

Österreichische
Zeitschrift für

ÖZ

67. Jahrgang
1979/Heft 1

Vermessungswesen und Photogrammetrie

INHALT:

	Seite
Paul Hörmannsdorfer: Koordinatendatenbank für Triangulierungspunkte	1
Hans Walther Kaluza: Bodeninformationssysteme heute und morgen – Entwicklungstendenzen im Bereiche der Bodeninformation	3
Karl Killian: Zur Lösung geometrisch überbestimmter Probleme II. Beispiele	14
Peter Waldhäusl: Allgemeine Längsprofile mit Analogauswertegeräten	24
Walter Wunderlich: Das Lambertsche Sechspunktproblem und seine gefährlichen Fälle	33
Josef Zeger: Ein neues EDV-Programm für die Berechnung ellipsoidischer und geoidischer Höhen und für die Reduktion elektronisch gemessener Schrägstrecken	42
Mitteilungen, Tagungsberichte	48
Personalnachrichten	49
Veranstaltungskalender und Vereinsmitteilungen	49
Buchbesprechungen	50
Contents	55
Adressen der Autoren der Hauptartikel	56

Herausgegeben vom

**ÖSTERREICHISCHEN VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN
UND PHOTOGRAMMETRIE**

Offizielles Organ

der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung
Wien 1979

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

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

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie

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

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

Redaktionsbeirat:

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

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

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

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

Gußhausstraße 27–29, A-1040 Wien

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

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

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

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

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

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

Für den Anzeigenteil bestimmte Zuschriften sind an *Sektionsrat Dipl.-Ing. Friedrich Blaschitz*, Friedrich Schmidt-Platz 3, A-1082 Wien, zu senden.

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

Die Zeitschrift erscheint viermal pro Jahrgang in zwangloser Folge.

Auflage: 1200 Stück

Bezugsbedingungen: pro Jahrgang

Mitgliedsbeitrag für den Österr. Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie S 250,—,
Postscheckkonto Nr. 1190.933

Abonnementgebühr für das Inland S 270,—

Abonnementgebühr für das Ausland S 350,—

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

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

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

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

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

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

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

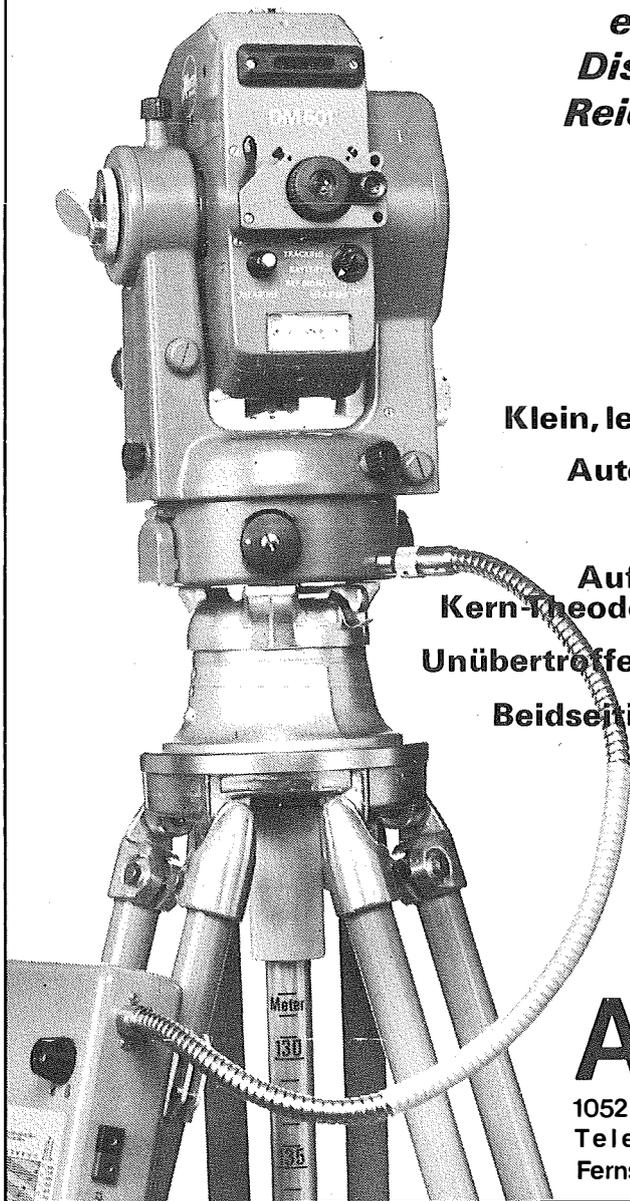
Postscheckkonto Nr. 1190.933

Telephon: (0222) 75 00 Kl. 5175 Dw

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

Neu: Kern SWISS DM 501

**Aufsteckbares
elektrooptisches
Distanzmessgerät
Reichweite 1600 m**



Klein, leicht und handlich

Automatische Blende

Tracking

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

Unübertroffener Messkomfort

Beidseitig durchschlagbar

Artaker Dr. Wilhelm

1052 Wien, Kettenbrückeng. 16

Telefon: (0222) 577615-0

Fernschreiber 01-2322 dr-art

Sonderheft Nr. 30
der Österreichischen Zeitschrift
für Vermessungswesen und Photogrammetrie

Dipl.-Ing. Dr. techn. Bruno Bauer, Innsbruck
Aufsuchen oberflächennaher Hohlräume mit dem
Gravimeter
Wien 1975

Preis S 100,- (DM 15,-)

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

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

Dienstvorschrift Nr. 9
Die Schaffung der Einschaltpunkte

Wien 1974
Preis S 100,-

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

Haben Sie geodätische Aufgaben zu lösen?

Ja Nein

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

Arbeiten Sie mit einem Kleinrechner?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

Müssen Sie Ihre neuerrechneten Koordinatenwerte manuell zeichnerisch umsetzen?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

Haben Sie die Möglichkeit der graphischen Eingabe?

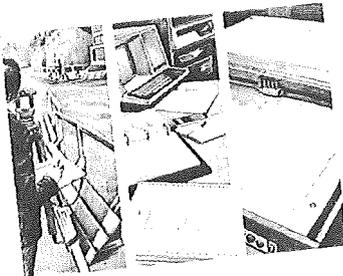
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

Kennen Sie das Anwendungssystem »AS 250 - GEOVERM«?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------

Möchten Sie schrittweise investieren?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------



Haben Sie mehr als eine Frage verneint, so sollten Sie noch heute mit uns Kontakt aufnehmen. Denn wir haben das ideale, dem jeweiligen Bedarf stufenweise anpassungsfähige GDV*-Anwendungssystem für Vermessungsverwaltungen mittlerer und kleinerer Städte sowie Vermessungs-, Planungs- und Ingenieurbüros.

Das AS 250 - GEOVERM dient zur Erfassung, Verarbeitung, Archivierung und Wiedergabe grafischer Daten.

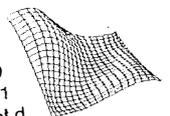
Fordern Sie noch heute unser umfangreiches Informationsmaterial an. Oder vereinbaren Sie mit uns einen Besichtigungstermin am Einsatzort zum Kennenlernen des AS 250 - GEOVERM. Es lohnt sich!

* Geometrische Datenverarbeitung

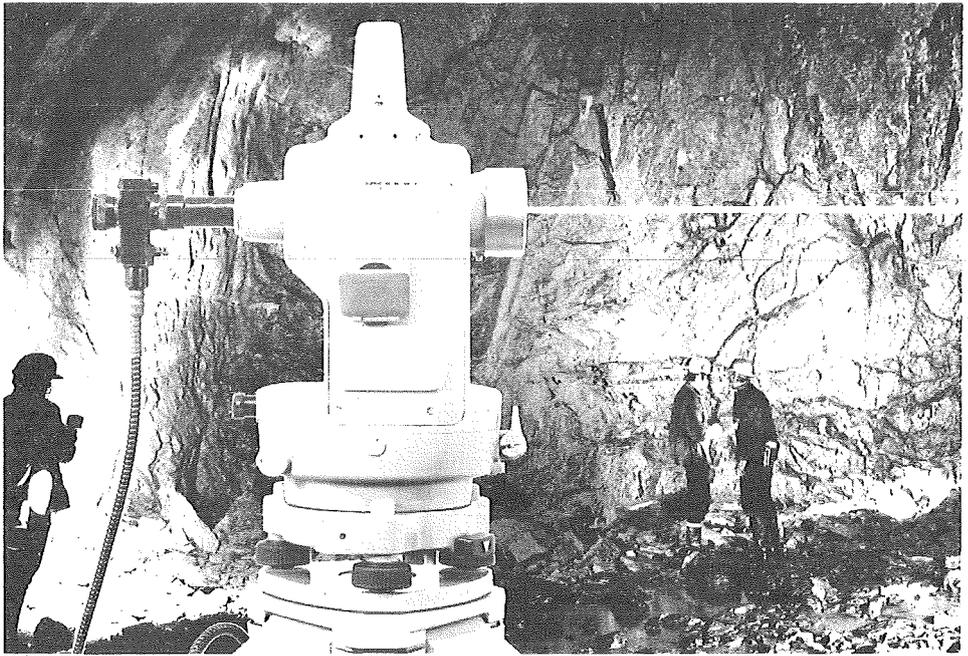


ARISTO
Graphic Systeme
GmbH & Co KG

Postfach 500380
D-2000 Hamburg 50
Telefon (040) 85 53-1
Telex 02 15 747 arist d



Laser-Technik rationell und einfach.



Mit dem Laserokular Wild GLO.

Die Nutzung neuer Technologien für die Vermessungspraxis war Wild Heerbrugg schon immer ein wichtiges Anliegen. Das zeigt sich nicht nur am weltbekanntesten Infrarot-Distanzmesser DISTOMAT, sondern auch am Laserokular GLO. Es ist vielseitig einsetzbar – praktisch und einfach für Sie. Das Laserokular GLO paßt zu allen größeren Modellen der Wild-Theodolite und Wild-Nivelliere. Sie tauschen nur das Standardokular des Fernrohrs aus – und schon haben Sie ein leistungsfähiges Laserinstrument. Der

Lichtpunkt des scharf gebündelten Laser-Leitstrahls ist bei Tageslicht in etwa 200 m, bei Dunkelheit in 400 m klar zu erkennen. Die Kombination von Richtungsmessung und Leitstrahl erlaubt rasche und rationelle Lösungen bei der Steuerung von Tunnelbohrmaschinen, für das Abstecken und Einmessen komplizierter Achsen und unzugänglicher Punkte. Orientieren Sie sich im Prospekt G1 403, welche Vorteile Ihnen diese Instrumenten-Kombination für Ihre Aufgaben bringt.

Wild Heerbrugg AG
CH - 9435 Heerbrugg/Schweiz

WILD
HEERBRUGG

Alleinvertretung für Österreich:

ra rost

A-1151 WIEN · MÄRZSTR. 7 · TELEX: 1-33731 · TEL. 0222/92 32 31

Koordinatendatenbank für Triangulierungspunkte

Abschlußbericht

Von Paul Hörmannsdorfer, Wien

Im Jänner 1979 konnte von der Triangulierungsabteilung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen die Daten-Ersterfassung für die Koordinatendatenbank der Triangulierungspunkte (KDB – TP) abgeschlossen werden.

Diese Arbeit konnte jedoch nur durch die Bemühungen des zuständigen Referatsleiters Dr. Zeger, den besonders im letzten Jahr stark gesteigerten Einsatz von Mitarbeitern und dank der hervorragenden Zusammenarbeit mit der Abteilung für Elektronische Datenverarbeitung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen im Bundesrechenamt in so kurzer Zeit zum Abschluß gebracht werden.

Nachdem im Februar 1975 mit den Vorbereitungsarbeiten begonnen worden war, stehen nun (mit Stand vom 1. Februar 1979) sämtliche Daten der Triangulierungspunkte auf den 213 Blättern der Österr. Karte 1 : 50 000, das sind 43.697 *Triangulierungspunkte* 1.–5. Ordnung mit allen Nebenpunkten zur Verfügung.

Die KDB – TP enthält eine lückenlose Angabe für alle auf den einzelnen Kartenblättern enthaltenen Triangulierungs-Punktnummern, das heißt auch für alle gesperrten, ausgeschiedenen und verlorenen Punkte. Sie umfaßt daher zur Zeit insgesamt 53.511 *Punkt-Nummern* mit einer Gesamtzahl von 79.958 *Zeilen*, die sowohl alle Nebenpunkte als auch jene Punkte beinhalten, die in zwei benachbarten Meridianstreifensystemen gegeben sind.

Die mit Sperrvermerken bzw. Anmerkungen versehenen Punkte liegen zum Teil mit Koordinaten und Höhenangabe vor. Es sind dies z. B. Punkte, die für eine Neustabilisierung vorgemerkt wurden, Auslandspunkte in Grenznähe, Punkte in Rutschgebieten usw.

Ohne Koordinatenangaben liegen vor:

6095 *ausgeschiedene Punkte* (11,4%), das sind Triangulierungspunkte aus älteren Triangulierungen mit unzureichender Genauigkeit, Auslandspunkte außerhalb des grenznahen Bereiches, Punkte, die durch Umstabilisierung auf das benachbarte Kartenblatt entfielen, freie Punktnummern u. s. f. und

3403 *zur Gänze verlorene Punkte* (6,4%).

Hiezu kommen noch ca. 1000 Neupunkte, die bereits stabilisiert waren, deren Koordinaten am Stichtag aber noch nicht vorlagen.

Die relativ geringe Anzahl der seit ca. 30 Jahren verlorenen Punkte ist auf die sorgfältige Stabilisierung der Triangulierungspunkte mit unterirdischer Vermarkung durch Rohr und Platte sowie durch Versicherung wichtiger Punkte durch Versicherungssteine, Bolzen, Gabelpunkte usw. zurückzuführen.

ren. Die verlorenen Punkte sind in der Zwischenzeit zum überwiegenden Teil durch Neupunkte ersetzt worden.

Sind in 10 Jahren (von 1963 bis 1972) nur 1137 Totalverluste gemeldet worden, so zeigt eine Aufstellung die Verluste der letzten 6 Jahre in den einzelnen Inspektoratsbereichen, wobei die größten Verluste naturgemäß in den landwirtschaftlich genutzten Gebieten liegen:

Inspektoratsbereich	gemeldete Punktverluste in den Jahren					
	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Wien, Niederösterr., Burgenland	88	98	69	156	146	99
Oberösterr., Salzburg	44	24	14	12	17	24
Steiermark, Kärnten, Osttirol	30	42	50	67	31	19
Tirol, Vorarlberg	14	13	17	8	18	20
Gesamt	176	177	150	243	212	162

Die *jährliche Verlustquote* liegt somit bei den Triangulierungspunkten in den letzten Jahren bei ca. 0,4%. Die Anzahl der jährlich durchgeführten *Umstabilisierungen* beträgt jedoch annähernd 1500 (ca. 2,8%), wodurch weitere Verluste vermieden werden können.

Bei einem jährlichen Zuwachs von durchschnittlich *1100 Neupunkten* und ca. *300 Neuberechneten* Triangulierungspunkten, die auf Grund von Netzrevisionen überprüft bzw. neu berechnet werden, sowie einer großen Anzahl von Neueinmessungen von Hochzielen und eisernen Standsignalen, steigt natürlich nicht nur der Aufwand für die Feld- und Rechenarbeit, sondern all diese Arbeiten erfordern die *laufende Nachführung der KDB – TP* auf den aktuellen Stand. Diese Nachführung erfolgt über Terminal unter Verwendung eines Änderungsprogrammes, das durch ein „PASSWORD“ gegen unbefugte Benützung gesichert ist.

Sowohl die Datenersterfassung als auch die Nachführung ist selbstverständlich neben den bisherigen laufenden Aufgaben zu bewältigen.

Über den *Inhalt der Koordinatendatenbank* geben die im Literaturhinweis angegebenen Veröffentlichungen Auskunft. Nähere Einzelheiten können auch der entsprechenden Dienstanweisung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen entnommen werden, die zur Zeit noch in Ausarbeitung ist.

Dies gilt sinngemäß auch für die verschiedenen *Möglichkeiten der Datenentnahme* aus der KDB – TP.

Abgesehen von der direkten Datenentnahme in das Netzausgleichsprogramm besteht sowohl die Möglichkeit der Ausgabe von Daten durch das Bundesrechenamt als auch eine Datenausgabe über Terminal mit Hilfe mehrerer Ausgabeprogramme.

Literaturhinweise

[1] Zeger, Josef: Koordinatendatenbank für Triangulierungspunkte. ÖZfVuPh, 66. Jahrgang 1978, Heft 2, Seite 85–90.

[2] Zeger, Josef: Koordinatendatenbank der Triangulierungspunkte, derzeitiger Stand. Eich- und Vermessungsmagazin (EVM) Nr. 25, Dezember 1977, Seite 11–16.

[3] Hörmannsdorfer, Paul, und Zeger, Josef: Koordinatendatenbank der Festpunkte im Aufbau. Eich- und Vermessungsmagazin Nr. 17, Juli 1975, Seite 17–20.

Bodeninformationssysteme heute und morgen – Entwicklungstendenzen im Bereiche der Bodeninformation*)

Von *Hans Walther Kaluza*, Wien

„Bodeninformation“ ist seit geraumer Zeit ein – zumindest in einschlägig interessierten Kreisen – gängiges Schlagwort geworden. In der Hauptsache deckt es eine auf verschiedensten Ebenen und mit den verschiedensten Inhalten geführte Diskussion über Möglichkeiten und Methoden zur weiteren Informationsgewinnung über die wahrscheinlich wichtigste Ressource des Menschen, nämlich Grund und Boden, ab, wobei die aktuelle Diskussion nicht unwesentlich von den Möglichkeiten und Mitteln der automatisierten Datenverarbeitung bestimmt wird. Neu ist allerdings nicht nur das Interesse, das diesem Fragenkreis entgegengebracht wird, neu sind auch die Zielsetzungen, denen Bodeninformation heute und morgen zu dienen hat.

Bodeninformationssysteme gibt es freilich schon längstens seit der Zeit der ersten Versuche koordinierter Bodenbearbeitung und Bodennutzung im weitesten Sinne auf der Welt überhaupt.

In der neueren Zeit kann man folgende Zielsetzungen der Bodeninformation generell unterscheiden:

1. öffentlich-rechtliche Zielsetzungen ziviler Art,
2. militärische Zielsetzungen und
3. zivilrechtliche Zielsetzungen.

ad 1: Zu den öffentlich-rechtlichen Zielsetzungen ziviler Art gehört insbesondere die Schaffung des Grundsteuerkatasters, dessen Aufgabe es ja ursprünglich war, eine gerechte Erhebung der Grundsteuer in den deutschen und italienischen Provinzen der Monarchie zu gewährleisten¹⁾. Die erste gesetzliche Regelung hierfür erfolgte im Jahre 1817 und sah vor, daß aus diesem Grundsteuerkataster vor allem Besteuerungsgrundlagen zu gewinnen sein sollten: Dementsprechend stand die „*Kulturs-Gattung*“²⁾ im Vordergrund der zu gewinnenden Information, die unter Anwendung des Begriffes der

*) Vortrag, gehalten an der Universität für Bodenkultur in Wien am 27. November 1978

strengsten Gerechtigkeit und durch „eine richtige Ausmaß“ der Grundsteuer zu einer „Aufmunterung der Landeskultur“ führen sollte – womit am Rande darauf hingewiesen werden soll, daß auch im Jahre 1817 bereits überaus elegante Umschreibungen für eine Ausweitung der Steuereinkünfte des Staates gebräuchlich gewesen sind.

ad 2: Militärischen Zielsetzungen war insbesondere das Kartenwesen gewidmet. Menschliche Neugier und militärische Erfordernisse machten die Weitergabe von Bodeninformation in Form von Landkarten zu einer der ältesten Künste der Menschheit überhaupt, wobei – wieder am Rande bemerkt – auffällt, daß in tibetanischen Büchern aus der Zeit um 1500 v. Chr. bereits Erdkarten den amerikanischen Kontinent ausweisen³⁾, womit die Tat des Kolumbus auf eine simple Wiederentdeckung reduziert zu sein scheint.

Julius Cäsar nutzte das damals schon hochentwickelte Landkartenwesen zu einer – allerdings eigenartigen – Kombination von Bodeninformation und Raumplanung: Die von den Römern neu eroberten Gebiete wurden nicht nach Städten und Straßen einfach ausgemessen, sondern die Städte und Dörfer zunächst vollkommen zerstört, sodann eine Karte, ein „Bauplan des Landes“, ein „Templum“ wie es hieß, am grünen Tisch ausgearbeitet und dies dann im Gelände ausgeführt⁴⁾, eine Methode also, mit der Raumplanung jedenfalls einfacher vonstatten gegangen sein dürfte als in der heutigen Zeit.

Schließlich läßt sich die informatorische Bedeutung der Landkarten auch daran ermessen, daß noch an der Wende zu diesem Jahrhundert der k. u. k. Generalstab gefälschte Militärkarten herstellen und in die Hände gegnerischer Mächte gelangen ließ – eine pervertierte „Gegenart“ der Spionage also betrieb, die feindliche Heere unversehens statt in Sümpfe geraten an Felswände stoßen lassen sollte.

ad 3: Die jüngste Zielsetzung schließlich ist die zivilrechtlicher Art, vornehmlich aus dem Informationsbestand des Grundbuches bestehend. Wenn hier die Vorläufer auch bis auf die berühmte Kölner Schreinsurkunde des Jahres 1133 für den Bereich des städtischen Bodenrechtes oder auf die böhmischen Landtafeln des 13. Jahrhunderts für die Adelsgrundstücke zurückreichen⁵⁾, so blickt das allgemeine Grundbuch in Österreich doch erst auf das Jahr 1871 als formales Gründungsjahr zurück. Das Grundbuch verdankt seine schließliche Entstehung übrigens gar nicht so sehr dem Bedürfnis nach Eigentumssicherung an Grund und Boden als vielmehr dem allgemeinen menschlichen Hang zum Schuldenmachen: Jene kaiserliche Verordnung des Jahres 1851⁶⁾ nämlich, mit der der erste Schritt zum neuen österreichischen Grundbuch gemacht wurde, begründet eben diesen Schritt damit, daß eine Reform vonnöten sei, „um die den Realkredit lähmenden Verzögerungen in dem Landtafel- und Grundbuchsgeschäft zu beseitigen und die dringend gebotene Beschleunigung desselben herbeizuführen“. Und der berühmte Heinrich *Bartsch*, Hofrat des k. k. obersten Gerichts- und Kassationshofes, legt in seinem Buch „Das österreichische allgemeine

Grundbuchsgesetz in seiner praktischen Anwendung“ im Jahre 1888⁷⁾ dem Grundbuch als Gründungsgedanken ebenfalls in die Wiege, „die fortschreitende Entwicklung des wirtschaftlichen Lebens förderte das Streben nach Sicherung und Erhöhung des Realkredites“. Um solches höchst offizielle Schuldenmachen amtlich zu unterstützen, bedurfte es eines geeigneten Bodeninformationssystems – eben des Grundbuches –, dessen Grundlage für den Besitzstand bei seiner Neuanlegung übrigens der Grundsteuerkataster bildete⁸⁾.

Dies klärt auch wahrscheinlich ein 100 Jahre später anlässlich der Gesetzgebung des Vermessungsgesetzes immer wieder in verwunderten Fragen auftauchendes Problem: warum nämlich zu den im Grundbuch enthaltenen Informationen zwar Gutsbestand, Eigentum und Lasten, nicht jedoch das räumliche Ausmaß des Gutsbestandes gehören. Man traute damals offenbar noch mehr den eigenen Sinnen und wohl auch der eigenen Sorgfalt; anders ausgedrückt: die dem berühmten kleinen Buben bei der Grenzbegehung verpaßte Ohrfeige samt zugehörigem Gulden schien zusammen mit der dem Grenzstein gewidmeten Sorgfalt zuverlässigere Bodeninformation zu gewährleisten als – damals! – mehr oder weniger genaue Maßzahlen, und ich wage fast zu behaupten, daß die Grenzsicherung durch Koordinaten – wie sie heute das Vermessungsgesetz vorschreibt – in einer Volksabstimmung auch einen schweren Stand hätte.

Womit aber auch bereits übergeleitet wäre zu den völlig gewandelten Ansprüchen, die an Bodeninformationssysteme heute und morgen gestellt werden. Diese Ansprüche finden ihre Deckung zumeist in Krisenerscheinungen einer nahezu perfekten Zivilisation. Immer dann nämlich, wenn Güter knapp werden, folgt der Ruf nach Rationierung, Zwangsbewirtschaftung oder wie sonst solche Verteilungsmechanismen genannt zu werden pflegen, auf dem Fuße.

Güterknappheit liegt tatsächlich allen Bedürfnissen nach Bodeninformation zu Grunde; selbst im Bereiche des Weinbaus liegt ja das Informationsbedürfnis nicht vordergründig im überreichen Ertrag, sondern im Mangel am entsprechenden Erlös.

Der Verknappung unterliegt zunächst Grund und Boden selbst. Seit der im Jahre 1848 erfolgten Aufhebung der Grunduntertänigkeit hat sich in wenig mehr als einem Jahrhundert eine ebenso unauffällige wie bedeutsame Umwälzung vollzogen: War das Eigentum an Grund und Boden einstmals Vorrecht einer relativ kleinen privilegierten Schichte, so ist heute das Grundeigentum zwar nicht gerade im Diskont wohlfeil, aber immerhin praktisch jedermann zugänglich. In Zahlen ausgedrückt: Auf die insgesamt 11,8 Millionen Grundstücke des Bundesgebietes sind nicht weniger als 5,2 Millionen Eigentümer angeschrieben. Reduziert man diese Zahl um die Ausländer, so bleibt jedenfalls immer noch die gerechtfertigte Behauptung über, daß die Hälfte der österreichischen Bevölkerung im mindesten Fall Grundeigentum

besitzt⁹⁾. Die Konsequenz daraus ist die erwähnte Verknappung von Grund und Boden; entgegen weithin verbreiteter Auffassung scheint mir diese Verknappung allerdings zwei signifikante Merkmale aufzuweisen: Zunächst ist sie nicht vordergründig quantitativer, sondern qualitativer Art – hier nur an einem Stichwort angedeutet: Der Mangel wird am deutlichsten am entsprechend infrastrukturierten städtischen Boden, während landwirtschaftliche Böden mangels entsprechender Nutzung und entsprechendem Ertrag vielfach ungenützt bleiben oder umgewidmet werden – und sodann ist die öffentliche Hand an der Bodenverknappung zu einem nicht unbeachtlichen Anteil verursachend: Bedauerlicherweise fehlen bis zum heutigen Tage konkrete Untersuchungen darüber, welche Flächensummen – etwa im Zuge der Errichtung von Verkehrsbauten – dem Grundstücksverkehr entzogen werden.

