenen Daten wird ein Ausgleichsverfahren nach der Methode der kleinsten Quadrate eingesetzt. Die mit diesem Verfahren zu erreichende Genauigkeit liegt, so zeigten es die Versuche mit synthetischen digitalen Bildern, im Subpixelbereich.

Letzter Referent bei der 39. Photogrammetrischen Woche war F. Ackermann, Stuttgart, der in seinem Vortrag „Hochgenaue digitale Bildkorrelation“ eine Methode vorstellte, die darauf beruht, eine möglichst genaue Übereinstimmung der Grauwertmatrizen der zu korrelierenden Bildausschnitte durch eine Transformation höheren Grades zu erreichen, welche die geometrischen Abbildungsverzerrungen beseitigt. Nach einer Genauigkeitsabschätzung beschrieb F. Ackermann die Ausrüstung und gab einen Ausblick auf operationelle Anwendungen der digitalen Bildkorrelation in der Photogrammetrie, wobei der automatische Messung der y-Parallaxen (für die Herstellung der relativen Orientierung) und der x-Parallaxen sowie der Punktübertragung für die Aerotriangulation besondere Bedeutung zukommt.

Zusätzlich zum Vortragsprogramm gab es von seiten des Veranstalters auch noch 6 verschiedene Demonstrationen, die von den Tagungsteilnehmern an drei verschiedenen Nachmittagen besucht werden konnten. Diese Demonstrationen mit den Titeln „Automatische Elimination grober Datenfehler in der Blockausgleichung“, „Digitale Höhenmodelle und Schichtenlinieninterpolation mit SCOP“, „Interaktive Graphik“, „Analytischer Plotter“, „Analytisches System“ und „Stereocord“ ermöglichten eine Vertiefung der in den Kurzreferaten der Veranstalter vorgestellten Geräte- und Programmentwicklungen.

Interessante Vortragsthemen, anschauliche und informative Geräte- und Programmdemonstrationen sowie ein ausgefülltes Rahmenprogramm ermöglichten neben einer perfekten Organisation eine wirklich gelungene Veranstaltung.

Abschließend soll noch darauf hingewiesen werden, daß die Vorträge der 39. Photogrammetrischen Woche als Heft der Schriftenreihe des Institutes für Photogrammetrie der Universität Stuttgart veröffentlicht werden. Die Verschickung dieses Heftes ist im Frühjahr 1984 geplant.

Reinfried Mansberger

Technische Universität Wien

Mit Wirksamkeit vom 2. Jänner 1984 wurde Dozent *Dr. phil. Fritz KELNHOFER* zum ordentlichen Universitätsprofessor am Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik der Technischen Universität Wien ernannt. Er tritt damit die Nachfolge vom Univ. Prof. *Dr. phil. Wolfgang PILLEWIZER* an.

Folgende Kandidaten haben im Jänner 1984 die II. Diplomprüfung aus dem Vermessungswesen an der TU Wien erfolgreich abgelegt:

Rupert Kugler, Diplomarbeit „Erstellung und Erkundung eines Tunnelnetzes bei Vorliegen verschiedener Projektvarianten“.

Helmut Mayer, Diplomarbeit: „Kalibrierung elektronischer Meßwertaufnehmer meteorologischer Parameter“.

Andreas Meissl, Diplomarbeit: „Nahphotogrammetrische Aufnahmen mit dem Turboplan“.

Albert Rinner, Diplomarbeit: „Laufzeitmessungen zur Bestimmung verschiedener Gesteinsparameter im Triebwasserstollen Zillergründl“.

Peter Visotschnig, Diplomarbeit: „Gemeinsame Ausgleichung photogrammetrisch bestimmter Schienenpunkte mit terrestrischen Pfeilhöhenmessungen“.

Folgende Kandidaten haben im März 1984 die II. Diplomprüfung aus dem Vermessungswesen an der TU Wien erfolgreich abgelegt:

Michael Habarta, Diplomarbeit: „Die Überprüfung alter astrogeodätischer Daten der TU-Wien mit modernen Hilfsmitteln“.

Kurt Novak, Diplomarbeit: „Entzerrung von Bildern ebener Objekte ohne Paßpunktmessung“.

Peter Pfeifer, Diplomarbeit: „Dreidimensionaler Netzausgleich mit direkt gemessenen Orientierungsgrößen auf dem HP-86“.

Technische Universität Graz

Dipl. Ing. H. Lichtenegger wurde mit der Dissertation „**Theoretische Untersuchungen und praktische Ergebnisse von Erdgezeitenregistrierungen im Grazer Raum**“ zum Doktor der technischen Wissenschaften promoviert.

Begutachter: o. Univ. Prof. DDDr. K. Rinner
o. Univ. Prof. DDR. H. Moritz

Autorenreferat

Seit dem Geophysikalischen Jahr 1957/58 hat die Erdgezeitenforschung in der Theorie und vor allem in der Beobachtungs- und Auswertemethodik bedeutende Fortschritte erzielt. Durch neue meßtechnische Technologien und den damit verbundenen Genauigkeitserfolg in Lage- und Richtungskoordinaten hat die Bedeutung der Erdgezeiten auch für die Geodäsie zugenommen. Daher wurden auf Initiative von K. Rinner schon 1963 Erdgezeitenregistrierungen in Graz aufgenommen und nach Eingliederung eines aus drei Stationen (Graz, Peggau, Gleinalm) bestehenden Gezeitennestes in die Geo-Station Graz-Lustbühel in verstärktem Maße weitergeführt.

In der vorliegenden Arbeit werden nach einleitenden Bemerkungen über die Zielsetzungen der Erdgezeitenforschung theoretische Untersuchungen und praktische Ergebnisse der im Grazer Raum mittels Horizontalpendel und Gravimeter durchgeführten Gezeitenregistrierungen mitgeteilt.

