

*Handwritten signature*

# ÖZ

79. Jahrgang 1991/Heft 1

# Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie

## INHALT:

|   | Seite |
|---|-------|
| <b>E. Erker; H. Moritz; H. Mang:</b><br>Verleihung der Friedrich-Hopfner-Medaille .....   | 1     |
| <b>F. K. Brunner:</b><br>Über die Grenze von Modellen .....   | 9     |
| <b>J. Kabeláč; K. Večeře:</b><br>Anharmonic Analysis by Collocation Method .....  | 22    |
| <b>A. Grimm-Pitzinger; K. Hanke; T. Weinhold:</b><br>GPS-Messungen im Hochgebirge .....   | 42    |
| <b>H. Lichtenegger:</b><br>Über die Auswirkung von Koordinatenänderungen in der Referenzstation bei<br>relativen Positionierungen mittels GPS ..... | 49    |
| Diplomarbeiten/Dissertationen .....   | 53    |
| Aus Rechtsprechung und Praxis .....   | 57    |
| Mitteilungen und Tagungsberichte .....  | 59    |
| Persönliches .....  | 66    |
| Veranstaltungskalender .....  | 69    |
| Vereinsbibliothek .....   | 71    |
| Buchbesprechungen .....   | 73    |
| Contents .....  | 74    |
| Adressen der Autoren der Hauptartikel .....   | 74    |

ORGAN DER ÖSTERREICHISCHEN KOMMISSION FÜR DIE INTERNATIONALE ERDMESSUNG

## IMPRESSUM

Medieninhaber und Herausgeber:  
**ÖSTERREICHISCHER VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN UND PHOTOGAMMETRIE**  
Schiffamtsgasse 1—3, A-1025 Wien, Tel. 0222/35 76 11  
Schriftleiter: Dipl.-Ing. Dr. Erhard Erker  
Anschrift der Redaktion: Schiffamtsgasse 1—3, A-1025 Wien  
Hersteller: Gistelindruck, Münzgasse 6, A-1031 Wien  
Verlags- und Herstellungsort Wien

# Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie

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

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

**Redaktionsbeirat:**

|  |                        |
|--|------------------------|
| <i>o. Univ.-Prov. Dipl.-Ing. Dr. techn. Kurt Bretterbauer</i><br>Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27—29, A-1040 Wien | Theoretische Geodäsie  |
| <i>o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. DDr. techn. Helmut Moritz</i><br>Technische Universität Graz, Steyrergasse 30, A-8010 Graz        | Theoretische Geodäsie  |
| <i>o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Hans Schmid</i><br>Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27—29, A-1040 Wien       | Landesvermessung       |
| <i>o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerhard Brandstätter</i><br>Technische Universität Graz, Steyrergasse 30, A-8010 Graz  | Ingenieurgeodäsie      |
| <i>o. Univ.-Prof. Dr. Ing. Karl Kraus</i><br>Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27—29, A-1040 Wien                     | Photogrammetrie        |
| <i>emer. o. Univ.-Prof. Dr. Wolfgang Pillewizer</i><br>Technische Universität Wien, Gußhausstraße 27—29, A-1040 Wien           | Kartographie           |
| <i>OSR Dipl.-Ing. Rudolf Reischauer</i><br>Kaasgrabengasse 3a, A-1190 Wien   | Stadtvermessung        |
| <i>HR Dipl.-Ing. Karl Haas</i><br>Lothringerstraße 14, A-1030 Wien   | Agrarische Operationen |
| <i>Präsident Dipl.-Ing. Friedrich Hrbek</i><br>BEV, Schiffamtsgasse 1—3, A-1025 Wien   | Kataster               |
| <i>HR i. R. Dipl.-Ing. Dr. techn. Johann Bernhard</i><br>BEV, Krotenthallergasse 3, A-1080 Wien                                | Landesaufnahme         |
| <i>Dipl.-Ing. Manfred Eckharter</i><br>Friedrichstraße 6, A-1010 Wien  | Ziviltechnikerwesen    |

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

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

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

Die Zeitschrift erscheint viermal pro Jahrgang in zwangloser Folge.

**Auflage:** 1200 Stück

**Bezugsbedingungen:** pro Jahrgang

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

Abonnementgebühr für das Inland (ab Heft 1/90) ..... S 500,—

Abonnementgebühr für das Ausland (ab Heft 1/90) ..... S 570,—

Einzelheft: S 140,— Inland bzw. S 150,— Ausland (ab Heft 1/90)

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

|  | schw.-weiß | färbig   |                         |
|--|------------|----------|-------------------------|
| Anzeigenpreis pro 1/1 Seite 126 × 200 mm | S 4200,—   | S 6720,— | einschl. Anzeigensteuer |
| Anzeigenpreis pro 1/2 Seite 126 × 100 mm | S 2520,—   | S 4032,— | einschl. Anzeigensteuer |
| Anzeigenpreis pro 1/4 Seite 126 × 50 mm  | S 1428,—   | S 2285,— | einschl. Anzeigensteuer |
| Anzeigenpreis pro 1/8 Seite 126 × 25 mm  | S 1134,—   | S 1814,— | einschl. Anzeigensteuer |
| Prospektbeilagen bis 4 Seiten            | S 2520,—   |          | einschl. Anzeigensteuer |

Zusätzlich 20% MWSt.

Postscheckkonto Nr. 1190.933

Telefon: (0222) 35 76 11/2701 oder 3702 DW

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

## Offenlegung gemäß § 25 Mediengesetz

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

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

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

### Mitglieder des Vereinsvorstandes

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

#### Stellvertreter:

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

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

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

#### Vorstandsrat:

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

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

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

O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerhard *Brandstätter*, Steyergasse 30, 8010 Graz

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

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

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

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

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

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

O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Dr. E. h. Helmut *Moritz*, Steyergasse 30, 8010 Graz

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

O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Günther *Schelling*, Steyergasse 30, 8010 Graz

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

Obmann der „Arbeitsgemeinschaft der Diplomingenieure des Bundesvermessungsdienstes“

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

Präsident der „Fachsektion für Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen“

#### Sekretariat

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

#### Schriftführer:

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

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

#### Schatzmeister:

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

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

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

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

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

#### Rechnungsprüfer:

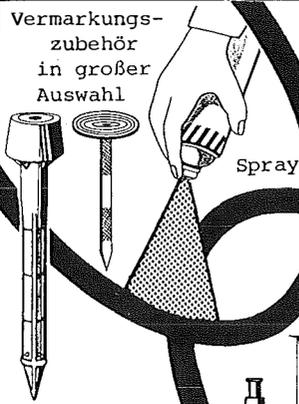
OKoär. Dipl.-Ing. Michael *Franzen*, Wasserburgergasse 5/3, 1090 Wien

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

Erklärung über die grundlegende Richtung der Zeitschrift:

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

Vermarktungs-  
zubehör  
in großer  
Auswahl



Spray

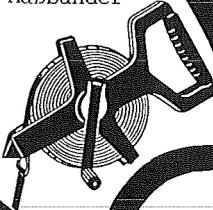
# Spezialisten gehen ins Detail: Vermessungs- zubehör von



**Leica**  
MARKE WILD

Teles-  
kop-  
meter

Maßbänder



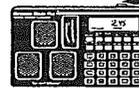
- Vermarktung (vom kleinsten Bolzen bis zum Markierspray)
- Nivellierlatten, Fluchtstäbe
- Teleskopmeter, Meßräder

**JEDE  
KETTE  
IST SO STARK,  
WIE IHR  
SCHWÄCHSTES  
GLIED.  
WIR SIND AUCH  
IM „KLEINEN“  
GROSS.**

Klein-  
Entfernungs-  
messer OPTIMETER



Ultraschall-Entfer-  
nungsmesser DIMENSION  
MASTER PLUS



- Maßbänder aller  
Qualitäts-und  
Preisklassen
- Ultraschall-  
Entfernungs-  
messer
- Elektron.  
Taschen-  
höhen-  
messer

Elektron.  
Taschen-  
höhenmesser  
ALTIPLUS



Flächen-  
Computer  
X-PLAN

**WENN'S UM VERMESSUNG  
GEHT, LIEBER GLEICH ZU**

*Österreichs 1. Geodäsie-Ausstatter:*



Kompasse



# r-a r-ost

1150 WIEN · MÄRZSTRASSE 7 · TEL: 0222/981 22-0 · FAX: 0222/981 22-50

## Verleihung der Friedrich-Hopfner-Medaille

Am 7. Dezember 1990 wurde im Rahmen einer Festsitzung der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung (ÖKIE) zum 4. Mal die Friedrich-Hopfner-Medaille vergeben.

Mit dieser Auszeichnung der ÖKIE im Gedenken an Prof. Friedrich Hopfner in Form einer Goldmünze sollen hervorragende Leistungen auf dem Gebiet der Geodäsie gewürdigt werden.

Die Stiftung der Medaille erfolgte im Rahmen einer Sitzung der ÖKIE am 26. November 1976 über Vorschlag von Univ.-Prof. Dr. Helmut Moritz und wurde bisher in den Jahren 1978, 1982 und 1986 an

Prof. Dr. Karl Killian

Prof. Dr. Karl Ramsayer und

Prof. Dr. Dr. h. c. Hellmut Schmid

vergeben.

Die Bestimmungen für die Verleihung der Friedrich-Hopfner-Medaille wurden 1978 (ÖZfVuPh, 66. Jg./1978/Heft 3, Seite 105 ff) veröffentlicht. Es erscheint deshalb sinnvoll, nach den inzwischen verflossenen 12 Jahren die damit verbundenen Auswahlkriterien und Durchführungsbestimmungen wieder in Erinnerung zu rufen:

1. Die Friedrich-Hopfner-Medaille wird von der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung (ÖKIE) im Abstand von 4 Jahren, beginnend mit 1977, verliehen.
2. Die Medaille wird im Regelfall an österreichische Staatsbürger für hervorragende wissenschaftliche Leistungen auf einem Gebiet verliehen, das in den Aufgabenbereich der Internationalen Assoziation für Geodäsie fällt. Mitglieder der ÖKIE sind von der Verleihung ausgeschlossen.
3. Jedes Mitglied der ÖKIE ist zum Vorschlag von Kandidaten für die Verleihung der Friedrich-Hopfner-Medaille berechtigt. Jeder Vorschlag muß enthalten:
  - a) einen Lebenslauf des Kandidaten;
  - b) eine Beschreibung der Arbeiten, für die die Verleihung der Friedrich-Hopfner-Medaille beantragt wird;
  - c) die Namen zweier, nicht der Kommission angehörender, Gutachter.
4. Die ÖKIE wählt aus den vorgeschlagenen Kandidaten den ihr am geeignetsten aus. Erfüllt nach Ansicht der Kommission keiner der vorgeschlagenen Kandidaten die notwendigen Bedingungen, so wird die Friedrich-Hopfner-Medaille in dem betreffenden Jahr nicht vergeben; die nächste Verleihung erfolgt wieder in vier Jahren.
5. Die Medaille wird dem Preisträger anlässlich einer Sitzung der ÖKIE durch deren Präsidenten überreicht.

Unter Beachtung dieser Vorgangsweise hatte die ÖKIE in ihrer Sitzung am 27. November 1989 einstimmig beschlossen,

Herrn Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. *Fritz K. Brunner* (University of New South Wales, Australien)

die im Jahre 1990 zu vergebende 4. Friedrich-Hopfner-Medaille zuzuerkennen.

Die entsprechende Festsitzung fand in alter Tradition wieder im festlich geschmückten Boeckl-Saal der Technischen Universität Wien statt.

Die Eröffnung und Begrüßung der zahlreichen prominenten Festgäste nahm der Präsident der ÖKIE, Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. Helmut Moritz vor. In Vertretung des Rektors der TU Wien richtete der Prädikan der TU Wien, Spektabilis Prof. Dr. Herbert Mang seine Grußworte an die hohe Festversammlung. Er würdigte im speziellen die großen Verdienste Prof. Hopfners im Bereich der „Höheren Geodäsie“ und betonte den wesent-

lichen Beitrag, den diese Festsitzung zur Bewahrung der ehrenden Erinnerung an Prof. Hopfner bedeutet.

Die Laudatio hielt der Präsident der ÖKIE Prof. Moritz und überreichte anschließend, vom Auditorium lebhaft akklamiert, die Medaille an Prof. Brunner.

Prof. Brunner bedankte sich für die erhaltene Auszeichnung und konnte in seinem Festvortrag „Über die Grenze von Modellen“ erneut unter Beweis stellen, daß die bisher mit der Hopfner-Medaille Geehrten in ihm einen würdigen Nachfolger besitzen.

Der festliche und würdige Rahmen der Feierstunde wurde durch Musik von Wolfgang A. Mozart, dargeboten von einem Kammermusikensemble des TU-Orchesters, unterstrichen, sodaß sich zum fachlichen und persönlichen Erlebnis auch noch hoher Kunstgenuß gesellte.

Damit ein Teil dieses Ereignisses auch einem größeren Kreis zugänglich gemacht wird, sollen im folgenden die im Rahmen der Festfolge gehaltenen Ansprachen im Wortlaut wiedergegeben werden.

*Erhard Erker  
Sekretär der ÖKIE*

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

### **Begrüßung**

durch den Präsidenten der ÖKIE  
o. Univ.-Prof. Dr. techn. Dr.-Ing. h. c. Helmut Moritz

Hohe Festversammlung!

Die Friedrich-Hopfner-Medaille der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung ist wohl die höchste geodätische Auszeichnung, die eine österreichische Institution zu vergeben hat.

Als Präsident der ÖKIE möchte ich Sie daher zur heutigen Verleihung in diesem festlichen Rahmen des schönen Boeckl-Saals der Technischen Universität Wien herzlich begrüßen. Mein ergebener Dank gilt dem Rektor der TU Wien, der uns diesen Saal zur Verfügung gestellt hat, und ganz besonders begrüße ich Herrn Prädekan Prof. Dr. Mang, der den Rektor heute vertritt.

Weiters begrüße ich die Mitglieder der ÖKIE, die Vertreter der Universitäten und des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen sowie alle anderen Gäste. Bitte gestatten Sie mir, von einer namentlichen Begrüßung abzusehen, mit wenigen Ausnahmen. So darf ich besonders begrüßen:

Die Hauptperson der heutigen Feier, Herrn Prof. Dr. Fritz Brunner;  
den langjährigen früheren Präsidenten der ÖKIE, Herrn Prof. Dr. F. Hauer  
und den Ehrenpräsidenten der ÖKIE, Herrn Prof. Dr. mult. K. Rinner.

Die Internationale Erdmessung (Association Géodésique Internationale) ist 1887 aus der auf 1861 zurückgehenden Europäischen Gradmessung hervorgegangen. Sie ist damit eine der ältesten internationalen Wissenschaftsorganisationen überhaupt. Im Bewußtsein dieser Tradition hat die ÖKIE 1976 den Beschluß gefaßt, in Abständen von vier Jahren die Friedrich-Hopfner-Medaille für hervorragende geodätische Leistungen zu verleihen.

Prof. Friedrich Hopfner (1881—1949) gilt als einer der bedeutendsten Vertreter der „Höheren Geodäsie“ (um einen klassischen Ausdruck zu verwenden) aus weltweiter Sicht. Bildlich gesprochen hat er die olympische Fackel der Höheren Geodäsie von Potsdam, wo Friedrich Robert Helmert wirkte, nach Wien gebracht. Sein 1933 erschienenes grundlegendes Werk „Physikalische Geodäsie“ hat diesen Begriff vermutlich

erst geprägt. Weitere biographische Details aus dem Leben Hopfners wird Herr Prof. Mang in seiner Ansprache bringen.

Die Hopfner-Medaille wurde 1978 erstmals an Prof. Dr. Killian verliehen, den ich mit Freude hier anwesend sehe. Weitere Preisträger waren Prof. Dr. K. Ramsayer, Stuttgart (1982) und Prof. Dr. Dr. h. c. Hellmut Schmid, Washington/Zürich (1986).

Auf ihrer Sitzung am 27. November 1989 hat die ÖKIE einstimmig beschlossen, die nächste Friedrich-Hopfner-Medaille an Herrn Prof. Dr. Fritz K. Brunner, Sydney, zu verleihen, und das soll heute geschehen.

### **Grußworte seiner Spektabilität des Prädekans**

o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Herbert Mang  
in Vertretung des Rektors der Technischen Universität Wien

Sehr geehrter Herr Professor Brunner,  
sehr geehrter Herr Präsident Moritz,  
Spektabiles,  
werte Kollegen,  
hohe Festversammlung,

in Vertretung seiner Magnifizenz, des Rektors der Technischen Universität Wien, Herrn Prof. Dr. Friedrich Moser, fällt mir die Ehre zu, Grußworte an diese hohe Festversammlung zu richten.

Der Stiftung der Friedrich-Hopfner-Medaille gemäß, wird diese Medaille von der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung im Regelfall an österreichische Staatsbürger für hervorragende wissenschaftliche Leistungen auf einem Gebiet verliehen, das in den Aufgabenbereich der Internationalen Assoziation für Geodäsie fällt. Die Verleihung erfolgt in Abständen von 4 Jahren. Erstmals wurde die Friedrich-Hopfner-Medaille im Jahre 1978 verliehen.

Namens seiner Magnifizenz, des Rektors der Technischen Universität Wien, sowie im eigenen Namen entbiete ich dem von der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung ausgewählten Kandidaten für die heutige feierliche Verleihung der Friedrich-Hopfner-Medaille, Herrn Prof. Dr. Fritz Brunner von der University of New South Wales in Australien, aufrichtige Glückwünsche zu dieser hohen Auszeichnung. Zur Freude, die das Auditorium über diese wohlverdiente Ehrung empfindet, gesellt sich die Vorfreude auf den Festvortrag, für den Sie, sehr geehrter Herr Kollege Brunner, das weit über ihr engeres Fachgebiet hinaus aktuelle Thema „Über die Grenzen von Modellen“ gewählt haben.

Vor der Verleihung der Friedrich-Hopfner-Medaille wird Herr Prof. Dr. techn. et Dr.-Ing. Helmut Moritz in seiner Eigenschaft als Präsident der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung die Laudatio für Herrn Prof. Brunner halten. Ohne der damit verbundenen Zeichnung eines Bildes von der Person des zu Ehrenden und von seinem wissenschaftlichen Opus vorgreifen zu wollen, möchte ich als akademischer Funktionär der Technischen Universität Wien meiner Freude darüber Ausdruck verleihen, daß Sie, sehr geehrter Herr Kollege Brunner, ein Absolvent dieser Hochschule sind und darüber hinaus an dieser, unserer Alma Mater, auch zum Doktor der technischen Wissenschaften promoviert worden sind. Durch Ihre weltweit anerkannten wissenschaftlichen Leistungen auf den Gebieten der geodätischen Refraktion sowie der Physik der Atmosphäre haben Sie nicht zuletzt auch zum Ansehen jener universitären Institution beigetragen, an der Sie Ihre akademische Ausbildung empfangen haben.

Mit der im Jahre 1976 erfolgten Stiftung der Friedrich-Hopfner-Medaille für herausragende Leistungen auf dem Gebiet der Geodäsie durch die Österreichische Kommis-

sion für die Internationale Erdmessung sollten die Verdienste Friedrich Hopfners, o. Hochschulprofessor an der Technischen Hochschule Wien von 1934 bis 1938 und von 1945 bis 1949, um die Internationale Erdmessung gewürdigt werden. Lassen Sie mich, hohe Festversammlung, zum Zwecke der Rückbesinnung auf diese Verdienste im folgenden auf das Leben und das wissenschaftliche Werk von Friedrich Hopfner eingehen, wobei ich um Verständnis für die in Anbetracht der gebotenen Kürze unvermeidbare grobe Unvollständigkeit bitte.

Friedrich Hopfner wurde im Jahre 1881 in Trautenau in Böhmen geboren. In den Jahren 1899 bis 1904 studierte er Astronomie, Geophysik und Meteorologie an der Deutschen Universität in Prag und an der Universität München sowie zwei Semester Geodäsie an der Deutschen Technischen Hochschule Prag. Im Jahre 1905 wurde er zum Doktor der Philosophie promoviert.

Die ersten Stationen seines Berufslebens waren das königliche Meteorologische Institut in Berlin, das Institut für kosmische Physik in Innsbruck, die k. k. Zentralanstalt für Meteorologie in Wien, das k. k. maritime Observatorium in Triest und schließlich das k. k. Gradmessungsbüro, in das er im Jahre 1912 als Adjunkt berufen wurde.

Den ersten Weltkrieg machte Friedrich Hopfner als Reserveoffizier mit, und zwar von 26. Juli 1914 bis 30. November 1918.

Nach der Eingliederung des Gradmessungsbüros in das neuerrichtete Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen wurde er im Jahre 1921 zum Vorstand der Abteilung für den wissenschaftlichen Vermessungsdienst ernannt. In dieser Funktion organisierte er den geodätisch-astronomischen und geophysikalischen Vermessungsdienst. Weiters richtete er eine Versuchsanstalt für geodätische Instrumente und Zeitmesser ein. Wir verdanken ihm ferner auch die ersten astronomischen Längenbestimmungen in Österreich auf drahtlosem Weg, die Ausgestaltung des Zeit- und Uhrendienstes des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, die Durchführung von Pendelmessungen mit drahtloser Fernsteuerung der Koinzidenzapparate sowie die Verwirklichung einer neuen magnetischen Landesaufnahme von Österreich.

In Anerkennung seiner großen Verdienste wurde Dr. Hopfner im Jahre 1931 zum wirkl. Hofrat ernannt. Nach Ablehnung eines Rufes auf ein Ordinariat für Astronomie an der Deutschen Universität Prag wurde er im Jahre 1936 als Nachfolger von Prof. Dr.-Ing. et Dr. phil. Richard Schumann auf die freigewordene Lehrkanzel für Höhere Geodäsie und Sphärische Astronomie an der Technischen Hochschule Wien berufen. Diesem Ruf ist er gerne gefolgt.

Von den Machthabern des Dritten Reiches wurde Prof. Hopfner in den dauernden Ruhestand versetzt. Nach der Befreiung Österreichs wurde er an die Technische Hochschule zurückberufen. Im Studienjahr 1945/46 fungierte er als Dekan der Fakultät für Angewandte Mathematik und Physik. Vom Vertrauen seiner Kollegen getragen, wurde er mit großer Mehrheit für das Studienjahr 1948/49 zum Rektor magnificus der Technischen Hochschule Wien gewählt. Im letzten Monat seiner Amtszeit, am 5. September 1949, fiel er einem tragischen Unglück am Hintersteinersee zum Opfer.

Prof. Hopfner hat eine intensive und vielseitige wissenschaftliche Tätigkeit entfaltet. In jüngeren Jahren befaßte er sich mit theoretischen Problemen der Meteorologie, daneben aber auch mit rein astronomischen Themen, besonders mit ersten Bahnbestimmungen und Ephemeridenrechnungen für eine Reihe von Planetoiden.

Für seine weitere wissenschaftliche Tätigkeit wurde der Eintritt in das Gradmessungsbüro bestimmend. Er begann sich mit Fragen der Höheren Geodäsie und Geophysik auseinanderzusetzen. Viel trug er zur Klärung des Problems der Reduktion der beobachteten Schwerewerte, der Begründung der Lehre von der Isostasie, der Elliptizität des Erdäquators und der Abplattung des Niveausphäroids bei.

Das Studium der mit „Die Figur der Erde“ betitelten, klassischen Arbeit von

Bruns erweckte das Interesse Hopfners für dieses zentrale Problem der Höheren Geodäsie, dem er sich von nun an mit unermüdlichem Eifer widmete. Aus der Bruns'schen Theorie hat Hopfner eine elegante Methode zur Ableitung der Geoid- undulationen entwickelt. Von ihm stammen ferner einige zusammenfassende Darstellungen und Lehrbücher geodätischen und geophysikalischen Inhalts, die durch die klare Gliederung des Stoffes, die Hervorhebung des Wesentlichen und die meisterhafte Beherrschung des erforderlichen mathematischen Rüstzeuges bestechen.

In der 1933 erschienenen „Physikalischen Geodäsie“ war Hopfner bestrebt, die Höhere Geodäsie auf eine wesentlich breitere astronomisch-physikalische und mathematische Grundlage zu stellen. Mit dem kurz vor seinem Tode erschienenen Lehrbuch über „Grundlagen der Höheren Geodäsie“ hat sich Hopfner höchste Anerkennung in Fachkreisen erworben.

Die großen Verdienste Prof. Hopfners wurden durch die Zuerkennung der Mitgliedschaft in Gelehrtenvereinigungen und die Verleihung von Wissenschaftspreisen gewürdigt. Lassen Sie mich in diesem Zusammenhang als Beispiele nur die Wahl zum wirklichen Mitglied der Österreichischen Akademie der Wissenschaften sowie zum Präsidenten der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung erwähnen.