Konsequenz solcher Entwicklung ist jedenfalls ein Ansteigen der Grundpreise weit über die normalen Steigerungsraten hinaus ebenso wie eine tatsächliche Verknappung erschlossener und hochwertiger Grundstücke in zentraler oder verkehrsmäßig günstiger Lage. In solcher Situation gewann das Verlangen nach ausreichender Bodeninformation weniger rechtlicher als vielmehr „technischer“ Art an Popularität oder zumindest Selbstverständlichkeit. Der österreichische Bundesgesetzgeber trug dem 1968 Rechnung durch die im Vermessungsgesetz angeordnete Schaffung des „Grenzkatasters“¹⁰⁾ und dem darin verankerten Informationssystem: der technisch einwandfreien Festlegung des Grenzverlaufes der Grundstücke orientiert an einem gesicherten, das gesamte Bundesgebiet umfassenden Dreiecksnetz und Koordinaten sowie der Möglichkeit jederzeitiger Rückübertragung der Angaben dieses neuen Katasters in die Natur. Wenngleich die quantitativen Erwartungen hinsichtlich der Überleitung der Grundstücke vom rechtlich unverbindlichen Grundsteuerkataster in den rechtlich verbindlichen Grenzkataster bislang nicht erfüllt wurden, ist durch dieses Werk jedenfalls eine weit in die Zukunft weisende räumliche Sicherung des Grundeigentums samt zugehöriger Information gewährleistet.

Ein zweiter Umstand ist in Hinblick auf die Bodeninformation von großer Bedeutung: Bereits Mitte der fünfziger Jahre begann das BAfEV mit dem Einsatz der automatisierten Datenverarbeitung¹¹⁾ bei der Führung der Operate des Katasters und ist seither immer Vorreiter der Anwendung dieser Informationstechnik geblieben; vorläufiger Schlußpunkt dieser Entwicklung ist die nunmehr anstehende Schaffung der Grundstücksdatenbank, die in einem den Vermessungsbezirk Wien umfassenden Modellversuch ihre erste Bewährungsprobe bereits bestanden hat. In diese Grundstücksdatenbank werden sowohl die Daten des Grundbuches als auch jene des Katasters¹²⁾ unter getrennter Verantwortung auf gemeinsamem Datenträger erfaßt, so daß in Zukunft über alle diese Datenbestände quantitative und qualitative Abfrage- und Auskunftsmöglichkeiten bestehen, deren tatsächliche Wirksamkeit

heute wahrscheinlich erst sehr ungefähr und unzureichend beurteilt werden kann.

Diese Grundstücksdatenbank wird in Zukunft als eigentlicher Basisinformationsträger für alle weitergehenden Bedürfnisse nach Bodeninformation zu dienen haben. Sehen wir ab von gleichartigen, allerdings erst auf dem Papier existenten Überlegungen in anderen Ländern und einem ähnlichen Versuch in einem Regierungsbezirk in Schweden, wird Österreich weltweit das erste Land sein, das eine solche Basisinformation anzubieten in der Lage ist. Eine „Achillesferse“ dieser Information hinsichtlich ihres Bestandes soll allerdings angedeutet werden: Die unter dem Begriff „Benützungsarten“ vom Kataster angebotenen Daten über die tatsächlichen Bodennutzungen erfüllen in ihrer gegenwärtigen Form mit Sicherheit nicht alle jene Bedürfnisse, die künftigen informatorischen Forderungen gerecht werden.

Die österreichische Grundstücksdatenbank ist allerdings in ihrem System so angelegt, daß den Zielvorstellungen eines Katasters des 21. Jahrhunderts entsprochen werden kann – worauf insbesondere *Kloiber* in einer Publikation hingewiesen hat³⁾. Solche Zielvorstellungen umfassen die zusätzliche Aufnahme steuerlicher Daten und Daten der Bewertung, wie Bodenschätzung, Marktwert, Abgaben, Steuern und Versicherung, Daten über Klima, Geologie, Bodenkunde und Wasser, technische Daten ober- und unterirdischer Leitungen sowie gleisgebundener Verkehrsmittel sowie schließlich das bisherige Ausmaß überschreitende Daten der Bodennutzung und der öffentlich-rechtlichen Belastungen.

Die Diskussionen hierüber sind unter dem Stichwort „Mehrweckkataster“ in Gang geraten. In einem überaus bemerkenswerten Beitrag hat insbesondere *Hudecek* zuletzt die Konstruktion eines Zukunftskatasters unter der Arbeitsbezeichnung „Allgemeines Katasterinformationssystem – AKIS“ in die Debatte eingebracht⁴⁾ und damit einen möglichen Entwicklungspunkt für die nächsten Jahrzehnte angedeutet. Sein Allgemeines Katasterinformationssystem umfaßt – hier generalisierend dargestellt – 4 Bereiche:

- ein Bodennutzungsinformationssystem, enthaltend die Benützungsarten der Erdoberfläche unter sowohl als dringend notwendig erkannter als technisch machbarer Erweiterung der bisherigen acht Benützungsarten;
- ein Bodenverwendungsinformationssystem, enthaltend Bodenarten hinsichtlich ihrer geologischen Konsistenz, ober- und unterirdische Bauten unter Einschluß archäologischer, historischer und denkmalgeschützter Objekte;
- ein Bodenverwertungsinformationssystem, enthaltend Bergbau und Lagerstätten sowie schließlich
- ein Bodenveränderungsinformationssystem, enthaltend Meliorationsinformationen, Wildbach- und Lawinenanlagen, lawinen- oder wildwassergefährdete Neigungsflächen und wohl auch – in Zusammenhang mit einem

Höhenkataster – andere Bodenveränderungshinweise wie Rutschgebiete u. ä.

Unterstellen wir einmal, ein solches – für den nüchternen Realisten phantastisch anmutendes – Konzept wäre durch ein Zusammenwirken technischen Fortschrittes und fortschreitender Freisetzung von Arbeitskräften für neue Aufgaben innerhalb eines Zeitraumes zu verwirklichen, über den es unserer Generation nachzudenken gerade noch lohnt: Das Ergebnis solcher umfassender, geradezu totaler Bodeninformation eröffnet jedenfalls in jeder Hinsicht maximale Informationswerte: sowohl in Hinsicht auf eine unbeschränkte Ordnung und Planung unseres Lebensraumes, als auch in Hinsicht auf eine optimale Nutzung unseres Lebensraumes, wobei gerade in dieser Hinsicht das Wort „optimal“ mit großem Bedacht gewählt werden muß, weil sich gerade in den letzten Jahren immer mehr verdeutlicht hat, daß eine Ausschöpfung der Ressourcen nicht eine Ausschöpfung der Reserven menschlichen Lebensraumes bedeuten darf und – wie sich auch immer deutlicher zeigt – auch gar nicht bedeuten muß.

Ein weiteres tendenzielles Argument, das für eine solche Entwicklung der Bodeninformation spricht, ist – neben der Ausschöpfung möglicher Ressourcen – die Verhinderung von Schäden. Markantestes Beispiel dafür ist jener Bereich von Bodeninformation, der unter dem Stichwort „Leitungskataster“ bereits in sehr konkreter Form¹⁵⁾ dargestellt wird. Die zwar rasche, aber dennoch kontinuierlich verlaufende technische Entwicklung bringt es mit sich, daß zu den verschiedensten Zeitpunkten – im Regelfall eigentlich verteilt über unser gegenwärtiges Jahrhundert – Bodeneinbauten verschiedenster Art vorgenommen wurden. Über diese Bodeneinbauten existieren sogar vielfältige Aufzeichnungen; ihnen allen scheint gemeinsam zu sein, daß sie je älter, desto unfachmännischer und ungenauer sind. Vor allem aber: Es gibt in diesem Land keine zentrale Registrierungsstelle, in der man etwa Auskunft erhalten könnte, welche Kabel, Rohre, Leitungen, Signale u. dgl. sich tatsächlich – und an welcher genauen Stelle oder gar in welcher genauen Tiefe – unterirdisch befinden. Schon der vor Jahren begonnene Leitungskataster Salzburg hat erwiesen, daß heute selbst bei Auswertung aller nur denkbaren Unterlagen vielfach der Weisheit letzter Schluß ist, strichlierte Linien mit eingefügten Fragezeichen – eine recht ungewohnte graphische Darstellung – und selbst Leitungsbezeichnungen mit angefügten Fragezeichen darzustellen und damit doch recht deutlich die relative Ohnmacht vernachlässigter Informationsdokumentation recht offen einzubekennen. Und es ist noch gar nicht so lange her, daß sich das BAfEV und das Telegraphenbauamt Innsbruck in einem streckenweise amüsanten Rechtsstreit in den Haaren lagen, weil anlässlich der Errichtung eines Triangulierungspunktes ein Fernkabel der Post beschädigt wurde, anlässlich der Reparatur des Fernkabels wiederum der Triangulierungspunkt vernichtet wurde usw., was letztlich gegenseitige erboste Schadenersatzansprüche bewirkte, deren Ursache ganz ausschließlich in

mangelhafter Information gelegen war. Dieser Rechtsstreit endete zwar mit einer Aufrechnung der gegenseitigen Forderungen und einer gegenseitigen höflichen Entschuldigung; unterm Strich blieb ein der Volkswirtschaft ganz unnötig entstandener Schaden, der sich damals bereits in einer ansehnlichen fünfstelligen Zahl repräsentierte. Im täglichen Wirken des gesamten Tiefbaues sind derartige Unerfreulichkeiten seither Legion geworden. Zerrissene Kabel, gebrochene Leitungen, Gasrohrgebrechen, undichte Rohrleitungen sind nahezu das Alltagsbild des Straßenbaus geworden. Noch niemand hat sich der wohl interessanten Aufgabe unterzogen, auch nur Schätzungen darüber anzustellen, welche Schäden insgesamt der Volkswirtschaft dadurch zugefügt wurden. Es gehört aber keine besonders finstere Phantasie dazu, sich auszumalen, daß das Ergebnis einer solchen Untersuchung sehr wahrscheinlich schreckenerregend wäre. Auch der Umstand, daß derartige Schadensfälle im Regelfall in der Kassa der Versicherungsunternehmen ihren Niederschlag finden – mit denen das öffentliche Mitleid nicht gerade groß ist – und überdies auch eine nicht geringe Zahl von Arbeitsplätzen auf solche Art sichergestellt wird, vermag nicht darüber hinwegtrösten, daß unsere hochtechnisierte Welt hier eine echte Lücke hat. In dieser Frage freilich ist das öffentliche Bewußtsein noch nicht erweckt: Zwar gibt es weithin Diskussionen über Modelle, Formen und Inhalte solcher Leitungskataster; zu fehlen scheint einstweilen der notwendige „drive“, der von jenen ausgehen müßte, deren Säckel von diesen Schadenssummen belastet werden. Es müßte daher eine der Bodeninformation vorausgehende Information der Öffentlichkeit – oder konkreter der Finanzreferenten der öffentlichen Hand und der Versicherungen – für eine Bewußtseinshaltung sorgen, die für eine solche – ohne Frage zunächst kostenaufwendige, mittel- oder langfristig jedoch rentable – Schadensvorsorge unbedingte Vorbedingung ist.

Allen diesen Überlegungen muß man einen an Möglichkeiten, Bedeutung und Wichtigkeit zunehmenden Bereich der Bodeninformation hinzufügen: Jene Informationstechniken, die heute in der Lage sind, uns Aufschlüsse in jenem Bereich zu geben, den ich die indirekte Bodeninformation nennen möchte. Das betrifft vor allem die verschiedenen Formen der Umweltverknappung, also etwa Luft, Wasser, Pflanzenwuchs und -ertrag, und wie ich schon eingangs angedeutet habe, auch -überertrag. Auch hier gibt es eine Fülle nicht oder nur unzureichend erfüllter Informationsbedürfnisse. Um nur einige wenige der aktuellsten Beispiele herauszugreifen:

Aus der in der Öffentlichkeit viel zu wenig beachteten Arbeit der Umweltschutzkonferenz der Vereinten Nationen wissen wir, daß der unkontrollierte und weitgehend ohne ausreichende Information genützte Umweltbereich bereits heute in schreckenerregendem Ausmaß statt in sinnvollem Ressourcengebrauch in fast totalem Reservenverbrauch und noch mehr geschädigt ist. Der Exekutivdirektor des Umweltprogramms der Vereinten Nationen hat im

vorigen Jahr zum Tag der Umwelt darauf hingewiesen¹⁶⁾), wie lebensbedrohend etwa die „heimtückische Ansammlung von Schwermetallen und synthetischen Verbindungen in unserer Ernährungskette“ ist; wie gefährlich die potentiellen Gefahren sind, die „durch Treibgas in Sprühdosen, Stickstoffdüngemitteln und die Auswirkungen der in großer Höhe fliegenden Verkehrsmaschinen“ hervorgerufen werden; daß der steigenden Nachfrage nach Wasser, die schon in den reichsten Ländern schwer zu befriedigen ist, die Tatsache gegenübersteht, daß heute 70% der Menschheit nur unzulänglichen Zugang zu gesundem Trinkwasser haben; daß schließlich der Gesamtbestand der Welt an fruchtbarem Boden in alarmierendem Tempo mit 50.000 Quadratkilometer pro Jahr abnimmt und die vom Menschen geschaffenen Wüsten- und Steppenzonen heute mit über 9 Millionen Quadratkilometern ein Gebiet von der Größe Chinas umfassen.

Der frühere Rektor der Universität für Bodenkultur, Prof. *Franz*, hat in seiner Inaugurationsrede 1976 auf den Substanzverlust der Bodendecke hingewiesen und verdeutlicht, was es bedeutet, daß Europa pro Jahr 840 Millionen Tonnen Erde allein durch die Bodenerosion verliert. Und solche Katastrophenmeldungen sind heute schon in so großer Zahl vorhanden, daß das Interesse der Weltöffentlichkeit daran schon weitgehend erlahmt ist. Ohne Frage ist heute das für Gegenwart und Zukunft zentrale Problem, in allen diesen Bereichen zu einem sinnvollen Gebrauch an Stelle des sinnlosen Verbrauchs zu gelangen. Voraussetzung zur Bewältigung dieses Problemereiches ist wieder die Bodeninformation, nämlich – um einer Formulierung von *Jurka* in einem aufsehenerregenden Beitrag¹⁷⁾ zu folgen – der Kataster der dritten Dimension. Dieser Bereich wird technisch weitgehend von den sogenannten „Messungsaufnahmen“ bestimmt und hier wieder in zunehmendem Maße von der Orthophototechnologie und den Infrarot-Wärmeaufnahmen. Die Orthophototechnologie ermöglicht zusammen mit der EDV¹⁸⁾ – und dies steht in Österreich im eigentlichen Vordergrund – z. B. den Aufbau einer Gelände-Höhendatenbank, also die Registrierung der gesamten Daten einer Geländeerfassung. Vom Standpunkt der Umweltprobleme noch bedeutender ist der Bereich der Infrarot-Wärmeaufnahmen¹⁹⁾: Die Aussagekraft dieser Technologie stützt sich auf den Umstand veränderter Temperaturabstrahlung der künstlichen und natürlichen Bodensubstanz unter der jeweiligen konkreten Einwirkung und die Fähigkeit, diese Temperaturabstrahlung mit Scannermessung zu erfassen. Es mangelt hier sowohl an Rahmen als auch an Kompetenz, mehr als diesen Hinweis zu geben; soviel läßt sich immerhin sagen: Die Infrarot-Wärmeaufnahme erweist sich immer mehr als der Umwelt-Kriminalist schlechthin, dessen Auge kaum eine Erkrankung oder Schädigung der Umwelt verborgen bleibt. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sind zwar zum Unterschied zu den vorher behandelten Bereichen nicht grundstücksbezogen, wohl aber grundbezogen und daher dem Bereich der Bodeninformation zuzurechnen.

Die technologischen Möglichkeiten der Bodeninformation sind ohne Frage noch nicht am Ende der Entwicklung angelangt. Die im Rahmen dieses Vortrages möglichen Hinweise lassen aber immerhin erkennen, daß es eine fast schon unübersehbare Fülle von Möglichkeiten und Notwendigkeiten gibt. Dies aber führt unmittelbar zu den Zukunftsaspekten der Bodeninformation, die man in folgenden Punkten abgrenzen könnte:

1. Die Verknappung der menschlichen Ressourcen insgesamt zwingt zu zweckentsprechender Nutzung, wobei unter zweckentsprechend hier vor allem Sparsamkeit im Sinne einer Beschränkung auf das Notwendige unter Erhaltung der Substanz zu verstehen ist. Voraussetzung für eine solche Vorgangsweise ist ein hohes Maß an Bodeninformation, die daher entsprechend weiterentwickelt werden muß.

2. Es geht nicht allein um eine Vermehrung der technischen Möglichkeiten, sondern vor allem auch um die Verfeinerung der Aussagekraft, also der inhaltlichen Bestimmung. Mit – um nur ein einziges Beispiel zu nennen – der Aussagekraft von ganzen acht Benützungsorten im österreichischen Kataster wird den bestehenden Informationsbedürfnissen nicht einmal kategorial entsprochen. Es wird daher notwendig sein, die Informationssuchenden zu veranlassen, ihre Wünsche an Hand der technischen Möglichkeiten zu detaillieren, um zu optimalen Ergebnissen zu gelangen.

3. Voraussetzung für eine solche Detaillierung ist nicht nur eine entsprechende Information und Motivation, sondern vor allem auch eine Erforschung und Darstellung der bestehenden Möglichkeiten als Grundlage für ein zu erarbeitendes Konzept. Es liegt fast auf der Hand, für diese ungeheuer wichtige und zukunftssträchtige Aufgabe eine zentrale Institution zu schaffen, wobei es nahe liegt – ungeachtet der derzeit bestehenden Budgetnöte der österreichischen Wissenschaft –, an die Errichtung eines eigenen Universitätsinstitutes für Bodeninformation zu denken, wie es anderwärts auch schon im Gespräch ist.

4. In Anbetracht der Werte, die für diese Aufgaben einzusetzen sein werden, und vor allem in Anbetracht der Werte, die bewahrt und gehütet werden können, erscheint es von besonderer Bedeutung, den bestehenden Kompetenzwirrwarr zu bereinigen: Nicht nur, daß in Grundbuch und Kataster zwar Bundeskompetenzen bestehen, die aber wieder auf Verwaltung und Gerichtsbarkeit aufgeteilt sind und nur durch die Gutwilligkeit aller Beteiligten in einer engen Zusammenarbeit ihren Niederschlag finden, konfrontiert uns die österreichische Verfassungswirklichkeit auch mit einer Aufsplitterung von Bodeninformationskompetenzen in Bundes- und Landes-, ja sogar Gemeindeaufgaben, wofür Raumordnung, Raumplanung und Bauordnung – die ja allesamt in die Bodeninformation hineinspielen – als Beispiele dienen können. Eine klare Kompetenz – und es kann sich ja der Natur der Sache nach wohl nur um eine Bundeskompetenz handeln – für den Bund auf dem gesamten

Bereich der Bodeninformation würde zumindest die Voraussetzung im Bereiche der Zuständigkeit und der Verantwortung schaffen.

5. Es gilt, Überlegungen anzustellen, welche zentrale Registerbehörde zur Erfassung aller Daten der Bodeninformation heranzuziehen ist, wobei es hier wiederum naheliegt, auf die Erfahrung des BAfEV und seiner Mitarbeiter zurückzugreifen. Dies aber wiederum würde eine – langfristig zu planende – Umstrukturierung des Wirkungskreises dieser Institution zur Folge haben.

6. Sicherzustellen wäre, daß die Erfassung aller dieser Datenbestände unter Zusammenwirken aller Beteiligten und Befähigten erfolgt, wobei sich dies nicht auf eine Koordination der Behörden der Gebietskörperschaften allein erstrecken darf, sondern vielmehr gerade auch der nicht-behördliche Sektor, wie allen voran die Ziviltechniker, eine entsprechende und überaus bedeutungsvolle Rolle zu spielen hätte. Wobei ja überhaupt im Zusammenhang mit dem Bereich der Bodeninformation insbesondere des Katasters eine interessante Entwicklung zu beobachten ist: War ursprünglich – der Zielrichtung der Erfassung von Besteuerungsgrundlagen entsprechend – diese Aufgabe schwerpunktmäßig vom Militär wahrgenommen worden, so ging sie später auf die Zivilverwaltung über. Seit 1968 insbesondere steigt der Anteil des zivilen Sektors an der Unterlagenbeschaffung. Demgegenüber hat sich der behördliche Tätigkeitsbereich mehr und mehr auf die Grundlagenbeschaffung und die Registrierung verlagert. Zu Recht und mit Sinn: Ganz gleichgültig, welcher der verschiedenen Rechtfertigungstheorien des Staates man anhängt. Denn allen diesen Theorien ist doch gemeinsam, daß es die Aufgabe des Staates sein muß, dem Gemeinwesen in der Sicherung der existenziellen Bereiche zweckbestimmt zu sein. Existenziell liegt aber nun heute der Schwerpunkt im Umweltbereich im weitesten Sinne.

Wenn es also nun um diesen Umweltbereich geht und um eine möglichst effiziente Erschließung der notwendigen vorausgehenden Information, ist eine solche Zusammenarbeit zwischen öffentlichem und privatem Sektor eine der wesentlichsten Voraussetzungen künftiger Konzepte: das heißt, daß die Aufgabe des Staates – wohl auch in Hinblick auf die beschränkten finanziellen und personellen Möglichkeiten, aber auch aus grundsätzlichen Überlegungen – sein und bleiben sollte, sich auf die Verwaltung der bestehenden Daten zu beschränken und in die Beschaffung der Daten nur einzugreifen, wenn es technische oder rechtliche Notwendigkeiten erfordern.

7. Für die Anwendung moderner Technologien gilt heute wahrscheinlich mehr als für viele andere Bereiche, daß die Weisheit in der Beschränkung liegt. Nicht nur die Raumfahrt zählt zu den Technologien, deren *Beherrschung* die Menschheit mit Stolz erfüllen muß, deren *Anwendung* jedoch ganz anderen als technischen Überlegungen allein zu unterstellen ist. Auch für die heute bekannten Bodeninformationstechnologien gilt das in ähnlicher Form. Zu fragen wird also nicht allein sein, was technisch machbar ist.

Zu fragen wird sein, was wirtschaftlich gerechtfertigt ist: also nach dem Verhältnis von *Aufwand der Gewinnung und Nutzen der Verwertung* der Information. Zu fragen wird aber auch sein, in welche Bereiche der Privatsphäre das Interesse des Gemeinwohls tatsächlich eingreifen muß oder gerade noch eingreifen darf; bei der Bodeninformation gilt das nicht nur hinsichtlich jener Bereiche, die das kürzlich beschlossene und fast euphorisch gefeierte Datenschutzgesetz umfaßt, sondern wahrscheinlich auch für einige Methoden der Geophotogrammetrie: Gerade die angeführten Infrarot-Wärmeaufnahmen könnten in konsequenter Weiterentwicklung Orwellsche Phantasien noch intensiver erfüllen als Datenbanken, deren Gefährlichkeit ja eigentlich nur in der *Verknüpfung* an sich bekannter oder sogar offizieller Daten liegt, während die genannten Aufnahmetechniken neue Informationen in neuen Informationsbereichen erschließen.

Aus all dem Gesagten – und ich bin mir der Unvollständigkeit der vorgelegten Hinweise durchaus bewußt – läßt sich schließen: Bodeninformation und Bodeninformationstechnologien werden in der Zukunft noch weit mehr als bisher in den Blickpunkt rücken; mir scheint, sowohl mit Berechtigung als auch mit Notwendigkeit.

Anmerkungen

- ¹⁾ *Dittrich – Hrbek – Kaluza*, Das österreichische Vermessungsrecht, Manz-Verlag, Wien 1976, S. 1 ff.
- ²⁾ *Dittrich – Nagy – Peters – Sattler*, Das österreichische Grundbuchgesetz, Manz-Verlag, Wien 1962, S. 907 ff.
- ³⁾ Vermessungsmagazin Nr. 2, S. 38.
- ⁴⁾ *Carl Hauptmann*, Das Werk des Theodorus, Rhenania-Verlag, Bonn 1919, S. 4 ff.
- ⁵⁾ Vgl. hierzu etwa *Mitteis – Lieberich*, Deutsches Privatrecht, 7. Auflage, Verlag C. H. Beck, München 1976, S. 90 ff.
- ⁶⁾ Kais. V. v. 16. März 1851, RGBl. Nr. 67.
- ⁷⁾ *Bartsch*, Das österreichische allgemeine Grundbuchsgesetz in seiner praktischen Anwendung, Manz-Verlag, Wien 1888.
- ⁸⁾ *Bartsch*, a. a. O. S. 2.
- ⁹⁾ Vgl. hierzu: *Kaluza*, Bodeneigentum – Recht ohne Rechte, Verein für Raumordnungspolitik in Niederösterreich, 1977, S. 5 ff.
- ¹⁰⁾ *Dittrich – Hrbek – Kaluza*, a. a. O. S. 5 ff.
- ¹¹⁾ *Höllrigl*, Rationalisierung im österreichischen Bundesvermessungsdienst durch den Einsatz des Lochkartenverfahrens, Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen, H. 2 und 3, 1960, S. 50 ff und S. 82 ff.
- ¹²⁾ Vgl. z. B. *Auer*, Grundstücksdatenbank – die Ziele des Grundbuches, in: evm Nr. 18, Oktober 1975, S. 24 ff, und *Zimmermann*, Entwicklung und Aufbau der österreichischen Grundstücksdatenbank, in: evm Nr. 25, Dezember 1977, S. 5 ff.
- ¹³⁾ *Kloiber*, Der Kataster des 21. Jahrhunderts – Empfehlung der FIG, in: evm Nr. 21, August 1976, S. 24.
- ¹⁴⁾ *Hudecek*, Ein allgemeines Katasterinformationssystem – AKIS, in: evm Nr. 27.