In den beiden ersten Kapiteln sind theoretische Grundlagen zur Berechnung Love'scher Zahlen sowie zum Gezeitenpotential didaktisch geordnet dargestellt.

Das dritte Kapitel über die Reaktion der Erde unter dem Einfluß der Gezeiten enthält Beiträge zur Ableitung der Love'schen Zahlen aus Beobachtungen sowie Bemerkungen über die Berechnung von Meeressgezeiten und die Wechselwirkung zwischen Gezeiten und Rotationsverhalten der Erde.

Bei der Darstellung der Beobachtungsmethodik im vierten Kapitel wird nach einer Einführung über Entwicklung und Stand, das in den Grazer Stationen verwendete Instrumentarium in Aufbau, Funktionsweise und Eichverfahren ausführlich beschrieben. Umfangreiche Genauigkeitsuntersuchungen führen zu einem kritischen Vergleich der verwendeten Instrumententypen.

Im fünften Kapitel erfolgt die Beschreibung der drei Stationen des Grazer Gezeitennestes. Neben detaillierten Lageplänen und Darstellungen der geologischen Situationen ist darin auch die Beschreibung der in Graz durchgeführten absoluten Schweremessung enthalten.

Aus den in Kapitel sechs angeführten theoretischen und numerischen Untersuchungen resultieren neue Beiträge zur Auswertemethodik sowie Verbesserungen von bestehenden, international verwendeten Programmen.

Einen wesentlichen Teil der Arbeit nimmt im siebenten Kapitel die Darstellung und Diskussion der bisher gewonnenen Ergebnisse ein. Diese wurden in nationaler und internationaler Kooperation in den Grazer und benachbarten ausländischen Stationen mit Instrumenten verschiedenen Typs erzielt. Die Ergebnisse werden nach verschiedenen Kriterien geprüft und mit denen anderer europäischer Stationen verglichen. Als Ergebnis dieser Untersuchungen folgen für die Geo-Station Graz-Lustbühel repräsentative Werte für Amplitudenfaktoren und Phasen der Haupttiden. Diese weisen im internationalen Vergleich eine hohe Genauigkeit auf.

Die Station Graz ist auch ein Fundamentpunkt im österreichischen Schwerenetz nullter Ordnung, in dem Absolutmessungen durchgeführt wurden. Da nach einer Resolution der Internationalen Assoziation für Geodäsie in der Nähe solcher Punkte Gezeitenregistrierungen permanent fortgesetzt werden sollen, werden abschließend einige Empfehlungen für zukünftige Arbeiten gegeben.

Die Dissertation ist in den Mitteilungen der geod. Institute der TU Graz, Folge 45 veröffentlicht.

Veranstaltungen und Vereinsmitteilungen

6.–13. Sept. 1984: IX. Internationaler Kurs für Ingenieurvermessung (FIG-Symposium der Kommissionen 5 und 6) in Graz.

Als Ergänzung zur Vorankündigung dieser Veranstaltung im Heft 3/1983 sollen die folgenden Hinweise dienen:

Allgemeines:

Die Vorträge und Diskussionen finden zu folgenden Zeiten statt: 8.30–10.30 Uhr, 11–12 Uhr, 14.30–16 Uhr, 16.30–17.30 Uhr.

Das detaillierte Vortragsprogramm wird im Mai 1984 mitgeteilt.

Die Vorträge werden zu Kursbeginn als Publikation des Dümmler-Verlages vorliegen. Für die Teilnehmer am gesamten Kurs sind die beiden Bände im Kursbeitrag enthalten. Außerdem kann während des Kurses die Publikation zum Subskriptionspreis von öS 680,— im Kursbüro erworben werden. Danach betragen die Kosten im Buchhandel ca. öS 820,—.

Vorläufiger Zeitplan

Mittwoch, 5. 9. 1984

Abend: Begrüßungsabend

Donnerstag, 6. 9. 1984

Vormittag: Registrierung
Festvortrag von Prof. Dr. F. Kobold
Eröffnung der Fachausstellung

Nachmittag: Vorträge zum Themenkreis A (Instrumente und Datenerfassung)

Freitag, 7. 9. 1984

Vormittag: Vorträge zum Themenkreis A
Nachmittag: Vorträge zum Themenkreis B (Auswertesysteme und Interpretation)
Abend: Empfang durch den Herrn Landeshauptmann von Steiermark

Samstag, 8. 9. 1984

Vormittag: Vorträge zum Themenkreis B
Nachmittag: Exkursionen nach Wahl

Sonntag, 9. 9. 1984

Ganztägig: Fachexkursionen nach Wahl

Montag, 10. 9. 1984

Vormittag: Produktinformation der Aussteller
Nachmittag: Vorträge zum Themenkreis F (Betriebliche Führung)

Dienstag, 11. 9. 1984

Ganztägig: Vorträge zum Themenkreis C (Hochbau, Anlagenbau und Wasserbau)
Mittag: Empfang durch den Herrn Bürgermeister der Stadt Graz

Mittwoch, 12. 9. 1984

Ganztägig: Vorträge zum Themenkreis D (Tiefbau und Untertagebau)

Donnerstag, 13. 9. 1984

Ganztägig: Vorträge zum Themenkreis E (Gelände- und Bauwerksüberwachung)
Schlußdiskussion, Resolutionen

Rahmenprogramm

Halbtagesexkursionen am Samstag, 8. Sept. 1984 (nachmittags)

1. Observatorium Graz-Lustbühel
2. Tropfsteinhöhle „Lurgrotte“ bei Peggau
3. Freilichtmuseum Stübing

Fachexkursionen am Sonntag, 9. Sept. 1984 (ganztägig)