Am Ende des von Prof. Rohrer auf Prof. Hopfner gehaltenen Nachrufes heißt es: „Wir werden ihm stets die ehrendste Erinnerung bewahren, die er sich durch sein Wesen, sein Wirken und seine Werke, mit denen er sich ein Denkmal gesetzt hat, in höchstem Maße verdient. Die heutige Festsitzung, hohe Festversammlung, möge als Beitrag zur Bewahrung dieser „ehrendsten Erinnerung“ angesehen werden.“

### **Laudatio für Prof. Dr. Fritz Brunner**

gehalten vom Präsidenten der ÖKIE  
Univ.-Prof. Dr. Dr.-Ing. h. c. Helmut Moritz

Friedrich Karl Brunner wurde am 14. Jänner 1943 in Wien als zweites Kind der Familie geboren. Nach der Volksschule besuchte er das Bundesrealgymnasium in Wien-Floridsdorf und bestand die Matura im Jahre 1961.

Die mathematisch-physikalische Neigung war klar, aber die genaue Art des Studiums war noch unsicher. Er begann also mit dem Studium der Technischen Physik an der Technischen Hochschule in Wien. Ein Jahr später brach er dieses Studium ab und begann ernsthaft, Vermessungswesen zu studieren: er wollte das verlorene Jahr wettmachen.

Brunner war ein sehr effizienter Student. Er mußte es sein, denn er betrieb zugleich professionell den Wasserballsport. Als Wasserballspieler wurde er zweimal österreichischer Juniorenmeister und sechsmal österreichischer Staatsmeister. Diese Zeit war enorm wichtig für das Ausleben seiner Kämpfernatur. (Jeder Wissenschaftler ist ein Kämpfer für ein Ideal.)

Im Jahr 1967 graduierte er als Dipl.-Ing. für Vermessungswesen. Er entschied sich, für den Ingenieurkonsulenten Dipl.-Ing. Röhrig in Klosterneuburg zu arbeiten. In dieser Vermessungskanzlei lernte er in kurzer Zeit das praktische Vermessen, vor allem die Katastervermessung. Ursprünglich hatte er nämlich die Absicht, selbst Ingenieurkonsulent zu werden. Bald brach aber seine wissenschaftliche Neigung durch.

Nach Ableistung des Militärdienstes trat er dann 1969 eine Assistentenstelle bei Professor Barvir an der TH Wien an. Die Betreuung der Studenten war seine Hauptaufgabe, aber auch an einigen interessanten praktischen Projekten konnte er mitarbeiten.

Es begannen die ersten wissenschaftlichen Arbeiten. Die Vorlesungen von Professor Barvir hatten ihn angeregt, das trigonometrische Nivellement mit besonderer Beachtung der neuen Möglichkeit der direkten Messung der schiefen Distanz eingehender zu studieren.

Im Jahre 1971 wechselte er als Assistent an das neugeschaffene Institut für Geophysik unter der Leitung von Professor Scheidegger, da ihm dieses neue Arbeitsgebiet wissenschaftlich reizvoll erschien. Er studierte Boden- und Felsmechanik und begann eine Untersuchung der Exfoliation im Fels, welches seine Doktorarbeit werden sollte.

Ein Vortrag von ihm über seine vorläufige Arbeit zum trigonometrischen Nivellement veranlaßte die Professoren Barvir und Schmid, ihm dieses Thema als Dissertation nahezu legen. Mit der Arbeit „Beiträge zum trigonometrischen Nivellement im Gebirge“ promovierte er dann im Jahre 1972.

Die Zeit am Institut für Geophysik war ideal gegliedert. Im Sommer führte man geodätische und geophysikalische Feldarbeiten in den österreichischen Bergen aus. Im Winter wurden dann die gesammelten Daten wissenschaftlich ausgewertet. Die Zusammenarbeit der interdisziplinären Teams war ausgezeichnet, und Brunner war begeistert, im Grenzgebiet zwischen Geodäsie und Geophysik zu arbeiten. Theoretische und praktische Arbeiten zum Verständnis von Hangbewegungen und vieles andere mehr stammen aus dieser Zeit. Diese Tätigkeit erweckte auch sein Interesse an der Bestimmung der Deformationsvektoren aus geodätischen Wiederholungsmessungen.

Die Auswirkung der atmosphärischen Refraktion auf die Vertikalwinkelmessung trat bei den Arbeiten für seine Dissertation als ungelöstes Problem auf. Seine Versuche der gleichzeitigen Messung der Temperaturgradienten und Vertikalwinkel brachten auch keinen Fortschritt. Er wollte daher dieses Refraktionsproblem näher untersuchen und zwar als „Post-Doc“ im Ausland. So schrieb er an Professor Angus-Leppan in Australien, der als Spezialist für Refraktion galt. Eine Stelle als Lecturer wurde ihm angeboten, die er im Jänner 1974 an der University of New South Wales in Sydney antrat (damals dachte er wohl nicht, daß man ihn einmal zum Nachfolger von Prof. Angus-Leppan berufen würde).

Anfangs konnte er kaum an Forschung denken, da er viele Vorlesungen und Übungen hatte. Im Rückblick war das Jahr 1974 sicherlich die schwierigste Zeit, die er bis heute erlebt hat: Ein neuer Lebensraum, eine neue Sprache, viele Vorlesungen und Übungen und anderes mehr.

Bald danach begann er, an dem Refraktionsproblem zu arbeiten. Sein Hauptinteresse galt der Anwendung der Gesetze der turbulenten Austauschprozesse auf die Berechnung der geodätischen Refraktionswerte. Er untersuchte elektromagnetische Distanzmessung und Vertikalmessung, baute meteorologische Feldgeräte und führte Experimente durch. Das Turbulent Transfer Model für EDM ist ein Hauptresultat dieser Zeit. Die Teilnahme am Refraktionssymposium in Wageningen im Jahre 1977 stellte für ihn einen Höhepunkt dar, da er dort zum ersten Mal viele der „Refraktionsgrößen“ persönlich kennenlernen konnte.

Angeregt durch die Deformationsmessungen in Österreich entwickelte er in Sydney eine Rechenmethode für die Bestimmung des inkrementellen Straintensors aus geodätischen Wiederholungsmessungen.

Im Jahre 1977 verbrachte er ein halbes Jahr Studienurlaub am bekannten Department of Meteorology an der Pennsylvania State University. Er arbeitete mit Professor Fraser an der Ausnutzung der Refraktionserscheinungen, vor allem Luftspiegelungen, zur Fernerkundung meteorologischer Parameter. Dieser Studienaufenthalt war für ihn wissenschaftlich sehr anregend.

Bei der Generalversammlung der IAG in Canberra im Jahre 1979 wurde er zum

Präsidenten der Refraktionsstudiengruppe der IAG gewählt. In Canberra lernte er auch Professor Grafarend kennen, bei dem er dann im Jahre 1981 an der Universität Stuttgart seinen Studienurlaub als Alexander-von-Humboldt-Gastwissenschaftler verbrachte.

Schon vorher hatte er eine Theorie aufgestellt, wie man die Vertikalrefraktion aus der Varianz des Einfallswinkels der Wellenfront berechnen kann. Diese Theorie wendete er auf die Berechnung der nivellistischen Refraktion an. Den Studienurlaub in Stuttgart benützte er nun, um die Auswirkungen der atmosphärischen Turbulenz auf die Wellenausbreitung eingehender zu studieren. Während dieser Zeit wurde er ins Editorial Board von *Manuscripta Geodaetica* berufen. Auch begann er mit den Vorbereitungen für die Refraktionstagung des General Meetings der IAG in Tokyo im Jahre 1982. Die „invited lectures“ dieser Tagung sind dann als Monographie „Geodetic Refraction“ beim Springer-Verlag erschienen.

Während der Stuttgarter Zeit bot ihm die Firma Wild Heerbrugg eine Stelle als Leiter einer neuen Gruppe „Advanced Products“ an, die er dann im August 1982 antrat. Schon nach kurzer Zeit wurde er für die Erarbeitung des Projektes GPS zuständig. Daraus entstand die WM Satellite Survey Co. für die Zusammenarbeit mit der Firma Magnavox. Vertragsverhandlungen, Management und Aufbau einer GPS-Gruppe bei Wild waren seine Hauptaktivitäten. Der GPS-Empfänger WM101 und die Software PoPS sind die Produkte, für die er bei Wild verantwortlich war. Auch entwickelte er das Grundkonzept des Forschungsauftrages „Rapid Precision Levelling System“, bei dem Wild Heerbrugg die Ausschreibung gewonnen hat.

Bei der Generalversammlung der IAG in Hamburg wurde er zum Präsidenten der Studiengruppe „Atmospheric Effects on Space Measurements“ gewählt. Auch hat er mitgeholfen, mit dem Springer Verlag einen neuen Verleger für die Zeitschrift „Manuscripta Geodaetica“ zu finden. Die Schweizerische Geodätische Kommission wählte ihn zum Mitglied.

Im Jahre 1986 erhielt er einen Ruf an den Chair of Surveying der University of New South Wales (Sydney) als Nachfolger von Professor Angus-Leppan. Mit dieser Berufung war auch die Aufgabe verbunden, für mindestens zwei Jahre die Leitung der School of Surveying zu übernehmen. Brunner stellte sich dieser Aufgabe mit voller Energie. Viele Erneuerungen im Personal, der Personalführung, der Finanzen, der Labors und der Geräte wurden von ihm initiiert und ausgeführt. Dabei war die Erfahrung aus seiner Industriezeit außerordentlich von Nutzen.

Für ihn die interessanteste Aufgabe war allerdings, den Studienplan „Bachelor of Surveying“ völlig neu zu überarbeiten. Sein Leitgedanke war, mehr Grundlagenwissen als Fertigkeit zu vermitteln. Er entwickelte eine Liste von Prinzipien der Ausbildung und darauf aufbauend den neuen Studienplan mit etlichen neuen Gegenständen. Natürlich mußten alte Gegenstände reduziert werden. Neue Vorlesungen und Übungen wurden vor allem in der elektronischen Datenverarbeitung, im Projektmanagement und in der beruflichen Praxis eingeführt. 1991 wird dieser Studienplan voll implementiert sein.

Bei der Generalversammlung der IAG in Vancouver im Jahre 1987 wurde Brunner zum Präsidenten der Spezialstudiengruppe „Wave Propagation in Refractive Media“ bestellt und auch zum Sekretär der Sektion I, „Positioning“, der IAG gewählt. Seit Jänner 1989 ist er Mitglied des Advisory Boards der Zeitschrift *Manuscripta Geodaetica*. Im Jahre 1989 organisierte er das internationale Symposium „Four-Dimensional Geodesy“, das viele Geodäten nach langer Zeit wieder einmal nach Sydney brachte.

Auf eigenen Wunsch gab er die Leitung der School of Surveying mit Ende 1989 ab, um sich mehr auf die Vorlesungen und seine Forschungsarbeit konzentrieren zu

können. Er ist dabei, die Einführungsvorlesung für Vermessungswesen völlig neu zu gestalten, mit der Absicht, den Enthusiasmus der Studenten am Studium zu erhöhen. Zur Zeit ist er voll beschäftigt mit einem Forschungsprojekt, welches vom Australian Research Council unterstützt wird. Dabei wird die Reproduzierbarkeit der Basislängenmessungen mit GPS für längere Basislängen in Länge und Höhe untersucht. Die Vermessung der Unterschiebungsrates der australischen Ozeanplatte unter Java ist das Kernstück dieser geodynamischen Fragestellung.

Brunners wissenschaftliche Beiträge können in geophysikalische Untersuchungen, trigonometrische Höhenmessungen, geodätische Deformationsmessungen, GPS-Entwicklung und vor allem Refraktionsforschung gegliedert werden. Über diese Themen hat er bis heute 60 wissenschaftliche Beiträge veröffentlicht und drei Monographien herausgegeben.

### **Verleihung der Friedrich-Hopfner-Medaille**

Hohe Festversammlung!

Aus der Laudatio geht hervor, daß Herr Professor Brunner weltweit als führender Fachmann auf dem Gebiet der geodätischen Refraktion gilt. Damit ist aber die enorme Spannweite seiner wissenschaftlichen Interessen und Leistungen keinesfalls erschöpft: sie reicht von Geodynamik bis zur Instrumentenentwicklung für die Satellitengeodäsie.

Herr Professor Brunner hat als überaus erfolgreicher Auslandsösterreicher unser Land in akademischer Lehre, wissenschaftlicher Forschung, im Industriemanagement und in der internationalen Wissenschaftsorganisation in vorbildlicher Weise vertreten. Wir freuen uns, daß wir diese großen Leistungen durch die Überreichung der vierten Friedrich-Hopfner-Medaille dankbar würdigen können.

Diese Überreichung verbinde ich mit meinen besten Wünschen für seine Zukunft. Möge er seine wissenschaftliche Tätigkeit ebenso dynamisch und erfolgreich fortsetzen wie bisher.

**VERMESSUNGSTECHNIKER und VERMESSUNGSGEHILFE**

mit Praxis

werden für Auslandsprojekte aufgenommen.

Bewerbungen an Dipl.-Ing. W. Meixner, Tel. 0222/56 77 16/13

## Über die Grenze von Modellen\*)

von *Fritz K. Brunner*, Sydney

\*) Manuskript des Festvortrages, der von Prof. Dr. F. K. Brunner im Anschluß an die Verleihung der Friedrich-Hopfner-Medaille am 7. Dezember 1990 an der Technischen Universität Wien gehalten wurde.

Eure Spektabilität,  
Sehr verehrter Herr Präsident der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung und deren Mitglieder,  
Hochansehnliche Festversammlung.

Für die hohe Ehrung durch die Verleihung der Friedrich-Hopfner-Medaille der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung möchte ich mich ganz besonders herzlich bedanken. Dem Laudator, Herrn Professor Moritz, danke ich für die Laudatio und die darin enthaltene Würdigung meiner bisherigen Arbeiten. Erlauben Sie mir einige persönliche Bemerkungen, bevor ich zum eigentlichen Thema meines Vortrages komme.

Es ist mir ein Anliegen, gerade heute den Personen, die mich im wissenschaftlichen und praktischen Bereich der Geodäsie geleitet und gefördert haben, zu danken. In zeitlicher Reihenfolge möchte ich nennen: Dipl.-Ing. U. Röhrig, die Professoren A. Barvir und A. E. Scheidegger, meine früheren Assistentenkollegen K. Bretterbauer und Dr. E. Brückl, die Professoren P. V. Angus-Leppan und E. W. Grafarend und Dipl.-Ing. H. R. Schwendener.

Der soliden Ausbildung in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern an der Technischen Hochschule Wien, wo heute diese Ehrung stattfindet, verdanke ich die Grundlagen, von denen ich vor allem im Ausland zehren konnte. Heute werden Stimmen immer lauter, diese Grundlagen in der heutigen Ausbildung zu reduzieren; aber gerade das Gegenteil ist meiner Meinung nach nötig. Meine Einstellung zu den Fragen der Ausbildung wurde von dieser österreichischen Universität geprägt und ich bin stolz darauf.

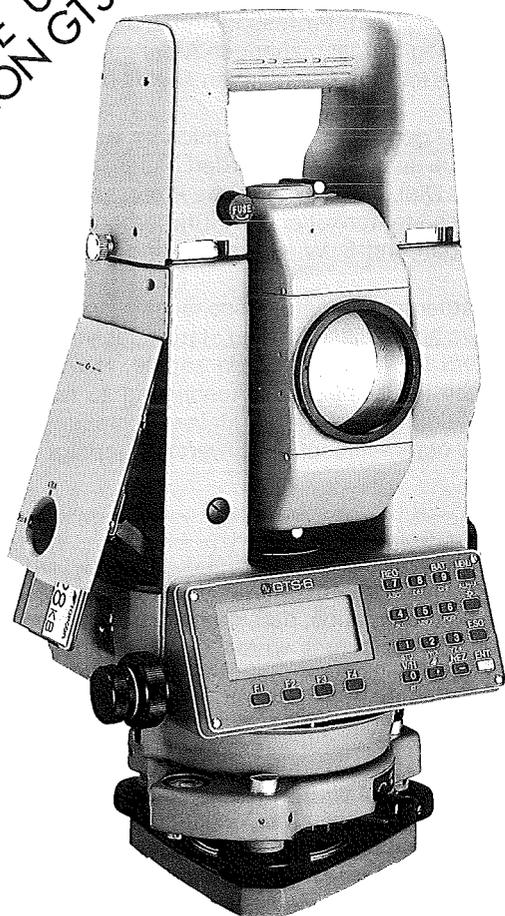
### Einleitung

Wie sie meinem Lebenslauf entnehmen konnten, war meine erste Neigung bei der Wahl eines Studiums „Technische Physik“. Ich glaube, daß meine Art, Probleme anzugehen durch diese ursprüngliche Neigung bestimmt wurde und auch heute noch bestimmt wird. Ich versuche immer, die physikalische Formulierung eines Problems zu finden. In meiner physikbetonten Einstellung sehe ich einen Zusammenhang mit dem berühmten Gelehrten Friedrich Hopfner, dessen Antlitz diese schöne Medaille zeigt. Hopfner schreibt im Vorwort seiner Monographie „Grundlagen der höheren Geodäsie“ im Jahre 1949 [1]: „An kritischen Stimmen, die es nicht wahr haben wollen, daß eben auch die Geodäsie nur ein kleines Teilgebiet angewandter Mathematik und Physik ist und sie auch unter einem solchen Gesichtspunkt behandelt werden kann, wird es unter den Geodäten vielleicht nicht fehlen.“ Ich darf auch erwähnen, daß Hopfner seine Karriere als Meteorologe begonnen hatte. Ich sehe auch darin einen Zusammenhang mit meinem besonderen Interesse an den physikalischen Prozessen in der atmosphärischen Grenzschicht, die bei meinen geodätischen Refraktionsuntersuchungen die Grundlage bilden.

# Die Zukunft im Auge



NEU  
TOPCON GTS-6



Interner Datenspeicher bis zu 256 kB  
Besonders günstiges Einführungsangebot

TOTAL-  
STATIONEN  
THEODOLITE  
NIVELLIERE  
LASER

GENERALVERTRETER:

***IPECAD***

Ges.m.b.H. & CoKG

Czerningasse 27  
A-1020 Wien

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

HARDWARE  
SOFTWARE  
CAD

Bringing future into focus



Ich möchte Ihnen nun einige Überlegungen zur Grenze von Modellen vorstellen. Dieses Thema erlaubt mir, mit Ihnen den Fragenbereich der Modellierung, mit dem ich mich zur Zeit beschäftige, grundlegend zu betrachten. Dieses Thema spielt auch in der Geodäsie eine zentrale Rolle und wird, meiner Ansicht nach, in Zukunft noch viel mehr an Bedeutung gewinnen. Es scheint mir, daß wir die Grundlagen der Modellbildung oft nur unbewußt, wenn überhaupt, benutzen und daher den vollen langfristigen Erfolg nicht erzielen können. Ich persönlich fühle mich in diesem Zusammenhang schon seit längerer Zeit schuldig.

Ist das gewählte Thema nun relevant? Die Geodäsie hat sich für die nächsten Jahre die Aufgabe gestellt, GPS-Messungen auf eine Wiederholbarkeitsgenauigkeit von  $\pm 3$  mm in Position und Höhe pro Tag für längere Basislinien auszubeuten. Da die Auswertung von GPS-Messungen auf vielen physikalischen und mathematischen Modellen beruht, denken Sie nur zum Beispiel an die Oszillatorenangabeschreibung, Mehrdeutigkeitslösung, Bahnmodellierung und ionosphärische und troposphärische Wellenausbreitungseffekte, ist es bei einer so hohen Genauigkeitssteigerung absolut notwendig, die Grundlagen der Modelle und ihre Bildung nochmals von den ersten Prinzipien her zu überprüfen.

Im ersten Teil möchte ich den Versuch einer Synthese der Grundlagen der Modellentwicklung wagen. Im zweiten Teil möchte ich dann die Überprüfung der Modelltreue und den wichtigen Vergleich zwischen verschiedenen Modellen ansprechen. Welches Modell soll nun verwendet werden, wenn es mehrere gibt? Im letzten Teil, möchte ich mit Ihnen die alte Problematik diskutieren: Sind nun Modelle deterministisch oder stochastisch zu betrachten?

### Evolution von Modellen

Das Wort Modell erscheint immer häufiger in wissenschaftlichen Abhandlungen, auch in der Geodäsie. Nach Dutton [2] können wir mit der folgenden Definition eines Modelles einen Anfang machen: „Ein Modell ist eine reduzierte, jedoch effiziente Representation eines physikalischen, chemischen oder biologischen Systems in einer mathematischen, abstrakten, numerischen oder experimentellen Form“. Der Wert des Modelles liegt in der Fähigkeit, die Kompliziertheit zu reduzieren, ohne an Effizienz einzubüßen.

Ich glaube, daß grundlegend kein Unterschied besteht zwischen Modell und Theorie. Die beiden Begriffe sind austauschbar. Kurz gesagt: Modelle, Theorien und Gesetze sind Beziehungen, die uns erlauben, Überlegungen anzustellen. Diese ergeben Resultate, die nur in bestimmten Grenzen korrekt sind. Wir behaupten, ein Phänomen zu verstehen, wenn wir uns ein Modell vorstellen können, welches mit bereits akzeptierten Gesetzen eine Erklärung der Beobachtungen liefert.

Modelle erfüllen eine Reihe von Zwecken [2], wobei die folgende Liste keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt:

- a) Organisieren von Wissen  
Messungen werden zum besseren Verständnis geordnet und führen so zu Modellen. Als Beispiel nenne ich das logarithmische Windprofilmodell der mittleren Windgeschwindigkeit in der bodennahen Luftschicht.
- b) Zusammenhang von Ursache und Auswirkung  
Wissenschaftler fassen beobachtete Auswirkungen als Resultate von Ursachen in Modellen zusammen. Newtons zweites Gesetz lehrt uns, nach Kräften als Ursache von Beschleunigungen zu suchen.
- c) Vorhersage von Ergebnissen durch Änderung der Parameter  
Wie hängt die Periode einer Pendelschwingung mit der Schwerebeschleunigung zusammen?

## d) Vorhersage von Entwicklungsprozessen

Welche Modelle können wir vielleicht entwickeln, um die Auswirkungen der Zunahme der Treibhausgase auf das Meeressniveau für die nächsten hundert Jahre vorherzusagen? Ich möchte hier bemerken, daß die Feststellung vieler Leute „Nicht einmal die Zukunft ist mehr so, wie sie früher einmal war“ nicht als gültiger wissenschaftlicher Ansatz zu werten ist.

## e) Überprüfen von Verständnis

Ein Modell mit prädiktiven Eigenschaften wird benutzt, um die Grundlagen unseres Verständnisses der Prozesse, welche das Modell beschreiben soll, immer aufs neue zu testen.

Wie wird so ein Modell denn eigentlich entwickelt? Diese Frage führt mich zu einer Betrachtung der Evolution von Modellen. In den Naturwissenschaften könnte diese Evolution vielleicht so aussehen, wie sie im Bild 1 dargestellt ist. Im speziellen Fall müssen nicht alle Phasen der folgenden Evolution voll ausgeprägt sein [3].

Bild 1A: Am Anfang steht sicherlich unser Grübeln über ein Naturphänomen.

Bild 1B: Die bereits vorhandenen Beobachtungen werden systematisch zusammengestellt.

Bild 1C: Verschiedene Modelle, z. B. physikalische Gesetze, werden als Basis für unsere Überlegungen benutzt. Daraus entwickeln wir spekulative Modelle. Ein Abbild der Natur, eine Theorie entsteht. Der große österreichische Physiker Ludwig Boltzmann hat das so beschrieben [4, S. 77]: „Der erste Ausbau, die stete Vervollkommnung dieses Abbildes ist nun die Hauptaufgabe der Theorie. Die Phantasie ist immer ihre Wiege, der beobachtende Verstand ihr Erzieher“.

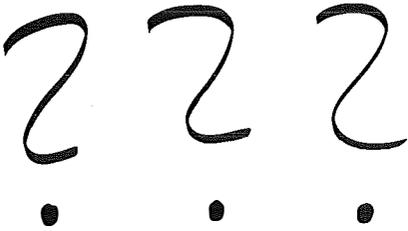
Bild 1D: Ein konzeptionelles Modell wird geboren, sozusagen „uns geht ein Licht auf“. Das Hauptmerkmal der konzeptionellen Modelle ist ihre Prädikationsfähigkeit. Hier beginnt auch die Suche nach Einfachheit. Oft wird behauptet, daß die Natur einfach ist. Ich stimme Brillouin [5] zu, der meint, daß das eine Illusion sei. Denn unser Verstand sucht nach Einfachheit, um damit künftigen Anstrengungen aus dem Weg zu gehen.