- ¹⁵⁾ Hiezu etwa *Conditt – Mastalier – Pangratz – Rath – Sperch*, Städtischer Bodenmarkt – Städtische Bodenpolitik, Institut für Stadtforschung, Wien 1974.
- ¹⁶⁾ Botschaft des Exekutivdirektors des Umweltprogramms der Vereinten Nationen, *Mostafa K. Tolba*, Zum Tag der Umwelt, 5. Juni 1977, in: Informationsdienst der Vereinten Nationen, UNIS 116, 2. Juni 1977.
- ¹⁷⁾ *Jurka*, Leitungskataster – Mehrzweckkataster – Zukunftskataster, in: evm Nr. 26, Februar 1978, S. 4.
- ¹⁸⁾ Vgl. hiezu die Ausführung von *Bernhard* und *Kovarik* in evm Nr. 26, Februar 1978, S. 5 ff.
- ¹⁹⁾ Im Detail etwa *Hirt*, Infrarot-Wärmeaufnahmen über dem Ruhrgebiet, in: Geodätische Woche Köln 1975, Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart 1976, S. 352 ff.

Zur Lösung geometrisch überbestimmter Probleme II. Beispiele

Von *Karl Killian*, Wien

In vorliegender Zeitschrift ist in Nr. 3/4 1976 eine Arbeit [6] erschienen, die durch die folgenden Beispiele ergänzt wird:

1. *Bestimmung der Polhöhe und der Zeit aus den Beobachtungen von drei bekannten Sternen, die in gleicher, nicht gemessener Zenitdistanz erfolgen. Methode von Gauß.* Siehe z. B. [2] oder [3].

Bedeutet z die nicht gemessene Zenitdistanz, $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ die bekannten Deklinationen der drei Sterne, t den gesuchten Stundenwinkel des Sternes S_1 und Δ bzw. Δ' die aus den bekannten Rektaszensionsdifferenzen und den gemessenen Zwischenzeiten bestimmten Stundenwinkeldifferenzen, so ergibt die dreimalige Anwendung des cos-Satzes:

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta_1 + \cos \varphi \cos \delta_1 \cos t \dots\dots\dots 1)$$

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta_2 + \cos \varphi \cos \delta_2 \cos (t + \Delta) \dots\dots\dots 2)$$

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta_3 + \cos \varphi \cos \delta_3 \cos (t + \Delta') \dots\dots\dots 3)$$

Es ist bemerkenswert, daß man ohne Überbestimmung auf folgende Weise drei lineare Gleichungen mit drei Unbekannten erhalten kann. Wir entwickeln $\cos (t + \Delta)$ und $\cos (t + \Delta')$, dividieren jede der drei Gleichungen durch $\cos \varphi \cos t$ und erhalten:

$$\xi = \eta \sin \delta_1 + \cos \delta_1$$

$$\xi = \eta \sin \delta_2 + \cos \delta_2 (\cos \Delta - \xi \sin \Delta)$$

$$\xi = \eta \sin \delta_3 + \cos \delta_3 (\cos \Delta' - \xi \sin \Delta')$$

Das sind drei lineare Gleichungen mit den Unbekannten

$$\xi = \frac{\cos z}{\cos \varphi \cos t}, \eta = \frac{\tan \varphi}{\cos t}, \zeta = \tan t$$

Daraus wird zuerst t , dann φ , und wenn es gewünscht wird, auch z bestimmt. Wird nämlich z auch gemessen, so gewinnt man einen Aufschluß über die Refraktions- bzw. Instrumentalfehler.

Verwendet man in analoger Weise einen vierten Stern, so folgt:

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta_4 + \cos \varphi \cos \delta_4 \cos (t + \Delta'') \dots\dots\dots 4)$$

Entwickelt man wieder in den Gleichungen 1) 2) 3) 4) die \cos und dividiert man durch $\cos \varphi$, so folgen vier lineare Gleichungen mit den Unbekannten $\cos z$: $\cos \varphi$, $\tan \varphi$, $\cos t$ und $\sin t$. Es brauchen dann nur die Unbekannten $\tan \varphi$, $\cos t$ und $\sin t$ berechnet und aus $\tan \varphi$ der Wert φ und aus $\cos t$ und $\sin t$ der Wert t bestimmt werden.

2. Eine andere Aufgabe der sphärischen Astronomie:

Gleichzeitige Polhöhen und Azimutbestimmung ohne Uhr [5]. Bei dieser Aufgabe werden die Azimutdifferenz und die Zenitdistanzen zweier Sterne gemessen. Erfolgen die analogen Messungen zu einem dritten Stern, so ergibt sich eine überbestimmte Aufgabe, die zu drei linearen Gleichungen führt.

Bedeutet z_1, z_2, z_3 die gemessenen Zenitdistanzen der drei Sterne S_1, S_2, S_3 und $\varepsilon_2, \varepsilon_3$ die gemessenen Azimutdifferenzen zwischen S_1 und S_2 bzw. S_1 und S_3 , ferner $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ die aus den Ephemeriden entnommenen Deklinationen, φ die gesuchte Polhöhe und A das gesuchte Azimut von S_1 , so ergibt die dreimalige Anwendung des \cos -Satzes:

$$\cos z_1 \sin \varphi - \sin z_1 \cos \varphi \cos A - \sin \delta_1 = 0 \dots\dots\dots 1)$$

$$\cos z_2 \sin \varphi - \sin z_2 \cos \varphi \cos (A + \varepsilon_2) - \sin \delta_2 = 0 \dots\dots\dots 2)$$

$$\cos z_3 \sin \varphi - \sin z_3 \cos \varphi \cos (A + \varepsilon_3) - \sin \delta_3 = 0 \dots\dots\dots 3)$$

Wir entwickeln in den Gleichungen 2) und 3) $\cos (A + \varepsilon_2)$ bzw. $\cos (A + \varepsilon_3)$ und setzen

$$\zeta = \sin \varphi \dots\dots\dots 4)$$

$$\eta = \cos \varphi \cos A \dots\dots\dots 5)$$

$$\xi = \cos \varphi \sin A \dots\dots\dots 6)$$

Damit ist:

$$\zeta \cos z_1 - \eta \sin z_1 - \sin \delta_1 = 0 \dots\dots\dots 1a)$$

$$\zeta \cos z_2 - \eta \sin z_2 \cos \varepsilon_2 + \xi \sin z_2 \sin \varepsilon_2 - \sin \delta_2 = 0 \dots\dots\dots 2a)$$

$$\zeta \cos z_3 - \eta \sin z_3 \cos \varepsilon_3 + \xi \sin z_3 \sin \varepsilon_3 - \sin \delta_3 = 0 \dots\dots\dots 3a)$$

Aus diesen drei linearen Gleichungen könnte man ζ, η und ξ bestimmen. Aus 4) bzw. nach Divisionen von 6) durch 5) wäre sodann φ bzw. A berechenbar.

Die numerische Rechenarbeit wird kürzer, wenn man folgendermaßen vorgeht: Division der Gleichungen 1a), 2a), 3a) der Reihe nach durch $\cos z_1,$

$\cos z_2, \cos z_3$, subtrahieren der zweiten und dritten Gleichung von der ersten Gleichung:

$$p_2 \eta + q_2 \xi + r_2 = 0 \dots\dots\dots 2b)$$

$$p_3 \eta + q_3 \xi + r_3 = 0 \dots\dots\dots 3b)$$

wobei p_2, q_2, r_2 und p_3, q_3, r_3 einfach berechenbare Koeffizienten sind. Führt man nun aus 5) und 6) die Werte für η und ξ ein, so folgt:

$$p_2 \cos \varphi \cos A + q_2 \cos \varphi \sin A + r_2 = 0 \dots\dots\dots 2c)$$

$$p_3 \cos \varphi \cos A + q_3 \cos \varphi \sin A + r_3 = 0 \dots\dots\dots 3c)$$

Dividiert man diese Gleichungen durch $r_2 \cos \varphi \cos A$ bzw. $r_3 \cos \varphi \cos A$, so ergibt die Subtraktion dieser Gleichungen $\tan A$. Der Wert $\cos \varphi$ kann aus den Gleichungen 2c) und 3c) berechnet und kontrolliert werden.

3. Die Koordinaten von vier Festpunkten $P_1(x_1, y_1, z_1), P_2(x_2, y_2, z_2), P_3(x_3, y_3, z_3)$ und $P_4(x_4, y_4, z_4)$ sind gegeben. Gemessen werden die Entfernungen r_1, r_2, r_3 und r_4 (Fig. 1) zu einem Neupunkt P_0 . Seine Koordinaten x_0, y_0, z_0 sollen berechnet werden. Die Aufgabe ist bekanntlich überbestimmt und führt zu vier bzw. drei linearen Gleichungen.

Die Gleichungen der Kugeln mit den Mittelpunkten P_1, P_2, P_3, P_4 und den zugeordneten Radien r_1, r_2, r_3, r_4 heißen:

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 = r_1^2 \dots\dots\dots 1)$$

$$\dots\dots\dots 2)$$

$$\dots\dots\dots 3)$$

$$(x - x_4)^2 + (y - y_4)^2 + (z - z_4)^2 = r_4^2 \dots\dots\dots 4)$$

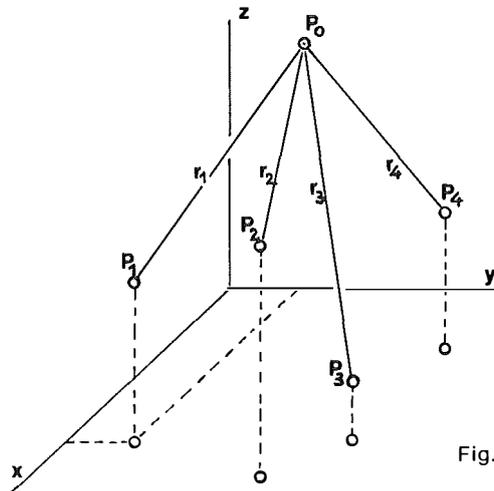


Fig. 1

Quadriert man die Monome der Gleichung 1) und setzt man die Koordinaten des Schnittpunktes der vier Kugeln x_0, y_0, z_0 , so folgt:

$$x_0^2 - 2 x_0 x_1 + x_1^2 + y_0^2 - 2 y_0 y_1 + y_1^2 + z_0^2 - 2 z_0 z_1 + z_1^2 = r_1^2$$

Nun ist:

$$x_0^2 + y_0^2 + z_0^2 = r_0^2, x_1^2 + y_1^2 + z_1^2 = k_1$$

Setzt man ferner:

$$-2 x_1 = a_1, -2 y_1 = b_1, -2 z_1 = c_1$$

so folgt

$$\begin{aligned} a_1 x_0 + b_1 y_0 + c_1 z_0 + r_0^2 &= r_1^2 - k_1 \dots\dots\dots 1a) \\ \dots\dots\dots &\dots\dots\dots 2a) \\ \dots\dots\dots &\dots\dots\dots 3a) \\ a_4 x_0 + b_4 y_0 + c_4 z_0 + r_0^2 &= r_4^2 - k_4 \dots\dots\dots 4a) \end{aligned}$$

Das sind vier lineare Gleichungen mit den Unbekannten: x_0, y_0, z_0, r_0 .

Eine Vereinfachung entsteht, wenn einer der vier gegebenen Punkte, z. B. P_1 , im Ursprung liegt. Sodann haben wir drei lineare Gleichungen mit drei Unbekannten; denn $x_1 = y_1 = z_1 = 0$ und $r_1 = r_0$.

Es läßt sich nun eine – hinsichtlich ihrer praktischen Anwendung – andere Aufgabe formulieren, indem man obige Aufgabe „auf den Kopf stellt“: In Fig. 2 sind 1, 2, 3... mit Lasergeräten ausgerüstete Stationen der Erdoberfläche. Ihre Lagen sind unbekannt und zwischen ihnen besteht keine Sicht. A, B, C, D sind vier Satelliten. Könnte man von den Stationen 1, 2, 3... die Entfernungen zu den vier Satelliten gleichzeitig messen und könnte man

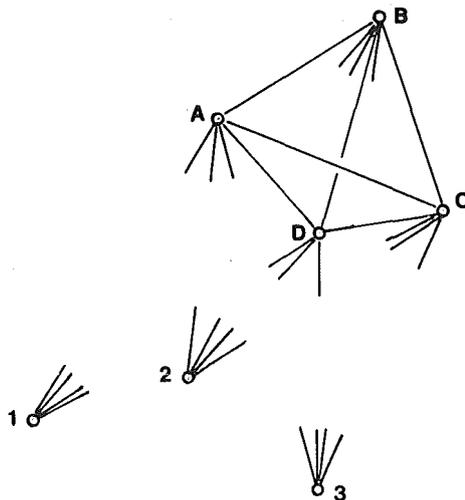


Fig. 2

im gleichen Zeitmoment auch die sechs Entfernungen zwischen den vier Satelliten messen [8], so könnten die Koordinaten aller Stationspunkte in bezug auf ein mit den Satelliten festes Koordinatensystem berechnet werden. *Damit wäre also die relative Lage der Stationen bestimmt.* Diese Berechnung der Koordinaten erfolgt ganz analog der obigen Aufgabe durch Lösung linearer Gleichungen. Eine simultane Messung aller genannten Entfernungen ist praktisch nicht möglich. Jedoch kann eine *quasi-simultane Messung* erfolgen, d. h. von jeder Station aus werden zu den Satelliten A, B, C, D alle Entfernungen laufend gemessen.

Ebenso werden die sechs Entfernungen zwischen den vier Satelliten laufend gemessen. Da zu allen Messungen die zugeordneten Zeitpunkte registriert werden, können alle Messungen auf gewählte Zeitpunkte reduziert werden. Sind nur zwei Stationen mit Lasergeräten ausgerüstet, so kann ihre räumliche Entfernung (= Sehne) bestimmt werden.

Bei dem beschriebenen Vorgang wird angenommen, daß die Satellitenbahnen unbekannt sind oder daß diese kontrolliert werden sollen. Werden nur drei Satelliten verwendet, so kann ebenfalls die relative Lage der Punkte 1, 2, 3 . . . bestimmt werden, wobei jedoch die lineare Berechnung entfällt.

4. Eine andere Aufgabe der Satellitengeodäsie läßt sich wie folgt formulieren:

In Fig. 3 sind 1, 2, 3 drei mit Lasergeräten ausgerüstete Stationen der Erdoberfläche. Ihre Lagen sind unbekannt und zwischen ihnen besteht keine Sicht. A (x, y, z), A' (x', y', z'); B (u, v, w), B' (u', v', w') und C (ξ, η, ζ) und C' (ξ', η', ζ') ist ein Satellitenpaar in drei verschiedenen unbekanntenen Lagen. In jeder der drei Lagen des Satellitenpaares werden von den drei Stationen aus die sechs Entfernungen zu beiden Satelliten gemessen. Außerdem wird die Entfernung der beiden Satelliten gemessen. Diese Messungen erfolgen quasi-simultan (siehe vorhergehende Aufgabe). Die gegenseitige Lage der drei Stationspunkte soll bestimmt werden. Diese Aufgabe ist geometrisch bestimmt:

Zur Bestimmung von n Punkten des Raumes braucht man bekanntlich $z = 3n - 6$ Stücke. $z = 3 \times 9 - 6 = 21$. 18 Strecken werden von den Stationspunkten zu den Satelliten gemessen. 3 Strecken werden zwischen den Satelliten gemessen, also zusammen 21 Stücke.

Die Satelliten liegen immer in den Schnittpunkten von 3 Kugeln mit den Mittelpunkten 1, 2, 3 und den gemessenen Radien.

Die Gleichungen dieser Kugel sind:

$$\begin{array}{ll} x^2 + y^2 + z^2 = r_1^2 & \dots\dots\dots 1) \\ (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + z^2 = r_2^2 & \dots\dots\dots 2) \dots\dots A \\ (x - x_3)^2 + y^2 + z^2 = r_3^2 & \dots\dots\dots 3) \end{array}$$

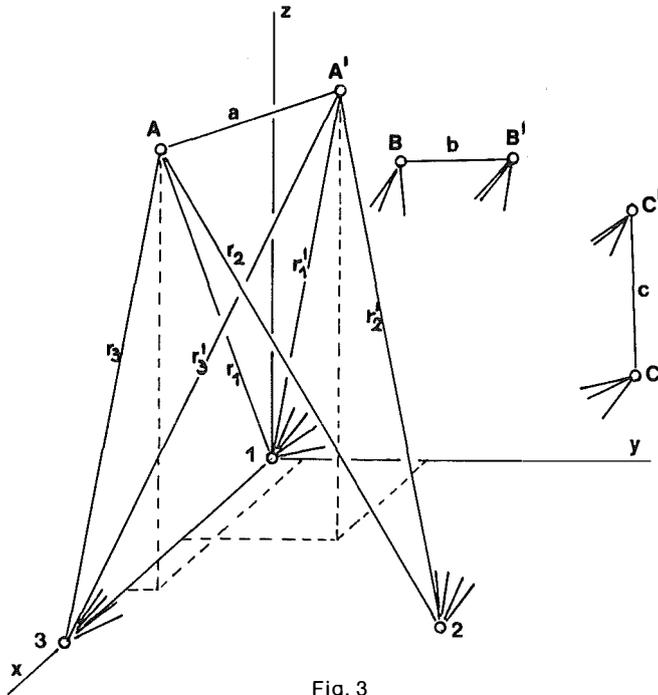


Fig. 3

$$\begin{aligned}
 x^2 + y^2 + z^2 &= r_1^2 \dots\dots\dots 1') \\
 (x' - x_2)^2 + (y' - y_2)^2 + z^2 &= r_2^2 \dots\dots\dots 2') \dots\dots A' \\
 (x' - x_3)^2 + y'^2 + z'^2 &= r_3^2 \dots\dots\dots 3')
 \end{aligned}$$

Ist a die Entfernung der beiden Satelliten in der ersten Lage des Satellitenpaares, so folgt:

$$(x - x')^2 + (y - y')^2 + (z - z')^2 = a^2 \dots\dots\dots 4)$$

Quadriert man in Gleichung 4) die Monome und beachtet man die Gleichung 1) und 1'), so folgt:

$$xx' + yy' + zz' = \frac{1}{2} (r_1^2 + r_1'^2 - a)$$

Die rechte Seite dieser Gleichung ist eine berechenbare Konstante, die wir C₁ nennen. Für die zweite und dritte Lage des Satellitenpaares erhalten wir zwei weitere dieser Gleichung analoge Gleichungen, somit ist

$$\begin{aligned}
 xx' + yy' + zz' &= C_1 \dots\dots\dots 4a) \\
 uu' + vv' + ww' &= C_2 \dots\dots\dots 4b) \\
 \xi\xi' + \eta\eta' + \zeta\zeta' &= C_3 \dots\dots\dots 4c)
 \end{aligned}$$

Aus den Gleichungen 1) 2) 3) drücken wir x und y durch die gesuchten Größen x_2, y_2, x_3 aus: Wir subtrahieren 2) von 1) und 3) von 1) und erhalten nach einfacher Rechnung:

$$x = \frac{x_3^2 - k_3}{2 x_3}, y = \frac{x_3 (x_2^2 + y_2^2) - x_2 (x_3^2 - k_3) - k_2 x_3}{2 y_2 x_3}$$

Darin bedeuten $k_2 = r_2^2 - r_1^2$ und $k_3 = r_3^2 - r_1^2$. x' und y' ergibt sich aus x bzw. y , wenn man für k_2 und k_3 die entsprechenden Größen k_2' bzw. k_3' setzt.

Schreibt man Gleichung 4a) in der Form:

$$xx' + yy' - C_1 = zz'$$

und setzt man z aus 1) und z' aus 1') ein und quadriert, so folgt nach Vereinfachung:

$$C_1^2 + 2 xx' yy' - 2 C_1 xx' - 2 C_1 yy' = r_1^2 r_1'^2 - r_1'^2 x^2 - r_1'^2 y^2 - r_1 x'^2 + y^2 x'^2 - r_1^2 y'^2 + x^2 y'^2$$

Setzt man für x, x', y, y' obige Werte ein, so ergibt sich eine algebraische Gleichung mit den Unbekannten x_2, y_2, x_3 . Das zweite und dritte Satellitenpaar ergibt zwei analoge Gleichungen. Ein viertes Satellitenpaar (die Aufgabe ist damit überbestimmt) ergibt eine vierte analoge Gleichung mit den Unbekannten x_2, y_2, x_3 . Nach [6] S. 83 ergibt sich somit im Prinzip die Möglichkeit, unsere Aufgabe linear zu lösen; eventuell auftretende numerische Schwierigkeiten werden sich durch mehr als vier Satellitenpaare, die sehr verschiedene Lagen aufweisen, beheben lassen.

5. Fünf Geländepunkte weisen beliebig große unbekannte Höhen auf. Ihre Lage-Koordinaten sind bekannt. Aus einer Senkrechtaufnahme wurden die Bild-Koordinaten dieser Punkte bestimmt. Gesucht ist der Bild- und der Kartennadir.

Diese Aufgabe kann sich in der Praxis ergeben, und zwar bei der Ergänzung von Plänen und Karten und bei der Orientierung von Luftaufnahmen in einfachen Luftbildauswertegeräten sowie bei der Nadirpunkt-Triangulation im Gebirge. Oft liegt ein hinreichend genauer Katasterplan (ohne Höhen) oder eine Schichtenlinien-Karte vor. In dieser sind häufig ebenfalls gut identifizierbare Punkte vorhanden, deren Lage hinreichende Genauigkeit aufweist, während ihre Höhen nur aus den Schichtenlinien entsprechend ungenau interpoliert werden könnten.

Wie erwähnt wurde, liegt eine Senkrechtaufnahme vor, d. h. die Nadirdistanz ist $< 3^9$. Sodann bilden die vom Bildnadir zu den fünf Bildpunkten gezogenen Strahlen, bekanntlich ein Strahlenbüschel, das mit dem entsprechenden vom Kartennadir ausgehenden Strahlenbüschel (bis auf Größen 2. und höherer Kleinheitsordnung) kongruent ist. Wenn wir von den Größen 2. Kleinheitsordnung absehen, besteht unsere Aufgabe darin, in der Bild- und in

der Kartenebene je einen Punkt (Bildnadir und Kartennadir) obiger Eigenschaft zu finden. Daß diese geometrische Aufgabe bestimmt ist, erkennt man wie folgt: Für diese zwei gesuchten Punkte braucht man vier Koordinaten (zwei im Bild und zwei in der Karte). Zu ihrer Bestimmung ergeben sich tatsächlich vier Gleichungen, indem man je zwei der maßgebenden Winkel einander gleichsetzt.

Wir betrachten zunächst nur vier in Karte und Bild (Fig. 4) einander entsprechende Punkte A_0, A_1, A_2, A_3 und A'_0, A'_1, A'_2, A'_3 . In [4] ist auf S. 91, Gl. 7) eine für unsere Belange nützliche Beziehung dargestellt. Die Ableitung dieser Gleichung ist ganz elementar, jedoch erfordert sie eine längere Rechenarbeit und wird daher an dieser Stelle nicht wiederholt. Diese Gleichung lautet, wenn man geringfügige, der Fig. 4 (Karte) entsprechende Änderungen der Bezeichnungen macht:

$$\frac{x_1 - x_2 - (y_1 - y_0) \xi + (y_2 - y_0) \eta}{y_1 - y_2 + (x_1 - x_0) \xi - (x_2 - x_0) \eta} = \frac{x_2 - x_3 - (y_2 - y_0) \eta + (y_3 - y_0) \zeta}{y_2 - y_3 + (x_2 - x_0) \eta - (x_3 - x_0) \zeta}$$

wobei $\xi = \cot \alpha$, $\eta = \cot \beta$ und $\zeta = \cot \gamma$ ist.

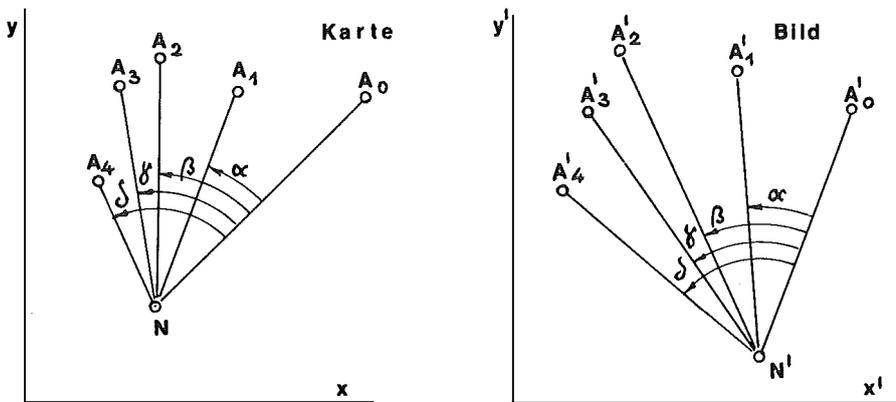


Fig. 4

Aus obiger Gleichung folgt, wenn man die Brüche wegschafft und die aus den gegebenen Koordinaten berechenbaren Größen mit $a, b, c \dots$ bezeichnet:

$$a + b \xi + c \eta + d \zeta + e \xi \eta + f \xi \zeta + g \eta \zeta = 0$$

Das ist eine Gleichung, die für jedes Viereck gilt. Für das Luftbild ist sodann:

$$a' + b' \xi + c' \eta + d' \zeta + e' \xi \eta + f' \xi \zeta + g' \eta \zeta = 0$$

Eliminiert man aus diesen beiden Gleichungen ζ , indem man ζ aus beiden Gleichungen berechnet und die rechten Seiten einander gleichsetzt, so folgt,

wenn man die aus den Koordinaten berechenbaren Konstanten wieder zusammenzieht:

$$K_1 + K_2 \xi + K_3 \eta + K_4 \xi^2 + K_5 \eta^2 + K_6 \xi \eta + K_7 \xi \eta^2 + K_8 \eta \xi^2 = 0 \dots\dots 1)$$

Sind fünf in Karte und Luftbild einander entsprechende Punkte vorhanden, so ergibt sich eine zweite Gleichung:

$$\bar{K}_1 + \bar{K}_2 \xi + \bar{K}_3 \eta + \dots\dots\dots = 0 \dots 2)$$

Damit ist die Aufgabe bestimmt; denn wir haben zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten ξ, η .