1. Pyhrnautobahn, Abschnitt Graz – Staatsgrenze
Graz – Leibnitz über Pyhrnautobahn (Alte Römersiedlung) – Seggau (Römermuseum) – Kitzzeck (Mittagessen) – Weinstraße (gemütliches Beisammensein) – Ehrenhausen – Graz
2. Südbahn, Abschnitt Oststeiermark
Graz – Riegersburg über Südbahn (Burgbesichtigung, Mittagessen) – Klösch (Weinkellereibesichtigung, gemütliches Beisammensein) – über Pyhrnautobahn nach Graz
3. Südbahn, Abschnitt Pack
Graz – Piber über Südbahn (Gestütsbesichtigung) – Hochstraße (Mittagessen) – Stainz (Schloßbesichtigung) – Engelweingarten (gemütliches Beisammensein) – Graz
4. Pyhrnautobahn, Gleinalmtunnel, Knoten Selzthal
Graz – Admont über Pyhrnautobahn, Gleinalmtunnel und Knoten Selzthal – Gesäuse – Eisenerz (Erzberg, Landesausstellung, Mittagessen) – Frohnleiten (gemütliches Beisammensein) – Graz
5. Mur-Mürz-Schnellstraße, Knoten Bruck, Tanzenbergtunnel
Graz – Krieglach über Schnellstraße und Knoten Bruck – Alpl (Peter-Rosegger-Museum) – Birkfeld (Mittagessen) – Stubenbergklamm (Buschenschenke) – Graz

Die Kosten für die Ganztagesexkursionen betragen pro Person ohne Mittagessen etwa öS 300,-; jene für die Halbtagesexkursionen etwa öS 100,-. Der endgültige Betrag hängt von der Anzahl der Teilnehmer ab.

Empfänge

Am Freitag, den 7. Sept., findet abends ein Empfang durch den Herrn Landeshauptmann der Steiermark statt.

Der Herr Bürgermeister der Stadt Graz lädt die Kursteilnehmer zu einem Mittagessen am Dienstag, den 11. September, ein.

Kulturelles Programm, Damenprogramm

Ein Damenprogramm ist vorgesehen. Es wird ebenso wie das kulturelle Programm (Theater, Konzerte) zu Kursbeginn detailliert bekanntgegeben.

Fachausstellung

Beteiligt sind die folgenden Firmen: AGA, Artaker, Breithaupt, Digital Computer Systeme, Hewlett-Packard, Hottinger-Baldwin, MOM, Olivetti, Rost, Zeiss.

Allgemeine Hinweise

1. Kursbüro:

Sämtliche Anfragen werden an das Kursbüro erbeten:
Institut für Angewandte Geodäsie und Photogrammetrie, z. H. Herrn Dr. H. Lichtenegger, Technische Universität Graz, Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz, Tel. 0316/77 5 11/6331

2. Kursort:

Die Registrierung der Teilnehmer findet im Tagungsbüro in der Universität Graz, Universitätsplatz 6 statt.

Die Vortragssäle befinden sich im selben Gebäude. Die Fachausstellung ist in unmittelbarer Nähe, im Meerscheinschlößl, Mozartgasse 3 untergebracht.

3. Anmeldung und Kursgebühren:

Die Teilnahme kann für den Gesamtkurs oder für einzelne Tage erfolgen (Anmeldekarte anfordern!). Die Teilnehmergebühr für den Gesamtkurs beträgt bei Überweisung bis 15. Juli 1984 öS 1.900,—, später öS 2.200,—. Darin sind auch die beiden Bände mit den Kursvorträgen enthalten.

Für die tageweise Teilnahme ist eine Gebühr von öS 350,— je Tag zu entrichten.

Die Überweisung der Gebühren wird auf das Kurskonto-Nr. 120.469 bei der Steirischen Raiffeisenbank in Graz (Bankleitzahl 38.550; Österreichisches Postscheckkonto 4642.093) mit der Bezeichnung 9. Int. Kurs/Ingenieurverm., Prof. Dr. Karl Rinner, erbeten.

4. Hotelreservierung

Die Hotelreservierung wird vom Fremdenverkehrsverein der Stadt Graz durchgeführt. Beachten Sie bitte, daß diese nur bis zum 1. August 1984 garantiert werden kann; eine ehestmögliche Bestellung wird daher empfohlen.

19.— 22. September 1984: 68. Deutscher Geodätentag

Der Deutsche Verein für Vermessungswesen (DVW) e.V. veranstaltet in der Zeit vom 19. — 22. Sept. 1984 in Mainz, Rheingoldhalle, den 68. Deutschen Geodätentag unter dem Leitthema „Daten unserer Umwelt“.

Das Vortragsprogramm behandelt Themen aus den Bereichen „Vermessungswesen und Umweltschutz“, „Landinformationssysteme“, „Moderne Entwicklungen im Vermessungswesen“ und „Probleme der Ingenieurvermessung“. Eine Podiumsdiskussion „Der Jugend eine Chance — Fragen und Antworten zum geodätischen Berufsbild und Arbeitsmarkt“ ist für den 20. 9. 1984 ab 10.00 Uhr festgesetzt.

Während des Geodätentages findet eine große Fachfirmenausstellung mit rund 60 Ausstellern aus den Branchen des geodätischen Gerätebaues, der Zeichen- und Reprotechnik sowie der Automation und eine Fachausstellung der Behörden und Institute sowie des freien Vermessungsberufes mit 12 beteiligten Stellen statt.

Das Rahmenprogramm umfaßt 18 verschiedene Exkursionen und fachliche Besichtigungen sowie gesellschaftliche Veranstaltungen.