Bild 1E: Mit dem konzeptionellen Modell wird auch meistens ein Experiment erdacht, welches eine kritische Prüfung des Modells erlaubt. Darf ich hier auf den wichtigen Punkt hinweisen, daß auch dabei der Theorie der Vorrang gehört. Es ist eben nicht möglich, gute Experimente, ohne einer vorhergegangenen theoretischen Vision, zu entwickeln,

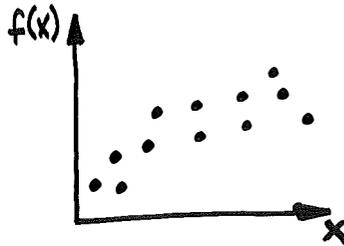
Bild 1F: Die Ergebnisse des Experiments werden nun mit der Theorie verglichen und interpretiert. Je genauer die Theorie ist, umso entscheidender kann das Experiment gestaltet werden. Mit dieser Interpretationsphase schließt der erste Zyklus der Modellevolution. Völlig neue Modelle, oder wesentlich verfeinerte Modelle, könnten das Resultat sein.

Im Bild 2 ist diese Modellevolution in Form einer Welle dargestellt. Wir erhöhen also unser Verständnis des untersuchten Naturprozesses von links nach rechts, indem wir aus der ursprünglichen „Licht auf“-Idee das Modell 1 entwickeln, dann ein Experiment durchführen, damit weitere Erfahrung sammeln, in der Analysephase über die aufgetretenen Diskrepanzen grübeln, zu einer neuen „Licht auf“-Idee kommen, daraus Modell 2 entwickeln, usw. Es scheint mir, daß die Ordinate dieser wellenartigen Modellevolution dem Gemütszustand des Wissenschaftlers entspricht.

**A** GRÜBELN  
ÜBER  
NATURPHÄNOMEN



**B** ZUSAMMENSTELLEN  
VON  
BEOBACHTUNGEN



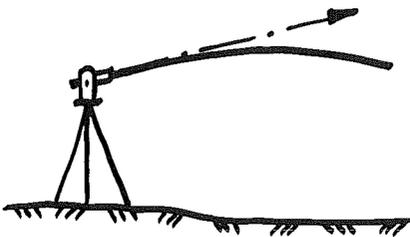
**C** SPEKULATIVE  
MODELLE



**D** KONZEPTIONELLES  
MODELL



**E** ENTWURF  
EINES  
EXPERIMENTES



**F** INTERPRETATION



Bild 1: Zyklus von Modellphasen A bis F.

Zur Zeit des Geistesblitzes ist ein Hoch und wenn das Experiment zu Ende ist, meistens ein Tief. Ich habe daher im Bild 2 die Ordinate mit Emotion bezeichnet.

Ich glaube, daß es völlig der Freiheit des Wissenschaftlers überlassen ist, und auch bleiben muß, die Auswahl des zu untersuchenden Naturphänomens und die Formulierung der Theorie zu treffen. Diese Wahl wird vom individuellen Genie des Wissenschaftlers geprägt. Dieser Prozeß ist gar nicht leicht verständlich und hat viele Wissenschaftstheoretiker beschäftigt. Der große Physiker Wolfgang Pauli hat dazu gemeint [6, S. 268]: „Jedes Verstehen ist ein langwieriger Prozeß, der lange vor der rationalen Formulierbarkeit des Bewußtseinsinhaltes durch Prozesse im Unbewußten eingeleitet wird. Die Archetypen nach C. G. Jung funktionieren als die gesuchte Brücke zwischen den Sinneswahrnehmungen und den Ideen. In dem Moment aber, in dem die richtigen Ideen auftauchen, spielt sich in der Seele dessen, der sie sieht, ein ganz unbeschreiblicher Vorgang von höchster Intensität ab.“

Wenden wir uns jetzt der Gestaltung von Experimenten und der Bewertung der Modellgüte zu, um zu sehen, ob es dafür vielleicht Methoden gibt.

### Entwurf von Experimenten

Sobald wir eine Theorie entwickelt haben, werden wir auch versuchen, diese durch Beobachtungen und Messungen in Experimenten zu überprüfen. Der österreichische Philosoph Sir Karl Popper, oft der bedeutendste Philosoph dieses Jahrhunderts genannt, hat die Doktrin der Falsifikation in seinem Buch „Logik der Forschung“ [7] und in weiteren Veröffentlichungen aufgestellt. Erlauben Sie mir, den Grundgedanken so zu formulieren: Eine Theorie muß als grundlegendste innere Eigenschaft ihre Falsifizierbarkeit beinhalten und das entsprechende Experiment muß versuchen, die Theorie zu widerlegen.

Poppers Doktrin hat etwas sehr Negatives an sich und wurde oft von anderen Wissenschaftsforschern als nicht realistisch bezeichnet. Man glaubt, daß Wissenschaftler nicht nach dieser Doktrin vorgehen, da der Mensch im allgemeinen, und die Wissenschaftler im besondern, eher bestätigende Messungen für ihre eigenen Ideen und Theorien suchen. Also das Positive oder auch die Eitelkeit, scheint vorzuherrschen. Lakatos hat behauptet, daß Poppers Falsifikation in der Forschung einfach

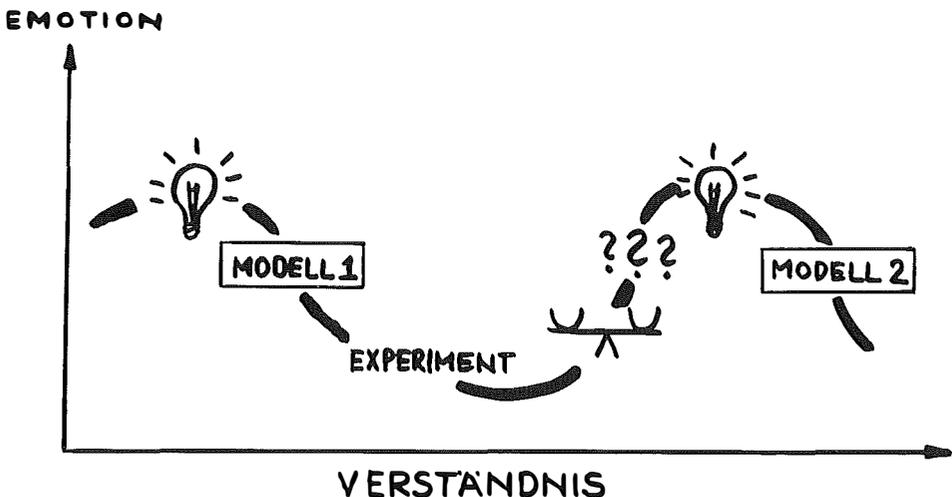


Bild 2: Evolution von Modellen.

nicht vorkommt. In freier Übersetzung schreibt Lakatos [8, S. 124]: „Poppers Kriterium ignoriert die bemerkenswerte Zähigkeit wissenschaftlicher Theorien. Wissenschaftler haben dicke Häute. Die geben eine Theorie nicht auf, nur weil bloß Fakten dagegen sprechen. Normalerweise erfinden sie eine Rettungshypothese, um das zu erklären, was sie bloß eine Anomalie nennen, oder falls sie auch diese Anomalie nicht erklären können, dann wird sie ignoriert und die Wissenschaftler wenden ihr Interesse anderen Problemen zu. Bemerkenswert ist, daß Wissenschaftler von Anomalien und widrigen Umständen, aber nicht von Refutationen sprechen.“ Es soll hier unbedingt erwähnt werden, daß Menschen im allgemeinen, und daher auch Wissenschaftler, einen starken Hang zum Bestätigen, eben zum Positiven zeigen. Das wurde von Psychologen in vielen Versuchen herausgefunden [8].

Popper wollte eigentlich seine Falsifikationsdoktrin eher als ein Kriterium verstanden wissen, um den wissenschaftlichen Status einer Theorie bestimmen zu können. Die Demarkationslinie zwischen Wissenschaft und Pseudowissenschaft ist eben die Eigenschaft der Falsifikation.

Zum Entwurf eines Tests für ein Modell oder eine Theorie meint Popper: „Jeder echte Test einer Theorie ist der Versuch, diese zu falsifizieren. Nur das Resultat eines Tests mit Falsifikationsabsicht kann als bestätigende Evidenz gelten.“ Als berühmtes Beispiel dafür möchte ich hier Watson und Crick anführen, die alle ihre Theorien durch Falsifikation zu Fall brachten, bis es ihnen endlich gelang, die Struktur des Fadenmoleküls, nämlich die Doppelkette der Nukleinsäure zu bestimmen.

Wissenschaftliche Modelle führen Verbindungen zwischen empirischen Fakten ein. Ein Modell kann ganz leicht wieder verworfen werden, während die Fakten bestehen bleiben, sofern sie natürlich korrekt beobachtet wurden. Modelle verbinden also Beobachtungen miteinander und schließen auch nicht beobachtbare Parameter ein. Ein neues Modell unterscheidet sich von früheren Modellen nur in den nicht beobachtbaren Parametern.

Bevor ich das Thema Experiment verlasse, möchte ich der Vollständigkeit wegen, noch anmerken — unter Geodäten eigentlich nicht nötig —, daß im Experiment der Meßapparat von äußeren Einflüssen zu isolieren ist. Aber auch beim bestisolierten Meßapparat der Welt ist es nicht möglich, Beobachtungsfehler zu vermeiden. Diese haben zufälligen Charakter.

### **Eigenschaften von Modellen**

Wissenschaftler benützen Intuition oder oft einen guten „Riecher“ für die Beurteilung effektiver Modelle. Es scheint mir daher nützlich, den Versuch zu starten, wichtige Eigenschaften erfolgreicher Modelle systematisch und objektiv zu erfassen [2].

Ein erfolgreiches Modell wird . . .

- a) auch gewisse Ergebnisse als nicht möglich voraussagen.
- b) auf eine breite Datenbasis aufgebaut sein.
- c) die anerkannten Gesetze der Physik benutzen, damit es unabhängig wird von lokalen empirischen Faktoren. Dadurch erhält das Modell eine allgemeinere Anwendbarkeit.
- d) die nötige komplexe Aussagefähigkeit besitzen. Wir wollen nicht auf Grund von Einfachheit die Aussagefähigkeit verlieren, auf die es eigentlich ankommt. Zum Beispiel, die nivellistische Refraktion sollte die Summe der individuellen Effekte auf Höhenunterschiede zwischen benachbarten Höhenpunkten eliminieren. Ein einziger Parameter, für den Durchschnitt des Refraktionseffektes im gesamten Nivellementnetz, ist zu grob dafür.
- e) den Informationsinhalt pro Freiheitsgrad maximieren. Zusätzliche Parameter, zum Beispiel pro Station in GPS-Netzen, bringen oft keinen Gewinn an Genauigkeit

- wegen ihrer hohen formalen Korrelation mit bereits existierenden Parametern.
- f) robuste Eigenschaften haben gegen kleine Änderungen der Eingabewerte.
  - g) vor allem die energiereichen Zustände beschreiben. Obwohl meistens Zustände in allen Frequenzen und Größenordnungen vorkommen, denken Sie zum Beispiel an die Fluktuationen der Vertikalrefraktionswerte, so sind wir doch hauptsächlich an jenen Frequenzen interessiert, welche den Hauptanteil der Energie beschreiben. Anders ausgedrückt, das Spektrum der Verbesserungen von Messungen nach der Ausgleichung sollte weißes Rauschen sein.

### Vergleichen von Modellen

Ich habe schon vorher einige, mir wichtig erscheinende Punkte zur Qualität der Modelle genannt, welche beim Vergleich von verschiedenen Modellen beachtet werden sollten. Zusätzlich möchte ich einige allgemeine Bemerkungen hier machen und dann einen objektiven Vergleichsparameter vorstellen.

Von Anfang an ist die Suche nach nicht unterstützenden Tatsachen für die Modellbewertung wichtig. Weiters sollten wir auch alternative Modelle prüfen. Sind nun beide Modelle, das von uns favorisierte und das alternative, im gleichen Maße mit der Evidenz im Einklang, dann sollte die im vorigen Abschnitt gebrachten Kriterien angewendet werden und eine Entscheidung bringen. Diese Kriterien sind: Einfachheit, Zahl der Freiheitsgrade, physikalische Gesetze als Basis, Möglichkeit der Falsifizierbarkeit und Robustheit.

Mich hat es oft gestört, wenn Kollegen von der Schönheit ihrer Modelle sprachen. Daher habe ich nach einem objektiven Verfahren gesucht, um einen Vergleich der Genauigkeit von verschiedenen Modellen ausführen zu können. Ich habe bei den Meteorologen entsprechende Ideen gefunden [9] und daraus den Parameter SKILL abgeleitet [10], den ich Ihnen jetzt anhand eines einfachen Beispiels vorstellen möchte.

Nehmen wir an, daß wir 10 Werte gemessen haben, die durch einen äußeren Effekt beeinflusst sind, z. B. die Vertikalrefraktion bei der Vertikalwinkelmessung. Im Bild 3 sind das die vollen Kreise. Modelle A und B wurden entwickelt, um diesen Effekt zu modellieren und um damit die Messungen reduzieren zu können. Im Bild 3 repräsentieren die offenen Dreiecke das Modell A und die offenen Quadrate das Modell B. Üblicherweise rechnet man den Korrelationskoeffizienten zwischen Modell und Meßwerten, um eine Aussage über die Güte des Modelles machen zu können. Um die Sache kurz zu machen, Modell A und B ergeben beide den gleichen Korrelationskoeffizienten und zwar exakt 1. Eine Überraschung? Eigentlich nicht, denn ich habe die Modellwerte A und B aus den Meßwerten durch Multiplikation mit einem Faktor erzeugt. Jedenfalls erscheint uns im Bild 3, daß Modell B die Meßwerte besser beschreibt.

Den Parameter SKILL,  $\phi$ , definiere ich mit

$$\phi = \frac{\langle (p_i' - l_i)^2 \rangle}{\langle l_i'^2 \rangle} \quad (1)$$

wobei  $p_i$  die Modellwerte und  $l_i$  die Meßwerte sind. Gestrichen bedeutet die Abweichung vom Mittelwert und  $\langle \rangle$  den Mittelwert.  $\langle l_i'^2 \rangle$  ist die Varianz der Meßwerte, während der Zähler des Bruches in (1) die Varianz der Unterschiede zwischen Meßwert und Modellwert ausdrückt.  $\phi$  zwischen 0 und  $\infty$  liegen, wobei  $\phi = 0$  für das absolut exakte Modell eintritt. Im Beispiel ergibt sich für das Modell A ein SKILL von 0,81 und für das Modell B ein SKILL von 0,01. Also ist Modell B wesentlich effektiver als Modell A. Das entspricht viel mehr unseren Erwartungen, wenn wir nochmals das Bild 3 betrachten.

Sollten zwei Modelle den gleichen Wert  $\phi$  erreichen, dann werden wir die zusätzlichen Eigenschaften der Modelle, die ich schon vorher besprochen habe, heranziehen,

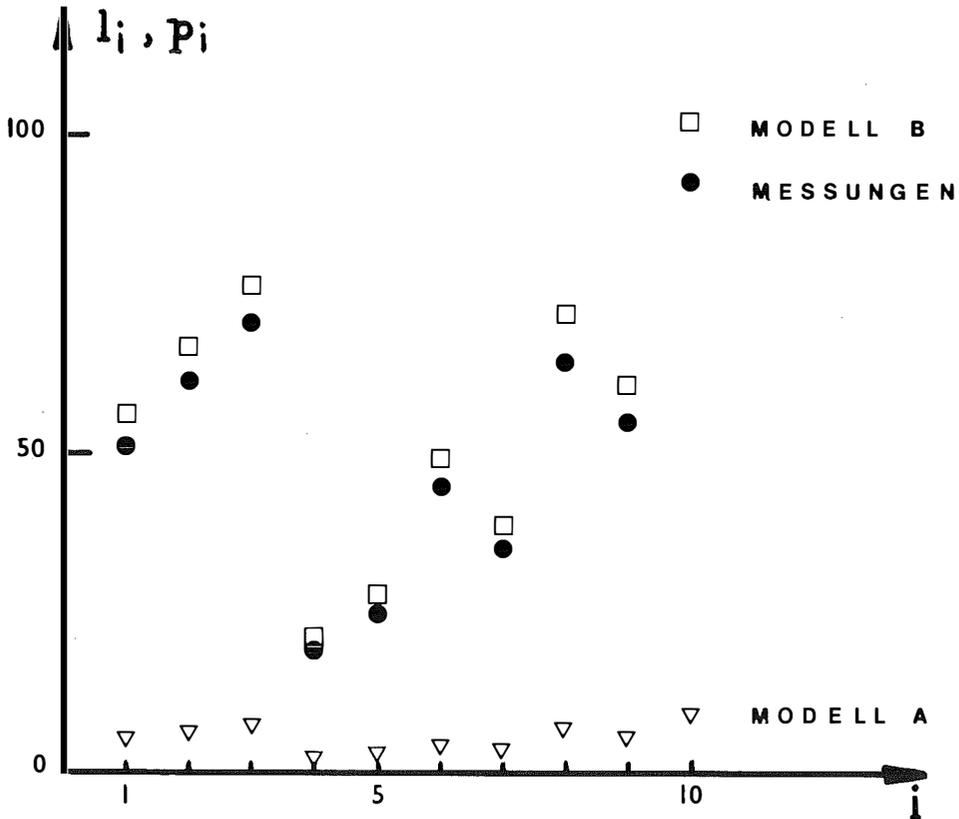


Bild 3: Drei Zeitreihen: Beobachtungswerte, Modell A und Modell B.

um eine Entscheidung über das effizientere Modell zu treffen. Diese Unterschiede der Modelleigenschaften betreffen allerdings nur die nicht beobachtbaren Parameter. Das wollte ich nochmals erwähnen.

Wie wir alle wissen und ich auch schon vorher erwähnt habe, sind Beobachtungsfehler unvermeidbar und von zufälliger Natur. Zu den Fehlern der Meßgeräte und Beobachtungssysteme kommen noch die zufälligen Fehler der Modelle. Da diese beiden unkorreliert sind, können wir die Varianz der zufälligen Fehler,  $\sigma_z^2$ , angeben als

$$\sigma_z^2 = \sigma_l^2 + \sigma_m^2 \tag{2}$$

wobei  $\sigma_l^2$  die Varianz der Meßfehler und  $\sigma_m^2$  die Varianz der stochastischen Modellfehler bedeutet.

Damit läßt sich aus (1) eine Formel für den POTENTIELLEN SKILL,  $\Phi$ , angeben:

$$\Phi = \frac{\sigma_z^2}{\langle l_i^2 \rangle} \tag{3}$$

Mit (3) haben wir eine Formel gefunden, die es uns erlaubt, eine Grenze für das sinnvolle Weiterentwickeln von Modellen anzugeben.

Allerdings fehlt noch eine Diskussion der stochastischen Modellfehler, da ich mir

unter Geodäten eine Erläuterung der Meßfehler sicherlich ersparen darf. Eine oft aufgeworfene Frage betrifft nun den Unterschied zwischen stochastischen und deterministischen Prozessen, der wir uns auch hier nicht entziehen können.

### Deterministisch oder stochastisch?

Während einiger Jahrhunderte galt die klassische Mechanik als die Festung des Determinismus. Man war der Meinung, daß in einem geschlossenen System die Variablen, die zu einem Zeitpunkt bekannt sind, zu jedem beliebigen späteren Zeitpunkt exakt berechnet werden können, zumindest prinzipiell. Ohne hier auf Quantenmechanik einzugehen, diese ist für die Aufgaben der Geodäsie nicht von direkter Bedeutung, möchte ich das folgende, einfache Beispiel bringen, um die Bedeutung der Anfangswerte für Modelle mit Ihnen zu diskutieren.

Nehmen wir ein Partikel an, das sich ohne Luftwiderstand im Schwerfeld bewegt [11]. Wir wollen die Höhe  $z$  des Partikels als Funktion der Zeit  $z(t)$  berechnen. Die vertikale Beschleunigung des Partikels ist gleich negativen Schwerebeschleunigung

$$\frac{d^2z}{dt^2} = -g \quad (4)$$

Gleichung (4) ist eine homogene lineare Differentialgleichung zweiter Ordnung, die elementar durch zweimalige Integration gelöst werden kann. Als Resultat erhalten wir

$$z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + \dot{z}_0 t + z_0 \quad (5)$$

wobei  $z_0$  die Höhe und  $\dot{z}_0$  die Vertikalgeschwindigkeit zum Zeitpunkt  $t_0$  sind. Daher haben wir aus dem physikalischen Gesetz (4) eine Schar von möglichen Trajektorien des Partikels im Raum und Zeit erhalten, welche durch (5) beschrieben werden. Um Determinismus zu erreichen, also zu jeder Zeit  $t$  die Höhe  $z(t)$  exakt angeben zu können, sind drei spezielle Anfangswerte nötig:  $g$ ,  $\dot{z}_0$  und  $z_0$ . Da wir ja schon mehrmals festgehalten haben, daß Beobachtungsfehler prinzipiell unvermeidbar sind, so werden die Anfangswerte mit Fehlern behaftet sein. Daher ist es uns höchstens möglich, Grenzen für die möglichen Trajektorien des Partikels anzugeben. Im Bild 4 habe ich die Schwerkraft als bekannt und konstant angenommen. Die Anfangslage und die Anfangsgeschwindigkeit ist nur mit  $\pm \Delta z_0$  und  $\pm \Delta \dot{z}_0$  bekannt. Wir sehen also schon an diesem einfachen Beispiel, daß rein deterministische Modelle nicht möglich sind, da zumindest die Anfangswerte gemessen werden müssen [12, S. 164].

Ich möchte mir erlauben, nochmals Popper zu zitieren [7], der festgestellt hat, daß kausale Erklärungen zwei Voraussetzungen benötigen:

- universale Gesetze, z. B. physikalische Gesetze mit allgemeiner Gültigkeit, und dazu
- partikuläre Informationen, die sich nur auf den speziellen Fall beziehen.

Beide zusammen erlauben es dann, spezifische und exakte Voraussagen zu treffen, welche wir Determinismus nennen. Es hat also nichts damit zu tun, ob wir gewisse großräumige Vorgänge, z. B. das Wettergeschehen, oder kleinmaßstäbige Vorgänge, z. B. atmosphärische Turbulenzerscheinungen, beschreiben. Beide Fälle haben stochastischen Charakter, wenn die Anfangswerte nicht exakt bekannt sind. Jedes Modell muß daher auch seinen stochastischen Bereich angeben. Mit unserem Verlangen, auch in der Geodäsie, nach immer genaueren Resultaten, nähern wir uns daher sehr rasch der Grenze dieser Modelle.

Ich möchte hier betonen, daß z. B. die Auswirkungen der Turbulenzelemente in der Atmosphäre auf die Fernrohrzielungen zum stochastischen Teil des Modellfehlers ge-

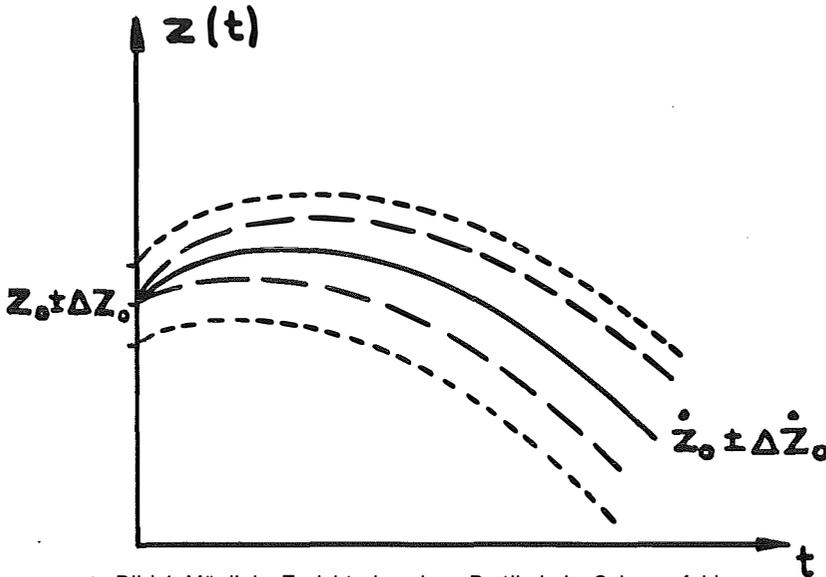


Bild 4: Mögliche Trajektorien eines Partikels im Schwerfeld.

hören und nicht zu den Meßfehlern zu zählen sind. Denn dieser zufällige Anteil stammt aus der Unmöglichkeit der exakten Erfassung der Anfangswerte der atmosphärischen Turbulenzprozesse.