Sind sechs in Karte und Luftbild einander entsprechende Punkte vorhanden (die Aufgabe ist damit überbestimmt), so ergibt sich eine dritte Gleichung:

$$\bar{\bar{K}}_1 + \bar{\bar{K}}_2 \xi + \bar{\bar{K}}_3 \eta + \dots\dots\dots = 0 \dots 3)$$

Wir haben sodann drei algebraische Gleichungen mit zwei Unbekannten ξ, η , die nach [6] S. 83 linear berechnet werden können.

Wären zehn in Karte und Luftbild entsprechende Punkte vorhanden, so würden sich noch vier weitere Gleichungen derselben Art ergeben. Wir hätten dann sieben lineare Gleichungen mit sieben Unbekannten:

$$\xi, \eta, \xi^2, \eta^2, \xi \eta, \xi^2 \eta, \eta \xi^2.$$

Bemerkung: Wir nehmen nochmals an, es wären nur vier in Karte und Luftbild einander entsprechende Punkte vorhanden. Es besteht sodann Gleichung 1). Wählen wir in dieser Gleichung ξ , d. h. man wählt α , so kann man η , d. h. β aus einer quadratischen Gleichung berechnen. Werden nun mit zusammengehörigen Winkeln α, β ebene Rückwärtseinschnitte bezüglich der Punkte A_0, A_1, A_2 sowie A'_0, A'_1, A'_2 ausgeführt, so ergeben sich einander zugeordnete Kurven in Karte und Luftbild [7].

6. Eine Doppelwinkel-Schnittaufgabe.

Diese in [1] behandelte Aufgabe lautet: *In drei Punkten, L, M, N, deren gegenseitige Lage bekannt ist, sind die Horizontalwinkel zu drei Neupunkten P, Q, R gemessen. Die Lage der drei Neupunkte ist zu bestimmen (Fig. 5).* Wir verwenden die in obiger Veröffentlichung angegebenen Bezeichnungen.

Stellt man die Bedingungen auf, daß sich in den drei Neupunkten je drei Gerade schneiden, so führt eine einfache längere Rechnung zu folgenden Gleichungen [1] S. 293:

$$\begin{aligned} c \psi \omega - c \chi \omega + (a - b) \chi + b \psi - a \omega &= 0 \\ A_1 \chi \psi \omega + B_1 \chi \psi + C_1 \psi \omega + D_1 \chi \omega + E_1 \chi + F_1 \psi + G_1 \omega + H_1 &= 0 \\ A_2 \chi \psi \omega + B_2 \chi \psi + C_2 \psi \omega + D_2 \chi \omega + E_2 \chi + F_2 \psi + G_2 \omega + H_2 &= 0 \end{aligned}$$

In diesen Gleichungen wurden die cot-Zeichen vorübergehend weggelassen.

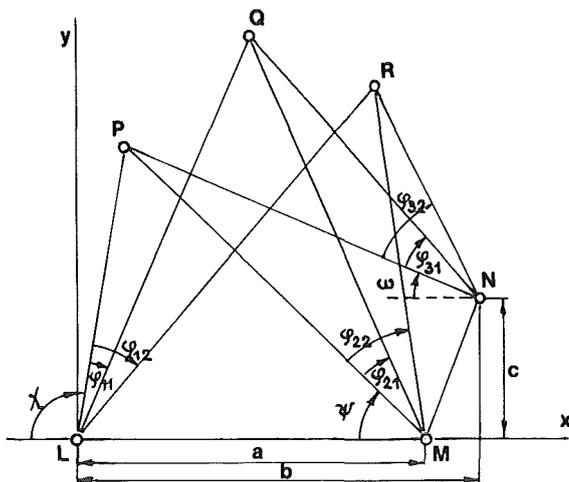


Fig. 5

Betrachtet man $\chi, \psi, \omega, \chi, \psi, \omega, \chi, \psi, \omega$ als Unbekannte, so haben wir drei lineare Gleichungen mit sieben Unbekannten. Wären jedoch sieben Neupunkte auf obige Weise zu bestimmen, so hätte man sieben lineare Gleichungen mit sieben Unbekannten.

Es läßt sich zeigen, daß eine lineare Lösung bei vier Neupunkten möglich ist: Wir eliminieren χ aus den drei obigen Gleichungen, indem wir χ aus jeder der drei Gleichungen berechnen und die rechte Seite der ersten Gleichung der rechten Seite der zweiten und dritten gleichsetzen. Zieht man die Konstanten zusammen, so ergeben sich zwei Gleichungen:

$$K_1 + K_2\psi + K_3\omega + K_4\psi^2 + K_5\omega^2 + K_6\omega\psi + K_7\psi\omega^2 + K^8\psi\omega^2 = 0$$

$$\bar{K}_1 + \bar{K}_2\psi + \bar{K}_3\omega + \dots = 0$$

Ein vierter Neupunkt ergibt eine dritte Gleichung:

$$\bar{\bar{K}}_1 + \bar{\bar{K}}_2\psi + \bar{\bar{K}}_3\omega + \dots = 0$$

Wir haben also drei algebraische Gleichungen mit 2 Unbekannten ω, ψ , die nach [6] S. 83 zu einer linearen Lösung führen.

Umständlicher ist es, die Rechnung bis zu Gleichung 10) [1] S. 295. zu führen. Die zwei entstehenden Gleichungen 4. Grades könnten bekanntlich linear gelöst werden.

Weil diese Aufgabe auch praktische Bedeutung hat, dürfte ihre Programmierung nützlich sein. Sind nämlich L, M, N Fig. 5 drei Standpunkte, in denen photographische Aufnahmen z. B. bei Verkehrsunfällen gemacht wurden und wurden die Seiten des Dreiecks L, M, N etwa mit einem Meßband gemessen, so liegt unsere Aufgabe vor.

Literatur

- [1] *Ammermann*, Eine Doppelwinkel-Schnittaufgabe. Z.f.V. (1922), S. 290–298.
- [2] *Brünnow, F.*, Sphärische Astronomie, 3. Auflage (1871), S. 298–302.
- [3] *Dörrie, H.*, Triumph der Mathematik. Ferd. Hirt in Breslau (1933), S. 323–329.
- [4] *Grunert, J. A.*, Über eine merkwürdige Relation usw. Archiv für Mathematik und Physik 1 (1841), S. 89–95.
- [5] *Killian, K.*, Gleichzeitige Polhöhen- und Azimutbestimmung ohne Uhr. Z.f.V. (1934), S. 471–478.
- [6] *Killian, K.*, und *P. Meissl*, Zur Lösung geometrisch überbestimmter Probleme. Ö.Z.f.V. 3/4 (1977), S. 81–86.
- [7] *Krames, J.*, Die Pseudofokalkurven zweier ebenen Vierecke. Ö.Z.f.V. 2 (1965), S. 33–40.
- [8] *Ross, M.*, u. a., Space Optical Communications with the Nd.: YAG Laser Proceedings of the IEEE, Vol. 66, No. 3, March 1978.

Allgemeine Längsprofile mit Analogauswertegeräten

Von *P. Waldhäusl*, Wien

Vorwort

Das hier niedergelegte Gedankengut führte zu einer Diplomarbeit, die von Herrn G. Kucher am Institut für Elektrische Meßtechnik der Technischen Universität Wien (Vorstand o. Univ.-Prof. Dr. phil. Rupert Patzelt, Betreuer Dipl.-Ing. Ch. Aglassinger und Dipl.-Ing. H. Dietrich) in Zusammenarbeit mit dem Institut für Photogrammetrie ausgeführt wurde. Alle elektrotechnischen Details sind seiner Diplomarbeit entnommen.

1. Elektronische Datenverarbeitung und Photogrammetrie

Taschen- und Tischcomputer werden heute in der Photogrammetrie zur rechnergestützten relativen und absoluten Orientierung eingesetzt. Großcomputer dienen der Photogrammetrie vor allem zur Bearbeitung digitaler Geländemodelle und zur Berechnung von umfangreichen Blockausgleichungen. Die prozeßrechnergesteuerte analytische Auswertung führt zur Zeit zu einer Revolution im photogrammetrischen Gerätebau; sie löst die zu teuer werdenden Präzisionsauswertesysteme ab. Viele Zeichentische werden heute schon von Mikroprozessoren gesteuert. Auch die herkömmlichen Analogauswertegeräte könnten durch den Anschluß von Mikroprozessoren wesentlich aufgewertet werden. Im folgenden sollen Vorschläge dazu näher ausgeführt werden.

2. Der Mikroprozessor zwischen Analogauswertegerät und Zeichentisch

Die Analogauswertegeräte sind Modellkoordinatenmeßgeräte. Die Modellkoordinaten werden auf verschiedene Art und Weise vom Auswertegerät zum Zeichentisch übertragen: Durch mechanische Wellen, durch elektrische Wellen (Synchromotoren), durch Inkrementalgeber und Schrittmotoren sowie durch Analog-Digital- und Digital-Analog-Wandler. Mechanische und elektrische Übertragungswellen sind für die Zwischenschaltung eines elektronischen Rechners zunächst unbrauchbar. Die photogrammetrische Geräteindustrie stellt jedoch für fast alle ihre Geräte geeignete Umsetzer für die Datenregistrierung, Datenverarbeitung und Zeichentischsteuerung zur Verfügung. Für das Einschalten eines Mikroprozessors ist daher zunächst die genaue Kenntnis und eventuell mittels „Interface“ eine Anpassung der elektrischen Schnittstelle zwischen Analogauswertegerät und Mikrocomputer einerseits und zwischen diesem und dem Zeichentisch andererseits notwendig.

Unter dem einzuschaltenden Mikroprozessor selbst sei nun eine Kleindatenverarbeitungsanlage verstanden, die sehr schnell (on line and real time) eingehende Informationen kombiniert, transformiert, so daß die Ergebnisse zur Steuerung anderer Geräteeinheiten dienen können oder jederzeit an einer Anzeige zur Verfügung stehen. Der Mikroprozessor hat eingangs durch eine geeignete Schaltung sicherzustellen, daß gleichzeitig eingehende Impulse aus zwei Kanälen (z. B. x und y) nacheinander abgearbeitet werden können. Die PROM's (Programmable Read Only Memories) sollen austauschbar sein, damit verschiedene Aufgaben gelöst werden können, bzw. damit man sich den verschiedenen Eingangsinformationen und den verschiedenen Anforderungen an die Art der Informationsausgänge anpassen kann.

Wir haben für unsere Versuche mit einem sehr preisgünstigen 8-Bit-Mikroprozessor SC-MP-II von National Semiconductor gearbeitet. Alle übrigen Einheiten wurden von Dipl.-Ing. G. Kucher selbst gebaut. Im System integriert wurden ein 1/2 K-Byte PROM- und ein 128 Byte RAM(Random Acces Memory)-Baustein mit 28 Bit I/O-Ports. Nähere Details entnehme man der Diplomarbeit.

Grundsätzlich ist auch das Zwischenschalten eines größeren Prozeßrechners möglich, wir haben uns jedoch bewußt auf eine Minimalanlage beschränkt, die dafür billig ist und in wirtschaftlich vertretbarer Weise ständig am Gerät angeschlossen bleiben kann.

3. Aufgaben für den Mikroprozessor

Die Aufgaben sind äußerst vielfältig. Im folgenden sollen einige davon angeführt und begründet werden. Die Aufgaben 3.1 und 3.2 wurden im Rahmen der Diplomarbeit gelöst, 3.1 wurde auch bereits praktisch erprobt.

3.1 Der Mikroprozessor als Kurvenlängenintegrator

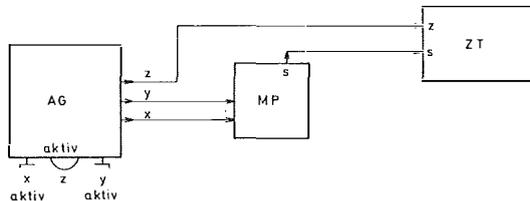


Abb. 1 Der Mikroprozessor MP als Kurvenlängenintegrator zwischen Analogauswertegerät AG und Zeichentisch ZT

Der Mikroprozessor erhält die Aufgabe, die Eingangsinformationen Δx und Δy zu Bogenelementen

$$\Delta s = +\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad (1)$$

in Echtzeit zu kombinieren und auszugeben. s wird dann als die eine Koordinate an den Zeichentisch angeschlossen, z als die andere. Ziel eines solchen „Kurvenlängenintegrators“ ist es, allgemeine Längsprofile entlang von Straßen, Gewässern, Gräben, Graten, Hochspannungsleitungen etc. zu zeichnen.

Das Wegintervall Δs muß so klein sein, daß die Weglänge möglichst gut approximiert wird; anzustreben ist hier eine Genauigkeit von etwa $\pm 1\%$. Andererseits muß Δs mindestens so groß gewählt werden, daß die Integration des „Zitterfehlers“ nicht als systematischer Fehler eingeht. Während ein zu großes Δs zu einer systematischen Verkürzung der Wegstrecke führt, ergibt sich aus dem Abwickeln des „Zitterfehlers“ mit zu kleinem Δs eine systematische Wegverlängerung.

Bei dem von uns gebauten Prototyp (Abb. 2) sind 2 verschiedene Auflösungen vorgesehen.

Bei Schalterstellung 1 ergeben sich bei einer Inkrementalgeberauflösung von 500 Impulsen pro Umdrehung und bei einer Spindelsteigung von 3 mm pro Umdrehung 6 μm große Längeneinheiten am Zeichentisch. Bei Schalterstellung 2 werden 8 Impulse zusammengefaßt; es folgen daraus 48 μm lange Längeneinheiten am Zeichentisch. Der von uns entwickelte Prototyp wurde sowohl an WILD-Geräte (AMH, B8S) als auch an einen Topokart aus JENA mit zwischengeschalteter Digitizerbox angeschlossen.

Für das praktische Arbeiten ist es wesentlich, daß man entlang des Längsprofils hinreichend viele Stationsmarkierungen macht, um den Zusammenhang mit der Natur bzw. mit der normalen Grundrißkartierung nicht zu verlieren (Abb. 3).

Unterschiedliche Maßstäbe für H und s werden, wie üblich, über Zahnräder und Getriebeboxen gewählt. Die Verkürzung des Grundrisses s kann zusätzlich (in Prozentstufen) vom Kurvenlängenintegrator aus eingestellt werden, womit sich die folgende Einsatzmöglichkeit ergibt.

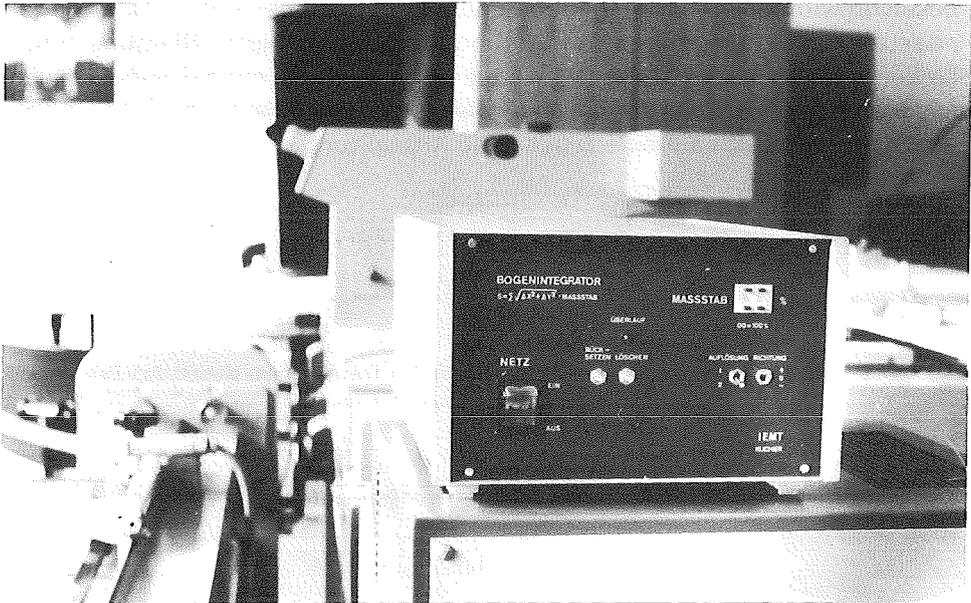


Abb. 2 Der Kurvenlängenintegrator von G. Kucher

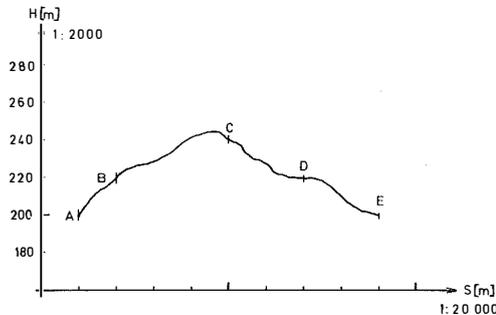


Abb. 3 Direkt gezeichnetes, allgemeines Längsprofil, 10 : 1 überhöht, mit Stationsmarkierungen

3.2 Trassieren im Modell

Steuert man nämlich die z-Koordinate des Gerätes proportional der abgefahrenen Weglänge s,

$$\Delta z = \pm \frac{k \cdot \Delta s}{100}, \quad k = \text{Steigung in \%}, \quad (2)$$

wird das Trassieren im Modell möglich (Abb. 4). Eine Trasse wird nicht mehr nach der Planherstellung ausgewählt, sondern vorher am Auswertegerät mit Doppelstereobetrachtung (z. B. WILD B8S mit Instruktionsokularen oder KERN PG2 mit DO2), und zwar gemeinsam mit dem Forstingenieur, dem Geologen oder dem Straßenbauingenieur. Man kann dann iterativ den Steigungsfaktor k jeweils so wählen, daß damit die optimale Trassenführung

bestimmt wird, bei der vorgegebene und im Stereomodell erkennbare Hindernisse am besten umgangen werden und die gleichmäßigste Steigung eingehalten wird. Der Photogrammeter wertet dann nur noch jenen Geländestreifen mit allen Details aus, der für dieses Projekt erforderlich ist. In manchen Fällen wird man überhaupt auf eine zusätzliche Auswertung verzichten können.

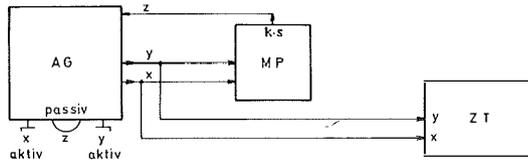


Abb. 4 Der Kurvenlängenintegrator in Schaltung für das Trassieren im Modell. Am Zeichentisch wird der Grundriß aufgezeichnet

3.3 Profilsteuergerät

Eine ganz ähnliche Aufgabe ist die Profilsteuerung in völlig allgemeiner Richtung:

$$\Delta x = a \cdot \Delta y \quad \text{oder} \quad \Delta y = a \cdot \Delta x \tag{3}$$

wobei $-1,2 < a < +1,2$ und a auf 10^{-4} genau, also fünfziffrig.

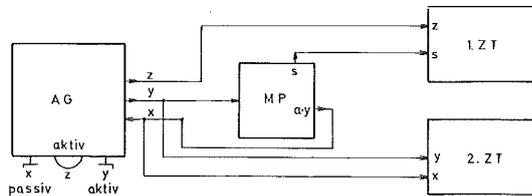


Abb. 5 Der Mikroprozessor als Kurvenlängenintegrator und Profilsteuergerät. Die aktive und passive Koordinate müssen vertauschbar sein, damit der Antrieb im allgemeinen über den längeren Hebelarm erfolgt. Am 1. Zeichentisch wird das Profil, am 2. Zeichentisch dessen Grundriß gezeichnet.

In einen größeren Rechner würde man zunächst 2 Punkte eingeben, um die Profilrichtung und damit den Faktor a zu bestimmen, mit dessen Hilfe die passive Grundrißkoordinate entsprechend der anderen (aktiven) gesteuert wird (Abb. 5).

Sollte (der Betrag des Tangens der Profilrichtung α) $a > 1$ sein, wird man besser die andere Koordinate zum aktiven Antrieb verwenden. $a < 1,2$ ermöglicht eine hinreichende Überlappung der Arbeitsbereiche von immerhin rund 15 gon. Den Richtungsfaktor a kann man jedoch auch mit einem Taschenrechner ermitteln und am Mikroprozessor einstellen. Als Minimalausstattung ist daher nicht mehr erforderlich, als wir für das Trassieren im Modell für s realisiert haben: Man müßte nur für eine Koordinate (umsteckbar!) die Gleichung (3) realisieren. Beliebige Profile am Zeichentisch direkt zeichnen

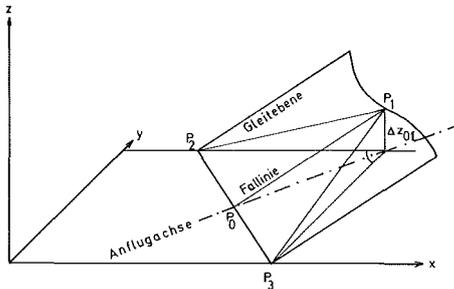
zu können, ist ein langgehegter Wunsch besonders der Ingenieur- und Architekturphotogrammetrie. Eine solche Steuereinrichtung wird aber auch sehr von Photogrammetern begrüßt werden, die digitale Geländemodelle für nach schrägen Rechtecken begrenzte Modellbereiche auszuwerten haben.

3.4 Flughafenhinderniskarten

Bekanntlich geht es bei der Auswertung für Flughafenhinderniskarten unter anderem darum, alle jene Objekte (Hindernisse) zu finden, die eine zur Gleitebene der Flugzeuge parallele Sicherheitsebene durchstoßen. Das Aufsuchen dieser Hindernisse wird erleichtert, wenn der Mikroprozessor dafür sorgt, die Meßmarke immer in dieser einen bestimmten Sicherheitsebene zu führen. Der Mikroprozessor wird dabei ähnlich wie in Abb. 4 abgeschlossen. Die Steuerformel lautet jedoch

$$\Delta z = \pm a \Delta x \pm b \Delta y \tag{4}$$

wobei vorausgesetzt werden kann, daß a und b je $< 0,25$ (entsprechend 15 gon Steigung) sind. Die Faktoren a und b lassen sich einfach bestimmen (siehe Abb. 6).



$$z_0 = z_2 = z_3$$

$$a = \frac{\Delta z_{01}}{\Delta x_{12}}$$

$$b = \frac{\Delta z_{01}}{\Delta y_{13}}$$

Abb. 6 Zur Berechnung der Koeffizienten a und b in (4)

Die Steuergleichung (4) ist durch einen Mikroprozessor einfachster Art in Echtzeit berechenbar.

3.5 Neigungsrechner

Bisher gibt es nur Neigungsrechner für fest vorgegebene Getriebesätze. Die Mikroprozessortechnologie erlaubt, beliebige Kippungswinkel und beliebige Basisverschwenkungswinkel direkt graphisch auszuwerten.

Die Steuergleichungen für einen solchen Neigungsrechner lauten:

$$\begin{aligned} \Delta \bar{z} &= a \Delta y + b \Delta z \\ \Delta \bar{y} &= b \Delta y - a \Delta z \end{aligned} \tag{5}$$

Für Standardfälle wird man sich die Koeffizienten a und b (sin bzw. cos der Kippungswinkel mit ihren Vorzeichen) in Tabellen vorbereiten. In einem leistungsfähigeren Rechner kann man die Koeffizienten auch berechnen.

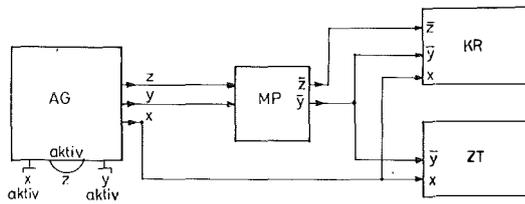


Abb. 7a Der Mikroprozessor als Neigungsrechner. Am Koordinatenregistriergerät KR werden die transformierten Koordinaten registriert, am Zeichentisch der Grundriß oder der Aufriß (siehe Abb. 7b) gezeichnet.

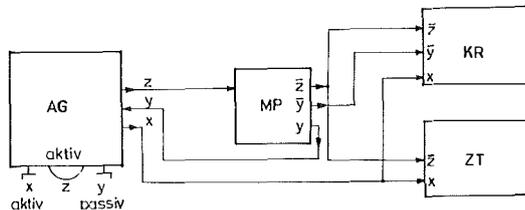


Abb. 7b Der Mikroprozessor als Neigungsrechner so geschaltet, daß sich die Meßmarke stets in einer parallel zur Basis angeordneten Fassadenebene bewegt. Am Zeichentisch wird der Fassadenaufriß gezeichnet.