Tagungsunterlagen und Informationen sind beim Örtlichen Vorbereitenden Ausschuß (ÖVA), Geschäftsstelle, Kaiser-Wilhelm-Ring 4 (Katasteramt), 6500 Mainz 1, Tel.: 06131/62094 erhältlich.

16. bis 20. September 1985: Third International Symposium on Inertial Geodesy, Banff, Alberta, Canada. Dieses Symposium soll denn gegenwärtigen Entwicklungsstand auf dem Gebiet der Inertial-Vermessungssysteme aufzeigen, wobei auch praktische Vorführungen der verschiedenen Meßsysteme vorgesehen sind. Sitzungen zu folgenden Bereichen sind geplant:

- Theory of inertial positioning and gravity field models
- Estimation procedures for inertial data
- Inertial technology and procedures
- Analysis of results
- Hybrid systems and special applications
- System demonstration

Information: Dr. K. P. Schwarz, Division of Surveying Engineering, The University of Calgary, 2500 University Drive N.W., Calgary, Alberta, Canada T2N 1N4, Tel. (403) 284-7378

Persönliches

Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn. Paul Hörmannsdorfer — Übertritt in den Ruhestand

Mit dem Ende des Jahres 1983 trat der Vorstand der Abteilung K 3 (Triangulierung) Hofrat Dr. Hörmannsdorfer auf eigenes Ansuchen in den dauernden Ruhestand.

Hofrat Dr. Hörmannsdorfer wurde am 27. Oktober 1919 in Wien geboren. Nach dem Besuch der Volks- und Realschule legte er am 26. Mai 1937 die Reifeprüfung mit sehr gutem Erfolg an der Realschule Wien 1., Schottenbastei ab.

Ab 30. September 1937 rückte Hörmannsdorfer zur Ableistung der Wehrdienstpflicht als Einjährig-Freiwilliger zum Kärntner Infanterie Regiment Nr. 7 nach Wolfsberg ein und verblieb nach Verlängerung der Dienstpflicht bis zum Ausbruch des 2. Weltkrieges bei der nunmehr neu aufgestellten 3. Gebirgsdivision.

In der Folge machte er Sudetenlandeinsatz, die Feldzüge in Polen und ab dem Jahre 1940 bei der 6. Gebirgsdivision in Frankreich, Griechenland, Kreta und Finnland (Eismeerfront) mit.

Im Jahre 1942 inskribierte Hörmannsdorfer 1 Trimester Bauingenieurwesen an der Technischen Hochschule in Wien. Noch im Jahre 1943 erfolgte der Besuch der Kriegsschule in Wiener Neustadt und anschließend der Hochgebirgsschule in Fulpmes. Nach der Versetzung zur 45. Infanterie-Division und dem Einsatz an der Ostfront im Raum Radom geriet Hörmannsdorfer nach einem mehr als vier Wochen dauernden Rückzug am 12. Februar 1945 im Raum Breslau in russische Gefangenschaft.

Nach seiner Rückkehr aus der Kriegsgefangenschaft inskribierte er am 19. September 1947 an der Technischen Hochschule Wien die Studienrichtung für Vermessungswesen und legte am 19. Dezember 1951 die II. Staatsprüfung mit gutem Erfolg ab. Nach einer kurzen Tätigkeit bei der Donaukraftwerke AG wurde Hörmannsdorfer am 1. April 1952 als Hochschulassistent an die Lehrkanzel für Angewandte Geodäsie (o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Johann Rohrer) der Technischen Hochschule in Wien berufen.

Am 1. April 1958 erfolgte die Überstellung in den Höheren technischen Dienst beim Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen und Zuteilung zur Triangulierungsabteilung.

Bereits am 25. Februar 1959 legt Hörmannsdorfer die Prüfung für den Höheren technischen Dienst mit Auszeichnung ab.

Auf Grund der Dissertation „Die österreichische Landesvermessung und ihre Beziehungen zu den Nachbarstaaten“ und des abgelegten Rigorosums wurde Hörmannsdorfer am 7. Juli 1961 an der Technischen Hochschule Wien zum „Doktor der technischen Wissenschaften“ promoviert.

Neben der Durchführung und Überwachung unzähliger Triangulierungsoperante war die Befassung mit elektronischen Distanzmeßgeräten und deren Erprobung auf Verwendbarkeit für die Aufgaben der Vermessungspraxis und schließlich die umfangreichen Streckenmessungen für die Triangulierungsarbeiten im gesamten Bundesgebiet sein hauptsächliches Betätigungsfeld.

Im Zuge der Einführung des Grenzkatasters in den städtischen Ballungszentren wurde Hörmannsdorfer mit der Erstellung der Festpunktfelder in den Landeshauptstädten Linz, Graz, Salzburg und schließlich in der Bundeshauptstadt Wien betraut.

Auf Grund seines hervorragenden Fachwissens, außerordentlicher Fähigkeiten und seines besonderen Organisationstalentes wurde Dr. Hörmannsdorfer mit Wirksamkeit vom 1. Jänner 1975 zum Vorstand der Triangulierungsabteilung bestellt. Am 1. Juli 1975 erfolgte die Ernennung zum Wirklichen Hofrat.

Unter seiner Führung erfolgten umfangreiche Triangulierungsarbeiten für die Einleitung des Grenzkatasters und großräumige Revisionen und Adaptierungen des bestehenden Triangulierungsnetzes höherer Ordnung. Das besonders zukunftsweisende Projekt der Koordinatendatenbank der Triangulierungspunkte konnte in kurzer Zeit realisiert werden. Der Hubschraubereinsatz im Hochgebirge, Staatsgrenztriangulierungen, die Erfassung der Gebiete mit Bodenbewegungen und letztlich



der Aufbau eines wissenschaftlichen Präzisionstriangulierungsnetzes 1.—3. Ordnung im System ED-79 waren Schwerpunkte, die unter seiner Leitung dazu beitrugen, die an die Triangulierungsabteilung gestellten Anforderungen und hohen Erwartungen zu erfüllen.