Welche Hilfsmittel stehen uns jetzt zur Verfügung, um den stochastischen Teil der Modelle zu beschreiben? Ich möchte hier, ohne auf Details eingehen zu können, eine Lanze für die Verwendung von Strukturfunktionen brechen. Darf ich Sie erinnern, daß die Kreuzkorrelationsfunktion zufälliger Prozesse  $x(t)$  und  $y(t)$ , die abhängig von der Zeit  $t$  sind, definiert ist als

$$R_{xy}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T x(t) y(t + \tau) dt \tag{6}$$

wobei  $\tau$  die Verschiebungszeit ist. Im Vergleich dazu ist die Kreuzstrukturfunktion definiert als

$$D_{xy}(t) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T [x(t) - y(t + \tau)]^2 dt \tag{7}$$

Die Berechnung von  $R_{xy}(\tau)$  fordert, daß die Prozesse  $x(t)$  und  $y(t)$  stationär sind. Der große Vorteil der Strukturfunktionen  $D_{xy}(\tau)$  ist, daß diese für eine viel allgemeinere Klasse von Prozessen  $x(t)$  und  $y(t)$  existieren, nämlich zufällige Funktionen mit stationären ersten Änderungen. Die Zeitabhängigkeit kann auch leicht in eine Positionsabhängigkeit umgewandelt werden. Außerdem kann man die Strukturfunktion aus dem Spektrum der Prozesse ableiten, falls dieses bekannt ist.

Strukturfunktionen haben hauptsächlich in der Beschreibung der atmosphärischen Turbulenz und deren Auswirkung auf die Wellenausbreitung Anwendung gefunden. Variogramme, die Strukturfunktionen sehr ähnlich sind, wurden für Schwerfelduntersuchungen eingesetzt. Ich habe Strukturfunktionen bei der Beschreibung von Refraktionsfluktuationen benutzt [13] [14]. Bei der Modellierung von GPS-Messungen sehe ich ein weiteres attraktives Anwendungsgebiet für Strukturfunktionen. Damit werde ich mich auch in nächster Zeit intensiv beschäftigen.

### Abschließende Bemerkungen

Verehrte Anwesende, ich habe in meinem Vortrag versucht, den Zweck und die Methodik der Modellbildung zu erörtern. Dazu haben wir gemeinsam die Evolution eines Modelles, das Entwerfen von Experimenten und die erwünschten Modelleigenschaften betrachtet. Das führte uns zur Grenze von Modellen, die durch die Meßfehler und den stochastischen Anteil der Modelle gegeben ist. Ich habe allein auf Grund von Randwerten argumentiert, daß in den Naturwissenschaften jedes Modell grundsätzlich stochastischen Charakter haben muß.

All diese Betrachtungen wurden im Zusammenhang mit dem praktischen Anliegen ausgeführt, die Modelle in der Geodäsie noch weiter zu verbessern, bis das Ziel von  $\pm 3$  mm Genauigkeit für Basislängenmessungen mit GPS erreicht sein wird. Noch viel mehr Arbeit wird nötig sein. Ich wollte mit dem heutigen Vortrag darauf hinweisen, daß wir die physikalisch-mathematischen Grundlagen unserer Modellbildung nicht vernachlässigen dürfen und daß auch ein Verständnis für die Methodik der wissenschaftlichen Modellbildung von großem Nutzen sein wird.

Bitte erlauben Sie mir, meinen Vortrag mit einem weiteren Zitat zu dieser Thematik von Ludwig Boltzmann, eines meiner unerreichbaren Vorbilder als Wissenschaftler und Redner, abzuschließen. Bitte beachten Sie die Pragmatik, die Boltzmann hier ganz klar ausdrückt, obwohl diese durch die Romantik der Formulierung beim ersten Lesen etwas verschwimmen könnte [4, S. 26]: „Gerade so fragt der Naturforscher nicht: Welche Fragen sind die wichtigsten, sondern welche sind augenblicklich lösbar oder auch nur bei welchen ist ein kleiner reeller Fortschritt erreichbar? So verliert die Naturwissenschaft die großen allgemeinen Fragen scheinbar ganz aus dem Auge, aber um so großartiger ist der Erfolg, wenn sich beim mühsamen Tasten im Dickicht der Spezialfragen plötzlich eine kleine Lücke auftut, die einen bisher nicht geahnten Ausblick auf das Ganze gestattet.“

Ich bedanke mich nochmals bei der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung für die Verleihung der Friedrich-Hopfner-Medaille und die schöne Veranstaltung und bei Ihnen, verehrte Anwesende, fürs Kommen.

### Literatur

- [1] *Hopfner, F.* (1949): Grundlagen der Höheren Geodäsie. Springer Verlag.
- [2] *Dutton, J. A.* (1986): The Ceaseless Wind. Dover Publ.
- [3] *Greenwood, H. J.* (1989): On Models and Modeling. Canadian Mineralogist, 27: 1—14.
- [4] *Boltzmann, L.* (1925): Populäre Schriften. Dritte Auflage. Barth Verlag, Leipzig.
- [5] *Brillouin, L.* (1964): *Scientific Uncertainty and Information*. Academic Press.
- [6] *Heisenberg, W.* (1989): Schritte über Grenzen. 7. Auflage, Piper Verlag.
- [7] *Popper, K. R.* (1968): The Logic of Scientific Discovery. Second Edition, Harper & Row Publ.
- [8] *Tweney, R. D., M. E. Doherty and C. R. Mynatt (Eds)* (1981): On Scientific Thinking. Columbia University Press.
- [9] *Gedzelmann, S. D.* (1981): Limits on Forecast Accuracy Due to Small-Scale Weather Variations. Bull. Amer. Meteorol. Soc. 62: 1570—1576.
- [10] *Brunner, F. K.* (1984): Modelling of Atmospheric Effects on Terrestrial Geodetic Measurements. In Brunner (Ed) Geodetic Refraktion. Springer Verlag, 143—162.
- [11] *Lamb, R. G.* (1984): Air Pollution Models as Descriptors of Cause-Effekt Relationships. Atmos. Environment, 18: 591—606.
- [12] *Born, M.* (1956): Physics in my Generation. Pergamon Press.
- [13] *Brunner, F. K.* (1979): Atmospheric Turbulence: The Limiting Factor to Geodetic Precision. Aust. J. Geod. Photo. Surv., 31: 51—64.
- [14] *Brunner, F. K.* (1982): The Effects of Atmospheric Turbulence on Telescopic Observations. Bull. Geod., 56: 341—355.

**geotechnica**



**Internationale Fachmesse  
und Kongreß  
für Geowissenschaften  
und Geotechnik**

**Köln, 18. – 21. September 1991**

## **Die Erde geht uns alle an!**

Zum ersten Mal wird in Europa der Bereich der Geowissenschaften und der Geotechnik umfassend dargestellt.

Ca. 300 Unternehmen aus fünf Kontinenten präsentieren in der Fachmesse ihr Angebot an Geräten, Anlagen und Verfahren, u.a. aus den Bereichen Bauingenieurwesen, Bergbau und Bodenkunde, Geochemie, Geodäsie, Geologie und Geophysik, ferner Hydrologie und Wasserwirtschaft, Kartographie, Fernerkundung, Ökologie, Abfalltechnik, Umweltanalyse und Umwelttechnik.

Gleichzeitig findet unter der ideellen Trägerschaft der Alfred-Wegener-Stiftung ein Kongreß statt.

### **Die Themenkreise:**

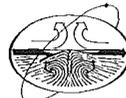
- **Geobiosphäre im Wandel**
- **Erfassung und Erkundung des Systems Erde**
- **Nutzung der Geobiosphäre**
- **Umsetzung der Erkenntnisse zum Schutz der Umwelt**

Hochkarätige Referenten und über 1.000 Teilnehmer machen den Kongreß zu einem interdisziplinären Informationsforum im Dienst einer intakten Welt.

**Bitte notieren Sie den Termin:  
fordern Sie Informationen an!**

Zum Kongreß:  
Cologne Congress  
Management GmbH  
Postfach 180 180,  
W-5000 Köln 1,  
Bundesrepublik Deutschland  
Telefon: 221/23 64 13,  
Telefax: 221/24 94 47

Zur Fachmesse:  
Gesell GmbH & Co. KG,  
Kaasgrabengasse 37,  
Postfach 88, 1191 Wien,  
Tel. 0222-32 5037/8,  
Telex 135297,  
Telefax 0222-32 63 44



Ideeller Träger:  
Alfred-Wegener-Stiftung,  
Bonn

**Köln/Messe**

## Anharmonic Analysis by Collocation Method

Von Josef Kabeláč, Praha und Karel Večeře, Pardubice

### 1. Introduction

The paper presents first an amplified collocation method on several signals and deals also with a free collocation. Attention is given to the analytical determination of correlation function and of cross correlation functions. Further the collocation method with several signals is applied, as well as the analytical correlation function to anharmonic analysis.

The paper links up with [1] and [2] and is working in the field of the publications [3] and [4], but on the base of totally different approach. The studies preceding the presented paper are mentioned in [5] and [6].

### 2. Collocation with one signal, analytical investigation of correlation function and applications

The fundamental equation of the *fixed* collocation method with one signal is, see [1] and [2],

$$\mathbf{Ax} + \mathbf{US} = \mathbf{I} + \mathbf{v}, \quad \mathbf{Q}_1, \quad (1)$$

where  $\mathbf{A}$  is Jacobi's matrix of known partial derivatives,  
 $\mathbf{x}$  is denoting the unknown trend's vector,  
 $\mathbf{U}$  is an auxiliary matrix compiled from unit and null submatrices,  
 $\mathbf{S}$  the unknown vector of the signals,  
 $\mathbf{v}$  the unknown vector of random corrections,  
 $\mathbf{I}$  the known vector of absolute terms,  
 $\mathbf{Q}_1$  is the known matrix of cofactors between the mediating quantities.

The expression

$$\mathbf{v}^T \mathbf{Q}^{-1} \mathbf{v} + \mathbf{S}^T \mathbf{Q}_{ss}^{-1} \mathbf{S} - 2\mathbf{K}^T (\mathbf{Ax} + \mathbf{US} - \mathbf{I} - \mathbf{v})$$

is minimum only then when it holds true

$$\begin{aligned} \mathbf{x} &= [\mathbf{A}^T (\mathbf{Q}_1 + \mathbf{Q}_{ss})^{-1} \mathbf{A}]^{-1} \mathbf{A}^T (\mathbf{Q}_1 + \mathbf{Q}_{ss})^{-1} \mathbf{I}, \\ \mathbf{K} &= (\mathbf{Q}_1 + \mathbf{Q}_{ss})^{-1} (\mathbf{I} + \mathbf{Ax}), \\ \mathbf{v} &= -\mathbf{Q}_1 \mathbf{K}, \\ \mathbf{s} &= \mathbf{Q}_{ss} \mathbf{K}, \\ \mathbf{s}_p &= \mathbf{Q}_{sps} \mathbf{K}, \end{aligned} \quad (2)$$

where  $\mathbf{K}$  is the vector of the correlates and  $\mathbf{s}_p$  the vector of predicted signals. The matrix  $\mathbf{Q}_{ss}$  is a total covariance matrix and  $\mathbf{Q}_{ss}$ ,  $\mathbf{Q}_{sps}$  are covariance matrices between the signals on supporting and predicted points. In case that the condition of minimum between the elements of the unknown vector  $\mathbf{x}$  occur, there can be spoken about the *free* collocation. The expression

$$\mathbf{x}^T \mathbf{Q}_{xx}^{-1} \mathbf{x} + \mathbf{v}^T \mathbf{Q}^{-1} \mathbf{v} + \mathbf{S}^T \mathbf{Q}_{ss} \mathbf{S} - 2\mathbf{K}^T (\mathbf{Ax} + \mathbf{US} - \mathbf{I} - \mathbf{v})$$

is minimum only then, when it is valid

$$\begin{aligned} \mathbf{K} &= (\mathbf{A}\mathbf{Q}_{xx}\mathbf{A}^T + \mathbf{Q}_l + \mathbf{Q}_{ss})^{-1}, \\ \mathbf{x} &= \mathbf{Q}_{xx}\mathbf{A}^T\mathbf{K}, \end{aligned} \tag{3}$$

and  $\mathbf{v}$ ,  $\mathbf{s}$ ,  $\mathbf{s}_p$  see the equation (2).  $\mathbf{Q}_{xx}$  is the matrix of cofactors between the unknown quantities of the vector  $\mathbf{x}$ . The estimate of the mean errors is similar to the procedure in (1).

Let us now pay attention to the main problem of this paragraph, to the analytical determination of the correlation function. Let us have a certain known function  $f(x)$  that is supposed to be continuous in the interval  $(-\infty, +\infty)$ . Let it be true for the signal  $\mathbf{s}$ ,

$$\mathbf{s} = f(x), \tag{4}$$

which is a periodical function with a period  $\langle 0, x_\pi \rangle$ . Further we have the arguments  $x_i$  and  $x_i + d_{ij}$ . Covariance and variance are

$$\text{cov}_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f(x_i) f(x_i + d_{ij}),$$

$$\text{var}_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f(x_i) f(x_i),$$

where  $n = x_\pi / dx$ . Then

$$\text{cov}_{ij} = \lim_{dx \rightarrow 0} \frac{dx}{x_\pi} \sum_{i=1}^n f(x_i) f(x_i + d_{ij}) = \frac{1}{x_\pi} \int_0^{x_\pi} f(x) f(x + d_{ij}) dx,$$

$$\text{var}_{ij} = \lim_{dx \rightarrow 0} \frac{dx}{x_\pi} \sum_{i=1}^n f(x_i) f(x_i) = \frac{1}{x_\pi} \int_0^{x_\pi} f(x) f(x) dx.$$

The elements of the correlation matrix  $\mathbf{K}_{ss}$  are given by the correlation function  $\mathbf{K}_{ij} = \text{cov}_{ij} / \text{var}_{ij}$  and thus

$$\mathbf{K}_{ij} = \int_0^{x_\pi} f(x) f(x + d_{ij}) dx / \int_0^{x_\pi} f(x) f(x) dx. \tag{5}$$

The correlation matrix  $\mathbf{K}_{ss}$  will be used for computations by the collocation method after a little arrangement of the equation (2). The expression  $\mathbf{Q}_l + \mathbf{Q}_{ss}$  changes into the form

$$\mathbf{K}_n = \alpha \mathbf{Q}_l + \mathbf{K}_{ss}, \tag{6}$$

where  $\alpha$  is a certain coefficient, the tasks of which are (see also the Table 2):

- a) to influence the rate of smoothing,
- b) to get the matrix  $\mathbf{Q}_l$  and  $\mathbf{K}_{ss}$  into a numerical coincidence and
- c) to increase the value of the determinant of the matrix  $\mathbf{K}_n$  at model applications and to enable the inversion of the matrix.

Similar tasks are valid for the free collocation, equation (3). In model applications, in connection with the equation (4), there was applied the periodical function

$$\mathbf{s} = A \sin(Bx + C), \tag{7}$$

where  $A$  presents a random and  $\sin(Bx + C)$  a deterministic quantity.

As there the periodical functions are concerned, let us do now a linear transformation of the independent variable  $x$  into the interval  $\langle 0, 2\pi \rangle$ , in which the given problem

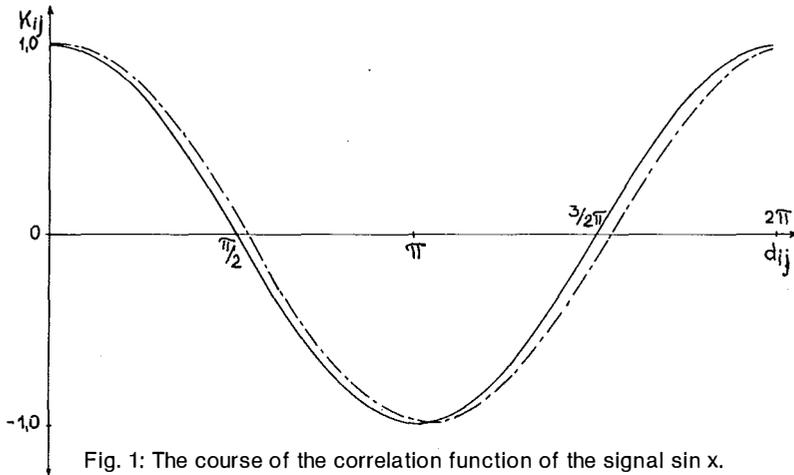


Fig. 1: The course of the correlation function of the signal  $\sin x$ .  
 — according to the correlation function  $\cos d_{ij}$   
 - - - on base of numerical calculation

will be solved. After inserting the equation (7) into the equation (5), the latter one changes into a correlation function of the form

$$K_{ij} = \frac{A^2 \int_0^{2\pi} \sin(Bx + C) \sin[B(x + d_{ij}) + C] dx}{A^2 \int_0^{2\pi} \sin^2(Bx + C) dx} = \cos B d_{ij}, \quad (8)$$

where  $d_{ij} = x_j - x_i$  and there the questionable random quantity  $A$  does not occur any more.

Using the relation (8) for different types of signals  $f(x)$  we get in the Table 1 correlation functions  $K_{ij}$  determined in analytical way.

The differences between analytical and numerical calculations are caused apparently on base of the fact that the number of random quantities used in the numerical calculation is limited.

Another numerical proving was realized in using the correlation function directly in the method of fixed collocation with one signal. A simplified model, see equation (2), has included:  $A = 0$  v constant,  $v = 0$ ,  $s = A \sin(Bx + C)$ ,  $Q_i = E$ . Further there were chosen on the interval  $\langle 0, 2\pi \rangle$  18 supporting points ununiformly placed and 10 predicted points. To judge the true accuracy  $\Delta s$  the following relation was chosen:

$$\Delta s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |s_{\text{exact}_i} - s_{\text{colloc}_i}|, \quad n = 18,$$

where  $s_{\text{exact}_i}$  is the accurate value and  $s_{\text{colloc}_i}$  is the value computed by the collocation method with the presented collocation function, see Table 2.

On base of the mentioned considerations and applications the following conclusions can be formulated.

1. The correlation function is a certain illustration of the signal function, where in the correlation function only the frequency of the signal function appears.
2. The correlation function is invariant towards the phase and amplitude of the signal.
3. The accuracy in determining the (model) signal by the collocation method depends on the placing of the supporting points  $x$ , upon the observed interval and on the coefficient  $\alpha$ .
4. The considerations mentioned indicate the possibility of analysing more complicated functions.

Table 1 Signal and correlation function

| Signal functions f(x)  | Correlation functions K <sub>ij</sub>  | Graph   |
|--|--|---|
| sin x  | cos d <sub>ij</sub>  | Fig. 1  |
| sin Bx   | cos Bd <sub>ij</sub>   | Fig. 2, B = 2   |
| A sin (Bx + C)   | cos Bd <sub>ij</sub>   | Fig. 3<br>A = 0,1, B = 2, C = 0<br>Fig. 4<br>A = 1, B = 2, C = 0.6  |
| exp (-ax) sin Bx   | exp (-ad <sub>ij</sub> · (cos Bd <sub>ij</sub> + sin Bd <sub>ij</sub> · R(a, B) <sup>*</sup> ) | Fig. 5<br>a = 0.5, B = 2.0  |
| [A <sub>1</sub> cos (x + C) ± A <sub>2</sub> sin (x + C)] · sin (Bx) | cos d <sub>ij</sub> · cos (Bd <sub>ij</sub> )  | Fig. 6<br>A <sub>1</sub> = 1, A <sub>2</sub> = 2,<br>B = 2, C = 0.7 |
| A sin (x + C) · sin (Bx)   | cos d <sub>ij</sub> · cos (Bd <sub>ij</sub> )  | Fig. 6<br>A = 1, B = 2, C = 0.7                                     |

$$^*) R(a, B) = \frac{1}{(2a^2 + 2B^2)} [1 - \exp(-4\pi a) \cdot (a \cdot \sin(4\pi B) + \cos(4\pi B))] \\ \frac{1}{(4a^2 + B^2)} [\exp(-4\pi a) \cdot (2a \cdot \cos(2\pi B) - B \cdot \sin(2\pi B)) - 2a] + \frac{1}{2a} (1 - \exp(4\pi a))$$

Table 2 Collocation method with one signal with analytically determined correlation function

| Signal function f(x)   | Trend    | Correlation function K <sub>ij</sub>                  | α <sup>1)</sup>      | Δs                   |
|------------------------|----------|---|----------------------|----------------------|
| sin x                  | 0        | cos d <sub>ij</sub>                                   | 1 · 10 <sup>-6</sup> | 1 · 10 <sup>-7</sup> |
| A <sup>2)</sup> sin x  | constant | cos d <sub>ij</sub>                                   | 1 · 10 <sup>-6</sup> | 7 · 10 <sup>-6</sup> |
| A <sup>3)</sup> sin Bx | 0        | cos 2d <sub>ij</sub>                                  | 1 · 10 <sup>-3</sup> | 5 · 10 <sup>-5</sup> |
| A <sup>4)</sup> sin x  | constant | R(d <sub>ij</sub> ) <sup>5)</sup> cos d <sub>ij</sub> | 1 · 10 <sup>-6</sup> | 2 · 10 <sup>-6</sup> |

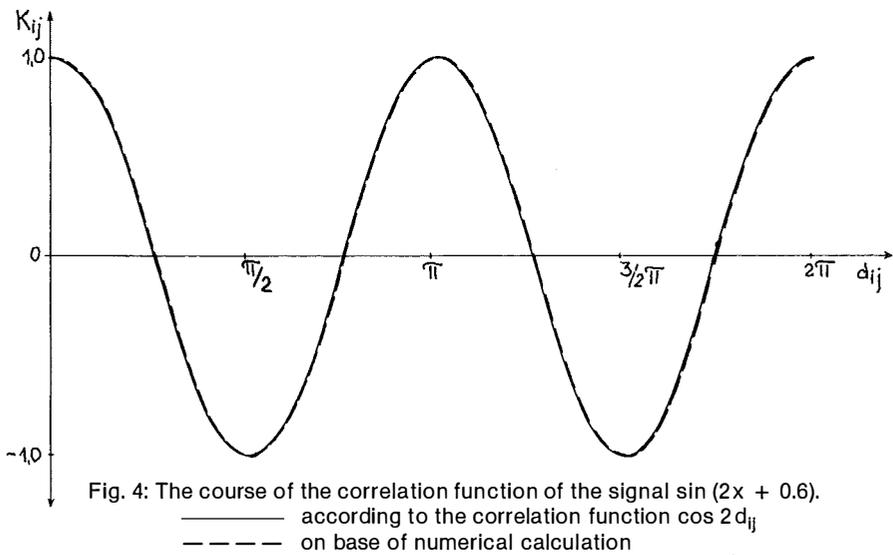
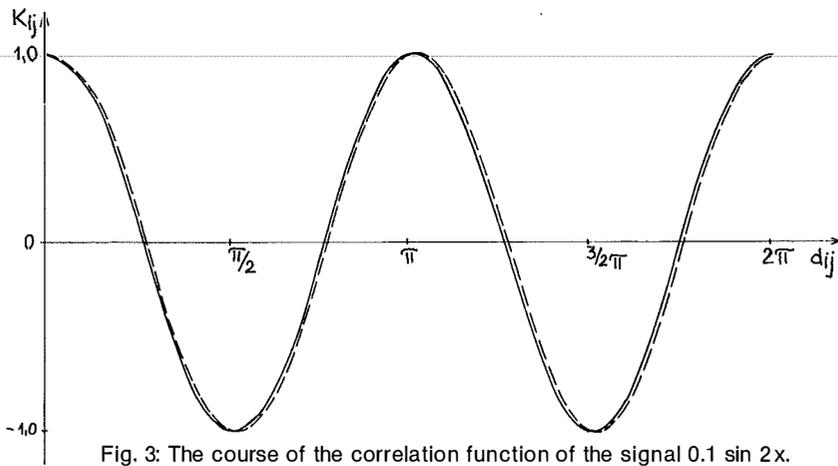
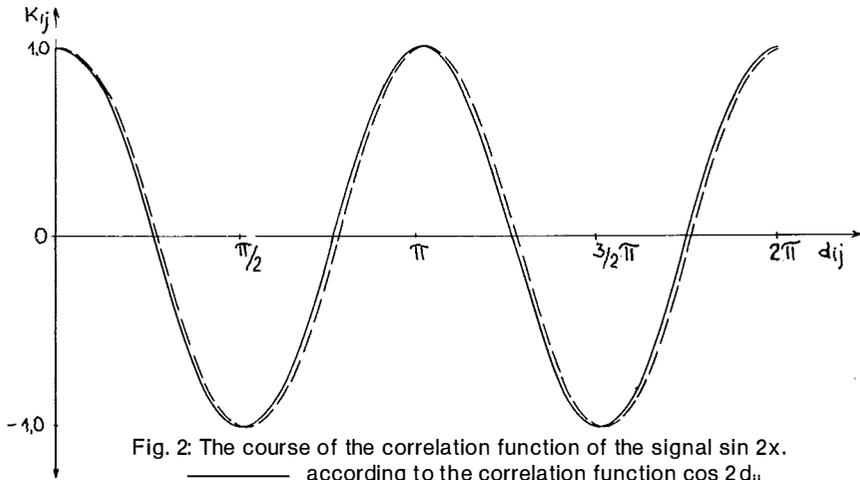
1) see the equation (6)