Nun erwartet man sich von einem Neigungsrechner bekanntlich zweierlei: Erstens sollen alle Punkte des schrägen photogrammetrischen Koordinatensystems (x, y, z) am Zeichentisch kartiert und im Koordinatenregistriergerät direkt im horizontalen Koordinatensystem (x, \bar{y}, \bar{z}) registriert werden. Dieser Fall ist in Abb. 7a dargestellt.

Zweitens soll es auch möglich sein, die Meßmarke in Vertikalebene (Fassadenebene) zu steuern. Dies wird im Falle des Jenaer Neigungsrechners dadurch erreicht, daß $\Delta \bar{y} = 0$ durch Festklemmen des Koordinatenausgangs des Neigungsrechners erzwungen wird. Es besteht dann die einfache Bedingung

$$\begin{aligned} b \Delta y &= a \Delta z \\ \Delta y &= \frac{a}{b} \Delta z = \bar{a} \Delta z \end{aligned} \quad (6)$$

Die Meßmarke wird also nur mit x und z aktiv geführt, während das Geräte- y vom Mikroprozessor automatisch richtig angetrieben wird. Diesen Fall zeigt Abb. 7b. Für Kippungswinkel $\omega > 50$ gon wären die Koordinaten y und z zu vertauschen.

3.6 Absolute Orientierung

Es ist naheliegend, auch noch die absolute Orientierung über einen Prozeßrechner zu steuern. Die Gleichungen der differentiellen absoluten Orientierung lauten in unserem Falle folgendermaßen:

$$\begin{aligned}
 \overline{\Delta x} &= \lambda a_{11} \Delta x + \lambda a_{12} \Delta y + \lambda a_{13} \Delta z \\
 \overline{\Delta y} &= \lambda a_{21} \Delta x + \lambda a_{22} \Delta y + \lambda a_{23} \Delta z \\
 \overline{\Delta z} &= \lambda a_{31} \Delta x + \lambda a_{32} \Delta y + \lambda a_{33} \Delta z
 \end{aligned}
 \quad \begin{aligned}
 a_{ij} &\leq 1 \\
 \lambda &\sim 1
 \end{aligned}
 \quad (7)$$

Die 9 Koeffizienten a_{ij} müssen (eventuell über externe Rechner) berechnet werden. Für das Zeichnen von Schichtenlinien ergibt sich die Bedingung, daß $\overline{\Delta z} = 0$ sein muß. Das Δz des Analogauswertegerätes muß dafür wieder passiv gesteuert werden (Abb. 8):

$$\Delta z = - \frac{a_{31}}{a_{33}} \Delta x - \frac{a_{32}}{a_{33}} \Delta y = a_{41} \Delta x + a_{42} \Delta y \quad (8)$$

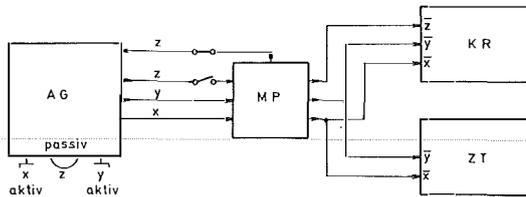


Abb. 8 Ein Mikroprozessor für die absolute Orientierung. z wird für das Schichtenzeichnen nach der Gleichung (8) einer Schrägebene gesteuert.

4. Forderungen an einen einfachen Mikroprozessor für alle bisher besprochenen Aufgaben

Es ist nun einfach zu übersehen, welche mathematischen Beziehungen ein Mikroprozessor zwischen den Eingangs- und Steuergrößen in Echtzeit bewältigen können muß:

$$\begin{aligned}
 \overline{\Delta x} &= \lambda a_{11} \Delta x + \lambda a_{12} \Delta y + \lambda a_{13} \Delta z & 0,0 \leq k \leq 3,0 \\
 \overline{\Delta y} &= \lambda a_{21} \Delta x + \lambda a_{22} \Delta y + \lambda a_{23} \Delta z & 0,3 \geq \lambda \geq 3,0 \\
 \overline{\Delta z} &= \lambda a_{31} \Delta x + \lambda a_{32} \Delta y + \lambda a_{33} \Delta z & -1,2 \leq a_{ij} \leq +1,2 \\
 \overline{\Delta s} &= k \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} & (\text{fünzfziffrig})
 \end{aligned}
 \quad (9)$$

$\Delta x = a \Delta y$ oder
 $\Delta y = a \Delta x$ oder
 $\Delta y = a \Delta z$ oder
 $\Delta z = a \Delta y$

Alle Koordinaten sind eingangsseitig und ausgangsseitig untereinander vertauschbar.

Durch Wahl geeigneter Wandler ist dafür zu sorgen, daß die Rückkopplung vom Mikroprozessor zum Auswertegerät über Steuermotore für alle drei Koordinaten möglich ist. Durch Schalten soll ein Anpassen an die einzelnen Aufgaben einfach möglich sein. Insbesondere sollen Teile des Gesamtpro-

grammes abgeschaltet werden können. Für alle bisher besprochenen Aufgaben genügen 4 Mikroprozessorausgänge, die teilweise zum Analoggerät, teilweise zum Zeichentisch bzw. zur Koordinatenregistrieranlage geschaltet werden.

Zusammenfassung

Um eine höhere Leistungsfähigkeit der klassischen Analoggeräte zu erzielen, wird vorgeschlagen, einen Mikroprozessor zwischen das Auswertegerät und den Zeichentisch einzufügen, der folgendes ermöglichen soll:

- a) das direkte Zeichnen allgemeiner Längsprofile beliebiger Linien (Kurvenlängenintegrator);
- b) das Steuern der Meßmarke entlang einer Linie konstanter Steigung für das empirische Trassieren im Modell;
- c) das Steuern eines beliebig gerichteten Profils und das Zeichnen des Grundrisses (für digitale Geländemodelle oder Orthophotos) und/oder das direkte Zeichnen dieses Profils (hauptsächlich für die Architekturbildmessung);
- d) das Steuern der Meßmarke in einer geneigten Ebene zum leichteren Auffinden von Flughindernissen, wenn man ICAO-Flughinderniskarten herstellt;
- e) das ebene, lineare Koordinatentransformieren statt eines Neigungsrechners mit festen Zahnradgetriebesätzen;
- f) das absolute Orientieren des Modells.

Nach Meinung des Autors sind die beiden ersten Ideen neu. Deshalb wurde dafür ein Prototyp eines Kurvenlängenintegrators im Rahmen einer Diplomarbeit von Dipl.-Ing. G. Kucher gebaut. Er wurde mit Erfolg mit zwei WILD-Instrumenten und mit dem JENAer Topokart verbunden.

Summary

For higher efficiency of the classical photogrammetric analogue instruments it is proposed to add a microprocessor between plotter and drawing table which should enable the following:

- a) the direct drawing of general longitudinal profiles of any line (Curvelength-integrator);
- b) the z-steering of the measuring mark along a line with constant slope for empirical trace-finding in the model;
- c) the control of any profile direction either for profile registration and drawing of its planimetry (for DTMs or Orthophotos), and/or for direct drawing of that profile (mainly architectural photogrammetry);
- d) the z-steering of the measuring mark in an oblique plane for easier finding of flight obstructions while plotting ICAO maps;
- e) for any twodimensional linear coordinate transformation i. e. instead of using an inclination transformer with fixed gears;
- f) for any absolute orientation of the model.

Due to the opinion of the author the first two ideas are new. Therefore a prototype of the curvelength-integrator has been realized by Dipl.-Ing. G. Kucher in his diploma-thesis. This prototype has been successfully connected to 2 WILD instruments and to the JENA Topocart.

Literatur

G. Kucher: Photogrammetrischer Bogenintegrator mit Mikroprozessor. Diplomarbeit an der Technischen Universität Wien, 1978.

Das Lambertsche Sechspunktproblem und seine gefährlichen Fälle*)

Von Walter Wunderlich, Wien

Für das klassische Sechspunktproblem von Lambert wird eine lineare konstruktive Lösung nebst einer trigonometrischen dargelegt. Überdies wird sowohl synthetisch als auch analytisch nachgewiesen, daß gefährliche Anordnungen mit stetigen Lösungsscharen dann und nur dann vorliegen, wenn die sechs Punkte einem (eventuell zerfallenden) Kegelschnitt angehören. Auch bei beliebiger Vermehrung der Punkte bleibt die Existenz unendlich vieler Lösungen des dann bereits überbestimmten Problems bestehen, sofern alle Punkte auf dem gefährlichen Kegelschnitt liegen.

1. Aufgabenstellung

Werden aus jedem von drei der Situation nach unbekanntem Standpunkten P_1, P_2, P_3 dieselben drei ebenfalls unbekanntem Zielpunkten Q_1, Q_2, Q_3 anvisiert und dabei auch die Azimute gemessen, so reichen die neun Meßdaten gerade aus, um die Konfiguration der sechs (in der Grundebene gedachten) Punkte bis auf den unbestimmt bleibenden Maßstab zu ermitteln.

Dieses interessante „Sechspunktproblem“, das 1765 von *J. H. Lambert* [1] aufgeworfen und gelöst wurde, scheint neuerdings im Bereich der Meeresgeodäsie wieder Beachtung zu finden, wie einer aktuellen Arbeit von *K. Killian* [2] zu entnehmen ist. Aus diesem Grunde wird eine neue, ganz elementare und dem linearen Charakter der Aufgabe besser entsprechende Lösung mitgeteilt, ferner wird die einschlägige, bisher nur in [2] behandelte Frage nach den gefährlichen Fällen erörtert und in übersichtlicher Weise geklärt.

2. Konstruktive Lösung

Die vom Standpunkt P_1 aus gemessenen, von Nord über Ost gezählten Richtungswinkel nach den Zielpunkten Q_i seien mit α_i bezeichnet, die von P_2 aus gemessenen mit β_i , und schließlich die von P_3 aus gemessenen mit γ_i ($i = 1, 2, 3$). Lambert baut nun die Figur von den beliebig angenommenen Punkten Q_1 und Q_3 aus mit Hilfe von Kreisen auf, die zu bekannten Peripheriewinkeln gehören (z. B. $\alpha_3 - \alpha_1$ für P_1 usw.).

Im Hinblick darauf, daß von sämtlichen Zielstrahlen die Richtungen bekannt sind, ist es natürlicher, etwa mit den Punkten P_1 und Q_1 zu beginnen, die dem gemessenen Azimut α_1 entsprechend in beliebiger Entfernung l angenommen werden. Die Punkte P_2 und P_3 sind dann an wohlbestimmte

*) Herrn emer. o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. *Alois Barvir* zur Vollendung seines 80. Lebensjahres gewidmet.

Strahlen p_2 bzw. p_3 durch Q_1 gebunden (Azimute β_1 bzw. γ_1), ebenso die Punkte Q_2 und Q_3 an die Strahlen q_2 und q_3 durch P_1 (Azimute α_2 bzw. α_3). Beginnt man nun – sozusagen probeweise – mit dem zweiten Standpunkt an irgendeiner Stelle P'_2 auf p_2 (Fig. 1), so gelangt man in der Richtung β_2 zu Q'_2 auf q_2 und von dort in Richtung γ_2 zu P'_3 auf p_3 . Zieht man zuletzt noch die Strahlen in Richtung β_3 und γ_3 durch P'_2 bzw. P'_3 , so sollte deren Schnittpunkt Q'_3 als dritter Zielpunkt eigentlich auf q_3 liegen, was jedoch wegen der willkürlichen Wahl des Ausgangspunktes P'_2 im allgemeinen nicht der Fall sein wird (vgl. hingegen Abschnitt 4).

Läßt man nun P'_2 mit konstanter Geschwindigkeit auf p_2 wandern, so werden die übrigen Konstruktionselemente (Punkte und Geraden) mit ebenfalls konstanten Geschwindigkeiten folgen. Hieraus ist zu erkennen, daß der Punkt Q'_3 eine Gerade g durchlaufen wird, deren Schnitt mit q_3 dann den richtigen Zielpunkt Q_3 liefert, worauf rückschreitend der Rest der Figur leicht zu ergänzen ist. Zur Bestimmung der Geraden g genügt es also, die vorhin geschilderte Konstruktion für eine zweite Wahl P''_2 auf p_2 zu wiederholen, am besten für die Annahme $P''_2 = Q''_2$ im Schnittpunkt von p_2 mit q_2 (Fig. 1).

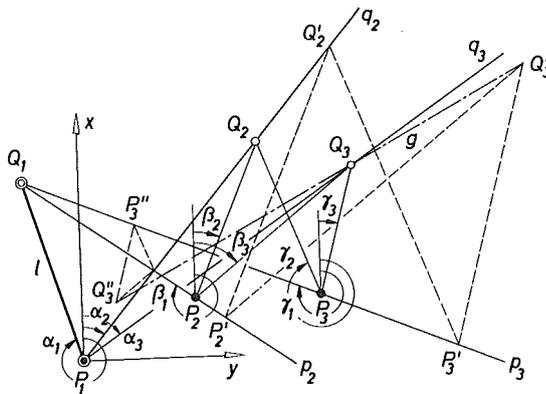


Fig. 1 Konstruktive Lösung des Sechspunktsproblems

3. Trigonometrische Lösung

Die in Abschnitt 2 beschriebene Konstruktion läßt sich ohne weiteres rechnerisch nachvollziehen. Zur trigonometrischen Behandlung setze man $P_1Q_i = R_i$ und $Q_iP_i = r_i$ ($i = 2, 3$); der unbestimmte Abstand P_1Q_1 sei mit l bezeichnet. Nimmt man den Koordinatenursprung in P_1 an ($x_1 = y_1 = 0$), dann hat Q_1 die Koordinaten $X_1 = l \cos \alpha_1$, $Y_1 = l \sin \alpha_1$. Für die restlichen Koordinaten hat man:

$$\begin{aligned}
 P_2: x_2 &= l \cos \alpha_1 - r_2 \cos \beta_1, y_2 = l \sin \alpha_1 - r_2 \sin \beta_1; \\
 P_3: x_3 &= l \cos \alpha_1 - r_3 \cos \gamma_1, y_3 = l \sin \alpha_1 - r_3 \sin \gamma_1; \\
 Q_2: X_2 &= R_2 \cos \alpha_2, Y_2 = R_2 \sin \alpha_2; \\
 Q_3: X_3 &= R_3 \cos \alpha_3, Y_3 = R_3 \sin \alpha_3.
 \end{aligned} \tag{3.1}$$

Bedingt durch die bekannten Azimute β_i und γ_i der Peilstrahlen P_2Q_i bzw. P_3Q_i ($i = 2, 3$) bestehen die Beziehungen

$$\begin{aligned} r_2 \sin(\beta_2 - \beta_1) + R_2 \sin(\beta_2 - \alpha_2) &= l \sin(\beta_2 - \alpha_1), \\ r_2 \sin(\beta_3 - \beta_1) + R_3 \sin(\beta_3 - \alpha_3) &= l \sin(\beta_3 - \alpha_1), \\ r_3 \sin(\gamma_2 - \gamma_1) + R_2 \sin(\gamma_2 - \alpha_2) &= l \sin(\gamma_2 - \alpha_1), \\ r_3 \sin(\gamma_3 - \gamma_1) + R_3 \sin(\gamma_3 - \alpha_3) &= l \sin(\gamma_3 - \alpha_1). \end{aligned} \tag{3.2}$$

Dies sind vier lineare Gleichungen für die unbekanntenen Distanzen r_2, r_3, R_2, R_3 . Sie sind auflösbar, falls die Determinante nicht verschwindet, was in einem „gefährlichen Fall“ eintreten würde (vgl. Abschnitt 4). Nach Elimination von r_2 und r_3 ergeben sich zwei lineare Gleichungen für R_2 und R_3 der Gestalt

$$\begin{aligned} A_2 R_2 - A_3 R_3 &= A_1 l, \quad B_2 R_2 - B_3 R_3 = B_1 l \text{ mit} \\ A_1 &= \sin(\beta_1 - \alpha_1) \sin(\beta_3 - \beta_2), \quad B_1 = \sin(\gamma_1 - \alpha_1) \sin(\gamma_3 - \gamma_2), \\ A_2 &= \sin(\beta_2 - \alpha_2) \sin(\beta_3 - \beta_1), \quad B_2 = \sin(\gamma_2 - \alpha_2) \sin(\gamma_3 - \gamma_1), \\ A_3 &= \sin(\beta_3 - \alpha_3) \sin(\beta_2 - \beta_1), \quad B_3 = \sin(\gamma_3 - \alpha_3) \sin(\gamma_2 - \gamma_1). \end{aligned} \tag{3.3}$$

Auf das Anschreiben der Lösungswerte für R_2 und R_3 wird verzichtet, weil keine Vereinfachungen zu erwarten sind. – In ähnlicher Weise findet man r_2 und r_3 aus dem Gleichungspaar

$$\begin{aligned} a_2 r_2 - a_3 r_3 &= a_1 l, \quad b_2 r_2 - b_3 r_3 = b_1 l \text{ mit} \\ a_1 &= \sin(\alpha_2 - \alpha_1) \sin(\gamma_2 - \beta_2), \quad b_1 = \sin(\alpha_3 - \alpha_1) \sin(\gamma_3 - \beta_3), \\ a_2 &= \sin(\beta_2 - \beta_1) \sin(\gamma_2 - \alpha_2), \quad b_2 = \sin(\beta_3 - \beta_1) \sin(\gamma_3 - \alpha_3), \\ a_3 &= \sin(\gamma_2 - \gamma_1) \sin(\beta_2 - \alpha_2), \quad b_3 = \sin(\gamma_3 - \gamma_1) \sin(\beta_3 - \alpha_3). \end{aligned} \tag{3.4}$$

Die beiden Nenner-Determinanten $A_2 B_3 - A_3 B_2$ und $a_2 b_3 - a_3 b_2$ unterscheiden sich im übrigen bloß durch das Vorzeichen.

Die gesuchten Koordinaten der Punkte P_2, P_3, Q_2 und Q_3 sind schließlich gemäß den Formeln (3.1) zu berechnen.

4. Synthetische Untersuchung gefährlicher Konfigurationen

Eine „gefährliche“ Anordnung der sechs Punkte beim Lambertschen Problem liegt offenbar vor, wenn die im Zuge der konstruktiven Lösung aus Abschnitt 2 auftretende Hilfsgerade g (Fig. 1) mit dem Zielstrahl q_3 zusammenfällt: Der Schnittpunkt $Q_3 = q_3 g$ wird dann (einfach) unbestimmt, so daß sich nicht mehr eine eindeutig bestimmte Lösung, sondern eine (einparametrische) *Schar von Lösungen* einstellt.

Vorausgesetzt, daß ein solcher Ausnahmefall $q_3 = g$ überhaupt existiert – was ja nicht selbstverständlich ist –, wird also der von einem beliebigen Ausgangspunkt P'_2 auf p_2 gemäß der Vorschrift aus Fig. 1 abgeleitete Punkt Q'_3 stets auf q_3 zu liegen kommen (Fig. 2). Bei Variation von P'_2 auf p_2 wird dann der Punkt $J'_1 = P'_2 Q'_3 \cdot Q'_2 P'_3$ eine Gerade j durch $J_2 = p_2 q_2$ und $J_3 = p_3 q_3$ durchlaufen. Das geschlossene Polygon $P_1 Q'_2 P'_3 Q_1 P'_2 Q'_3$ ist demnach ein *Pascalsches Sechseck*, weil die Schnittpunkte der drei Gegenseitenpaare einer Geraden $j = J'_1 J_2 J_3$ angehören; nach einem der ältesten Sätze der projektiven Geometrie ist es daher einem *Kegelschnitt* k' eingeschrieben [3, S. 32–34].

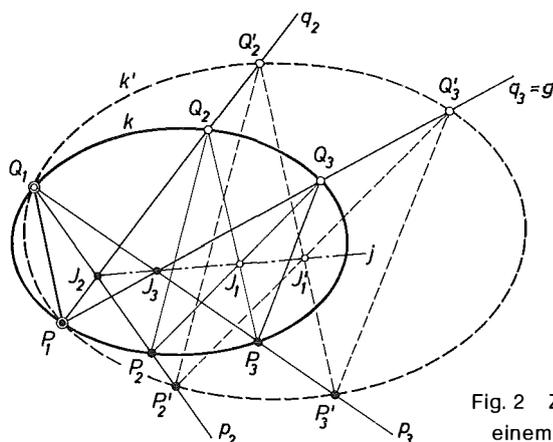


Fig. 2 Zwei Lösungen in einem gefährlichen Fall

Nun ist bloß noch zu zeigen, daß die so erkannte notwendige Bedingung für eine gefährliche Anordnung auch hinreichend ist. Seien also die drei Standpunkte P_i zusammen mit den drei Zielpunkten Q_i ($i = 1, 2, 3$) auf einem Kegelschnitt k angeordnet (Fig. 2). Nach dem Satz von *B. Pascal* schneiden einander dann die drei Paare von Gegenseiten des Sechsecks $P_1Q_2P_3Q_1P_2Q_3$ in drei Punkten J_1, J_2, J_3 einer Geraden j . Verlagert man nun P_2 an irgend eine andere Stelle P'_2 von $p_2 = Q_1P_2$, und läßt man die übrigen Punkte nach der Konstruktionsvorschrift aus Abschnitt 2 folgen, so wandert J_1 nach J'_1 auf j , denn die Dreiecke $P_2Q_2J_1$ und $P'_2Q'_2J'_1$ sind wegen der parallelen Lage entsprechender Seiten zentrisch-ähnlich bezüglich J_2 . Ebenso gilt $P_3Q_3J_1, P'_3Q'_3J'_1$ (Ähnlichkeitszentrum J_3), so daß Q'_3 tatsächlich auf $q_3 = P_1Q_3$ zu liegen kommt. – Damit ist im Einklang mit [2] erkannt der

Satz 1: *Gehören beim Lambertschen Sechspunktproblem die drei Standpunkte samt den drei Zielpunkten einem Kegelschnitt an, so liegt eine gefährliche Anordnung vor, die auf eine einparametrische Lösungsschar führt.*

5. Analytische Ermittlung der gefährlichen Fälle

Zur analytischen Untersuchung der Frage nach den gefährlichen Fällen beim Sechspunktproblem empfiehlt sich eine Vorgangsweise, die sich schon bei zwei Achtpunktproblemen bewährt hat [4]: Unter Beibehaltung des in Abschnitt 2 eingeführten Koordinatensystems wird das Zielstrahlbüschel $P_1(0,0)$ unverändert festgehalten, während auf die beiden anderen zwei willkürliche gleichsinnig-kongruente Verlagerungen $P_2(x_2, y_2) \rightarrow P'_2(x'_2, y'_2)$ und $P_3(x_3, y_3) \rightarrow P'_3(x'_3, y'_3)$ ausgeübt werden. Zum Unterschied von den Achtpunktproblemen in [4] sind jetzt aber keine Verdrehungen, sondern auf Grund der bekannten Azimute bloß *Verschiebungen* vorzunehmen.¹⁾

¹⁾ Das vorliegende Sechspunktproblem ließe sich als Sonderfall unter das Clausensche Achtpunktproblem unterordnen (Fall I in [4, S. 38 ff.]), doch ist die nachstehende direkte Behandlung beträchtlich einfacher.

Sollen die drei zu einem Zielpunkt $Q(X, Y)$ weisenden Strahlen auch nach der Verlagerung wieder in einem Punkt $Q'(X', Y')$ zusammenlaufen – was nur für ausgezeichnete, eben „gefährliche“ Zielpunkte Q eintreten wird –, so müssen die Bedingungen

$$\begin{aligned} Y/X &= u = Y'/X', \\ (Y-y_2)/(X-x_2) &= v = (Y'-y'_2)/(X'-x'_2), \\ (Y-y_3)/(X-x_3) &= w = (Y'-y'_3)/(X'-x'_3) \end{aligned} \tag{5.1}$$

erfüllt sein; u, v, w stehen dabei abkürzend für $\text{tg}\alpha, \text{tg}\beta, \text{tg}\gamma$ (Fig. 3). Mit anderen Worten bedeutet dies, daß die drei Geradengleichungen

$$\begin{aligned} uX - Y &= 0, \\ vX - Y &= vx_2 - y_2, \\ wX - Y &= wx_3 - y_3 \end{aligned} \tag{5.2}$$

linear abhängig sein müssen. Die notwendige und hinreichende Bedingung dafür ist das Verschwinden der Gleichungsdeterminante, d. i. ausgewertet:

$$w(ux_3 - vx_3 + vx_2 - y_2) = uvx_2 + u(y_3 - y_2) - vy_3. \tag{5.3}$$

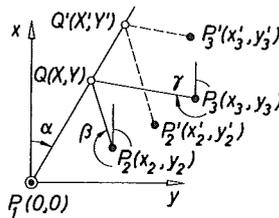


Fig. 3 Gefährliche Zielpunkte

Die gleiche Beziehung muß natürlich auch für die gestrichelten Koordinaten bestehen. Elimination von w aus den beiden Schnittbedingungen (5.3) und (5.3') führt dann auf eine Relation zwischen u und v , welche die gefährlichen Zielpunkte Q durch die Azimute $\alpha = \arctgu$ und $\beta = \arctgv$ der Peilstrahlen P_1Q bzw. P_2Q kennzeichnet. Sie lautet nach einigen Umformungen und Kürzung durch $u-v$ (womit die in trivialer Weise gefährlichen Fernpunkte ausgeschaltet werden):

$$\begin{aligned} auv + bu + cv + d &= 0 \text{ mit} \\ a &= x_2x'_3 - x_3x'_2, \quad b = x_3(y'_2 - y'_3) + (y_3 - y_2)x'_3, \\ c &= y_3(x'_2 - x'_3) + (x_3 - x_2)y'_3, \quad d = y_2y'_3 - y_3y'_2. \end{aligned} \tag{5.4}$$

Durch diese bilineare Beziehung sind die beiden Zielstrahlbüschel P_1 und P_2 projektiv gekoppelt, sodaß der von ihnen erzeugte Ort aller (für die angenommene Verlagerung) gefährlichen Punkte Q ein Kegelschnitt k durch die beiden Büschelscheitel P_1 und P_2 ist. Seine Gleichung ergibt sich – auch ohne solche Vorkenntnisse –, indem man in (5.4) die Größen u und v vermöge (5.2) durch X und Y ausdrückt. Man gelangt so zu

$$dX^2 + (b + c)XY + aY^2 - (dx_2 + cy_2)X - (bx_2 + ay_2)Y = 0. \tag{5.5}$$

Durch Einsetzen der Koordinaten x_i und y_i für X und Y kann man sich überzeugen, daß alle drei Standpunkte P_i ($i = 1, 2, 3$) auf dem gefährlichen Kegelschnitt k liegen. Über die Anzahl der Zielpunkte Q (X, Y) ist nichts gesagt. Das bedeutet also vorläufig: Liegen *beliebig viele Zielpunkte* Q zusammen mit den drei Standpunkten P_i auf dem Kegelschnitt k (5.5), dann besitzt das Lambertsche Problem noch eine Nebenlösung, bei welcher anstelle der Standpunkte $P_i(x_i, y_i)$ deren Neulagen $P'_i(x'_i, y'_i)$ treten.