Seine reiche Erfahrung legte Hofrat Dr. Hörmannsdorfer in zahlreichen Veröffentlichungen in der Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie, im Eich- und Vermessungsmagazin und Abhandlungen anlässlich der Internationalen Geodätischen Wochen in Obergurgl, nieder.

Neben seiner Tätigkeit war Hofrat Dr. Hörmannsdorfer Mitglied der Prüfungskommission aller Dienstzweige im Bundeskanzleramt, der Prüfungskommission für den Höheren technischen Dienst im Eich- und Vermessungswesen, der Leistungsfeststellungskommission des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen und der Prüfungskommission für Ziviltechniker beim Landeshauptmann von Wien.

Sein unermüdliches Schaffen und Wirken wurde in besonderer Weise am 9. Oktober 1979 durch die Verleihung des großen Ehrenzeichens für Verdienste um die Republik Österreich gewürdigt.

Das Lebensbild von Hofrat Dr. Hörmannsdorfer wäre nicht vollständig, würde seine zeichnerische Begabung und das damit verbundene künstlerische Schaffen unerwähnt bleiben.

Seine zahlreichen Werke und Entwürfe finden in Fachkreisen stets Anerkennung und Beachtung. Der realisierte Entwurf der Gedenkmedaille zum 25 bzw. 40jährigen Dienstjubiläum der Beamten des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen sind der augenscheinlichste Beweis dafür.

Hofrat Dr. Hörmannsdorfer war seinen Mitarbeitern stets Vorbild, väterlicher Ratgeber und ein gerechter Vorgesetzter. Seine humorvolle Art, Geschick in der Menschenführung und soziales Empfinden garantierten ein gedeihliches Arbeitsklima und schuf damit die Basis für die außerordentlichen Leistungen der Triangulierungsabteilung unter seiner Führung.

Wir alle wünschen Hofrat Dr. Hörmannsdorfer noch viele Jahre in Gesundheit und Zufriedenheit, viel Freude mit seinen Lieblingsbeschäftigungen und vor allem eine Periode fruchtbaren künstlerischen Schaffens. Die Verbundenheit mit seinen ehemaligen Mitarbeitern möge durch die Teilnahme an geselligen Veranstaltungen der Kollegenschaft des Bundesvermessungsdienstes ihren Ausdruck finden.

Rainer Kilga

Buchbesprechungen

Eugen Kuntz: Kartenentwurfslehre — Grundlagen und Anwendungen. Karlsruhe 1983, Sammlung Wichmann, Band 15; 202 Seiten;

Die „Kartennetzentwurfslehre“ schließt eine Lücke in der Fachliteratur, die sich in den letzten Jahren aufgetan hat: Nämlich eine leicht verständliche, zeitgemäße Einführung in die Lehre der kartographischen Netzentwürfe zu geben, nachdem bekannte Lehrbücher, wie z. B. von Fiala, Wagner und Hoschek, in einigen Teilen bereits etwas veraltet sind.

Das Buch ist in zwei Abschnitte gegliedert; der erste Teil enthält die Grundlagen: Die Gauß'sche Darstellung einer Fläche sowie die Abbildung auf eine andere Fläche; die Metrik auf der Original- und Bildfläche; Längen-, Flächen-, Winkelverzerrung; die Tissot'sche Indikatrix; besondere Verzerrungseigenschaften (Längen-, Linien-, Flächen- und Winkeltreue).

Das Kapitel „Konforme Abbildungen durch regulär analytische Funktionen“ wendet sich an Leser, die mit den Grundlagen der Funktionentheorie vertraut sind; hier wird von der differentialgeometrischen Betrachtungsweise auf die funktionentheoretische Behandlung verallgemeinert (Ableitung der Grundformeln für die Gauß-Krüger-Projektion; konforme Abb. vermittelnde komplexe Funktionen). Der erste Teil schließt mit der Ableitung azimutaler Koordinaten für die Kugel im Hinblick auf verallgemeinerte Projektionslagen (transversale, schiefachsige Entwürfe).

Der zweite Teil enthält die wichtigsten Kartenentwürfe, eingeteilt in „echte“ und „unechte“ Abbildungen. Aufbauend auf den ersten Teil werden die Grundformeln der Kegel-, Zylinder- und Azimutalprojektionen abgeleitet. Neben den bekannten Abbildungen (Stereograph. Projektion, Mercatorentwurf) werden auch solche Projektionen erläutert, die erst in jüngerer Zeit angewendet worden sind; wie die „allgemeinste perspektive Projektion“, die einer Schrägaufnahme der Erde aus großer Höhe (Satellitenbilder) entspricht. Das letzte Kapitel des zweiten Teiles gibt einen Ausblick auf mögliche Erweiterungen der Kartenprojektionen durch „Umbezeichnen“. Doch scheint gerade dieses Kapitel, das aber bereits tieferes Interesse voraussetzt, etwas zu kurz geraten.

Da sich dieses Buch gleichermaßen an Geographen wie Geodäten richtet, genügen zum Verständnis Grundkenntnisse der Differentialgeometrie, wie sie in jeder einführenden Mathematik-Vorlesung vermittelt werden. Ein — durch seine übersichtliche Gestaltung — sehr empfehlenswertes Lehrbuch speziell für Geodäten, die die eigentlichen Träger und Vermittler der Lehre vom Kartenentwurf sein sollten.