2) A = 10, trend = 1000

3) A = 1/2, B = 2

4) A(x) = 1 - 0,1 x, trend = 1000

$$5) R(d_{ij}) = - \frac{0,045 \pi + 0,003 \pi^2}{1 - 0,025 \pi + 0,0016 \pi^2} + \frac{0,0025 \pi - 0,1}{1 - 0,025 \pi + 0,0016 \pi^2} d_{ij}$$



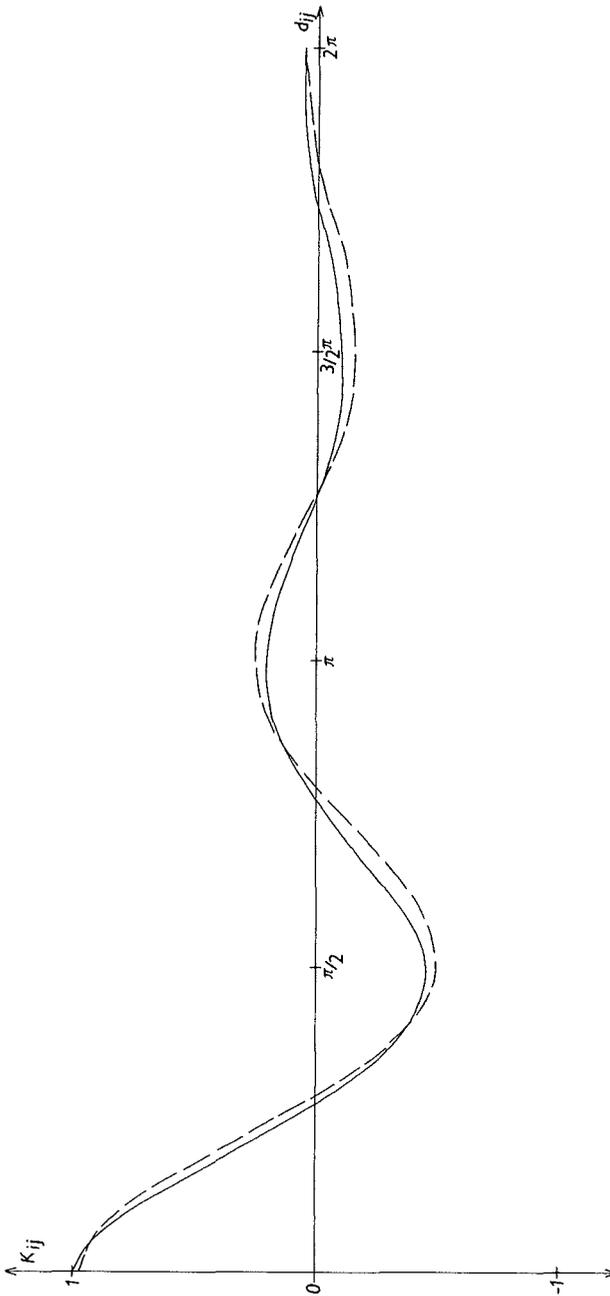


Fig. 5: The course of the correlation function of the signal  $\exp(-1/2x) \sin 2x$   
——— according to the correlation function in the Table 1  
----- on base of numerical calculation

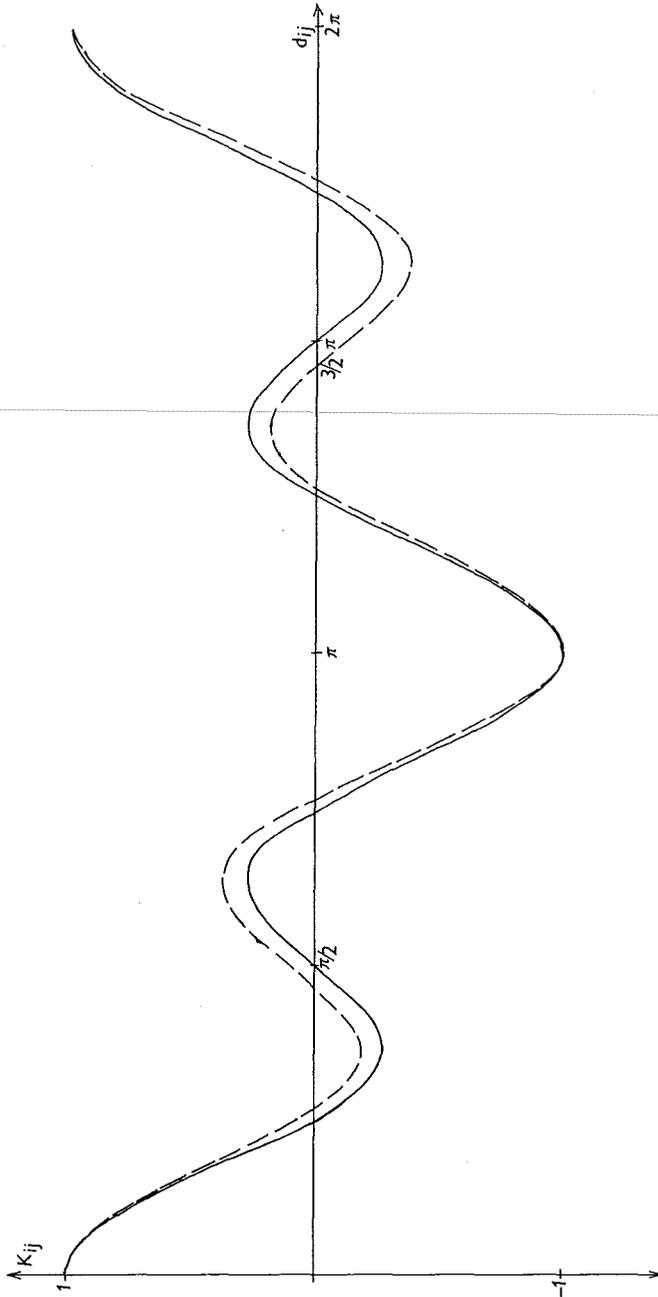


Fig. 6: The course of the correlation function of the signals  $[\cos(x + 0.7) \pm 2 \sin(x + 0.7)] \sin 2x$  and  $\sin(x + 0.7) \sin 2x$   
 ——— according to the correlation function  $\cos d_{ij} \cos B d_{ij}$   
 - - - - on base of numerical calculation

### 3. Collocation with several signals, analytical determination of correlation and cross correlation functions and applications

The fundamental equation of the *fixed* collocation method with *several* signals is

$$\mathbf{A} \mathbf{x} + \mathbf{s}^1 + \dots + \mathbf{s}^\sigma - \mathbf{I} - \mathbf{v} = \mathbf{0}, \tag{9}$$

If there are satisfactorily accurate measurements available, i.e. the measurements of such a quality that the noise is lesser than the amplitude of the smallest signal wave and further if all the necessary covariance matrices are known, than it is possible to solve the presented problem. There were derived formulae that are similar to the equation (2) and they are as follows:

$$\mathbf{x} = [\mathbf{A}^T(\mathbf{Q}_1 + \sum_{l=1}^{\sigma} \sum_{j=1}^{\sigma} \mathbf{Q}_{s^l s^j})^{-1} \mathbf{A}]^{-1} \mathbf{A}^T (\mathbf{Q}_1 + \sum_{l=1}^{\sigma} \sum_{j=1}^{\sigma} \mathbf{Q}_{s^l s^j})^{-1} \mathbf{I}, \tag{11}$$

$$\mathbf{K} = (\mathbf{Q}_1 + \sum_{l=1}^{\sigma} \sum_{j=1}^{\sigma} \mathbf{Q}_{s^l s^j})^{-1} (\mathbf{I} - \mathbf{A} \mathbf{x}),$$

$$\mathbf{v} = -\mathbf{Q}_1 \mathbf{K},$$

$$\mathbf{s}^l = \sum_{j=1}^{\sigma} \mathbf{Q}_{s^l s^j} \mathbf{K}, \text{ for } l = 1, \dots, \sigma$$

$$\mathbf{s}_p^l = \sum_{j=1}^{\sigma} \mathbf{Q}_{s^l s^j} \mathbf{K}, \text{ for } l = 1, \dots, \sigma.$$

In case of a *free* collocation with *several* signals there accedes into the minimalization even the relation  $\mathbf{x}^T \mathbf{Q}_{xx} \mathbf{x}$ , so that

$$\mathbf{K} = (\mathbf{A} \mathbf{Q}_{xx} \mathbf{A}^T + \mathbf{Q}_1 + \sum_{l=1}^{\sigma} \sum_{j=1}^{\sigma} \mathbf{Q}_{s^l s^j})^{-1} \mathbf{I}, \tag{12}$$

$$\mathbf{x} = \mathbf{Q}_{xx} \mathbf{A}^T \mathbf{K}$$

and  $\mathbf{v}$ ,  $\mathbf{s}^l$  and  $\mathbf{s}_p^l$  see equation (11). Submatrices  $\mathbf{Q}_{s^l s^j}$ , for  $l \neq j$ , are cross covariance matrices. If they are zero or if they are supposed to be zero, then

$$\sum_{l=1}^{\sigma} \sum_{j=1}^{\sigma} \mathbf{Q}_{s^l s^j} = \sum_{l=1}^{\sigma} \mathbf{Q}_{s^l s^l}, \tag{13}$$

$$\sum_{j=1}^{\sigma} \mathbf{Q}_{s^l s^j} = \mathbf{Q}_{s^l s^l}, \quad \sum_{j=1}^{\sigma} \mathbf{Q}_{s_p^l s^j} = \mathbf{Q}_{s_p^l s^l}.$$

Estimation of the mean errors is analogous to the paragraph 2.

The approach to the calculation procedures of the equations (11), respectively (12) is possible on base of four different aspects.

The procedure  $\alpha$  works with every type of signals  $\mathbf{s}^l$ ,  $l = 1, \dots, \sigma$ .

The procedure  $\alpha 1$  requires to know the particular submatrices  $\mathbf{Q}_{s^l s^j}$  for  $l, j = 1, \dots, \sigma$ , as well as the covariance matrices\*)  $l = j$ , including the cross ones  $l \neq j$ . By means of one common calculation all the types of signals are determined. Let us designate the procedure  $\alpha 1$  as the total collocation.

The procedure  $\alpha 2$  requires to know the covariance submatrices  $\mathbf{Q}_{s^l s^l}$ ,  $l = 1, \dots, \sigma$ . The calculation is carried out by turns.

\*) Owing to the form of the equation (11) the concept "covariance" is used. Till next the concept "correlation" matrices, functions and similar will be used.

First with  $\mathbf{Q}_{s^1s^1}$  and the result will be subtracted from the original given values. Then follows the calculation with  $\mathbf{Q}_{s^2s^2}$  etc. There are in total  $\sigma$  calculations. Each of the calculations corresponds to the collocation with one signal. All kinds of signals are obtained without any necessity to know the cross covariances. Let us denote the procedure as a sequential collocation.

The procedure  $\beta$  works with one signal, the equation (10).

$$\mathbf{S} = \sum_{l=1}^{\sigma} \mathbf{s}^l.$$

It requires to know only one covariance matrix  $\mathbf{Q}_{ss}$ , no cross one, each kind of signals is not determined in particular, but the signal

$$S_i = \sum_{l=1}^{\sigma} s^l_i;$$

where  $i = 1, \dots, n$  and  $n$  is the number of measurements.

The procedure  $\beta 1$ .  $\mathbf{Q}_{ss}$  is determined (analytically or numerically) by means of the cumulative signal function. Let us denote it as the collocation of signals sum.

The procedure  $\beta 2$ .  $\mathbf{Q}_{ss}$  is determined by means of a sum of the particular covariance functions that are valid for the particular kinds of signals. Let us denote it as the collocation of covariance functions sum.

It is true in a similar way, with all of the four procedures, about the covariance matrices that are needed for prediction. From the theoretical point of view it is possible to have reservations toward the procedure  $\alpha 2$  and first of all to  $\beta 2$ . From practical point of view to the procedure  $\beta 1$ .

Analytical determination of correlation and cross correlation functions. The correlation functions  $K_{ij}^l$ ,  $l = 1, \dots, \sigma$ , congruent with the equation (5), serve to calculating the elements of correlation submatrices  $\mathbf{K}_{s^l s^l}$  that are valid for the signals  $\mathbf{s}^l$ .

Cross correlation functions  $K_{ij}^{l,j}$ ,  $l, j = 1, \dots, \sigma$  with  $l \neq j$ , serve to calculations of the cross correlation submatrix elements  $\mathbf{K}_{s^l s^j}$  between the signals  $\mathbf{s}^l$  and  $\mathbf{s}^j$ . It is valid

$$K_{ij}^{l,j} = \frac{\int_0^{x_{\pi}} f^l(x) f^j(x + d_{ij}) dx}{\int_0^{x_{\pi}} f^l(x) f^l(x) dx}, \quad K_{ij}^{j,l} = \frac{\int_0^{x_{\pi}} f^j(x) f^l(x + d_{ij}) dx}{\int_0^{x_{\pi}} f^j(x) f^j(x) dx}, \quad (14)$$

Similarly to the equation (6) we introduce

$$\mathbf{K}_n = \alpha \mathbf{Q}_1 + \sum_{l=1}^{\sigma} \sum_{j=1}^{\sigma} \mathbf{K}_{s^l s^j}, \quad (15)$$

see the first and second equation (2), with the possibility that the equation (13) is valid. It is valid in a similar way also for the free collocation, equation (12).

In model application of analytically determined correlation and cross correlation functions on the collocation method with several signals there were used periodical functions again\*) in the following form

$$s^l = A_l \sin(B_l x + C_l) \quad (16)$$

as partial signals with correlation functions

$$K_{ij} = \cos(B_l d_{ij}), \quad (17)$$

\*) Particulars in the paragraph 2.

where  $d_{ij} = x_j - x_i$ , for  $i = 1, \dots, \sigma$ . The cross correlation functions were determined analytically from the equation (14) and gave almost null values. But numerical proving has confirmed the results presented only in parts. The values in test were smaller than correlation functions but not zero. Further the cross correlation submatrices were set equal to zero. A simplified model, see the equation (11) has contained:

A polynomial of the 2<sup>nd</sup> degree maximum,  $v = 0$ ,  $s^l = A_l \sin(B_l x + C_l)$ ,  $l = 1, 2$  or  $1, \dots, 3$ ,  $Q_l = E$ . On the interval  $\langle 0, 2\pi \rangle$  there were chosen again 18 supporting points ununiformly placed and 10 points to be predicted. To judge the real accuracy  $\Delta S$  the following relation was chosen

$$\Delta s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |s_{\text{exact}i} - s_{\text{colloc}i}|,$$

where  $s_{\text{exact}i}$  and  $s_{\text{colloc}i}$  are the sums of  $\sigma$  signals that are accurate and calculated by the collocation method with the presented correlation functions, see the Table 3. It follows from the Table:

1. In knowing the correlation functions (17) that depend only on the frequency of the signals, it is possible to solve in total the collocation problem with several signals, equation (16), with required accuracy, when the coefficient  $\alpha$  has been chosen suitably.

2. The collocation method fails, when both the frequency and the amplitude are almost the same.

3. The resulting accuracy is practically the same for different calculation procedures, i.e. for procedures  $\alpha 1, \alpha 2, \beta 1, \beta 2$ , see the paragraph 3. Thus the influence of the problematic cross correlation submatrices is decreased substantially.

Further there was investigated the dependance  $\Delta s = \Delta s \left( \alpha, P = \frac{\text{trend}}{\text{amplitude}} \right)$

by means of the function

$$f(x) = 1000 + A \sin x. \tag{18}$$

The graph on the Fig. 7 shows the results. It follows from it:

4. The choice of the coefficient  $\alpha$ , if the ratio  $P$  is known and if the required resulting accuracy is  $\Delta s$ .

By means of the relation

$$f(x) = 1000 + A (\sin B_1 x + \sin B_2 x) \tag{19}$$

there was investigated further the dependance  $\Delta S = \Delta S (\Delta B = B_2 - B_1, P)$ .

The graph on the Fig. 8 shows the result. It follows from the graph:

5. In knowing the ratio  $P$  and the difference  $\Delta B$  of the frequencies it is possible to do a priori the estimation of the resulting accuracy  $\Delta S$ .

The third paragraph can be concluded with stating that in knowing the correlation functions  $K_{ij}^l$ , where  $l = 1, \dots, \sigma$  and  $\sigma$  is the number of the particular kinds of signals, it is possible to do the calculation by the collocation method with the required accuracy including the calculation of the particular predicted signals, trend and values. The correlation functions are dependent only on signal function frequencies. The influence of the cross correlation submatrices is not substantial. The signal functions of the given equation (7) were taken into account here.

#### 4. Anharmonic analysis by the collocation method

In the preceding paragraphs 2 and 3, there have been derived correlation functions that contain only the frequencies of partial signal functions (waves), see the equation

Table 3 Collocation method with several signals with analytically determined correlation functions

| Signal function f(x)                         | Trend     | Procedure of the calculation*)                       | Function   |                   | $\alpha$         | $\Delta S$                           | Note   |
|--|-----------|--|--|-------------------|------------------|--------------------------------------|--|
|  |           |  | correlation                                      | cross correlation |                  |                                      |  |
| 1.0 sin x + 0.5 sin 2 x                      | linear    | collocation of signals sum — $\beta 1$               | 0.8 cos $d_{ij}$ + 0.2 cos 2 $d_{ij}$            | no                | 10 <sup>-3</sup> | 10 <sup>-4</sup>                     | Accuracy congruent                                 |
|  | linear    | collocation of correlation functions sum — $\beta 2$ | cos $d_{ij}$ + cos 2 $d_{ij}$                    | no                | 10 <sup>-3</sup> | 10 <sup>-4</sup>                     |  |
| 0.1 sin x + 0.125 sin (0.9 x + 0.6)          | quadratic | collocation of correlation functions sum — $\beta 2$ | cos $d_{ij}$ + cos 0.9 $d_{ij}$                  | no                | 10 <sup>-5</sup> | 2 · 10 <sup>-3</sup>                 | Accuracy decreased for proximity of both functions |
|  | quadratic | collocation of correlation functions sum — $\beta 2$ | cos $d_{ij}$ + cos 0.99 $d_{ij}$                 | no                | 10 <sup>-5</sup> | 10 <sup>-2</sup>                     |  |
| 1.0 sin x + 0.1 sin (x + 0.6)                | linear    | sequential collocation — $\alpha 2$                  | I. cos $d_{ij}$<br>II. cos $d_{ij}$              | no                | 10 <sup>-4</sup> | 10 <sup>-5</sup><br>10 <sup>-6</sup> | Accuracy congruent both in particular signals      |
|  | linear    | collocation of correlation functions sum — $\beta 2$ | cos $d_{ij}$ + cos $d_{ij}$                      | no                | 10 <sup>-4</sup> | 10 <sup>-5</sup><br>10 <sup>-6</sup> |  |
| 1.0 sin x + sin (1.2x + 0.6) + 0.125 sin 4 x | linear    | collocation of signals sum — $\beta 1$               | cos $d_{ij}$ + cos 1.2 $d_{ij}$ + cos 4 $d_{ij}$ | no                | 10 <sup>-5</sup> | 10 <sup>-5</sup><br>10 <sup>-6</sup> | Accuracies of particular signals                   |

\*) Paragraph 3.

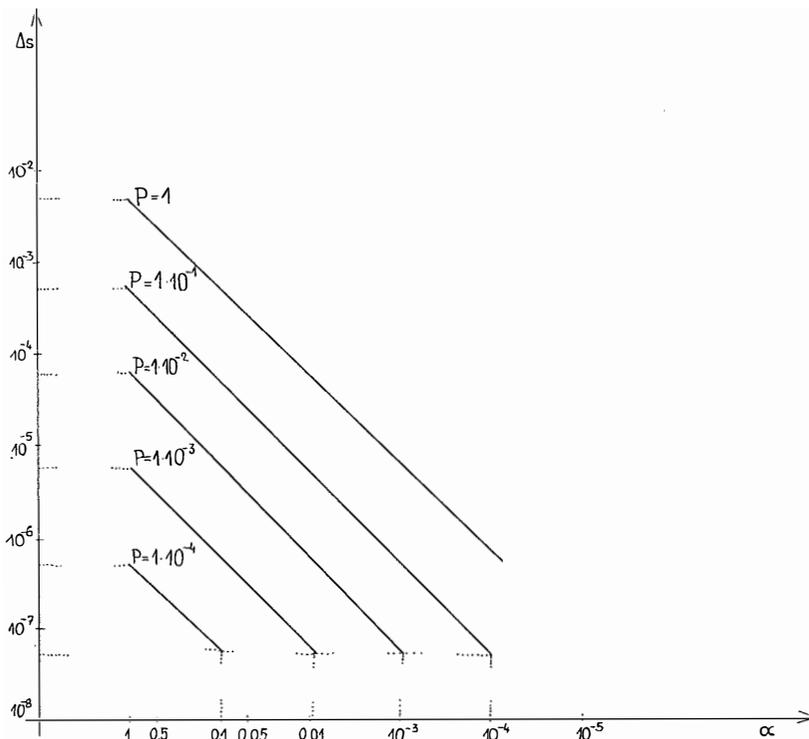


Fig. 7: Dependence of the accuracy  $\Delta s$  — in the equation (16)  $I = 1$  — on the coefficient  $\alpha$  and the ratio  $P = \text{amplitude/trend}$ ; for the equation (18)

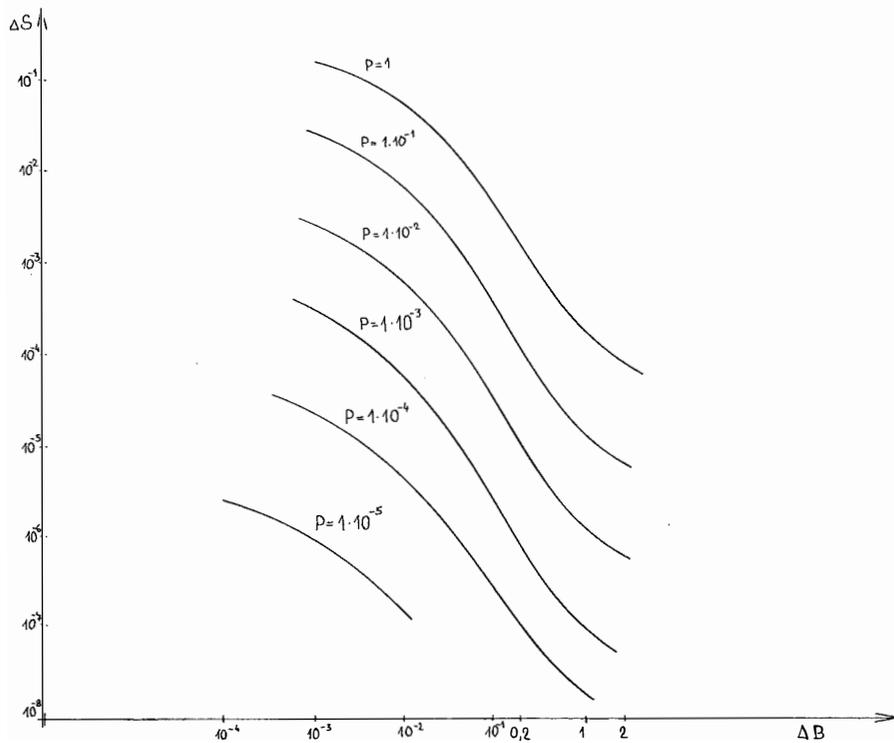


Fig. 8: Dependence of the accuracy  $\Delta s$  — in the equation (16)  $I = 2$  — on the difference  $\Delta B$  of the frequencies  $B_1, B_2$  and the ratio  $P = \text{amplitude/trend}$ ; for the equation (19).