Daß die damit nachgewiesene Nebenlösung nicht die einzige ist, sondern bloß eine aus einer ganzen (stetigen) Schar, wäre noch zu zeigen. Weiters, daß der Kegelschnitt k (5.5) in keiner Weise ausgezeichnet ist, sondern daß jeder beliebige Kegelschnitt als gefährlicher Ort für eine bestimmte Verlagerung auftreten kann. Und schließlich, daß die Standpunkte P_i auf k keine spezielle Lage haben, ja daß ihre Anzahl sogar beliebig vermehrt werden kann, wenn sie nur allesamt auf k liegen. All dies könnte nach dem Vorbild in [4] geschehen, doch werden sich die angeführten Behauptungen im letzten Abschnitt auf einfachere Weise bestätigen.

Zu diesem Zwecke ist aber vorerst die Anordnung der *Zielpunktneulagen* Q' (X', Y') zu klären. Zufolge (5.1) sind offenbar bloß die gestrichenen und ungestrichenen Koordinaten zu vertauschen. Dies zieht lediglich einen Vorzeichenwechsel der Koeffizienten a bis d in (5.4) nach sich, sodaß sich als Ort der neuen Zielpunkte Q' wieder ein *Kegelschnitt* k' ergibt; seine Gleichung lautet:

$$dX'^2 + (b+c)X'Y' + aY'^2 - (dx'_2 + cy'_2)X' - (bx'_2 + ay'_2)Y' = 0. \quad (5.6)$$

Die Übereinstimmung der quadratischen Glieder in (5.5) und (5.6) besagt, daß die Kegelschnitte k und k' *gemeinsame Fernpunkte* haben, und dies bedeutet für gewöhnlich, daß sie *ähnlich und ähnlich gelegen* sind. Bei Ellipsen gilt dies ohne Einschränkung (vgl. Fig. 2); im Falle einer Parabel k ist für k' aber auch die Grenzform eines achsenparallelen Geradenpaares zu berücksichtigen; bei einer Hyperbel k kann k' auch eine Hyperbel sein, für welche Haupt- und Nebenachse die Rollen getauscht haben, oder aus zwei Geraden in Asymptotenrichtungen bestehen.

6. Lösungsscharen der gefährlichen Fälle

Beim Vorhandensein ähnlicher und ähnlich gelegener gefährlicher Kegelschnitte k und k' liegt es im Hinblick auf den sowieso unbestimmt bleibenden Maßstab nahe, diese Kegelschnitte *zusammenfallen* zu lassen, was die Übersicht über die Lösungsschar zu erleichtern verspricht. Hierbei sind allerdings Ellipsen, Parabeln und Hyperbeln getrennt zu behandeln. Abweichend von der bisherigen Bedeutung sollen jetzt x, y und X, Y *affine Koordinaten* bezeichnen, die von der Nordrichtung unabhängig sind. Die Koordinatenachsen brauchen also keinen rechten Winkel mehr zu bilden, und die Einheiten auf ihnen dürfen verschieden sein.

I. *Elliptischer Fall*

Legt man im Falle einer gefährlichen *Ellipse* $k = k'$ die Koordinatenachsen und ihre Einheiten durch zwei konjugierte Halbmesser fest, so können auf Grund der geläufigen Parameterdarstellung $x = \cos t, y = \sin t$ die auf k angeordneten Stand- und Zielpunkte erfaßt werden durch

$$\begin{aligned} P_i \dots x_i &= \cos t_i, y_i = \sin t_i \\ Q_j \dots X_j &= \cos T_j, Y_j = \sin T_j \end{aligned} \tag{6.1}$$

Die *Richtung* des Zielstrahls $P_i Q_j$ wird dann gekennzeichnet durch

$$(Y_j - y_i) : (X_j - x_i) = -\cot (T_j + t_i) / 2. \tag{6.2}$$

Wird nun die *Verlagerung* der Stand- bzw. Zielpunkte durch

$$t'_i = t_i - \tau, T'_j = T_j + \tau \tag{6.3}$$

angesetzt, dann bleiben wegen $T'_j + t'_i = T_j + t_i$ die Richtungen sämtlicher Zielstrahlen unverändert. Die Transformationen $P_i \rightarrow P'_i$ und $Q_j \rightarrow Q'_j$ sind als *affine Drehungen* um die Winkel $-\tau$ bzw. $+\tau$ anzusprechen (gewöhnliche Drehungen im Falle eines Kreises $k = k'$, bei welchem die Sachlage elementar zu durchschauen ist). Anzahl und Anordnung der Stand- und Zielpunkte unterliegen dabei keinen Einschränkungen. Den frei wählbaren Werten von τ entsprechen unendlich viele Lösungen, die eine stetige Schar erfüllen; zu achten ist nur auf die zu vermeidende Möglichkeit, daß sich das Azimut eines Zielstrahls bei der Verlagerung um 180° ändert.

II. *Parabolischer Fall*

Legt man im Falle einer gefährlichen *Parabel* $k = k'$ die x -Achse in die Scheiteltangente und die y -Achse in die Parabelachse, so können die Stand- bzw. Zielpunkte angesetzt werden mit

$$P_i \dots x_i = t_i, y_i = t_i^2; Q_j \dots X_j = T_j, Y_j = T_j^2. \tag{6.4}$$

Die Richtung des Zielstrahls $P_i Q_j$ wird dann gekennzeichnet durch

$$(Y_j - y_i) : (X_j - x_i) = T_j + t_i. \tag{6.5}$$

Die wieder durch (6.3) erklärten Verlagerungen der Stand- und Zielpunkte sind jetzt „*isotrope Drehungen*“ im Sinne von *K. Strubecker*. Da sie die Richtungen (6.5) erhalten, sind die gleichen Schlüsse wie in I zu ziehen.

Der Grenzfall eines *Parallelenpaares* k^* stellt sich für $\tau \rightarrow \infty$ ein, wenn man vorher noch auf die Nebenlösung die Ähnlichkeitstransformation $\bar{x}' = x'/\tau, \bar{y}' = (y'/\tau) - \tau$ ausübt. Man gelangt so zur ausgezeichneten Nebenlösung

$$P_i^* \dots x_i^* = -1, y_i^* = -2x_i; Q_j^* \dots X_j^* = +1, Y_j^* = 2X_j. \tag{6.6}$$

III. Hyperbolischer Fall

Läßt man im Falle einer gefährlichen *Hyperbel* $k = k'$ die Koordinatenachsen mit den Asymptoten zusammenfallen, so können auf Grund der Darstellung $xy = 1$ die Stand- bzw. Zielpunkte angesetzt werden mit

$$\begin{aligned} P_i \dots x_i &= \exp t_i, y_i = \exp (-t_i); \\ Q_j \dots X_j &= \exp T_j, Y_j = \exp (-T_j). \end{aligned} \quad (6.7)$$

Die reellen Punkte eines Hyperbelastes werden mit reellen Parameterwerten erfaßt, jene des anderen Astes hingegen durch komplexe Werte mit dem Imaginärteil π . Die Richtung des Zielstrahls $P_i Q_j$ ist gekennzeichnet durch

$$(Y_j - y_i) : (X_j - x_i) = -1 : \exp (T_j + t_i). \quad (6.8)$$

Die wiederum durch (6.3) erklärten Verlagerungen der Stand- und Zielpunkte könnten als „Pseudodrehungen“ bezeichnet werden. Für reelle Werte von τ bleibt jeder Punkt auf seinem Hyperbelast (Fig. 4a), für Werte mit $\text{Im}\tau = \pi$ wechselt er auf den anderen Ast über.

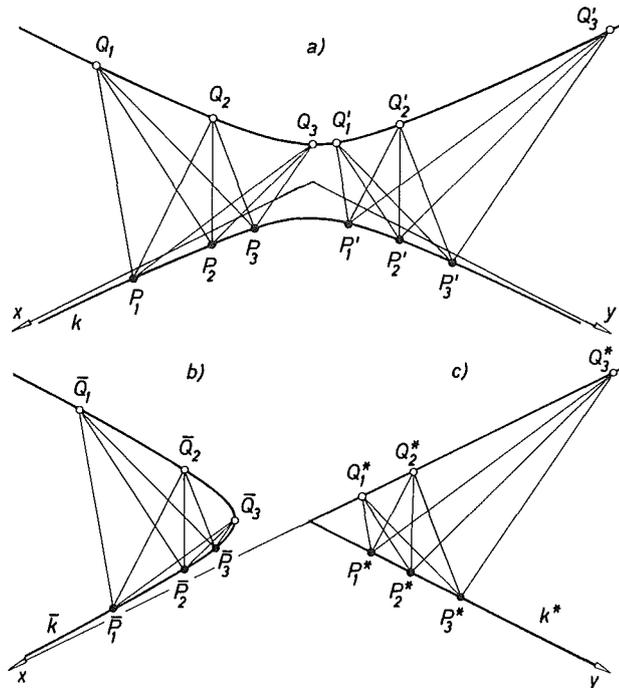


Fig. 4 Vier Lösungen in einem gefährlichen Fall hyperbolischen Typs

Eine zweite Schar von Nebenlösungen ergibt sich, wenn man von $P_i(x_i, y_i)$ zu $\bar{P}_i(\pm x_i, \mp y_i)$ und gleichzeitig von $Q_j(X_j, Y_j)$ zu $\bar{Q}_j(\mp X_j, \pm Y_j)$ übergeht, wobei die Zielstrahlrichtungen auch erhalten bleiben. Die neuen Punkte und die durch Pseudodrehungen aus ihnen hervorgehenden gehören jetzt der „konjugierten“ Hyperbel k mit der Gleichung $xy = -1$ an (Fig. 4b).

Der Grenzfall eines Geradenpaares k^* ergibt sich, wenn $P_i(x_i, y_i)$ durch $P_i^*(0, y_i)$ oder $(x_i, 0)$ und gleichzeitig $Q_j(X_j, Y_j)$ durch $Q_j^*(X_j, 0)$ oder $(0, Y_j)$ ersetzt wird; auch hierbei bleiben die Zielstrahlrichtungen unverändert (Fig. 4c). Hier bewirken die Pseudodrehungen bloß zentrisch-ähnliche Transformationen. – Ein derartiger gefährlicher Fall hyperbolischen Typs liegt demnach stets vor, wenn sich die Stand- und Zielpunkte auf je eine Gerade verteilen.

In Erweiterung von Satz 1 gilt mithin

Satz 2: *Werden aus $m \geq 3$ der Lage nach unbekanntem Standpunkten jeweils dieselben $n \geq 3$ ebenfalls unbekanntem Zielpunkte anvisiert und dabei die Azimute gemessen, so liegt für die Aufgabe der Lagebestimmung aller $m + n$ Punkte (die für $m + n > 6$ bereits überbestimmt ist) ein gefährlicher Fall mit stetigen Lösungsscharen genau dann vor, wenn sämtliche Punkte auf einem (eventuell zerfallenden) Kegelschnitt angeordnet sind.*

Kenner der projektiven Geometrie werden einen Zusammenhang der Entwicklungen dieses Abschnitts mit einem klassischen *Schließungsproblem* bemerkt haben, nämlich mit der erstmals von *G. di Ottaviano* (1788) behandelten Aufgabe: „Einem gegebenen Kegelschnitt ein n -Eck einzuschreiben, dessen Seiten der Reihe nach durch n vorgelegte Stützpunkte gehen“ [3, S. 42–46]. Diese Aufgabe besitzt im allgemeinen zwei (nicht unbedingt reelle) Lösungen. Liegen speziell sämtliche Stützpunkte auf einer Geraden f und ist n gerade, so fallen die beiden Lösungspolygone mit der mehrfach zu zählenden Geraden f zusammen. Existiert jedoch ausnahmsweise noch eine dritte, nicht ausgeartete Lösung, dann hat man eine sogenannte „poristische“ Aufgabe, die unendlich viele Lösungen besitzt.

Eine solche Situation liegt nun offenbar bei einem gefährlichen Fall des Lambertschen Sechspunktproblems vor: Die Seiten des einem Kegelschnitt k eingeschriebenen Sechsecks $P_1Q_2P_3Q_1P_2Q_3$ gehen auf Grund ihrer bekannten Richtungen durch sechs uneigentliche Stützpunkte (auf der Ferngeraden f), sodaß es noch unendlich viele weitere, k eingeschriebene Sechsecke mit denselben Seitenrichtungen geben wird. Die Anwendung der Aussage auf die Teilvierecke des Sechsecks lehrt dann, daß auch die Diagonalen P_1Q_1 , P_2Q_2 , P_3Q_3 beim Durchlaufen der Schar ihre Richtungen bewahren.

Literatur

[1] *Lambert, J. H.*: Beyträge zum Gebrauche der Mathematik und deren Anwendungen, I. Berlin 1765, 72–83.

[2] *Killian, K.*: Critical configurations of Lambert's 6-station problem. Marine Geodesy 1978, 323–335.

[3] *Dingeldey, F.*: Kegelschnitte und Kegelschnittssysteme. Enzykl. Math. Wiss. III C1.

[4] *Wunderlich, W.*: Über gefährliche Annahmen beim Clausenschen und Lambertschen Achtpunktproblem. Sitzgsber. Bayer. Akad. Wiss. 1978, 23–46.

Summary

For Lambert's classical six-point problem, which recently is gaining a certain interest in the domain of Marine Geodesy, the author exposes a linear graphical construction and the corresponding trigonometric solution. Furthermore he shows, as well by synthetic as by analytic developments, that critical cases of the problem occur if and only if the six points belong to a conic (which may split into a pair of straight lines). Even when the number of points is arbitrarily augmented, the problem (which then is overdetermined) possesses an infinite continuous set of solutions, if all points are situated on the critical conic.

Ein neues EDV-Programm für die Berechnung ellipsoidischer und geoidischer Höhen und für die Reduktion elektronisch gemessener Schrägstrecken

Von Josef Zeger, Wien

Aufbauend auf den Grundsätzen und Formeln, die im Sonderheft 32 der ÖZfVuPh entwickelt wurden, hat die Triangulierungsabteilung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien eine Programmierungsgrundlage zusammengestellt, die von der Abteilung für Elektronische Datenverarbeitung als neues Rechenprogramm realisiert wurde.

Wie in [1] ausführlich dargelegt wurde, ist die bisherige Art der Höhenberechnung und der Reduktion der elektronisch gemessenen Schrägstrecken in vielen Fällen nicht befriedigend. Dieses neue Rechenprogramm bietet nun die Möglichkeit einer besseren Höhenberechnung und einer richtigeren Reduktion der Strecken. Es besteht aus mehreren Programmteilen.

Im ersten Teil werden vorläufige Höhenunterschiede berechnet und in einem Ausgleichsverfahren Refraktionsänderungen und Lotabweichungskomponenten ermittelt. Für die Berechnung der Höhenunterschiede werden, wenn vorhanden, grundsätzlich die zugeordneten gemessenen Schrägstrecken verwendet. Nur in jenen Fällen, wo einer Höhenwinkelmessung keine gemessene Schrägstrecke zugeordnet werden kann, erfolgt die Berechnung der vorläufigen und später auch der ellipsoidischen Höhenunterschiede mit aus Koordinaten abgeleiteten Horizontalstrecken. Um dies durchführen zu können, wird als grundsätzliche Voraussetzung die Angabe von

guten vorläufigen Koordinaten für alle in einer Berechnungsgruppe enthaltenen Stand- und Zielpunkte sowie die Bekanntgabe von vorläufigen Höhen für alle Festpunkte verlangt. Die Instrument- und Zielhöhen der Höhenwinkel- und auch der Streckenmessung sind auf den jeweiligen Hauptpunkt eines jeden Festpunktes bezogen anzugeben. Liegen Streckenmessungen vor, werden die zugehörigen Höhenwinkel auf die Höhenbezugspunkte der Streckenmessung reduziert. Für jene Standpunkte, von denen bereits Lotabweichungskomponenten vorgegeben sind, werden auch die den einzelnen Höhenwinkeln entsprechenden Lotabweichungsanteile ε berechnet und bereits bei der Ermittlung der vorläufigen Höhenunterschiede berücksichtigt. Für die Berücksichtigung der Refraktionseinflüsse wird vorerst der Refraktionskoeffizient nach *Harti* zugrundegelegt.

Die Summe der ellipsoidischen Höhenunterschiede aus Hin- und Rückmessung sollte bei fehlerfreier Beobachtung und richtiger Berücksichtigung der Refraktion und Lotabweichung gleich Null sein. Es stellen somit die Summen der vorläufigen Höhenunterschiede aus Hin- und Rückmessung die Widersprüche der Fehlergleichungen dar, aus denen die Normalgleichungen zur Ermittlung der gewünschten Refraktionsänderungen und Lotabweichungskomponenten gebildet werden.

An sich müßte man ja für jede einzelne Höhenwinkelmessung den zugehörigen Refraktionseinfluß ermitteln. Auf rechnerischer Grundlage im Zuge eines Ausgleichungsverfahrens ist dies praktisch unmöglich, da auf diese Weise mehr Unbekannte zu bestimmen wären als Beobachtungen vorliegen. Es müssen daher immer mehrere Höhenwinkel, die unter annähernd gleichen Bedingungen gemessen worden sind, jeweils einer Refraktionsunbekannten zugeordnet werden. Für mindestens zwei Punkte einer Berechnungsgruppe müssen auch die Lotabweichungskomponenten ξ und η bekannt sein. Anzustreben wäre allerdings, vor dieser Ausgleichung für möglichst viele Punkte einer Berechnungsgruppe die Lotabweichungskomponenten als bereits bekannt einführen zu können, entweder abgeleitet aus astronomischen Messungen oder wenigstens interpolierte Werte. Wie die in [1] durchgeführte Berechnung von Lotabweichungskomponenten im Wege einer solchen Ausgleichung gezeigt hat, besitzen die daraus resultierenden Werte eine relativ große Unsicherheit.

Durch Refraktionsnummern erfolgt die Zuordnung der gemessenen Höhenwinkel zu den zu ermittelnden Refraktionsunbekannten, durch anzugebende Lotabweichungsnummern werden die Punkte gekennzeichnet, für welche Lotabweichungskomponenten zu berechnen sind.

Werden weder Refraktionsnummern noch Lotabweichungsnummern angeführt und sind auch keine Lotabweichungskomponenten vorgegeben, erfolgt mit diesem Programm eine elektronische Höhenberechnung unter Anwendung der *Harti*-Refraktion wie bei der bisher durchgeführten Art der Höhenberechnung, jedoch mit einer strengen Ausgleichung der Höhen.

Für diesen Teil der Berechnung werden ausschließlich gegenseitig vorliegende Höhenwinkelmessungen verwendet. Nur einseitig gemessene Höhenwinkel werden zwar in die Berechnung der vorläufigen Höhenunterschiede einbezogen, aber als „nicht verwendet“ ausgewiesen. Im Verlaufe eines Fehlersuchprogrammes werden fehlerhafte Beobachtungen vor Durchführung der Ausgleichung ausgeschieden.

Im nächsten Programmteil erfolgt die Berechnung der ellipsoidischen Höhenunterschiede unter Verwendung der Ergebnisse der vorangegangenen Ausgleichung zur Ermittlung der Refraktionsänderungen und Lotabweichungskomponenten. Anschließend werden in einem zweiten Ausgleichungsverfahren die ellipsoidischen Höhen berechnet. Vor der Berechnung der ellipsoidischen Höhenunterschiede wird jeder gemessene Höhenwinkel mit dem aus der Ausgleichung resultierenden Refraktionskoeffizienten und dem zugehörigen Lotabweichungsanteil reduziert. Mit diesen auf das Ellipsoid reduzierten Höhenwinkeln werden die ellipsoidischen Höhenunterschiede berechnet. Auch hier wird, wie bereits erwähnt, eine vorhandene gemessene Schrägstrecke grundsätzlich für die Höhenunterschiedsberechnung herangezogen.

Für die Berechnung der ellipsoidischen Höhen muß mindestens von einem Punkt eine ellipsoidische Höhe vorgegeben sein. Da derzeit in Österreich noch kein eigenes einheitliches ellipsoidisches Höhensystem vorliegt, können mit diesem Teil des Höhenprogrammes einstweilen nur lokale ellipsoidische Höhen berechnet werden, die in erster Linie für die Reduktion der gemessenen Schrägstrecken von Bedeutung sind.

Im allgemeinen wird somit derzeit in jeder Berechnungsgruppe nur für einen einzigen Punkt eine ellipsoidische Höhe vorgegeben sein, meist auf der Grundlage, daß eine gegebene Meereshöhe als lokale ellipsoidische Höhe übernommen wird. Erst wenn ein einheitliches ellipsoidisches Höhensystem für ganz Österreich vorliegt, kann eine echte Einrechnung in dieses System erfolgen. Dann werden jeweils auch für mehrere Punkte ellipsoidische Höhen vorgegeben sein.

In diesem Teil der Höhenberechnung werden auch nur einseitig vorliegende Höhenwinkelmessungen ohne Rückmessung mit verwendet. Ausgehend von den Punkten mit gegebener ellipsoidischer Höhe werden unter Verwendung eines jeden einzelnen aus einer Höhenwinkelmessung abgeleiteten ellipsoidischen Höhenunterschiedes sogenannte Einzelhöhen der Neupunkte berechnet. Auf diese Weise entstehen von jedem Neupunkt eine Reihe von Einzelhöhen, die unter Verwendung einer Fehlergrenze überprüft werden. Anschließend erfolgt eine Mittelung. Die Einzelhöhen werden dann nochmals in bezug auf dieses Mittel überprüft. Dieser gesamte Vorgang wird so lange fortgesetzt, bis von jedem Neupunkt eine vorläufige ellipsoidische Höhe vorliegt und bis jeder einzelne Höhenunterschied überprüft werden

konnte. Als fehlerhaft erklärte Höhenunterschiede werden aus der weiteren Berechnung ausgeschlossen.

Es folgt die Aufstellung der Fehlergleichungen, anschließend die Bildung und Auflösung der Normalgleichungen, woraus die ausgeglichenen ellipsoidischen Höhen der Neupunkte mit ihren mittleren Fehlern resultieren.

Im dritten Programmteil werden die in der Berechnungsgruppe enthaltenen elektronisch gemessenen Schrägstrecken reduziert, je nach der Situation unter Verwendung der ellipsoidisch reduzierten Höhenwinkel oder mit Hilfe der aus den ausgeglichenen ellipsoidischen Höhen abgeleiteten ellipsoidischen Höhenunterschiede, falls keine zugeordnete Höhenwinkelmessung vorliegt. Da, wie bereits erwähnt, von allen in der Berechnungsgruppe enthaltenen Stand- und Zielpunkten Koordinaten als Angabe vorliegen müssen, werden als Endergebnis die konform reduzierten Strecken in der Rechenfläche ausgewiesen.

Im vierten und letzten Programmteil werden die geoidischen Höhen der Neupunkte berechnet. Hier kommen allerdings einige wesentliche Unterschiede gegenüber der Berechnung der ellipsoidischen Höhen zum Tragen.

Ein wesentlicher Unterschied besteht darin, daß ausschließlich nur gegenseitig vorhandene Höhenwinkelmessungen zur Berechnung von geoidischen Höhen herangezogen werden, da nach dem in [1] erwähnten Näherungsverfahren nur der Mittelwert der Höhenunterschiede aus Hin- und Rückmessung als gute Näherung für den geoidischen Höhenunterschied angesehen werden kann, allerdings nur dann, und das ist der zweite wesentliche Unterschied, wenn für die Höhenunterschiedsberechnung eine von der Rechenfläche unabhängige schräge Raumstrecke verwendet wird. Liegt keine elektronisch gemessene Schrägstrecke vor, wird für die Höhenunterschiedsberechnung aus Koordinaten eine Horizontalstrecke errechnet, die anschließend unter Verwendung der vorher ermittelten ellipsoidischen Höhen in eine von der Rechenfläche unabhängige schräge Raumstrecke verwandelt wird.

Der gemessene Höhenwinkel ist beim Vorhandensein einer gemessenen Schrägstrecke auf die Höhenbezugspunkte der Streckenmessung ja bereits anlässlich der Berechnung der vorläufigen Höhenunterschiede reduziert worden. In allen anderen Fällen wird die errechnete schräge Raumstrecke auf die vorhandene Höhenwinkelmessung bezogen, und zwar auf die Instrumentenkipkachse und den Zielpunkt der Höhenwinkelmessung. Die Höhenwinkel werden weiters wohl bezüglich der aus der ersten Ausgleichung resultierenden Refraktionskoeffizienten korrigiert, hingegen darf hier aber nicht die Lotabweichung berücksichtigt werden.

Die so errechneten Höhenunterschiede aus Hin- und Rückmessung werden nach einer Überprüfung mittels einer Fehlergrenze gemittelt. Diese Mittelwerte stellen gute Näherungswerte für die geoidischen Höhenunterschiede dar und sie sind die Grundlage für die nachfolgenden Berechnungen.