E. Antes

H. Pelzer and W. Niemeier (Editors): **Precise Levelling**, Contributions to the Workshop on Precise Levelling. Bonn: Ferd. Dümmler's Verlag 1984, Dümmlerbuch 7856, 490 Seiten, Preis DM 72,—

Die bei dem „Workshop on Precise Levelling“ (März 1983, Hannover) gehaltenen 38 Vorträge sind in diesem Buch in handlicher Form zusammengefaßt. Die verschiedenen Themenbereiche, sowie die große Anzahl der Beiträge lassen das wachsende Interesse von Wissenschaft, Forschung und Praxis an den Ergebnissen und Problemen des Präzisionsnivellements erkennen. Bedingt durch die steigenden Anforderungen an die Genauigkeit von Präzisionsnivellements zwecks Feststellung von Erdkrustenbewegungen sind alle auftretenden Fehler auf ihre Entstehung, Größe und Elimination zu untersuchen.

Die vorliegenden Proceedings des Workshops sind in 4 Themenbereiche gegliedert:

1) Instrumentarium im Präzisionsnivellement.

Nach einer Einleitung über systematische Instrumentalfehler werden folgende Gebiete behandelt:

- Neu- und Weiterentwicklung von automatischen Nivellieren
- Einfluß von magnetischen Feldern auf die Horizontierung von automatischen Nivellieren
- Invarband-Nivellierlatten - Verbesserung der Teilung, Bestimmung von Teilstrichfehlern, Temperaturerfassung während der Messung
- Elektronisches Feldbuch - Vergleich von zwei Geräten.

2) Refraktion und andere systematische Einflüsse im Präzisionsnivellement:

- Refraktion und mögliche Modelle einer Elimination
- Reduktion von Nivellements auf eine gemeinsame Epoche
- Ergebnisse von 38 Messungen auf einer Testschleife.

3) Fehlertheorie für Nivellementnetze.

Da die Verwendung der klassischen Fehlerrechnung bisher nur zum Teil brauchbare Ergebnisse geliefert hat, werden neue mathematische Verfahren zur Fehlerberechnung vorgestellt

- Nachbarschaftskorrelationen
- Autokorrelationsfunktion
- Innere und äußere Zuverlässigkeitsprüfung
- n-Weg Klassifikationsmodell mit Interaktion.

4) Verwendung von Präzisionsnivellements zur Feststellung von rezenten Erdkrustenbewegungen:

- Verschiedene Modelle für die Berechnung von dynamischen Nivellementnetzen
- Gemeinsame Verwendung von Nivellement- und Schweremessungen für die Ermittlung von Erdkrustenbewegungen.

Durch die Zusammenfassung der neuesten Forschungsergebnisse auf dem Gebiet des Präzisionsnivellements stellt dieses Buch eine wichtige Hilfe für alle in diesem Bereich der Geodäsie arbeitenden Kollegen dar. Darüber hinaus bietet es auch Anregungen für weitere Untersuchungen der noch offenen Probleme.

N. Höggerl

Zeitschriftenschau

Beiträge zum rationellen Computereinsatz im Vermessungs-, Bau- und Liegenschaftswesen, B. G. Müller (Hrsg.), Heft 1/83: Teil A: Mobile Datenerfassung und -verarbeitung bei Lagemessungen. Ein Programmsystem mit besonders günstigem Preis-Leistungs-Verhältnis. Teil B: Ein Low-Cost-Programm-System zur rechnergestützten Tachymetrie und mobilen, fehlerlokalisierenden Transformation mit umgebungstreuer Interpolation.

Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Heft 91/83: *Böhme, R.*: Die Arbeitskarte öffentliche Wasserversorgung 1 : 200 000. *Ehlert, D.*: Beziehungen zwischen den Ellipsoidparametern. *Etling, W. et al.*: Die Dopplermesskampagne in der Elfenbeinküste — Erkundung, Messungsablauf, Auswertung und Erfahrungen. *Puell, H., Wilson, P.*: Aufbau und Funktionsweise des Nd:YAP-Lasers im modularen transportablen Laser-Entfernungsmeßsystem (MLRS). *Weber, W.*: Konzept zur automationsgestützten Fortführung der Topographischen Übersichtskarte 1 : 200 000 im Rastermodus. *Weber, W.*: Ein Datenverwaltungssystem für digitale Rasterkarten.

Heft 92/83: *Dann, R.*: DIGMAP, ein interaktives graphisches System zur Unterstützung markschneiderischer Arbeiten. *Giebels, M.*: Automatische Symbolerzeugung für topographische Karten durch digitale Rasterdatenverarbeitung am Beispiel der topographischen Übersichtskarte 1 : 200 000. *Kophstahl, E.*: Automationsgestütztes Erfassen, Verarbeiten und Darstellen topographischer Daten für die Herstellung der Deutschen Grundkarte 1 : 5000. *Mehlbreuer, A., König, G.*: Software-Entwicklungen zur rechnergestützten Kartographie an der Technischen Universität Berlin. *Ophoff, W.*: Rasterverarbeitung für die Aufgabenstellung raumbezogener Planung.

Sonderheft 1983: Über die Genauigkeit der photogrammetrischen Gebäudevermessung.

Vermessung Photogrammetrie Kulturtechnik, Heft 1/84: *Scheidegger, F.*: Forstwege in Beton. *Meier, W.*: Landtechnik wohin?

Heft 2/84: *Matthias, H. J.*: Vermittelnde Ausgleichung von direkt beobachteten, näherungsweise orientierten Koordinatendifferenzen. *Friedli, E.*: Hinweise der SVVK-Automationskommission zu Verwaltung und Nachführung automatisch hergestellter Pläne. *Müller, K.*: Sachbezogene und benutzerfreundliche EDV-Lösungen für das Vermessungswesen auf dem „Personal-Computer“.