(17). The amplitude and the phase shift are dropped. There was further proved numerically that the correlation functions manage to predict various partial sinusoidal\*) types of signals. From the viewpoint of the discussed problems even the inverse task may have its sense. It reads: a set of supporting values is given by discrete values and is influenced by various (partial) types of sinusoidal signals. Their frequencies are to be found, i.e. the total signal should be spread to partial sinusoids. As indicator works the expression  $\mathbf{v}^T \mathbf{v} = f(B_1, \dots, B_\sigma)$ , where  $B_l$  is the frequency of  $l$  signal type,  $l = 1, \dots, \sigma$  and  $\sigma$  is the number of signal types. If it is true

$$\mathbf{v}^T \mathbf{v} = f(B_1, \dots, B_\sigma) = \min, \quad (20)$$

then  $B_1, \dots, B_\sigma$  are the frequencies of the partial sinusoidal signals that are to be found.

#### 4.1 Anharmonic analysis by the collocation method for one signal

Let the signal have the following form:

$$s = A \sin (Bx + C), \quad (21)$$

see the equation (7), where  $A$  is the amplitude,  $C$  is the phase shift,  $B = \frac{2\pi}{T}$  is the frequency and  $T$  is the period. The correlation function of signal (21) is

$$K_{ij} = \cos B d_{ij} \quad (22)$$

see the equation (8). The analysis is done again under presumption that the properties of a random quantity are adjudged to the deterministic component  $\sin (Bx + C)$  and accordingly the least square method is applied.\*\*)

The graph on the Fig. 9 shows the dependence  $\mathbf{v}^T \mathbf{v} = f(B)$  of the signal function  $s = \sin x$ , accordingly for  $B = 1.0$ . On the interval  $\langle 0, 2\pi \rangle$  there were chosen again 18 supporting values, linear trend and  $\mathbf{v} = \mathbf{0}$ . The equation (6) for  $\alpha = 10^{-6}$  was used,  $Q_1 = E$  and the equation (22). It follows from the course of the curve, that the minimum corresponds to the given frequency.

The frequency  $B$ , which is to be found out, can be defined with more precision for example by means of the relation

$$\frac{(B_i - B)^2}{2p} = (\mathbf{v}^T \mathbf{v})_i - \mathbf{v}^T \mathbf{v}, \quad i = 1, \dots, n \quad (23)$$

that substitutes the function  $\mathbf{v}^T \mathbf{v} = f(B)$  in the surrounding of the minimum by the quadratic parabola. Particulars see Appendix 1. Defining the frequency with more precision (Appendix 1) is suitable, if only a rough estimation of approximate frequency is known. Thus the convergence can be speeded up. With the more precise frequency the detailed calculation is then done by the collocation method in surrounding of the extreme; the development  $\mathbf{v}^T \mathbf{v}$  is followed and the frequency is defined with more precision again—see Appendix 1.

\*) Included damped sinusoids.

\*\*) Particulars are in the paragraph 2.

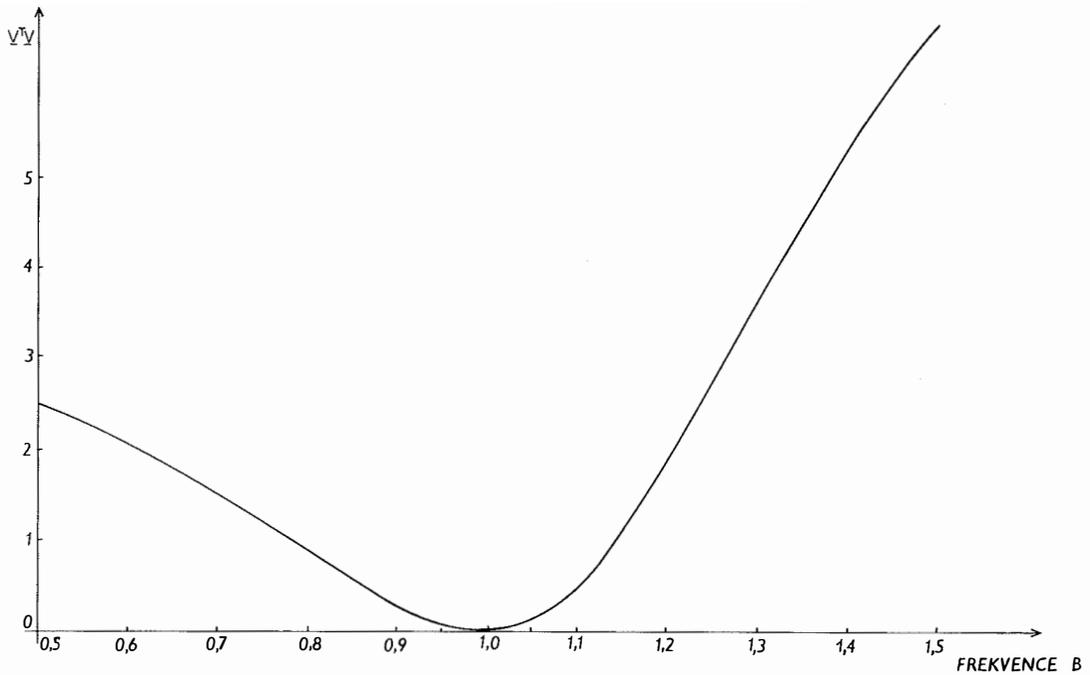


Fig. 9: The course of  $vTv$  in the dependance of the frequency  $B$  of the correlation function  $\cos B_{ij}$  for the signal function  $s = \sin x$ , accordingly for  $B = 1.0$ .

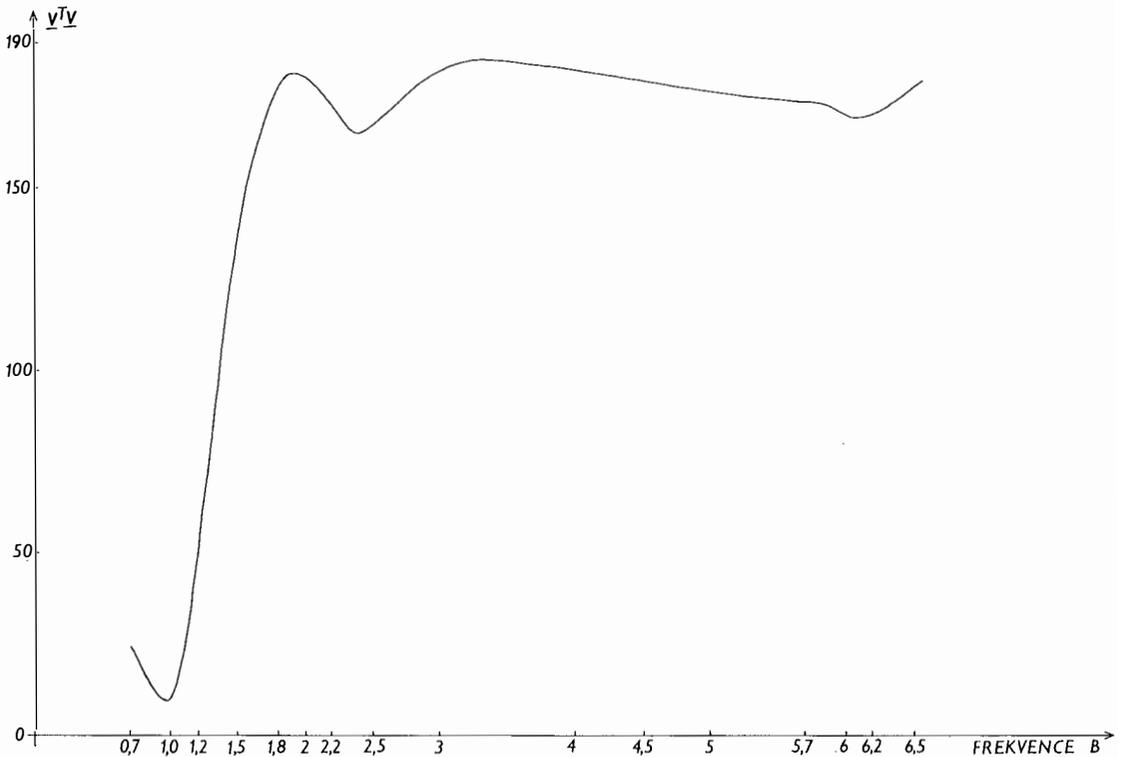


Fig. 10: The course of  $vTv$  in dependance on the frequency  $B$  of the correlation function  $\cos B_{ij}$  of the signal function  $s = 5.0 \sin x + \sin (2.0 x + 0.5) + 0.3 \sin (6.0 x + 1)$ , accordingly for  $B_1 = 1.0$ ,  $B_2 = 2.0$  and  $B_3 = 6.0$ .

#### 4.2 Anharmonic analysis by the collocation method for several signals

Let the total signal have the form

$$S = \sum_{i=1}^n A_i \sin(B_i x + C_i), \quad (24)$$

where  $\sigma$  is the number of the particular signal types, see the equation (16). To each of them belongs the correlation function

$$K_{ij} = \cos B_i d_{ij},$$

see the equation (17). It is necessary to do the analysis again under the presumption that the properties of random quantities can be adjudged to the deterministic components  $\sin(B_i x + C_i)$  and the least square method can be used as well\*). So the task is to find the frequencies  $B_i$  in the equation (24) by means of the condition (20).

Determination of the approximate values of the frequencies  $B_i$  was first proved on numerical examples by means of the procedure  $\alpha 1$  in the paragraph 3. Finally there has appeared as most suitable the procedure that followed the values  $\mathbf{v}^T \mathbf{v}$  for one correlation function

$$K_{ij} = \cos B d_{ij}, \quad (25)$$

in which the frequency  $B$  was changed, the signal  $S$  was taken into and this can be criticized from the theoretical point of view. The graph in the Fig. 10 presents the dependence  $\mathbf{v}^T \mathbf{v} = f(B)$  of the signal function

$$s = 5.0 \sin x + \sin(2.0 x + 0.5) + 0.3 \sin(6.0 x + 1.0), \quad (26)$$

accordingly for  $B_1 = 1.0$ ,  $B_2 = 2.0$  and  $B_3 = 6.0$ . On the interval  $\langle 0, 2\pi \rangle$  there were chosen again 18 supporting values, linear trend and  $\mathbf{v} = \mathbf{0}$ . The equation (6) was used for  $\alpha = 10^{-6}$ ,  $\mathbf{Q}_1 = \mathbf{E}$  and the equation (25).

It follows from the course of the curve that the minimums correspond approximately to the given frequencies.

The same procedure was applied also for example with an unzero vector  $\mathbf{v}$  of the corrections, namely on the set of values that are presented in the Fig. 11. There the course of the mean standard errors  $m_0$  of the evaluated astrometric plates is presented in the dependance on the rectascension  $\alpha \in \langle 0, 24h \rangle$ , (9).

The course of  $\mathbf{v}^T \mathbf{v} = f(B)$  with the application of the equation (25) is presented on the graph in Fig. 12. The minimums give the frequencies respective the periods that can be physically interpreted.

The procedure using only the equation (25) can be combined with the procedure  $\alpha 2$ —sequential collocation in the paragraph 3. But here after neglecting the other signals different value of the frequency, that is looked for, can occur. The procedure  $\alpha 1$ —the total collocation was applied as well. But it is rather complicated.

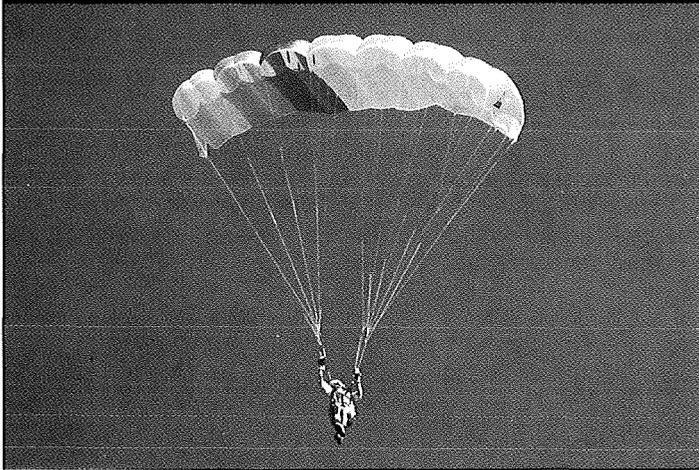
If the approximative values of the frequencies are known, there can be used a similar procedure as in analysing the single signal to make them more precise. The equation (23) changes into the form

$$\sum_{i=1}^{\sigma} \frac{(B_{ij} - B_i)^2}{2 a_i^2} = (\mathbf{v}^T \mathbf{v})_i - \mathbf{v}^T \mathbf{v}, \quad i = 1, \dots, n, \quad (27)$$

that substitutes the function  $\mathbf{v}^T \mathbf{v} = f(B_1, \dots, B_\sigma)$  in the surrounding of the minimum by  $\sigma$ -dimensional paraboloid. Particulars see Appendix 2.

\*) Particulars in the paragraph 2.

# LINKS! RECHTS! HOCH! HÖHER!



Moderne Fallschirme kann man spielend leicht steuern. Moderne Vermessungsinstrumente jetzt auch. Aufwendiges Einstellen der Richtungen von Hand gehört jetzt bei Vermessungsaufgaben der Vergangenheit an. Denn nicht nur die Spezial- und Sondermodelle, auch die Instrumente für den täglichen Einsatz aus der Reihe "Geodimeter

System 400" gibt es jetzt mit Servomotoren. Das heißt, mit zweistufigen Endlosfeintrieben, elektronischer Libelle, Tracklight, Stehachsenkompensator, Schnittstelle zum Computer - alles in einem Instrument, ohne Peripheriegeräte.

Keine langwierigen Routinearbeiten mehr, volle Konzentration auf die Meßaufgabe, schnelleres, genaueres, bequemes Arbeiten - das ganze Vermessungsteam wird effektiver. Die Kompetenz von Geodimeter in diesen Technologien ist schon seit Jahren

erwiesen: Die Servosteuerung wird schon länger für die Spitzenmodelle angefertigt, immer weiter verbessert und ist dort erfolgreich im Einsatz. Diese Erfahrung wurde jetzt auf die Klasse von Instrumenten des Systems 400 übertragen und kann nun auch dort auf Anhieb, problemfrei die ausgesprochenen Systemvorteile einer Servosteuerung

## JETZT AUCH



bieten: Vorteile bei Aufnahmen, bei der 2-Lagen-Messung, der Absteckung, bei der Qualität und Schnelligkeit der Messungen. Die Möglichkeit des mehrfachen Einstellens mit einem Tastendruck erhöht die Flexibilität. Durch die RS 232 C

## MIT SERVO

Schnittstelle ist das Instrument auch vom Computer aus steuerbar. Insgesamt ist die Servosteuerung für die "ganz normalen" Vermessungsinstrumente in Anbetracht der steigenden "ganz normalen" Anforderungen

an das Vermessungsteam eine absolute Punktlandung.



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

With more precise frequencies the detailed calculation by the collocation method with several signals in the surrounding of the extremes can be carried out, for example according to the procedure  $\alpha$ 2-sequential collocation. Again the development  $\mathbf{v}^T \mathbf{v}$  is followed and again the frequency is made more precise—see Appendix 2.

Up to now there has not been discussed the trend with the analysis of the signals. This degrading influence can be removed by reducing the measured quantities by approximative trend that is determined by the polynom of suitable degree. In the course of the calculating procedure it is possible to make the trend more precise.

Accuracy estimation. Collocation with one signal gives the formula for the calculation of the mean errors of the unknown trend coefficients, of the predicted signals, of the predicted values and similar. Similarly also the collocation with more signals gives the same for each type in particular when the individual covariance matrices are known. The mean quadratic errors of the frequencies  $B$  and  $B_1$  result from the least square method in adjusting the systems (28) and (29).

## 5. Conclusion

The contribution links up with the “classic” collocation method. Several signals and the free collocation are applied. The covariance functions are substituted by correlation ones and filtering by eligible coefficient  $\alpha$ , that serves also to tuning the numerical and signal values and to inverting the matrices (6) and (15). It has been proved that the analytically determined correlation functions catch up fully each partial signal and enable their prediction with satisfying accuracy. The cross correlation functions do not have any fundamental importance.

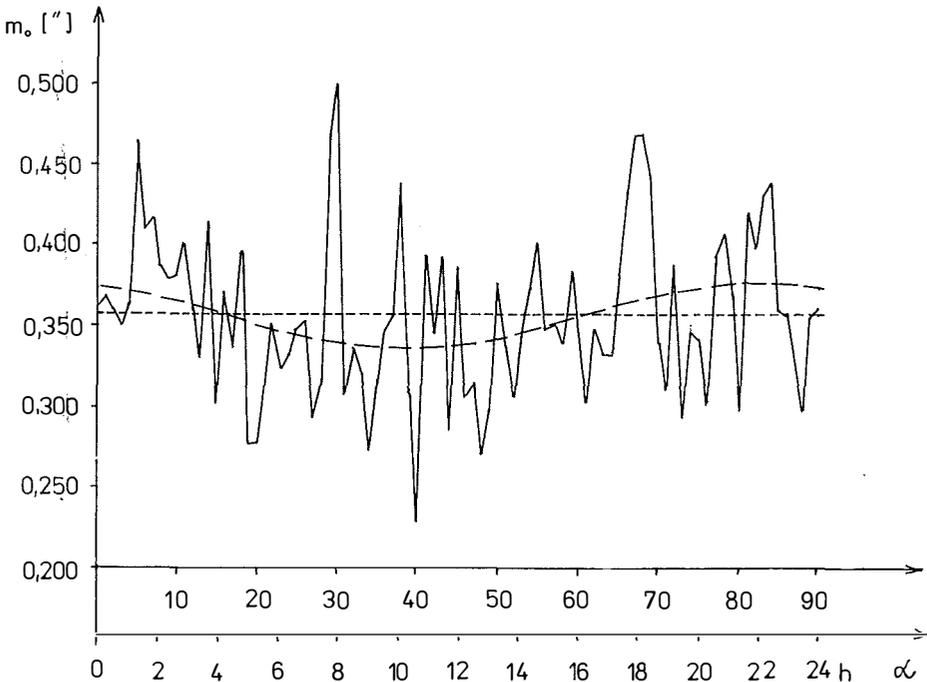


Fig. 11: The course of the mean standard errors  $m_0$  of the astrometric plates in dependance on the rectascension  $\alpha$ , (9).

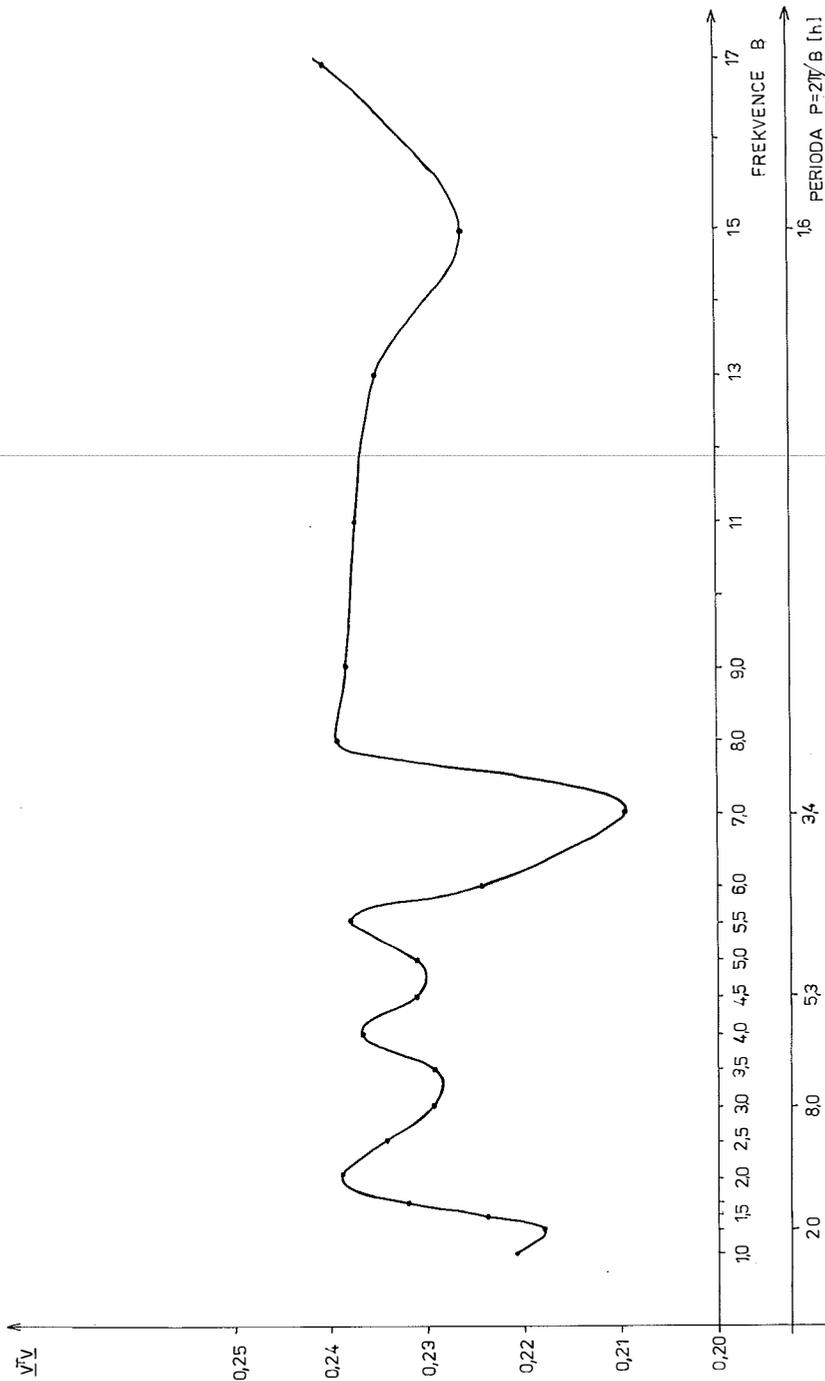


Fig. 12: The course of  $v_T v$  in dependence on the frequency B (or period P) of the correlation function  $\cos Bd_{ij}$  of the discrete values illustrated on the Fig. 11.

Due to the consequential fact that the correlation function includes only the frequency of the sinusoidal signal function, it is possible to use the collocation method to anharmonic analysis of the given discrete values, i.e. to determination of the individual frequencies  $B_l$  of the partial signal waves  $s^l$ ,  $l = 1, \dots, \sigma$  and  $\sigma$  is the number of the signal types. The total signal  $S = \sum_{l=1}^{\sigma} s^l$ . The criterion is the condition  $\mathbf{v}^T \mathbf{v} = \min.$ , see

the equation (20). The method can be used also for the trend different from zero even if it is substituted by a polynom (the simplest case) or if it is given commonly with optional discrete values. The trend could be removed by the classic collocation method.

To prove it, there was used a model example with null random dispersion, see the equation (26) and Fig. 10, as well as the example with unzero dispersion, see Fig. 11 and 12.

With respect to the results in the Table 3 in the 3<sup>rd</sup> paragraph it appears that it will be possible to analyse both the functions with periods being not only mutually near but also near to the interval, upon which the set is being analysed. It is also possible, see the last example in the Table 2 in the 2<sup>nd</sup> paragraph, to approach the analysis of also such partial signal functions, that have no sinusoidal character. The presented anharmonic analysis does not require an equidistant pace and thus the aliasing hazard is decreased.

## Appendix 1

### Making more precise the frequency B for one signal that is looked for

It links up with the equation (23). After introducing the auxiliary unknown quantities  $p_0 = \mathbf{v}^T \mathbf{v} + B^2/2p$ ,  $p_1 = -B/p$ ,  $p_2 = 1/(2p)$ , the equation (23) changes into the form

$$p_0 + p_1 B_i + p_2 B_i^2 = (\mathbf{v}^T \mathbf{v})_i, \quad i = 1, \dots, n. \quad (28)$$

With the necessary number of observations  $n = 3$ . If  $n > 3$ , the adjustment occurs, where the mediating equation of corrections is just the equation (28). The frequency with more precision is then  $B = -p_1/(2p_2)$ .

## Appendix 2

### Making more precise the frequencies $B_l$ for more signals to be looked for

It links up with the equation (27). After introducing the auxiliary unknown quantities

$$p_0 = \mathbf{v}^T \mathbf{v} + \sum_{i=1}^{\sigma} B_i^2/2 a_i^2, \quad p_{1i} = -B_i/a_i^2, \quad p_{2i} = 1/2 a_i^2, \quad i = 1, \dots, \sigma$$

the equation (27) changes into the form

$$p_0 + \sum_{i=1}^{\sigma} p_{1,i} B_{li} + \sum_{i=2}^{\sigma} p_{2,i} B_{li}^2 = (\mathbf{v}^T \mathbf{v})_i, \quad i = 1, \dots, n. \quad (29)$$

With a necessary number of observations  $n = 2\sigma + 1$ . If  $n > 2\sigma + 1$ , adjustment will be done, where the mediating equation of corrections is just the equation (29). The frequencies with more precision being looked for are  $B_l = -p_{1,l}/(2 p_{2,l})$ ,  $l = 1, \dots, \sigma$ .