In ähnlicher Art und Weise wie bei der Berechnung der ellipsoidischen Höhen werden für die Neupunkte, ausgehend von den Punkten mit vorgegebenen geoidischen Höhen, unter Verwendung dieser Mittelwerte der Höhenunterschiede aus Hin- und Rückmessung Einzelhöhen berechnet. Diese werden anschließend überprüft und gemittelt. So werden schrittweise die vorläufigen geoidischen Höhen aller Punkte ermittelt. Diese bilden die Ausgangswerte für die nachfolgende Ausgleichung, deren Ergebnis die ausgeglichenen geoidischen Höhen der Neupunkte mit ihren mittleren Fehlern sind.

Allerdings stehen derzeit auch noch keine echten geoidischen Höhen als Ausgangshöhen zur Verfügung, sondern nur die Meereshöhen des österreichischen Gebrauchshöhennetzes.

In einer entsprechend gestalteten Tabellierung werden die Ergebnisse der Berechnungen aus den einzelnen Programmteilen zusammengestellt.

Dieses Höhenprogramm hat derzeit noch einen großen Nachteil, es müssen für seine Anwendung die Angaben in einer eigenen Vorschreibung zusammengestellt und erfaßt werden. Es ist jetzt noch keine Kombination mit der Vorschreibung für das im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen als „EDV-Netz 77“ bezeichnete und in [2] ausführlich beschriebene neue umfassende Netzprogramm möglich. Dies aus mehreren Gründen. Es besteht derzeit weder ein echtes geoidisches Höhensystem noch ein das gesamte Bundesgebiet umfassendes ellipsoidisches Höhensystem. Weiters ist derzeit auch erst für wenige Punkte unseres Festpunktfeldes eine Lotabweichung bekannt. Es ist daher nicht in allen Fällen die Anwendung dieses Höhenprogrammes eine Voraussetzung für eine gesicherte Lageberechnung. Im Flachland werden die nach der konventionellen Methode im „EDV-Netz 77“ reduzierten Strecken in voll und ganz ausreichender Genauigkeit vorliegen. Anders liegt jedoch die Situation im Bergland. Dort müßten zwar die gemessenen Schrägstrecken, vor allem bei steileren Visuren, entsprechend den in [1] niedergelegten Grundsätzen reduziert werden, doch es fehlen vielfach noch die hierfür notwendigen Lotabweichungen, so daß also auch in diesen Fällen die Anwendung des Höhenprogrammes noch nicht allgemein möglich ist.

Ein weiterer Grund dafür, daß die Kombination dieser beiden Programme derzeit nicht einmal noch vorgesehen ist, liegt darin, daß fallweise auch in lagemäßig bereits seit längerem gegebenen Gebieten im Nachhinein eine Höhenberechnung mit diesem Programm durchgeführt werden muß. In diesen Fällen ist dann das Netzprogramm als Vorprogramm hinfällig.

In der Zukunft wird wohl einmal eine Verbindung dieser beiden Programmgruppen erfolgen. Dann allerdings unter der Berücksichtigung der Erfahrungen, die man bis dahin mit der praktischen Anwendung der beiden Programmgruppen gemacht hat.

Augenblicklich ist die Situation noch so, daß das soeben fertiggestellte Höhenprogramm vorerst noch richtig durchgetestet werden muß. Dann erst wird es für die allgemeine Anwendung freigegeben. Sinnvoll kann dieses

Programm nur dann angewendet werden, wenn für möglichst viele Punkte Lotabweichungsmessungen vorliegen. Dies ist eine Voraussetzung, die man im Bergland als unbedingt notwendig wird zur Kenntnis nehmen müssen, will man nicht gute Streckenmessungen mit einem Fehler im Bereich von wenigen Zentimetern durch eine mangelhafte Reduktion in einem Ausmaß bis in den Dezimeterbereich verfälschen. Dies aber bereits bei Strecken im Netz der Triangulierung 5. Ordnung! Wie sich bei dem in [1] angeführten Testnetz gezeigt hat, haben dort auch die Richtungen im Netz 5. Ordnung als Folge der Lotabweichungen Korrekturen bis zu rund $\pm 20''$ erhalten.

In einem Fall, wo die Anwendung des neuen Höhenprogrammes notwendig ist, besteht derzeit folgender Berechnungsgang: Vorerst wird mit dem Programm „EDV-Netz 77“ eine erste Lageberechnung und die Berechnung von vorläufigen Höhen durchgeführt. Mit dem neuen Höhenprogramm erfolgt die endgültige Höhenberechnung und die richtige Reduktion der elektronisch gemessenen Schrägstrecken. Im Anschluß daran werden die richtig reduzierten Strecken in das Programm „EDV-Netz 77“ übernommen und es erfolgt die Berechnung der endgültigen Koordinaten der Neupunkte.

Literaturhinweise

[1] Zeger, J.: Untersuchungen über die trigonometrische Höhenmessung und die Horizon-
tierung von schräg gemessenen Strecken. Sonderheft 32 der ÖZfVuPh, Wien 1978.

[2] Meissl, P., und Stübenvoll, K.: Ein Computer-Programmsystem zur Verdichtung trigono-
metrischer Netze. Allgemeine Beschreibung und Benutzeranleitung. Mitteilungen der geodäti-
schen Institute der Technischen Universität Graz, Folge 25, Graz 1977.

Berichtigung

Im Aufsatz „Staatsgrenze Österreich–Italien. Neuvermessung und Dokumentation“ von K. Mikulits im Heft 3/1978 der ÖZfVuPh., 66. Jahrgang, wären folgende Berichtigungen anzubringen:

1. Seite 136, Abschnitt B, 3. Zeile soll richtig lauten: . . . das sind insgesamt 190 km mit 680
Grenzzeichen . . .

2. Seite 143, Punkt 3, 2. Absatz: Laut Hinweis von Herrn Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn. J. Litschauer war die hier angeführte Charakterisierung des Grenzkordinatensystems zwar ur-
sprünglich so vorgesehen, sie wurde jedoch im Einvernehmen mit den Vertretern des IGM in
Florenz abgeändert. Das Grenzkordinatensystem ist also richtig wie folgt charakterisiert:

- Internationales Ellipsoid (Hayford),
- Bestimmung der Lage durch Festhalten des Punktes Dreiherrnspitze mit seinen geogra-
phischen Koordinaten aus dem Europeanetz 50,
- Bestimmung von Maßstab und Orientierung durch die österreichischen und italienischen
Messungen von Geodimeter-Distanzen und Laplace-Azimuten,
- Gauß-Krüger-Koordinaten mit dem Mittelmeridian 12° östl. von Greenwich.

Kurt Mikulits

Mitteilungen, Tagungsberichte

Selbstkontrollierende photogrammetrische relative Orientierung und Streifenbildung

Von *Laszlo Molnar*, Wien

Autorreferat über die an der Technischen Universität Wien approbierte Dissertation, die vom Institut für Photogrammetrie der TU Wien als Heft 14 der Geowissenschaftlichen Mitteilungen in ihrer Gesamtheit veröffentlicht wurde.

Begutachter: o. Prof. Dr. K. Kraus
o. Prof. Dr. H. Schmid

Die zunehmende Verbreitung sowohl von Stereo- und Monokomparatoren als auch von analytischen Auswertegeräten macht es notwendig, die von gemessenen Bildkoordinaten ausgehenden photogrammetrischen Arbeitsschritte neu zu überdenken und nach Möglichkeit leistungsfähigere Rechenverfahren zu erarbeiten. Die Effizienz der rechnerischen Auswerteverfahren wird vor allem davon abhängen, inwieweit es gelingt, die Lokalisierung und Elimination der groben Datenfehler zu automatisieren.

Die Dissertation beginnt mit der mathematischen Formulierung eines neuen Verfahrens für die relative Orientierung aus gemessenen Bildkoordinaten. Bei diesem Verfahren erhält man die Koordinaten der Modellpunkte im Koordinatensystem des ersten Bildes. Dabei wird das zweite Bild rechnerisch so lange gedreht und verschoben, bis es gemeinsam mit dem ersten Bild dem exakten Normalfall entspricht. In gleicher Weise wird auch das dritte Bild in eine exakte Normalfall-Aufnahme überführt, sodaß das zweite Modell lediglich durch eine Translation und eine Maßstabsbestimmung an das erste Modell angeschlossen werden kann. Eine räumliche Drehung – wie bei den bekannten Verfahren – ist dagegen nicht notwendig.

Die auf diese Weise gebildeten Triangulationsstreifen weisen allerdings Unstetigkeitsstellen entlang der Modellränder auf. Aus den Restfehlern an den Modellverknüpfungspunkten sind deshalb Verbesserungen für die Orientierungselemente zu berechnen. Das dafür entwickelte Homogenisierungsverfahren bringt ähnlich gute Ergebnisse wie die in Amerika weit verbreitete „Triplet“-Methode.

Der nächste Abschnitt der Dissertation befaßt sich – zurückgreifend auf die Arbeiten von Baarda, Kraus und Stevanovic – mit der Suche grober Fehler bei Ausgleichungen nach vermittelnden Beobachtungen. Zum leichteren Verständnis der mit Ausgleichungen in der Regel verbundenen Fehlerabsorption wurde der Begriff des „Geometrischen Gewichtes“ eingeführt. Die geometrischen Gewichte lassen sich aus der Gewichtskoeffizientenmatrix Q_{VV} der Verbesserungen v berechnen.

Aufbauend auf dieser Theorie wird die Lokalisierung und Elimination der groben Beobachtungsfehler wie folgt durchgeführt: Für die Lokalisierung werden die mit den Hauptdiagonalelementen der Q_{VV} -Matrix normierten Verbesserungen verwendet. Die Entscheidung, ob die Ausgleichung frei von groben Fehlern ist, wird an Hand der Abweichungen an jenen Beobachtungen getroffen, die (vorübergehend) nicht in die Ausgleichung einbezogen werden.

Die gesamten Überlegungen wurden in der Form der beiden Computerprogramme PHOTO und MODEL realisiert. Die beiden Programme sind das Ergebnis einer 14jährigen Forschungs- und Entwicklungstätigkeit, begleitet von einem intensiven Einsatz in der Produktion. Die mit diesen Programmen bereinigten Daten können unmittelbar mit dem Bündelausgleichungsprogramm ORIENT des Institutes für Photogrammetrie der TU Wien und dem Blockausgleichungsprogramm nach unabhängigen Modellen PAT-M43 des Institutes für Photogrammetrie der Universität Stuttgart übergeben werden.

Personalnachrichten

Technische Universität Wien

Folgende Kandidaten haben am 4. Dezember 1978 die II. Diplomprüfung aus dem Vermessungswesen bestanden und sind nach erfolgter Sponsion am 14. Dezember 1978 berechtigt, den akademischen Grad Diplom-Ingenieur zu führen: Erich Viktor Imrek und Georg Walter.

Technische Universität Graz

Folgende Kandidaten haben zum Herbsttermin 1978 die II. Diplomprüfung aus dem Vermessungswesen bestanden und sind nach erfolgter Sponsion berechtigt, den akademischen Grad Diplom-Ingenieur zu führen: Gert Augustin, Georg Friedl, Anton Johann Hollaus, Vinzenz Pöllinger, Dietmar Rosenegger und Alois Josef Zehetner.

Veranstaltungskalender und Vereinsmitteilungen

Carl-Pulfrich-Preis 1979: Dieser mit DM 6000,- dotierte Preis soll heuer zum sechsten Mal verliehen werden. Auszeichnungswürdig sind wissenschaftliche, anwendungstechnische oder konstruktive Arbeiten auf dem Gebiet des Vermessungswesens, die den Stand des Fachgebietes deutlich anheben.

Bewerbungen und Unterlagen sind bis spätestens 1. April 1979 an den Verleihungsrat für den Carl-Pulfrich-Preis, p. A. Carl Zeiss, Abt. Geodäsie und Photogrammetrie, Wissenschaftliche Leitung, Postfach 1369/1380, 7082 Oberkochen, zu richten.

Das Institut für Photogrammetrie der Universität Stuttgart und die Abteilung für Geodäsie und Photogrammetrie der Firma Carl Zeiss, Oberkochen, veranstalten vom 24. bis 28. September 1979 die **37. Photogrammetrische Woche**. Die wissenschaftliche Leitung liegt in den Händen von o. Prof. Dr.-Ing. F. Ackermann und Prof. Dr.-Ing. Hans Karsten Meier.

Als Schwerpunktthemen wurden gewählt:

Analytische Photogrammetrie

Photogrammetrische Beiträge zur Landinformation

Metrische Kamera im Space-Lab-Experiment

Anmeldeschluß ist der 1. August 1979.

Die **46. Sitzung des Comité Permanent** der FIG wird im Anschluß an eine Internationale Geodätische Konferenz vom 2. bis 4. Juli 1979 von der tschechischen wissenschaftlichen Gesellschaft im Ausstellungsareal der Stadt Brünn abgehalten.

Die **10. Internationale Kartographische Konferenz** findet vom 25. August bis 1. September 1980 in Tokio statt. Gleichzeitig wird die 6. Generalversammlung der ICA (International Cartographic Association) abgehalten.

Die Internationale Geographische Union (IGU) wird ihren 24. Kongreß unmittelbar anschließend vom 1. bis 5. September 1980 ebenfalls in Tokio durchführen.

Mitgliedsbeitrag

Zum Begleichen des Mitgliedsbeitrages für 1979 in der Höhe von S 250,- liegt diesem Heft ein Erlagschein bei.

Der Vereinsvorstand

Buchbesprechungen

Messner, Robert: Die Landstraße im Vormärz. Historisch-topographische Darstellung der südöstlichen Vorstädte und Vororte Wiens auf Grund der Katastralvermessung. Verlag der wissenschaftlichen Gesellschaften Österreichs, Wien 1978. Broschiert, 425 Seiten, 3 Kartenbeilagen in Tasche, Preis S 390,-.

Der Verfasser, Hofrat i. R. Dipl.-Ing. Robert Messner, hat mit dem vorliegenden Band „Landstraße“ seine Topographie von Alt-Wien um den 5. Band erweitert und darin den südöstlichen Sektor Wiens beschrieben.

Wie in den vorhergehenden Bänden, der „Leopoldstadt . . .“, dem „Alsergrund . . .“, der „Josefstadt . . .“ und der „Wieden . . .“, hat Messner auch in der „Landstraße . . .“ neben den innerhalb des Linienwalles gelegenen ehemaligen Vorstädten dieses Stadtsektors auch die außerhalb des Linienwalles anschließenden seinerzeitigen Vororte behandelt. Im einzelnen sind dies: die ehemaligen Vorstädte Weißgärber, Landstraße und Erdberg sowie die damaligen Vororte Simmering, Eßling, Herrschaft Kaiserebersdorf, Kaiserebersdorf, Albern, Schwechat, Altkettenhof, Rannersdorf, Kledering, Unterlaa, Oberlaa und Rothneusiedl.

Das beschriebene Gebiet entspricht im wesentlichen den heutigen Wiener Gemeindebezirken III (Landstraße) und XI (Simmering), dem östlichen Teil des Bezirkes X (Favoriten), dem südöstlichen Teil des Bezirkes XXII (Donaustadt) sowie der im Bundesland Niederösterreich gelegenen Stadtgemeinde Schwechat samt den dazugehörigen Katastralgemeinden Altkettenhof, Kledering und Rannersdorf.

Wieder sind dem Werk die bekannten, auf die k. k. Katasteraufnahme des Jahres 1829 bzw. 1820 zurückgehenden Planunterlagen angeschlossen, in denen wie üblich die seit 1846 (1820) bis 1972 erhalten gebliebenen und die seither abgebrochenen Bauwerke in roter bzw. grauer Farbe ersichtlich gemacht sind.

Die Planbeilage 1 beinhaltet die ehemaligen Vorstädte Weißgärber, Landstraße und Erdberg in einem aus dem Originalmaßstab 1 : 2880 verkleinerten Zusammendruck im Maßstab 1 : 4000.

Planbeilage 2 stellt die seinerzeitigen Vororte Simmering, Kaiserebersdorf, Rothneusiedl, Oberlaa und Schwechat im Maßstab 1 : 10 000 dar. In diesem Plan sind die im dargestellten Gebiet derzeit bestehenden Bahnlinien, Brücken sowie der Donaukanal-Durchstich vom Jahre 1832 und die Abgrenzung des Zentralfriedhofes in roter Farbe eingedruckt, wodurch ein willkommener Orientierungsbehelf geboten wird.

Da sich die Messnersche „Topographie von Alt-Wien“ langsam ihrer Vollendung nähert – es sind nur noch der 6. Band, „Mariahilf . . .“, und der 7. Band, „Innere Stadt . . .“, in Vorbereitung –, ist dem Band „Landstraße . . .“ eine dritte Planbeilage beigegeben, die den Titel „Die Vorstädte und Vororte von Wien, Gebietsübersicht 1 : 25 000, nach dem Stand vom Jahre 1820“ trägt.

Diese Gebietsübersicht bringt nicht nur die Umgrenzung sämtlicher Wiener Vorstädte und Vororte, sondern zeigt auch koordinatengenau an, welche Räume die einzelnen 13 Planbeilagen (sieben 1 : 4000 und sechs 1 : 10 000), die der gesamten siebenbändigen Buchreihe beigegeben sind, bedecken. Solcherart wird dem Benützer eine wertvolle planliche Übersicht über die gegenseitige Lage der den einzelnen Bänden angeschlossenen, als Insekarten ausgefertigten Planbeilagen geboten.

Bekanntlich sind sämtliche der den Messnerschen Topographie-Bänden beigegebenen Planbeilagen, die alle auf den großmaßstäblichen Plänen des Österreichischen Grundsteuernkatalogs beruhen, im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen gedruckt worden. Deshalb unternimmt es der Altpräsident des Amtes, Dipl.-Ing. Ferdinand Eidherr, in einem Geleitwort zum Band „Landstraße . . .“, auf die in Messners Gesamtwerk bewiesene praktische und wissenschaftliche Verwendbarkeit des Österreichischen Grundkatalogs hinzuweisen und Hofrat Messner für

die in seiner Buchreihe erfolgreich getätigte Öffentlichkeitsarbeit für den Kataster gebührend zu danken.

Hinsichtlich der Gliederung des Werkes kann auf die aus den bisher erschienenen Bänden und deren Besprechungen bereits bekannten Kapitelfolgen verwiesen werden.

Einer kurzen Schilderung der für den bearbeiteten Gebietsbereich gegebenen Arbeitsaufgabe folgt ein ausführlicher Abschnitt mit dem Titel „Die Umwandlung der Landschaft“. Hier wird zunächst Art und Umfang der Bodenbedeckung des Gebietes aus den Unterlagen des Franziszeischen Grundsteuerkatasters beschrieben, und schließlich werden die verschiedenen, im Gebietsbereich nicht immer zum Vorteil der Landschaft ausgefallenen Bauvorhaben unserer Zeit geschildert und auf dadurch entstandene Umweltschädigungen hingewiesen.

Anschließend streut der Verfasser ein sehr ausführliches Kapitel über die Österreichische Landesaufnahme ein und dokumentiert damit den wesentlichen Anteil Österreichs am Aufschwung der Kartographie.

Er beginnt mit der 1764 unter Kaiserin Maria Theresia einsetzenden Ersten Landesaufnahme, die unter Kaiser Joseph II. 1787 abgeschlossen wurde und daher als Josephinische Landesaufnahme in die Geschichte der Kartographie eingegangen ist. Ihr folgt die Zweite oder Franziszeische Landesaufnahme (1806–1869).

Die Dritte oder Franzisco-Josephinische Landesaufnahme (1869–1887) erbrachte das in der gesamten Welt als beispielhaft bewunderte Spezialkartenwerk 1 : 75 000. Die Vierte oder Präzisionsaufnahme (seit 1896, unterbrochen 1915) hat als Neuerung eine Kartenblattausstattung anfangs in drei und später in vier Farben geschaffen.

Schließlich wird die nach dem Ersten Weltkrieg wieder aufgenommene, nunmehr ihrem Ende entgegengehende und inzwischen bedeutend verbesserte Vierte Landesaufnahme besprochen sowie die Herstellung der Österreichischen Karte 1 : 50 000 (ÖK 50) und ihrer Folgemaßstäbe ÖK 200, ÖK 25 V und ÖK 100 V erläutert. (1978 fehlten von den insgesamt 213 Blättern der neuen ÖK 50 im wesentlichen nur mehr 2 Blätter.)

In der Abhandlung wird auch der physisch oft sehr schwierigen Feldarbeit des Topographen – und des Vermessungsingenieurs überhaupt – gedacht. So schildert Messner seine Erlebnisse (nach dem noch vorhandenen Tagebuch) als Ferialtechniker bei den astronomisch-geodätischen Arbeiten des Bundesamtes auf dem Ankogel im Jahre 1927. Diese – nach der „Topographischen Beschreibung“ des Militärgeographischen Institutes – sehr schwierig zu ersteigende Bergspitze war seit jeher – fast könnte man sagen – berüchtigt durch ihre starke Verwitterung und – damit verbunden – durch die besonders in den Nachtstunden infolge Eisbildung abgesprengten Steinlawinen. Daß die nächtlichen Polhöhenmessungen zwar zu den interessantesten, in diesem Falle aber nicht gerade angenehmsten Arbeiten zählten, bedarf somit keiner weiteren Begründung. Tatsächlich ist es denn auch – glücklicherweise erst viel später, in der Nacht zum 17. Jänner 1932 – zu einem Bergsturz gekommen, wobei der Ankogel 15 m an Höhe verloren hat.

Das 38 Seiten umfassende Kapitel über die Österreichische Landesaufnahme erschien der Gruppe „Landesaufnahme“ des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen als Studienbehelf derart nützlich, daß sie hievon Sonderdrucke herstellen ließ.

Wie auch in den bisher erschienenen Bänden der Topographie von Alt-Wien enthält auch der Band „Lkdstraße . . .“ die nach den beschriebenen Vorstädten und Vororten gereihten Bautenverzeichnisse, und zwar zunächst jenes der seit dem Jahre 1846 (1818–1820) erhalten gebliebenen Bauten und dann jenes der seit diesen Jahren abgebrochenen Bauwerke. Weiters gibt es wieder die üblichen Gassen- und Abbildungsverzeichnisse.

Es ist immer wieder bewundernswert, mit welcher Genauigkeit und Gewissenhaftigkeit Hofrat Messner bei der Zusammenstellung dieser Verzeichnisse zu Werke geht. So sind sämtliche in den Bautenverzeichnissen angeführten Objekte nicht weniger als viermal vom Verfasser an Ort und Stelle begangen worden, und zur Verfassung der Abbildungsverzeichnisse sind von ihm eine Unmenge von in Betracht kommenden Büchern und Zeitschriften durchgesehen worden, um darin vorgefundene brauchbare Abbildungen vermerken zu können.

Abschließend macht Messner, wie in allen seinen Büchern, in den historisch-topographischen Notizen von den beschriebenen Vorstädten und Vororten zwanglos aneinandergereihte, die Topographie und Ortsgeschichte betreffende Angaben, deren Kenntnis für die Benützung der Bautenverzeichnisse jedem Interessierten von großem Nutzen sind. Wo es dem Verfasser ratsam erscheint, kommen namhafte Zeitgenossen zu Wort. So werden hier u. a. interessante zeitgenössische Schilderungen über das Belvedere, über den Wiener Neustädter Kanal und über die Kämpfe um Eßling (1809) angeführt.

Immer wieder ist jedem der Messnerschen Werke zu entnehmen, mit welcher Liebe und Hingabe er stets seinen beruflichen Aufgaben ein ganzes Leben lang mit Fleiß und Ausdauer nachgegangen ist.

Alles in allem reiht sich der Band „Die Landstraße im Vormärz“ würdig an die bereits erschienenen Teile der „Topographia Messneri“ und bietet nicht nur dem interessierten Heimatkundler oder Lokalhistoriker eine wahre Fundgrube an beachtenswerten Details, sondern gibt auch dem einfachen Wiener Bürger eine Fülle von noch sichtbaren und interessanten Hinweisen auf die so traditions- und ereignisreiche Vergangenheit seiner geliebten Heimatstadt.

Somit war es sehr wohl begründet, daß Hofrat Messner am 21. Juni 1976 in Würdigung seiner bedeutenden publizistischen und wissenschaftlichen Leistungen das Goldene Ehrenzeichen für Verdienste um das Land Wien verliehen worden ist.

Daneben ist es das überaus dankenswerte Verdienst Hofrat Messners, daß er neben dem von ihm erarbeiteten einmaligen historisch-topographischen Inhalt seiner Werke, in jedem seiner Bücher stets dem österreichischen Vermessungswesen im allgemeinen und dem Österreichischen Grundkataster im besonderen ein bleibendes publizistisches Denkmal gesetzt hat.

Hans Hrada

Besprechung der gesammelten Beiträge zum VII. Internationalen Kurs für Ingenieurmessungen hoher Präzision (29. Sept. bis. 8. Okt. 1976), zwei Bände

Aufgrund verschiedener Umstände erfolgt die Besprechung dieser zweibändigen Vortragsammlung im Rahmen der ÖZ leider mit großer Verspätung. Sie sollte aber angesichts der in jahrelanger Entwicklung gewachsenen Bedeutung dieser Kurse für die gerade auf diesem Gebiet notwendige Weiterbildung des Praktikers nicht unterbleiben und erscheint somit zwar spät, aber nicht zu spät.