Heft 3/84: *Spiess, E.*: Die Vorschläge zur Neukonzeption des Übersichtsplanwerkes. *Amman, K.*: Ein Beitrag zur Theorie und Praxis moderner weitreichender IR-Distanzmesser in Landesvermessung und Tunnelnetzen. *Kahle, H.-G., Jeanrichard, F., Elmiger, A.*: XVIII. Generalversammlung der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik in Hamburg.

Vermessungstechnik, Heft 1/84: *Langenhan, M.*: Liegenschaftsvermessung mit freier Standpunktwahl. *Stephan, M.*: Abstecken von Gleisanlagen mit einer neuen Pfeilhöhenmeßeinrichtung. *Pauli, W.*: Zur Genauigkeit der Standpunktbestimmung.

Heft 2/84: *Kluge, W.*: Über die Nutzung digitaler geodätischer Daten. *Biró, P.*: Physikalische Interpretation der Meßergebnisse von wiederholten geodätischen Beobachtungen. *Böhme, J.*: Fehler- und Kovarianzanalyse der Streckenmessung in allen Kombinationen mit Bestimmung der Additionskonstante. *Pazourek, J.*: Zur Frage der Temperaturkorrekturen von Ergebnissen des hydrostatischen Nivelements. *Penndorf, H.-G., Turbing, M.*: Zur Anwendung des Schwingsaiten-Extensometers SMG 11.

N. Höggerl

Contents

R o t t e r , F.: From the Earths meridian to the meterdefinition by lightvelocity.

E r k e r , E.: Local geoid determination and the plumbline deflection field in Austria.

Adressen der Autoren der Hauptartikel

R o t t e r , Friedrich, Dipl.-Ing., Dr. techn., Präsident des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Schiffamtsgasse 1–3, 1020 Wien.

E r k e r , Erhard, Dipl.-Ing., Oberrat, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Abt. K 2 (Erdmessung), Schiffamtsgasse 1–3, 1020 Wien.



Sehr geehrte Damen, sehr geehrte Herren!

Der Österreichische Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie
läßt Sie herzlich ein
zum

2. ÖSTERREICHISCHEN GEODÄTENTAG

vom 22. — 25. Mai 1985
im

GRAZER CONGRESS

Unter dem Leitthema

„VERMESSUNG UND RECHT“

werden Fachvorträge zu den Themenbereichen

- ➡ Erfahrung mit der Grundstücksdatenbank im täglichen Einsatz
- ➡ Die Führung des Grundbuchs mittels EDV
- ➡ Die Verarbeitung und Führung digitaler Daten und deren Darbietung
- ➡ Aktuelle Methoden in der Meß- und Rechentechnik

abgehalten.

Neben den Fachvorträgen, der Fachaussstellung und der Fachfirmenausstellung werden interessante Fachexkursionen zu Industriebetrieben, Großbaustellen und wissenschaftlichen Instituten durchgeführt.

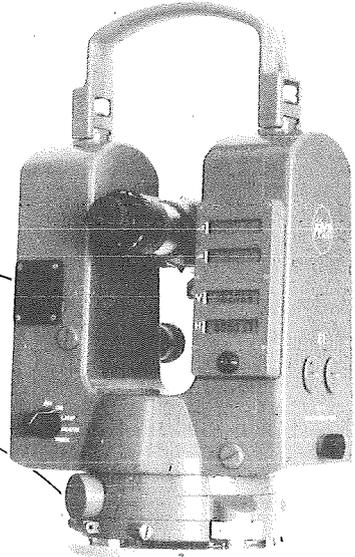
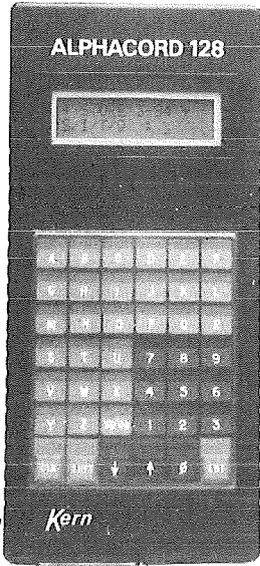
Zusätzlich dürfen wir Sie auf folgende Veranstaltungen hinweisen:

- ➡ **Damenprogramm**

Stadtrundgang	Schloß Eggenberg	Zeughaus
Funkhaus	Joanneum	St.-Peter-Keramik
Glasmuseum	Modenschau	Opemhausführung
- ➡ **Rahmenprogramm**

Stift Admont	Erzberg	Judendorf-Straßengel
Lippizanergestüt Piber	Stift Rein	Freilichtmuseum Stübing
Silberbergwerk Oberzeirng	Lurgrotte Peggau	Stift Seckau
- ➡ **Festlicher Empfang durch den Landeshauptmann der Steiermark**
- ➡ **Ball in den Räumlichkeiten des Grazer Congress**
- ➡ **Große Abschlußfahrt am Samstag, 25. Mai (Roseggers Waldheimat, Riegersburg, Stubenbergsee)**

Auf Ihre Teilnahme freut sich
der ÖVA Graz



Kern
SWISS

**ein System
wie es sein soll**



E1/E2 elektronischer Theodolit
bedienerfreundlich
wie ein konventioneller Theodolit

DM 503 Entfernungsmößgerät
universell aufsteckbar

Alphacord 128 Registriergerät
das erste selbstprogrammierbare
alphanumerische Feldbuch

Dr. Wilhelm
Artaker

1052 Wien, Kettenbrückengasse 16
Tel.: (0 222) 57 76 15-0

OTT-Flächencomputer

Das ideale Planimeter zur einfachen Ermittlung beliebiger Flächeninhalte

- Digitalanzeige
- Flächenaddition
- Memory
- Skalierung (Maßstabseingabe)
- Flächensubtraktion
- Batterie-/Akku-/Netzbetrieb