**References**

- [1] *Wolf, H.:* On Generalized Collocation. Zeitschrift für Vermessungswesen, 1972 (in German).
- [2] *Moritz, H.:* Least-squares Collocations. DGK, Reihe A, Nr. 75, München 1973.
- [3] *Vaniček, P.:* Further Development and Properties of the Spectral Analysis by Least Squares. *Astroph. and Sp. Sci* 12, 1971, p. 10—33.
- [4] *Vondrák, J.:* The Rotation of the Earth between 1955.5—1976.5. *Studia geoph. et geod.*, 28 (1977), No 2, p. 107—117.
- [5] *Kabeláč, J.:* Lectures on Geodetical Astronomy and Space Geodesy. Faculty of Civil Engineering, Praha 1985 (in Czech).
- [6] *Večeře, K.:* Application of the Collocation Method in Numerical Analysis and in Astrodynamics. Thesis. Faculty of Civil Engineering, Praha 1986 (in Czech).
- [7] *Kubáčková, L., Kubáček L.:* Contribution to the Problem of Estimating the Mean Value, Correlation Function and Spectral Density of the Stationary Random Function on Base of its only Realization. *Elektrotech. čas.*, 34, 1983, č. 5, p. 370—378 (in Slovak).
- [8] *Kubáčková, L., Kubáček, L.:* Covariance Matrix Known and Estimated in Linear Estimations. Proceedings “Problems of the Present Gravimetry”, p. 79, Praha 1985 (in Slovak).
- [9] *Sefkow, H.:* Investigation to the Block Adjustment of the Declination Ring  $\delta = 52.5^\circ$  in Lohrmann-Programme. Thesis, TU Dresden 1986 (in German).

Manuskript eingelangt im Oktober 1990

**1992**  
**ETH ZÜRICH**

**23.—27. September**

**XI. Internationaler Kurs für  
Ingenieurvermessung**

der Technischen Universitäten Graz und München und der Eidg. Techn. Hochschule Zürich.

**Themenkreise:**

- Meßtheorie und Meßkonzepte
- Meßtechnik und Meßsysteme
- Informationssysteme und CAD
- Anwendungen in Bauwesen und Industrie
- Umwelt

**Termin bitte vormerken.**

Damit wir das Programm frühzeitig zustellen können, bitten wir alle **Interessenten** für die **Teilnahme** und/oder für einen **Vortrag**, mit Themaangabe, um ihre **Adresse**:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Kopieren und senden an:  
Prof. Dr. H. J. Matthias  
Institut für Geodäsie und Photogrammetrie,  
ETH Hönggerberg  
CH-8093 Zürich

## GPS-Messungen im Hochgebirge

von *Albert Grimm-Pitzinger, Klaus Hanke und Thomas Weinold*, Innsbruck

### Kurzfassung

Das Institut für Geodäsie der Universität Innsbruck führte im Sommer 1990 eine GPS-Meßkampagne durch. Die Beobachtungsplanung war gekennzeichnet durch lange Wegzeiten im hochalpinen Bereich und extreme Abschattung der Satellitenbahnen durch Topographie und Bewuchs. Als Ergebnisse werden die Restklaffungen von Transformationen auf terrestrisch ermittelte Koordinaten angegeben.

### Summary

In summer 1990 the Department of Geodesy of the University of Innsbruck organized a campaign to study the application of GPS-technology in high-alpine regions. The result is presented by means of transformations on coordinates gained by terrestrial methods.

### 1. Einleitung

Zentrales Thema der Forschungsarbeit des Institutes für Geodäsie der Universität Innsbruck sind Planungs-, Meß- und Auswertemethoden von ingenieurgeodätischen Netzen. Bedingt durch die geographische Lage des Institutes stehen dabei Untersuchungen von Meßanordnungen im Hochgebirge im Vordergrund. Ein aktueller Aspekt ist die Anwendung der GPS-Technologie in diesen Bereichen. Um praktische Erfahrungen mit dem Einsatz des Systems in extremem Gelände zu erhalten, organisierte das Institut im Juli 1990 eine Meßkampagne, während der das 3-D-Testnetz Obergurgl und das von der Abteilung „Technische Vermessung“ der Tiroler Wasserkraftwerke AG (TIWAG) betreute Deformationsnetz Kampe-Burgschrofen gemessen wurden (siehe Abb. 1).

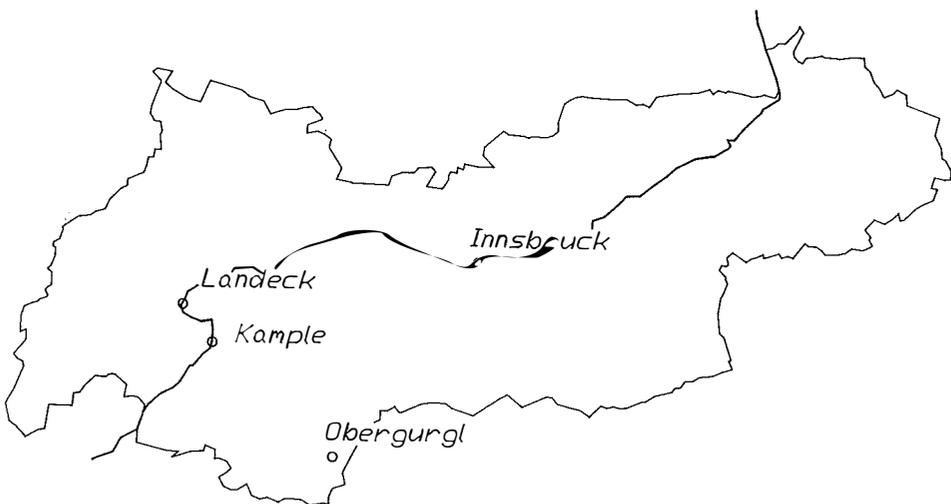


Abb. 1: Geographische Lage der beiden Netze

Beide Netze haben lokalen Charakter und weisen große Höhendifferenzen auf. Primär stellte sich die Frage nach der Auswirkung der teilweise extremen Abschattung der Satellitenbahnen auf die Messungen und die Qualität der Ergebnisse (siehe Abb. 2). Die Messungen sind weiters Teil eines Forschungsvorhabens zur Untersuchung von Modellbildungen von dreidimensionalen ingenieurgeodätischen Netzen im Gebirge.

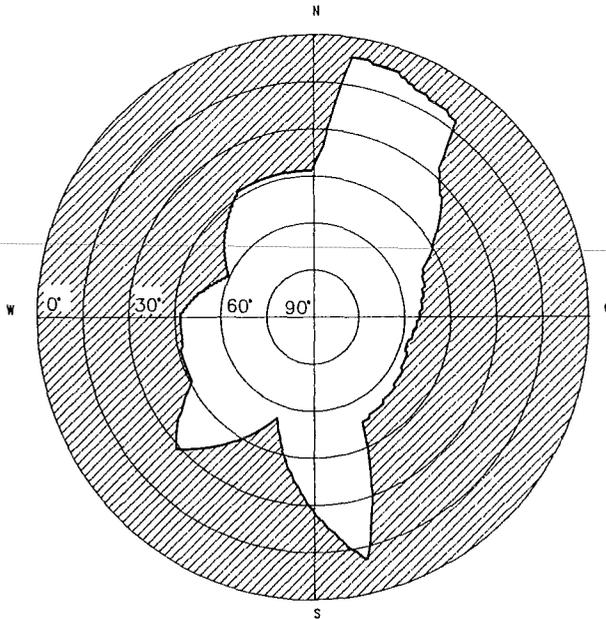


Abb. 2: Beispiel für die extreme Abschattung (Kample, Punkt 6558)

Für die Messungen standen der institutseigene Empfänger vom Typ WM-102 der Firma Wild-Magnavox und zwei Leihgeräte desselben Typs der Firma Rost zur Verfügung. Es wurde an vier Tagen gemessen, mit Beginn um 07.00 Uhr morgens. Die Meßdauer pro Punkt wurde, mit Ausnahme der fixen Stationen, auf eine Stunde begrenzt. Die starke Abschattung verkürzte das Beobachtungsfenster auf ca. fünf Stunden, was besonders im Testnetz Obergurgl große Anforderungen an die Organisation und die Mobilität der Meßtrupps stellte.

Die Auswertung erfolgte mit dem Softwarepaket POPS, Version 3.01, der WM Satellite Survey Company. Es wurden die als Defaultwerte vorgeschlagenen Modellparameter und die am Beginn der Messung in die Empfänger übertragenen Broadcast-Ephemeriden benutzt.

Im folgenden werden die Ergebnisse der Vergleiche der GPS-Messungen mit terrestrisch gemessenen Netzen bzw. von zwei GPS-Datensätzen untereinander (Obergurgl) gezeigt. Es soll vorausgeschickt werden, daß es sich bei den zwei terrestrischen Datensätzen nicht um vergleichsweise fehlerfreie Komparatoren handelt. Dennoch vermitteln die angegebenen Ergebnisse einer gleichgewichteten 7-Parameter-Transformation einen guten ersten Einblick in das Zusammenpassen der verschiedenartigen Datensätze.

## 2. Deformationsnetz Kample-Burgschrofen

Dieses Netz dient der Überwachung eines rutschungsgefährdeten Steilhanges. Es besteht aus zehn Punkten und weist mit einer Höhenausdehnung von 870 m bei einer längsten Schrägdistanz von 3,3 km und Zenitdistanzen bis zu  $64^{\text{gon}}$  stark dreidimensionalen Charakter auf (siehe Abb. 3).

Es wurde nahezu gleichzeitig mit konventionellen terrestrischen Methoden (horizontale Richtungen, Raumstrecken und gegenseitige Zenitdistanzen) gemessen. Die Ausgleichung ergab für die Lage durchschnittliche große Halbachsen der Helmertschen Fehlerellipsen von 3 mm, die durchschnittlichen Standardabweichungen der Höhen betragen ebenfalls 3 mm.

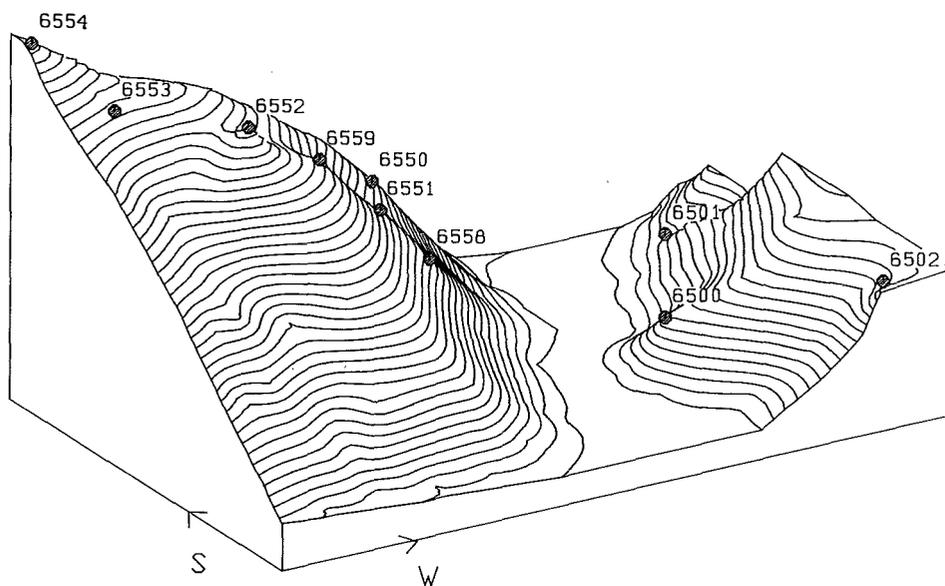


Abb. 3: DGM des Netzes Kample-Burgschrofen

Die Abdeckung durch das steile Gelände wird durch die starke Bewaldung verschärft. So mußten auf fünf der zehn durch Pfeiler stabilisierten Punkte die Satellitenmessungen exzentrisch durchgeführt werden. Als ständig besetzter Zentralpunkt wurde auf Grund der geringen Abdeckung der Punkt 6500 gewählt (siehe Abb. 4). Jeder Punkt ist mit einem geländegängigen Fahrzeug erreichbar, sodaß pro Beobachtungsfenster zweimal umgesetzt werden konnte.

An den zwei zur Verfügung stehenden Tagen wurden neun Vektoren, davon drei zweimal, beobachtet. Als inneres Genauigkeitsmaß für die aus der Auswertesoftware resultierenden Koordinaten der Netzpunkte werden deren Standardabweichungen angegeben. Sie liegen im Durchschnitt unter 2 mm.

Die auf der single-point-Lösung des ersten Tages des Punktes 6500 basierenden, im WGS-84-System vorliegenden, dreidimensionalen kartesischen Koordinaten der ursprünglich zehn Netzpunkte wurden auf die terrestrisch gewonnenen Koordinaten transformiert (siehe z. B. *Chesi, Grimm-Pitzinger*). Da der Punkt 6552 eine große Restklaffung aufwies, wurde er von der Transformation ausgeschlossen. Deren Ergebnisse

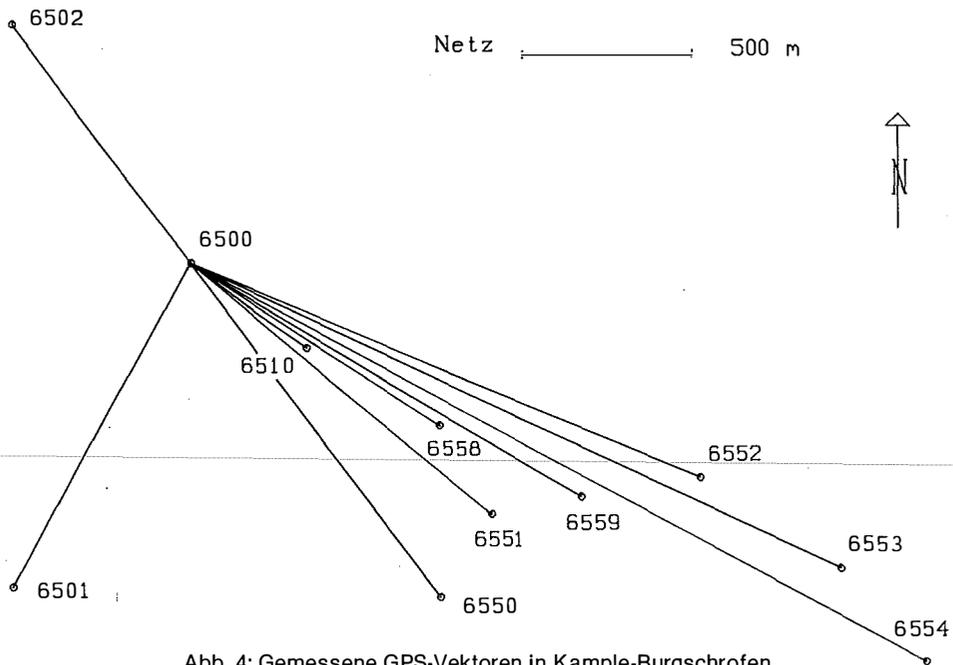


Abb. 4: Gemessene GPS-Vektoren in Kampe-Burgschrofen

sind aus Tabelle 1 ersichtlich. Eine Transformation aller zehn Punkte mit den so bestimmten Transformationselementen ergab eine Klaffung im Punkt 6552 von 34 cm. Ursache dieses groben Meßfehlers dürfte ein unmittelbar neben dem Punkt befindlicher Sendemast sein (siehe z. B. Kahmen, Schwarz, Wunderlich).

|      | Breite | Länge  | Höhe   |
|------|--------|--------|--------|
| 6500 | .002   | — .009 | — .022 |
| 6501 | — .010 | .016   | .018   |
| 6502 | .010   | — .004 | .011   |
| 6550 | .009   | — .004 | — .005 |
| 6551 | .009   | — .003 | — .032 |
| 6553 | — .009 | — .003 | .029   |
| 6554 | — .002 | — .002 | .002   |
| 6558 | — .010 | .003   | .040   |
| 6559 | .001   | .007   | — .039 |

RMS (Lage) = 0.007 m

RMS (Höhe) = 0.026 m

S<sub>0</sub> = 19 mm

Tabelle 1: Restklaffungen der 7-Parameter-Transformation des GPS-Netzes auf die terrestrisch gewonnenen Koordinaten

Der Maßstab erweist sich als nicht signifikant:

$$MS = 11,1 \cdot 10^{-6}$$

$$S_{MS} = 5,6 \cdot 10^{-6}$$

Die Übereinstimmung der beiden Netze ist in den Lagekoordinaten besser als in den Höhen. Ob und in welchem Ausmaß dies auf gravimetrische Einflüsse zurückzuführen ist, ist Gegenstand von weiteren Untersuchungen.

### 3. Testnetz Obergurgl

Für Forschungs- und Ausbildungszwecke des Institutes für Geodäsie besteht südlich von Obergurgl ein Testnetz in den Öztaler Alpen. Es besteht aus sieben Punkten und weist eine Höhenausdehnung von 2.100 m bis 2.570 m, Zenitdistanzen bis zu  $67^{\text{gon}}$  und eine maximale Raumstrecke von 2 km auf (siehe Abb. 5).

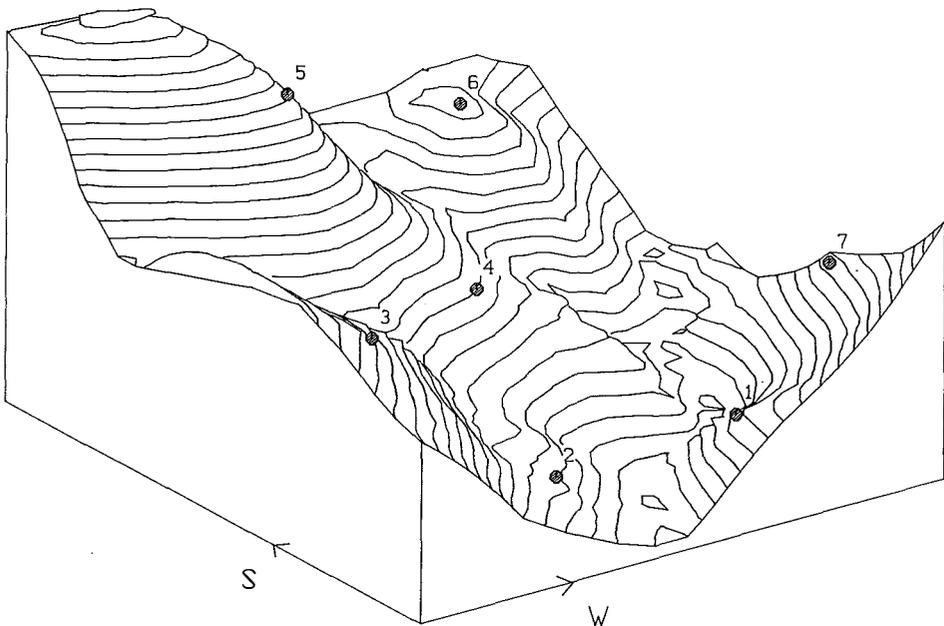


Abb. 5: DGM des Testnetzes Obergurgl

Die terrestrischen Messungen (Raumstrecken, horizontale Richtungssätze und gleichzeitig-gegenseitige Zenitdistanzen) resultieren aus Meßübungen für Studenten. Sie erfolgten, ebenso wie die GPS-Messungen, von Stativen aus. Die Lageausgleichung ergab eine durchschnittliche Halbachse der Helmertschen Fehlerellipsen von 3 mm; aus dem Höhenausgleich resultierte eine durchschnittliche Standardabweichung der Höhen von 4 mm.

Trotz der langen Umsetzzeiten zwischen den Punkten (die meisten sind nur durch Fußmärsche zu erreichen) und des durch die steilen Berghänge eingeeengten Beobachtungsfensters, gelang es, jeden Empfänger zweimal umzusetzen. So konnte das Netz an den zwei zur Verfügung stehenden Tagen insgesamt zweimal gemessen werden. Als ständig besetzter Zentralpunkt wurde an beiden Tagen aus organisatorischen und aus Abschattungsgründen der Punkt 3 gewählt (siehe Abb. 6).

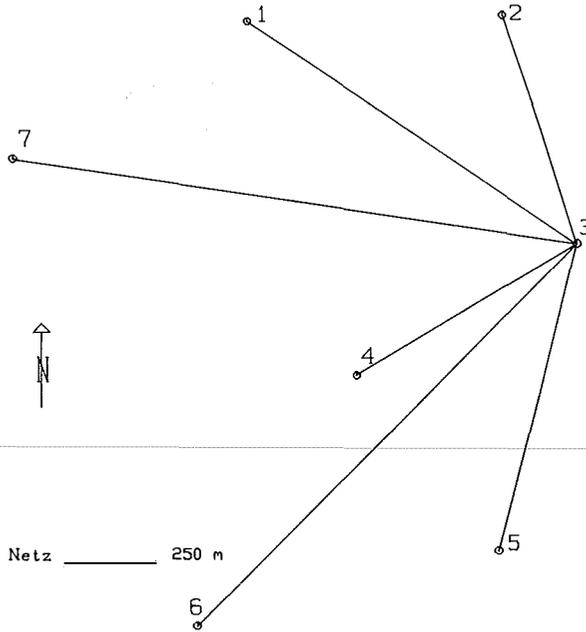


Abb. 6: Gemessene GPS-Vektoren in Obergurgl

Aus der Auswertung resultierten somit zwei Koordinatensätze, bezogen auf die single-point-Lösung des Punktes 3 vom ersten Tag. Die, wie vorhin erwähnt, als innere Genauigkeit zu interpretierenden Standardabweichungen der Koordinaten betragen durchschnittlich 1 mm.

Die beiden GPS-Koordinatensätze wurden aufeinander transformiert. Die Ergebnisse sind aus den Tabellen 2 und 3 ersichtlich:

|    | Breite | Länge  | Höhe   |
|----|--------|--------|--------|
| P1 | .002   | — .004 | .001   |
| P2 | .007   | — .006 | .001   |
| P3 | — .002 | .004   | .000   |
| P4 | — .006 | .003   | .003   |
| P5 | — .003 | .001   | — .005 |
| P6 | .005   | — .006 | .004   |
| P7 | — .002 | .007   | — .005 |

RMS (Lage) = 5 mm  
 RMS (Höhe) = 3 mm  
 S<sub>0</sub> = 5 mm

Tabelle 2: Restklaffungen der 7-Parameter-Transformation der beiden GPS-Datensätze

| Parameter            | Werte  | RMS   | Dimension |
|----------------------|--------|-------|-----------|
| Verschiebung dx      | -0.002 | 0.002 | [m]       |
| Verschiebung dy      | 0.003  | 0.002 | [m]       |
| Verschiebung dz      | 0.006  | 0.002 | [m]       |
| Drehung $\varphi(x)$ | 2.08   | 0.71  | ['' ]     |
| Drehung $\varphi(y)$ | 0.68   | 0.65  | ['' ]     |
| Drehung $\varphi(z)$ | 0.94   | 0.59  | ['' ]     |
| Maßstab              | -1.6   | 2.4   | [p.p.m.]  |

Tabelle 3: Transformationsparameter (Modell Molodensky-Badekas) der beiden GPS-Datensätze mit Genauigkeitsangaben

Das gleichgewichtige Mittel der transformierten GPS-Koordinatensätze wurde weiters auf das terrestrisch ermittelte Netz transformiert (siehe Tabelle 4):

|    | Breite | Länge  | Höhe   |
|----|--------|--------|--------|
| P1 | — .003 | .000   | — .005 |
| P2 | .000   | — .003 | .005   |
| P3 | — .002 | — .006 | — .001 |
| P4 | .003   | .003   | — .001 |
| P5 | — .008 | .011   | .000   |
| P6 | .007   | — .004 | .001   |
| P7 | .002   | — .002 | .000   |

RMS (Lage) = 5 mm

RMS (Höhe) = 3 mm

$S_0$  = 5 mm

Tabelle 4: Restklaffungen der 7-Parameter-Transformation des gemittelten GPS-Netzes auf das „terrestrische Netz“

Von den Transformationsparametern sei nur der Maßstab erwähnt:

$$MS = 9,6 \cdot 10^{-6}$$

$$S_{MS} = 2,5 \cdot 10^{-6}$$

### Zusammenfassung

Trotz der durch die Topographie vorgegebenen starken Abschattung der Satellitenbahnen konnten die aufgrund der Erfahrungen aus anderen Meßkampagnen zu erwartenden Ergebnisse erzielt werden. Die zur Genauigkeitsschätzung durchgeführten Transformationen auf terrestrisch ermittelte Koordinatensätze zeigen gute Ergebnisse.