Die Fülle der in der Ingenieurgeodäsie anstehenden Themen war in sechs Themenkreisen unterteilt. Zwei davon mußten wegen der großen Anzahl von Beiträgen weiter aufgeteilt werden, so daß eigentlich neun thematisch zusammenhängende Bereiche abgehandelt wurden. Die einzelnen Themengruppen umfaßten:

1. Vermessungsmethoden und -instrumente
 - 1.1 Anlage und Berechnung von Netzen (6 Beiträge)
 - 1.2 Meß- und Auswerteverfahren (5 Beiträge)
 - 1.3 Instrumente (13 Beiträge)
2. Absteckung von Bauwerken (11 Beiträge)
3. Bauwerksüberwachung und Beweissicherung (13 Beiträge)
4. Stollen- und Tunnelbau
 - 4.1 Meß-, Rechen- und Auswerteverfahren (10 Beiträge)
 - 4.2 Leitungskataster (5 Beiträge)
5. Maschinenbau (5 Beiträge)
6. Einsatz und Führung im Ingenieurwesen (6 Beiträge)

Es fanden also insgesamt 74 Vorträge statt, und es ist unmöglich, auf engem Raum alle dargebotenen Themen näher zu besprechen, weshalb zwecks Vermittlung eines allgemeinen Überblicks lediglich die fachliche Tendenz der einzelnen Themenkreise erläutert werden kann.

Die teilweise theoretisch sehr anspruchsvollen Beiträge zu 1.1 befassen sich mit Zuverlässigkeit, Genauigkeit und Optimierung geodätischer Netze sowie mit den in Großrechenanlagen auftretenden Problemen hinsichtlich Näherungskordinatenberechnung, Fehlersuche und optimaler Speicherplatzbelegung. Räumliche Netze werden speziell aus der Sicht hoher Genauigkeit und in Anwendung auf dreidimensionale Tragwerke behandelt. 1.2 umfaßt Beiträge über digitale Geländemodelle, automatisches Zeichnen, Nahbildphotogrammetrie und funktmeßtechnische Gewässervermessung. Schließlich sind unter 1.3 neben einem Überblick zur aktuellen Kreiselmessung je zwei Referate über die letzten Entwicklungen zur elektrooptischen Distanzmessung, über Kalibriermethoden auf diesem Gebiet und über den Einsatz des Mecometer ME 3000 zusammengefaßt sowie Berichte über die in letzter Zeit in der Ingenieurmessung zunehmend Anwendung findenden Sondergeräte für permanente Bauwerksbeobachtungen mittels elektrischer, mechanischer und optischer Methoden.

Der Themenkreis 2 enthält vorerst Referate allgemeiner Natur, die sich mit Toleranzen, wirtschaftlichen Aspekten, rechnergesteuerter Absteckung und fehlertechnischen Fragen der Bauabsteckung beschäftigen. Zwei Referate beschreiben Trassierungsprogramme für den Straßenbau, zwei beschäftigen sich mit hochgenauen Kontrollstrecken für schienengebundene Fahrzeuge (konventionelle und in Magnetschwebetechnik), es folgen zwei Berichte aus dem Brückenbau, von dem einer das recht schwierige Problem des Taktschiebeverfahrens in Übergangsbögen behandelt und schließlich ein Arbeitsbericht aus dem Synchrotronbau mit den immer wieder beeindruckenden großräumig gewährleisteten hohen Genauigkeiten.

Im Themenkreis 3 dokumentieren einleitende Beiträge von Boden- und Feinmechanikern über das Verhalten des Untergrundes unter anomalen Spannungszuständen, Referate über die Durchführung periodischer Kontrollmessungen zur Voraussage gewisser Deformationszustände, Darstellungen der hinsichtlich der Meßergebnisse zu beachtenden komplexen statistischen Zusammenhänge und Beschreibungen instrumenteller Konfigurationen (Mecometer, Invardrähte, Basislatten) die unerhört methodische Verfeinerung auf diesem Gebiet.

Der geodätische Beitrag zum Tunnelbau, der durch verschiedene Großbauten der letzten Zeit große Bedeutung erlangte, wird im Themenkreis 4.1 umrissen. Die Themen reichen von Optimierungsfragen in Tunnelnetzen und darauf basierenden Genauigkeitsprognosen, Refraktionsproblemen in der Tunnelröhre, Stützungsmessungen mit Richtungskreiseln über eine beträchtliche Anzahl von Fallstudien bezüglich Tunnelnetzen und Vortriebskontrollen bis zur Automatisierung der Profilausmessung. Die Vorträge zur viel diskutierten Problematik des Leitungskatasters (4.2) beziehen sich in erster Linie auf organisatorische, wirtschaftliche und datentechnische Fragen, die auch in zwei Fallstudien dominieren.

Die Vermessungsaufgaben des Maschinenbaues (Themenkreis 5) sind zwar ähnlich wie der Themenkreis 2 und 3, weisen aber spezifische Eigenheiten auf, wie z. B. die Möglichkeit, über lange Zeit permanente Deformationsmessungen auszuführen oder unter laborähnlichen Voraussetzungen mit Hilfe der unter 1.3 angeführten Sondergeräte zu messen. Beispiele dazu werden anhand von Fallstudien aus der Schwerindustrie und der Nuklearforschung mitgeteilt.

Der abschließende Themenkreis 6 befaßt sich grundsätzlich und in Form von Fallstudien mit arbeitstechnischen Fragen (u. a. mit Hilfe der Netzplantechnik), mit den schwierigen Problemen der Haftung und mit allgemeinen wirtschaftlichen Aspekten. Dieser Thematik sollte in Zukunft eher noch mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Den beiden vom Institut für Geodäsie der TH Darmstadt herausgegebenen Bänden, in denen alle Beiträge zusammengefaßt sind, kann ruhigen Gewissens der Rang eines ingenieurgeodätischen Kompendiums zugewiesen werden, und jeder Kollege, der mit einem der angerissenen

Themen in der Praxis konfrontiert wird, kann durch Studium der jeweils problembezogenen Beiträge und, wenn nötig, mit Hilfe der oft sehr umfangreichen Quellenangaben sicher grundlegende Informationen für seine eigene Arbeit gewinnen.

G. Brandstätter

Proceedings of the 1st International Symposium on Inertial Technology for Surveying and Geodesy: 32 Beiträge, 445 Seiten.

Vom 12. bis 14. Oktober 1977 fand in Ottawa, Kanada, mit Unterstützung der International Association of Geodesy (IAG) und des Canadian Institute of Surveying das „1st International Symposium on Inertial Technology for Surveying and Geodesy“ statt. Das Canadian Institute of Surveying veröffentlichte in einem Sonderdruck die beim Symposium vorgelegten wissenschaftlichen Beiträge.

Die erste Gruppe der Beiträge (Session I, Vorsitz: Owen Williams) enthält allgemein unterrichtende Einführungen in die für geodätische Anwendungen neue Methode der Trägheitsnavigation (Draper, Hughes, Huddle). Trägheitssysteme (Inertial Platforms) sind zusammengesetzte Meßinstrumente, die zur Bestimmung von Position und Geschwindigkeit eines bewegten Objektes durch die Messung von Beschleunigungen verwendet werden können. Die grundlegenden Bestandteile dieser Geräte sind Beschleunigungsmesser zur Bestimmung der wirkenden Kraft, Gyroskope (Kreisel), um mechanisch ein Koordinatensystem zu realisieren sowie Computer-Einheiten zur Zeitnehmung und Überwachung des Systems.

Weiters werden Trägheitssysteme beschrieben, die bereits im geodätischen Einsatz stehen oder für geodätische Zwecke verwendbar wären (Luetzow, Ellms, Todd etc.). Die ersten Anwendungen der Trägheitssysteme in der Geodäsie erfolgten im Zuge von Vermessungen der Artillerie zur Positions- und Richtungsbestimmung mit Genauigkeiten von 10–15 m durch die US Army Engineer Topographic Laboratories (USAETL). Diese Genauigkeit konnte durch die Entwicklung eines geodätischen Trägheitssystems ab 1973 gewaltig gesteigert werden (RGSS = Rapid Geodetic Survey System). Die derzeitige Kapazität einer Drei-Stunden-Mission (dies entspricht einer Traverse von etwa 75 km) liegt in Länge und Breite bei 30–40 cm. Schwerkraft und Lotabweichung lassen sich mit einer Genauigkeit von 2 mgal bzw. 1,5" bestimmen. Beim Einsatz des Gerätes in Hubschraubern können selbstverständlich weit größere Reichweiten (bis 200 km) erzielt werden.

Die zweite Gruppe (Session II, Vorsitz: G. Babbage) beinhaltet Berichte über die Ergebnisse von Positions-, Schwerkraft- und Lotabweichungsbestimmungen mit Hilfe von Trägheitssystemen (Harris, Carrière, Kouba etc.). Der Meßvorgang selbst läßt sich folgendermaßen kurz beschreiben: Am Beginn jeder Beobachtungsserie muß sich das System etwa 30–50 Minuten zur automatischen Einstellung in die lokale Lotrichtung, zur Orientierung nach astronomisch Nord und zur Erzielung einer inneren Kalibrierung in Ruhe befinden. Sobald es sich in Bewegung setzt, werden Beschleunigungen relativ zur Ausgangsorientierung zu geodätischen Positionsänderungen integriert. Dieser Prozeß wiederholt sich kontinuierlich alle 16 Millisekunden. Um eine Gegenüberstellung mit geänderten Verhältnissen zu bekommen, ist ein Anhalten des Trägerfahrzeuges von 30 Sekunden erforderlich. Die Achse des Systems stellt sich in die lokale Lotrichtung ein und liefert somit die relative Lotabweichung. Etwaige angezeigte Restgeschwindigkeiten in diesem „Stop“-Zustand erlauben Rückschlüsse auf Systemfehler. Bei den gegenwärtig eingesetzten Systemen ist eine derartige Kalibrierung alle 3–5 Minuten notwendig. Quantitative Aussagen über Positions- und Systemfehler finden sich ebenfalls in einigen Beiträgen (Huddle etc.).

Weitere Themen der Konferenz bzw. Beiträge in der Veröffentlichung waren die Befreiung der Ergebnisse von Einflüssen von Änderungen des Erdschwerefeldes (Marussi). Falls das Schwerefeld exakt bekannt wäre, könnte mit Hilfe der Trägheitssysteme eine zeitlich unbegrenzte Positionsbestimmung durchgeführt werden. Hier bestehen unmittelbare Parallelen zu den Problemen der Satellitengeodäsie. Die Beiträge der Session III (Vorsitz: Ivan I. Mueller) beschäftigen sich mit zusammengesetzten Systemen, z. B. Kombinationen mit Gradiometern (Trageser, Schwarz etc.), womit vor allem das vorhin erwähnte Problem des Einflusses der zeitlichen Änderung des Erdschwerefeldes erfaßt werden könnte.

Die restlichen Beiträge (Session IV, Vorsitz: R. E. Moore) sind den Kreiseltheodoliten (Gyrotheodoliten) und ihrer Anwendung gewidmet.

Beeindruckend sind die Zukunftserwartungen einiger Autoren bezüglich eines verbesserten Trägheitssystems, eventuell kombiniert mit einem Gradiometer. Hier werden vorerst Genauigkeiten von 10 cm, 0,5 mgal und 0,5" angepeilt und die langfristigen Vorhersagen sind noch eine Größenordnung besser.

Erhard Erker

Beilagenhinweis „Großer Brockhaus“

Letzte Gelegenheit! Am 30. April 1979 läuft die Bestellfrist für den zwölfbändigen Großen Brockhaus im Vorzugsangebot endgültig aus. Deshalb liegt unserer heutigen Ausgabe ein ausführlicher Prospekt mit Abruf-Karte über das aktuellste Großlexikon bei. Mit dieser Abruf-Karte können Sie einen Brockhausband gratis 10 Tage zur Ansicht anfordern, sich viel Geld ersparen und erhalten zusätzlich ein ganz persönliches Geschenk. Sollte diese Beilage fehlen, so fordern Sie diese bitte einfach an bei:

Andreas und Andreas, Verlagsbuchhandel, Hans-Seebach-Straße 10, 5020 Salzburg.

Contents

H ö r m a n n s d o r f e r , Paul: Databank of coordinates for control points – final report.

K a l u z a , Hans Walther: Land information systems today and tomorrow – trends at land information.

K i l l i a n , Karl: On the solution of geometrical redundant defined problems II. Examples.

W a l d h ä u s l , Peter: General longitudinal section with analog plotting equipment.

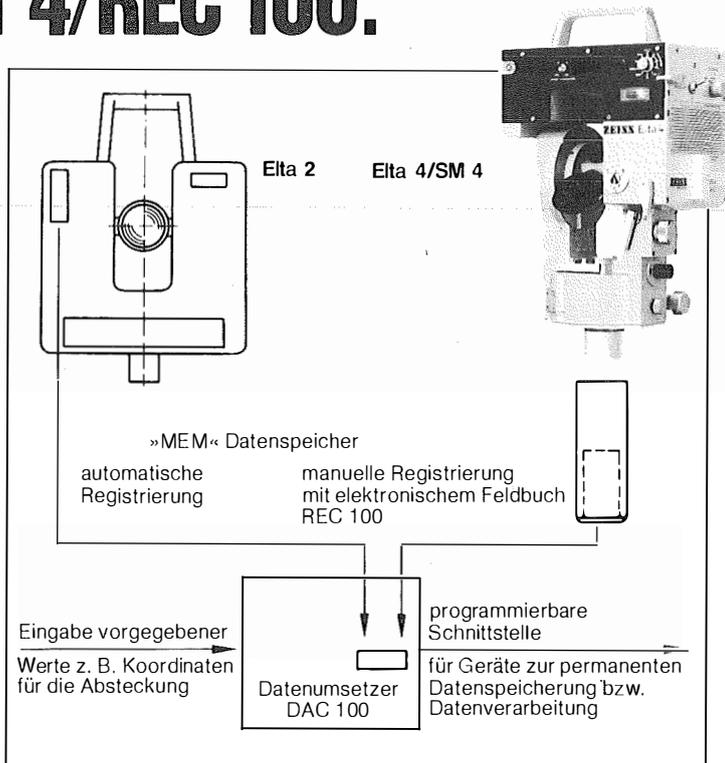
W u n d e r l i c h , Walter: Lambert's six point problem and its critical cases.

Z e g e r , Josef: A new program for the computation of ellipsoidal and geoidal heights and for reduction of EDM slope distances.

Adressen der Autoren der Hauptartikel

- H ö r m a n n s d o r f e r , Paul, Dipl.-Ing. Dr. techn., w. Hofrat, Vorstand der Abteilung K 3 – Triangulierung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Friedrich Schmidt-Platz Nr. 3, A-1082 Wien.
- K a l u z a , Hans Walther, Dr. jur., Rat, Vorstand der Abteilung Präs. 1 des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Friedrich Schmidt-Platz 3, A-1082 Wien.
- K i l l i a n , Karl, Dipl.-Ing. Dr. techn., Univ.-Dozent, Hadikgasse 40, A-1130 Wien.
- W a l d h ä u s l , Peter, Dipl.-Ing. Dr. techn., a. o. Univ.-Professor, Institut für Photogrammetrie an der Technischen Universität Wien, Gußhausstraße 27–29, A-1040 Wien.
- W u n d e r l i c h , Walter, Dr. techn., o. Univ.-Professor, Vorstand des II. Institutes für Geometrie an der Technischen Universität Wien, Gußhausstraße 27–29, A-1040 Wien.
- Z e g e r , Josef, Dipl.-Ing. Dr. techn., Oberrat, Abteilung K 3 – Triangulierung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Friedrich Schmidt-Platz 3, A-1082 Wien.

Zeiss bringt System in die Vermessung: z.B. das Registriersystem Elta 4/REC 100.



Elta 4, das reduzierende Ingenieurtachymeter.

Zeiss Elta-System:

Mikroprozessoren steuern den Meßablauf. In 400 Gon oder 360 Grad. In Metern oder Feet. Mit allen technischen Möglichkeiten.

Darüber sollten Sie mehr wissen. Verlangen Sie deshalb Informationen und technische Daten.

Schreiben Sie an
Zeiss Österreich Ges. m. b. H.
A-1096 Wien, Rooseveltplatz 2,
Tel. 0222/423601
A-8044 Graz, Mariatroster Straße 172 c,
Tel. 0316/3914833
A-5110 Oberndorf, Hoher Göll Straße 16,
Tel. 06272/7201, Salzburg

ZEISS

West Germany

Der Blick
in die Zukunft

Österreichischer Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie

Friedrich Schmidt-Platz 3, 1082 Wien

Sonderhefte zur Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie

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

Sonderhefte zur Österr. Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie

- Sonderheft 20: H. G. Jerie, *Weitere Analogien zwischen Aufgaben der Mechanik und der Ausgleichsrechnung*. 24 Seiten mit 14 Abbildungen, 1960. Preis S 32,- (DM 5,50).
- Sonderheft 21: Mader, *Die zweiten Ableitungen des Newton'schen Potentials eines Kugelsegments – Topographisch berechnete partielle Geoidhebungen. – Tabellen zur Berechnung der Gravitation unendlicher, plattenförmiger, prismatischer Körper*. 36 Seiten mit 11 Abbildungen, 1960. Preis S 42,- (DM 7,50).
- Sonderheft 22: Moritz, *Fehlertheorie der Graphisch-Mechanischen Integration – Grundzüge einer allgemeinen Fehlertheorie im Funktionenraum*. 53 Seiten mit 6 Abbildungen, 1961. Preis S 52,- (DM 9,-).
- Sonderheft 23: Rinner, *Studien über eine allgemeine, voraussetzungslose Lösung des Folgebildanschlusses*. 44 Seiten, 1960. Preis S 48,- (DM 8,-).
- Sonderheft 24: *Hundertjahrfeier der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung 23. bis 25. Oktober 1963*. 125 Seiten mit 12 Abbildungen, 1964. Preis S 120,- (DM 20,-).
- Sonderheft 25: *Proceedings of the International Symposium Figure of the Earth and Refraction; Vienna, March 14th–17th, 1967*. 342 Seiten mit 150 Abbildungen, 1967. Preis S 370,- (DM 64,-).
- Sonderheft 26: Waldhäusl, *Funktionale Modelle der Streifen- und Streifenblockausgleichung mit einfachen und Spline-Polynomen für beliebiges Gelände*. 106 Seiten, 1973. Preis S 100,- (DM 15,-).
- Sonderheft 27: Meyer, *Über die transalpine Ölleitung*, 26 Seiten, 1974. Preis S 70,- (DM 10,-).
- Sonderheft 28: *Festschrift Karl Ledersteger*. 317 Seiten, 1970. Preis S 200,- (DM 30,-).
- Sonderheft 29: Peters, *Problematik von Toleranzen bei Ingenieur- sowie Besitzgrenzvermessungen*, 227 Seiten, 1974. Preis S 120,- (DM 18,-). (Vergriffen.)
- Sonderheft 30: Bauer, *Aufsuchen oberflächennaher Hohlräume mit dem Gravimeter*, 140 Seiten, 1975. Preis S 100,- (DM 15,-).
- Sonderheft 31: Ackerl u. Foramitti, *Empfehlungen für die Anwendung der Photogrammetrie im Denkmalschutz, In der Architektur und Archäologie*. 78 Seiten, 41 Abbildungen, 1976. Preis S 120,- (DM 18,-).
- Sonderheft 32: Zeger, *Untersuchungen über die trigonometrische Höhenmessung und die Horizontierung von schräg gemessenen Strecken*. 138 Seiten, 20 Abbildungen, 23 Tabellen, 1978. Preis S 120,- (DM 18,-).

OEEPE, Sonderveröffentlichungen

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

Alte Jahrgänge der **Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie** liegen in der Vereinsbibliothek auf und können über die Vereinsadresse bestellt werden.

Unkomplette Jahrgänge:

- à 20,- S; Ausland 4,- sfr bzw. DM u. Porto
- Jg. 1 bis 12 1903 bis 1914
 15 1917
 17 1919
 19 1921
 22 1924
 33 1935
- à 105,- S; Ausland 135,- S oder 22,- sfr bzw. 20,- DM incl. Porto
- Jg. 62 und 63 1974 und 1975

Komplette Jahrgänge:

- à 40,- S; Ausland 8,- sfr bzw. DM u. Porto
 Jg. 13 und 14 1915 und 1916
 16 1918
 18 1920
 20 und 21 1922 und 1923
 23 bis 32 1925 bis 1934
 34 und 35 1936 und 1937
 36 bis 39 1948 bis 1951
- à 72,- S; Ausland 15,- sfr bzw. DM u. Porto
 Jg. 40 bis 49 1952 bis 1961
- à 100,- S; Ausland 20,- sfr bzw. DM u. Porto
 Jg. 50 bis 53 1962 bis 1965
- à 130,- S; Ausland 28,- sfr bzw. DM u. Porto
 Jg. 54 bis 59 1966 bis 1971
- à 160,- S; Ausland 210,- S oder 35,- sfr bzw. 30,- DM und Porto
 Jg. 60 und 61 1972 und 1973
- à 270,- S; Ausland 350,- S incl. Porto
 Jg. 64 bis 66 1976 bis 1978

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

Sonderheft Nr. 31
der Österreichischen Zeitschrift
für Vermessungswesen und Photogrammetrie

F. ACKERL und H. FORAMITTI

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

Wien 1976

Preis S 120,- (DM 18,-)

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

NEUERSCHEINUNG

Sonderheft Nr. 32
der Österreichischen Zeitschrift
für Vermessungswesen und Photogrammetrie

Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef ZEGER

Untersuchungen über die trigonometrische Höhenmessung und die
Horizontierung von schräg gemessenen Strecken

Wien 1978

Preis S 120,- (DM 18,-)

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

Österreichische Staatskartenwerke

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

Österreichische Karte 1 : 50000 mit Wegmarkierung (Wanderkarte)	S 42,-
Österreichische Karte 1 : 50000 mit Straßenaufdruck oder ohne Straßenaufdruck	S 36,-
Österreichische Karte 1 : 200000 mit Straßenaufdruck oder ohne Straßenaufdruck	S 39,-
Generalkarte von Mitteleuropa 1 : 200 000	
Blätter mit Straßenaufdruck (nur für das österr. Staatsgebiet vorgesehen)	S 27,-
Gebiets- und Sonderkarten	
Übersichtskarte von Österreich 1 : 500000, mit Namensverzeichnis, gefaltet	S 103,-
Übersichtskarte von Österreich 1 : 500000, ohne Namensverzeichnis, flach	S 68,-
Namensverzeichnis allein	S 31,-
Übersichtskarte von Österreich 1 : 500000, Politische Ausgabe mit Namensverzeichnis, gefaltet	S 103,-
Übersichtskarte von Österreich 1 : 500000, Politische Ausgabe ohne Namensverzeichnis, flach	S 68,-
Kulturgüterschutzkarten:	
Österreichische Karte 1 : 50000 je Kartenblatt	S 121,-
Burgenland 1 : 200000	S 157,-
Katalog über Planungsunterlagen	S 200,-
Einzelblatt	S 12,-

Neuerscheinungen

Österreichische Karte 1 : 25000 (Vergrößerung d. Österr. Karte 1 : 50000)	
ÖK 25 V mit Wegmarkierungen	S 53,-
Blatt 12, 13, 29, 30, 75, 76, 106, 107, 118, 136, 137, 138, 140, 141, 142	
Österreichische Karte 1 : 100000 (Vergrößerung d. Österr. Karte 1 : 200000) ...	S 53,-
ÖK 100 V, Blatt 47/14, 48/12, 49/15, 49/16	
Österreichische Luftbildkarte 1 : 10 000, Übersicht	S 100,-

Österreichische Karte 1 : 50 000

145 Imst	192 Feldbach	208 Mureck
191 Kirchbach i. Stmk.	193 Jennersdorf	209 Bad Radkersburg

Österreichische Karte 1 : 200 000

Blatt 49/14 Budweis	Blatt 49/16 Brünn	Blatt 49/17 Lundenburg
---------------------	-------------------	------------------------

Umgebungs- und Sonderkarten

Umgebung Wien 1 : 50 000	Hohe Wand und Umgebung 1 : 50 000
	Gesäuse 1 : 50 000

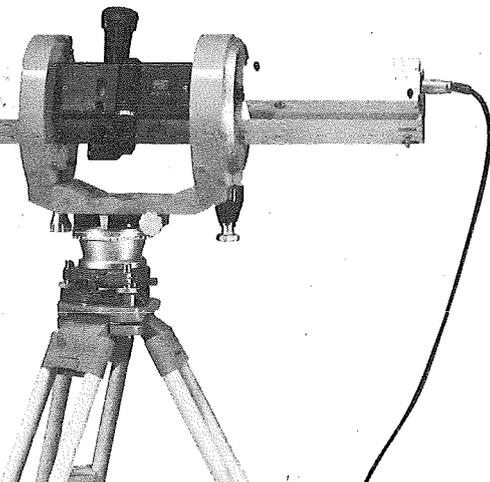
In letzter Zeit berichtigte Ausgaben der österreichischen Karte 1 : 50 000

132 Trofaiach	166 Fürstenfeld	188 Wolfsberg
133 Leoben	167 Güssing	205 St. Paul/Lavanttal
162 Köflach	182 Spittal a. d. Drau	206 Eibiswald
	183 Radenthein	

TUNNEL-PROFILMESSGERÄT PROTA

Das Tunnel-Profilmeßgerät PROTA
dient zur punkweisen Aufnahme
von Querprofilen in Hohlraumbauten

zur Vortriebskontrolle,
als Abrechnungsgrundlage,
zur Überprüfung projektmäßiger Ausführung,
als Beweissicherung starker Verformungen



Meßprinzip	Vorwärtseinschneiden mittels Laserstrahl über rechtwinkeligem Dreieck mit veränderlicher Basis
Meßbereich	1,60 — 11,25 m
Genauigkeit	± 1 cm
Ablesung	beleuchtetes, mechanisches Zählwerk mit 1 cm-Intervall
Optik	Teleobjektiv $f = 150$ mm, 1:5,6
Laser	He-Ne-Laser 2 mW
Stromversorgung	handelsüblicher 12 V-Akkumulator
Zwangszentrierung	Steckzapfen für Dreifuß Wild GDF 6 (Adaption für andere Fabrikate auf Anfrage)
Behälter	Holz-Transportkoffer
Gewicht	zirka 46 kg in Koffer

Technische Änderungen vorbehalten.



Angebot und Prospekt direkt vom Erzeuger:

r. a. rost

A-1151 WIEN · MÄRZSTR. 7 · TELEX: 1-33731 · TEL. 0222/92 32 31