Ottplan 700

Informationen bei:

r+a rost

A-1051 WIEN · MÄRZSTR. 7 · TEL. (0 22 2) 92 32 31-0

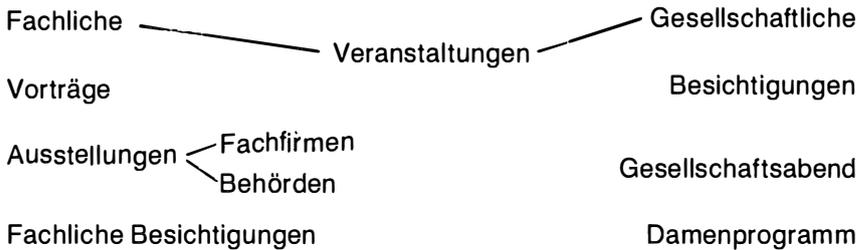
Vereinsinformation

In 12 Monaten:

22. bis 25. Mai 1985

Grazer Congress

2. Österreichischer GEODÄTENTAG 1985



Auskünfte:

Örtlicher Vorbereitungsausschuß — ÖVA (Geschäftsstelle)

Köblergasse 25

8010 Graz

Tel.: 0316 / 35 591 - 284 DW

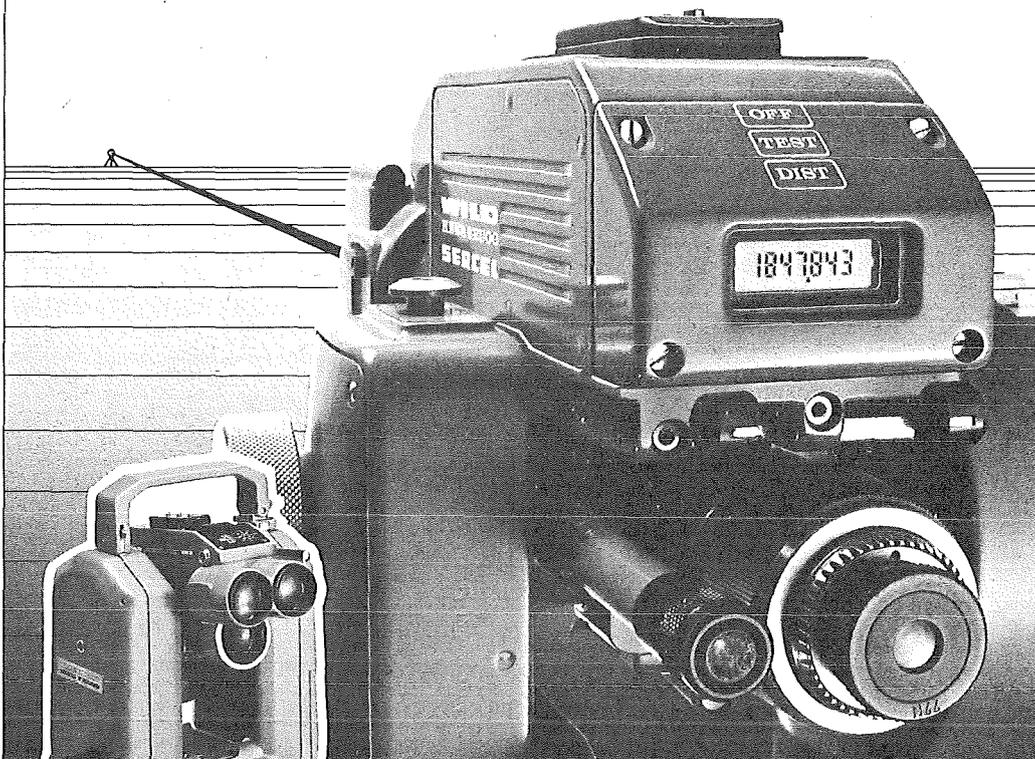
- 239 DW



Vereinsinformation

Der neue DISTOMAT Wild DI5:

3mm + 2mm/km genau und bis zu 5 km weit!



Der DISTOMAT Wild DI5 erweitert das führende Wild-Baukastensystem um ein handliches und besonders leistungsfähiges Modell: mit hoher Reichweite, beachtenswerter Genauigkeit von 3 mm + 2 mm/km und einem überdurchschnittlichen Bedienungscomfort.

Kombinieren Sie ihn mit dem THEOMAT Wild T2000, so verfügen Sie über das zur Zeit genaueste und vielseitigste Winkel- und Distanzmeßsystem der Welt! Messung und Reduktionen erfolgen vollautomatisch und sekundenschnell.

Das Protokollieren der Daten sowie auch programmierte Berechnungen im Feld nimmt Ihnen das voll feldtaugliche Datenterminal GRE3 ab. Es läßt sich an den T2000/DI5 und im Büro zur weiteren Auswertung der Daten via RS-232 Schnittstelle an Ihr Rechnersystem anschließen.

Eindeutige Anzeige im gesamten Meßbereich.

Wenn Sie diesen Distanzmesser zunächst aber mit Ihrem Wild-Theodolit T1, T16 oder T2 optimal nutzen wollen, dann erleichtert Ihnen die zusätzliche Tastatur GTS3 die Arbeit beim Reduzieren und Rechnen. Und falls der DI5 Ihren Bedürfnissen nicht entsprechen sollte, sehen Sie sich doch mal die DISTOMATE Wild DI4, DI4L und DI20 an.

Am besten, Sie verlangen gleich jetzt detaillierte Unterlagen! ■

**WILD
HERBRUGG**

G 67 83

Alleinvertretung für Österreich:

A-1151 WIEN · Märzstr. 7
Telex: 1-33731 · Tel.: 0222/92 32 31-0

r-a rost