Zu beachten ist das Versagen der GPS-Messung auf einem Punkt im Netz Kampe-Burgschrofen. Diese vermutlich durch eine Sendeanlage verursachte Störung ist in der gewählten GPS-Meßkonfiguration nicht aufdeckbar. Da die Ursachen solcher Störungen nicht immer klar erkennbar sind (siehe *Kahmen et al.*), wird empfohlen, zuverlässige GPS-Meßanordnungen zu wählen. Dies geschieht z. B. durch Hinzufügen terrestrischer Elemente (*Grimm-Pitzinger*).

### Dank

Er gilt der Abteilung „Technische Vermessung“ der Tiroler Wasserkraftwerke AG (TIWAG) für die Zusammenarbeit.

### Literatur

- Chesi, G., Grimm-Pitzinger, A.: GPS-Messungen in Tunnelnetz Roppen, Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie, 1989/3.
- Grimm-Pitzinger, A.: Zuverlässigkeitskriterien für GPS-Messungen in Tunnelnetzen, (Deutsche) Zeitschrift für Vermessungswesen, 10/1990.
- Kahmen, H., Schwarz, J., Wunderlich, T.: GPS-Messungen im Testnetz „Neue Welt“, Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie, 1987/3.

## Über die Auswirkung von Koordinatenänderungen in der Referenzstation bei relativen Positionierungen mittels GPS

von H. Lichtenegger, Graz

### Summary

Based on vector- and matrix-calculus the paper presents a simple derivation of the formulas describing the effect of coordinate changes in the reference site on relative positioning with GPS.

### Zusammenfassung

In der Arbeit werden auf einfache Weise jene Formelsysteme hergeleitet, welche den Einfluß von Koordinatenänderungen in der Referenzstation bei relativen Positionierungen mittels GPS beschreiben.

### 1. Problemstellung

Bei relativen Positionierungen mittels GPS müssen zur Vermeidung von Rangdefekten die Koordinaten einer Referenzstation  $\underline{X}_0$  vorgegeben werden und die Koordinaten einer benachbarten Station  $\underline{X}_i$  folgen über den aus Beobachtungen abgeleiteten Basisvektor  $\Delta\underline{X}_i$ :

$$\underline{X}_i = \underline{X}_0 + \Delta\underline{X}_i \quad (1)$$

Alle in Gl. (1) auftretenden Vektoren seien vorerst in dem geozentrischen kartesischen Bezugssystem von GPS, d. h. im System WGS 84, ausgedrückt. In diesem Fall folgt bei festgehaltenem Basisvektor  $\Delta\underline{X}_i$  unmittelbar, daß sich bei einer Änderung der Referenzkoordinaten um  $d\underline{X}_0$  zwar die absolute Position der benachbarten Station um den gleichen Betrag ändert, die relative Position hingegen bleibt dadurch unbeeinflusst.

Andere Verhältnisse liegen vor, wenn von den dreidimensionalen kartesischen Koordinaten (X, Y, Z) auf die ellipsoidischen Koordinaten ( $\varphi, \lambda, h$ ) übergegangen wird. Es gilt jetzt also, den funktionalen Zusammenhang zwischen den Änderungen der ellipsoidischen Koordinaten in der Referenzstation und jenen in einer benachbarten Station zu finden, wobei der zugehörige Basisvektor  $\Delta\underline{X}_i$  wiederum festgehalten wird.

Das Problem wurde zwar bereits in (Heiskanen und Moritz 1967, Gl. (5—57)) im Zusammenhang mit Datumstransformationen gelöst, doch hat es bei relativen Punktbestimmungen mittels GPS neue Aktualität erlangt und wurde erst jüngst in (Breach 1990) wieder behandelt. Da letztere Arbeit aber wegen der skalaren Schreibweise eher schwer lesbar ist und eine Reihe von Druckfehlern aufweist, erscheint die Darstellung einer einfachen Ableitung der Lösung gerechtfertigt.

## 2. Lösung

Zwischen den dreidimensionalen kartesischen Koordinaten (X, Y, Z) und den ellipsoidischen Koordinaten ( $\varphi$ ,  $\lambda$ , h) bestehen nach (Heiskanen und Moritz 1967, Gln. (5—5)) die bekannten Beziehungen:

$$\underline{X} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [N + h] \cdot \cos\varphi \cdot \cos\lambda \\ [N + h] \cdot \cos\varphi \cdot \sin\lambda \\ \left\{ \left( \frac{b}{a} \right)^2 \cdot N + h \right\} \cdot \sin\varphi \end{bmatrix} \quad (2)$$

$\varphi$  ellipsoidische Breite  
 $\lambda$  ellipsoidische Länge  
 h ellipsoidische Höhe  
 N Normalkrümmungshalbmesser  
 a, b Achslängen des Bezugsellipsoides

Für die Gl. (2) kann auch leicht eine Differentialform angegeben werden, wenn die zu berücksichtigenden Koordinatenänderungen nur im Meterbereich liegen und daher sphärische Vereinfachungen zulässig sind.

$$d\underline{X} = \underline{R} \cdot d\underline{x} \quad (3)$$

$$d\underline{X} = \begin{bmatrix} dX \\ dY \\ dZ \end{bmatrix}; \underline{R} = \begin{bmatrix} -\sin\varphi \cdot \cos\lambda & -\sin\lambda & \cos\varphi \cdot \cos\lambda \\ -\sin\varphi \cdot \sin\lambda & \cos\lambda & \cos\varphi \cdot \sin\lambda \\ \cos\varphi & 0 & \sin\varphi \end{bmatrix}; d\underline{x} = \begin{bmatrix} a \cdot d\varphi \\ a \cdot \cos\varphi \cdot d\lambda \\ dh \end{bmatrix}$$

Die Komponenten des Vektors  $d\underline{x}$  können in der sphärischen Näherung auch als Änderungen von ebenen Gauß-Krüger-Koordinaten (dx, dy) und der ellipsoidischen Höhe dh interpretiert werden. Die Spaltenvektoren der Matrix  $\underline{R}$  stellen die Achse eines lokalen Tangentialkoordinatensystems dar. Die Matrix  $\underline{R}$  ist daher orthogonal und die zu Gl. (3) inverse Beziehung lautet:

$$d\underline{x} = \underline{R}^T \cdot d\underline{X} \quad (4)$$

Aus Gl. (1) folgt wegen des festgehaltenen Basisvektors die Differentialform:

$$d\underline{X}_i = d\underline{X}_o, \quad (5)$$

oder wegen  $d\underline{X}_i - d\underline{X}_o = \underline{0}$  die Invarianz der relativen Position. Werden in die Gl. (5) auf beiden Seiten die der Gl. (3) entsprechenden Beziehungen für den Referenz- und den Nachbarpunkt eingesetzt, dann ergibt sich unter Berücksichtigung von Gl. (4) bereits die gesuchte Beziehung:

$$d\underline{x}_i = \underline{R}_i^T \cdot \underline{R}_o \cdot d\underline{x}_o = \underline{C} \cdot d\underline{x}_o \quad (6)$$

Die Matrix  $\underline{C}$ , als Produkt der orthogonalen Matrizen  $\underline{R}_i^T$  und  $\underline{R}_o$ , stellt keine Einheitsmatrix dar. Daraus folgt aber, daß bei Änderungen der ellipsoidischen Koordinaten der Referenzstation wegen  $d\underline{x}_i - d\underline{x}_o \neq \underline{0}$  neben den absoluten auch die relativen ellipsoidischen Koordinaten einer Nachbarstation geändert werden.

Die Elemente der Matrix  $\underline{C} = \{c_{nm}\}$  werden der Vollständigkeit halber nachfolgend spaltenweise angegeben. Sie können auch als partielle Differentialquotienten gedeutet werden, wobei sich der erste Index jeweils auf den benachbarten Punkt und der zweite Index auf den Referenzpunkt bezieht. Es gilt also beispielsweise  $c_{\varphi h} = \partial \varphi_i / \partial h_o$ .

Elemente der 1. Spalte von  $\underline{C}$ :

$$\begin{aligned} c_{\varphi\varphi} &= \sin\varphi_i \cdot \sin\varphi_o \cdot \cos(\lambda_i - \lambda_o) + \cos\varphi_i \cdot \cos\varphi_o & (7.1) \\ c_{\lambda\varphi} &= \sin\varphi_o \cdot \sin(\lambda_i - \lambda_o) \\ c_{h\varphi} &= -\cos\varphi_i \cdot \sin\varphi_o \cdot \cos(\lambda_i - \lambda_o) + \sin\varphi_i \cdot \cos\varphi_o \end{aligned}$$

Elemente der 2. Spalte von  $\underline{C}$ :

$$\begin{aligned} c_{\varphi\lambda} &= -\sin\varphi_i \sin(\lambda_i - \lambda_o) & (7.2) \\ c_{\lambda\lambda} &= \cos(\lambda_i - \lambda_o) \\ c_{h\lambda} &= \cos\varphi_i \cdot \sin(\lambda_i - \lambda_o) \end{aligned}$$

Elemente der 3. Spalte von  $\underline{C}$ :

$$\begin{aligned} c_{\varphi h} &= -\sin\varphi_i \cdot \cos\varphi_o \cdot \cos(\lambda_i - \lambda_o) + \cos\varphi_i \cdot \sin\varphi_o & (7.3) \\ c_{\lambda h} &= -\cos\varphi_o \cdot \sin(\lambda_i - \lambda_o) \\ c_{hh} &= -\cos\varphi_i \cdot \cos\varphi_o \cdot \cos(\lambda_i - \lambda_o) + \sin\varphi_i \cdot \sin\varphi_o \end{aligned}$$

Bemerkt sei, daß mittels der Matrix  $\underline{C}$  auch zwei benachbarte lokale Tangentialkoordinatensysteme aufeinander transformiert werden können.

Eine wesentliche Vereinfachung tritt bei kurzen Basislinien bis etwa 100 km auf. In diesem Fall werden die Differenzen  $\Delta\lambda = (\lambda_i - \lambda_o)$  und  $\Delta\varphi = (\varphi_i - \varphi_o)$  klein und die Matrix  $\underline{C}$  geht mit der mittleren Breite  $\varphi$  über in:

$$\underline{C}^o = \begin{bmatrix} 1 & -\sin\varphi \cdot \Delta\lambda & -\Delta\varphi \\ \sin\varphi \cdot \Delta\lambda & 1 & -\cos\varphi \cdot \Delta\lambda \\ \Delta\varphi & \cos\varphi \cdot \Delta\lambda & 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Diese Matrix kann nach Einführung der Einheitsmatrix  $\underline{E}$  und einer als Axiator bezeichneten schiefsymmetrischen Matrix  $\underline{A}$  auch folgend geschrieben werden:

$$\underline{C}^o = \underline{E} + \underline{A} \quad (9)$$

Wird die obige Beziehung in die Gl. (6) eingesetzt, so ergibt sich direkt die relative Lageänderung, welche eine differentielle Rotation von  $d\underline{x}_o$  darstellt:

$$d\underline{x}_i - d\underline{x}_o = \underline{A} \cdot d\underline{x}_o \quad (10)$$

### 3. Abschließende Bemerkungen

In (Breach 1990) wurde in einem numerischen Beispiel für die Basislinie zwischen Greenwich und Paris nachgewiesen, daß Änderungen der kartesischen Koordinaten der Referenzstation um 5 m bereits zu relativen Änderungen der ellipsoidischen Koordinaten in der Größenordnung von  $10^{-6}$  führen, welche zumindest im Bereich der Meßgenauigkeit liegen. Dabei sind die angenommenen Werte durchaus realistisch, da die im System WGS 84 benötigten geozentrischen Koordinaten der Referenzstation im allgemeinen nicht bekannt sind und daher aus einer GPS-Navigationslösung mittels Code-Entfernungen gewonnen werden müssen.

Aber auch in kleinräumigen Netzen können spürbare Verzerrungen in relativen ellipsoidischen Koordinaten auftreten, wenn etwa wie in Österreich beim Übergang auf das nationale Bezugsellipsoid unter anderem implizit ein geozentrischer Verschiebungsvektor von mehreren hundert Metern eingeführt werden muß. Da der Axiator eine Ortsfunktion darstellt, können diese Verzerrungen auch durch räumliche oder ebene Ähnlichkeitstransformationen von ellipsoidischen Landes- und ellipsoidischen GPS-Koordinaten nicht restlos eliminiert werden.

#### Literatur

*Breach, M. C.* (1990): The importance of accurate coordinates of a known station in precise relative positioning. *Survey Review*, Vol. 30, No. 238, P. 398—403.

*Heiskanen, W. A., H. Moritz* (1967): *Physical Geodesy*. W. H. Freeman and Company, San Francisco and London.

## Nikon

Vermessungsinstrumente, Totalstationen, vollregistrierende Entfernungs- und Winkelmeßinstrumente, Nivelliergeräte, Laser-Nivelliere, Theodolite sowie Zubehör

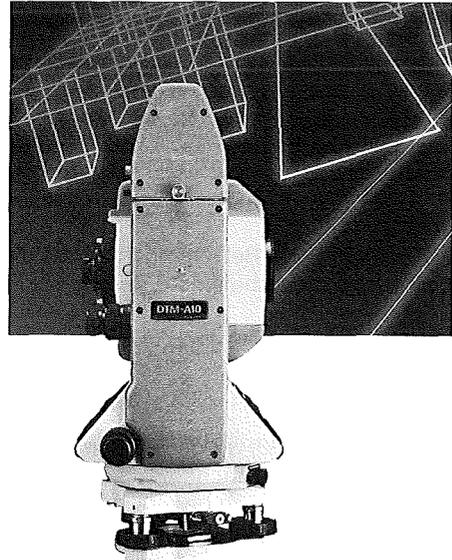
NEUÜBERNAHME:

**Dipl.-Ing. WOLFGANG MEIXNER**

Ingenieurkonsulent für Vermessungswesen

**A-1060 Wien, Linke Wienzeile 4**

Tel. 0222/587 96 16/16 DW



# TOTALSTATIONEN

## Diplomarbeiten/Dissertationen

### Autorenreferate

Dipl.-Ing. **Bernhard Engelbrecht** wurde am 14. Dezember 1990 in der Technisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Technischen Universität Wien mit der **Dissertation**

„**Soft- und Hardware zur Aufnahme und Auswertung von Reflexionen in geringen Tiefen**“

zum Dr. techn. promoviert.

Referent: Doz. Dr. F. Kohlbeck

Koreferent: Prof. Dr. A.-E. Scheidegger

In den letzten Jahren wird die Reflexionsseismik immer mehr zur Untersuchung oberflächennaher Schichten herangezogen.

Diese Arbeit befaßt sich mit den notwendigen Geräten und Softwareprogrammen. Es werden die wichtigsten Anregungsarten der Wellen vorgestellt und die Anregung mit Hammer und Schußapparat verglichen. Welche Geophone für die Aufnahme am besten geeignet sind, zeigt ein Vergleich zwischen 14 Hz Standardgeophonen und 100 Hz Geophonen.

Für die Vorbereitung einer reflexionsseismischen Messung, der Aufnahme und Auswertung der gemessenen Daten wird ein neues Softwareprogramm GP-SEISMIC für IBM-kompatible Rechner unter dem Betriebssystem MS-DOS in der Programmiersprache TURBO-PASCAL 5.5 entwickelt. Es bietet verschiedenste graphische Darstellungsmöglichkeiten, sowie mehrere Schnittstellen zu anderen Programmen (z. B. DXF-Schnittstelle zu AutoCAD, Binärschnittstelle zu MicroStation CAD, Transformation der Daten zwischen SEG-Y und ASCII bzw. ES-2401 Formaten). Zur Meßvorbereitung wird die Berechnung und Darstellung der Laufzeiten für Modelldaten angeboten. Die Berechnung der Time-Term Methode wird erstmals zur Unterstützung der Reflexionsseismik oberflächennaher Schichten angewandt. Im Auswerteteil können alle notwendigen Filter (Bandpass-, Kerbfilter, FFT, Spektren, IFFT) und Korrekturberechnungen (Statische, NMO, Amplituden, AGC, Mean, RMS, Stack) an die seismischen Daten angebracht werden. Eine Vielzahl weiterer Funktionen (Formulare, Hilfefunktion, Berechnungen, Kompatibilität, Menü- und Macrosteuerung, erweiterte Speicherunterstützung) dienen der einfachen Datenbehandlung für den Benutzer.

An Hand einer praktischen Feldaufnahme in Goggitsch/Waldviertel wird die Bearbeitung eines reflexionsseismischen Profiles erläutert. Eine elektromagnetische Kartierung am gleichen Profil wird als Vergleich durchgeführt.

Schließlich werden in der Arbeit auch Kriterien für digitale Registrierungsapparate besprochen und versucht mit Hilfe einer standardmäßig käuflichen 12 Bit Analog/Digital Wandler Karte eine Digitalseismik zu bauen.

*Michael Schubernigg*

### **Testmessungen und Genauigkeitsuntersuchungen mit dem digitalen Nivellier NA 2000**

Diplomarbeit ausgeführt am Institut für Ingenieurgeodäsie und Landesvermessung der Technischen Universität Wien, 1990

Begutachter und Betreuer: o. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Heribert Kahmen

mitbetreuender Assistent: Ass. Prof. Dr. techn. Thomas Wunderlich

Die Digitalisierung und damit verbunden die Automatisierung des geometrischen Nivellaments war in den letzten beiden Jahrzehnten Gegenstand zahlreicher Untersuchungen. Die unterschiedlichen Entwicklungen — ein Überblick darüber wird in der vorliegenden Arbeit gegeben — scheiterten jedoch entweder am zu komplexen Systemaufbau und damit an den zu hohen Kosten oder an der ungenügenden Genauigkeit.

Der Firma LEICA, Heerbrugg gelang es, mit dem WILD NA 2000 das erste digitale Nivellier der Welt auf den Markt zu bringen. Bei diesem Gerät wurden die augenscheinlichen Mängel der Vorläuferentwicklungen vermieden, es überzeugt durch seinen kompakten äußeren Aufbau und

die einfache Bedienbarkeit sowie in weiterer Folge durch die hohe Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Messungen.

Gegenstand dieser Arbeit waren die Bestimmung der Genauigkeitsgrenzen sowie das Aufzeigen der möglichen Einsatzbereiche des NA 2000.

Die bei den verschiedenen Testmessungen erreichte Genauigkeit bei Liniennivellements lag durchwegs unter  $\pm 1$  mm Standardabweichung für 1 km Doppelnivellement. Das Gerät kann daher für alle ingenieurgeodätischen Arbeiten, bei denen eine Genauigkeit von  $\geq 1$  mm/km verlangt wird, eingesetzt werden (technisches Nivellement). Die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Lattenbeleuchtungseinrichtung erlaubt den erfolgreichen Einsatz des Digitalnivelliers unter Tage, wie erste Ergebnisse bei Kontrollmessungen im Eurotunnel zeigten.

Die Auflösungsgenauigkeit des NA 2000 entspricht der Anzeigegenauigkeit von 0,1 mm, die innere Genauigkeit der Höhenmessung liegt bei Lattenentfernungen bis ca. 20—30 m ebenfalls im Bereich  $\leq 0,1$  mm. Der Einsatz des Gerätes bei permanenten Höhenüberwachungsmessungen im angegebenen Genauigkeitsbereich erscheint vielversprechend. Dies wird insbesondere durch die Möglichkeit, das Nivellier über die normierte GSI-Schnittstelle extern anzusteuern, gefördert.

Besondere Aufmerksamkeit wurde der Bestimmung der durch den Kompensator verursachten Fehler geschenkt. Der Kompensatoreinschwingfehler kann bei der derzeit erreichbaren Genauigkeit vernachlässigt werden, zu beachten ist jedoch der Einfluß eines eventuell auftretenden Kompensationsrestfehlers. Der dadurch verursachte Höhenfehler bei schlecht justiert oder ungenügend genau eingespielter Dosenlibelle kann die Anzeigegenauigkeit übersteigen. Bei den untersuchten Geräten konnte kein einheitliches Verhalten der Ablaufkurve festgestellt werden, diese muß für jedes einzelne Instrument individuell bestimmt werden.

Diplomprüfung am 10. 1. 1991

*Robert Wagner*

#### **Leistungsvergleich von AUTOCAD, MICROSTATION und Specta für den Anwendungsbereich Photomontage**

Diplomarbeit, ausgeführt am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung der Technischen Universität Wien, 1990.

Begutachter: o. Prof. Dr. P. Waldhäusl, Betreuer: Univ.-Ass. Dr. F. Schlögelhofer

Zur Beurteilung der Ästhetik geplanter Baumaßnahmen werden immer häufiger Photomontagen angewendet. Als Kombination einer photographischen Aufnahme des Projektstandortes samt Umgebung mit einer perspektivischen Zeichnung des neuen Objektes bieten sie einen sehr realistischen Eindruck des zukünftigen Gesamtbildes.

Für die Herstellung solcher perspektivischen Zeichnungen werden am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung die kommerziellen CAD-Systeme AUTOCAD (Release 10) und MICROSTATION (Version 3.3) sowie ein Programm „Specta“ von Dipl.-Ing. P. Loidolt eingesetzt, die in dieser Arbeit miteinander verglichen wurden. Der Vergleich wurde einerseits durch systematische Programmanalyse, andererseits anhand eines relativ schwierigen, praktischen Beispiels durchgeführt.

Folgende Kriterien wurden dabei untersucht:

- Leistungsfähigkeit für dreidimensionales Konstruieren;
- Leistungsfähigkeit für zentralperspektives Darstellen nach genau vorgegebenen geometrischen Verhältnissen und unter Berücksichtigung verdeckter Linien;
- Rechengeschwindigkeit;
- Eignung für die Praxis.

Beide CAD-Programme stellen ein „Instrumentarium“ zur Verfügung, das leistungsfähiges dreidimensionales Konstruieren ermöglicht. Sowohl Autocad als auch Microstation verfügen über echte dreidimensionale Darstellungsarten.

Mit Autocad ist das perspektivische Darstellen nach vorgegebenen Orientierungselementen schon heute möglich, bei Microstation muß man die Version 4.0 abwarten.

In Specta wird das digitale Modell mit Linien sowie Dreiecks- und Vierecksflächen aufgebaut. In der dazu notwendigen Eingabedatei werden die Koordinaten sowie Verbindungsanweisungen nach einer vorgegebenen Struktur zusammengestellt; viel Aufwand für ein kompliziert geformtes Objekt. Die eigenwillige Objektform des praktischen Beispiels mit seinen zahlreichen und verschiedenen gekrümmten Flächen hat dies besonders deutlich werden lassen.

In bezug auf die Rechenzeit zeigt sich bei Specta der große Vorteil der internen Datenstrukturierung. Autocad berechnete die verdeckten Linien des Testobjektes innerhalb von dreißig Minuten. Demgegenüber steht eine Rechenzeit mit Specta von nur dreißig Sekunden.

Diplomprüfung am 10. 1. 1991

*Johannes Peter Anegg*

### **Die Verwendung unkonventionell hergestellter Luftbilder für umwelttechnische Planungen**

Diplomarbeit, ausgeführt am Institut für Angewandte Geodäsie und Photogrammetrie, Abteilung für Fernerkundung, Bildverarbeitung und Kartographie der Techn. Universität Graz  
Begutachter: o.Univ.-Prof. Dr. Gerhard Brandstätter

Die vorliegende Arbeit beschreibt den Weg vom analogen Luftbild zum digitalen Orthophoto. Als Aufnahmeplattformen dienten ein Ultraleichtflugzeug „Thruster T 500“ bzw. ein Motorsegler „HB 23“.

Für die Luftbilddaufnahmen wurde die Mittelformatkamera Hasselblad 500 EL/M mit dem Normalobjektiv Zeiss Planar 2.8/80 mm verwendet.

Nach Abschluß der Außenarbeiten wurde ein Modell von Schrägaufnahmen des Aufnahmegebietes ausgewählt, und eine photogrammetrische Auswertung dieses Modells von nichtmetrischen Bildern einer Auswertung von Meßbildern des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen gegenübergestellt.

Im Anschluß an die photogrammetrische Auswertung wurde ein Bild dieses Modells an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik digitalisiert und mit Hilfe eines entsprechenden Algorithmus am Institut für Digitale Bildverarbeitung und Grafik entzerrt.

Das Ergebnis ist ein digitales Orthophoto, welches aus einer Schrägaufnahme hergestellt wurde.

Diplomprüfung am 27. 2. 1991

*Werner Glaser*

### **Solid Surface Darstellungen mit Beleuchtungssimulation**

Diplomarbeit, ausgeführt am Institut für Theoretische Geodäsie, Abteilung für Mathematische Geodäsie und Geoinformatik der Techn. Universität Graz  
Begutachter: Univ.-Doz. Dr. N. Barteime

Mit Hilfe der Computergraphik werden Daten räumlich dargestellt.

Dies erfolgt unter Anwendung der Rastergraphik, wobei umfangreiche Manipulationsmöglichkeiten für die Richtung einer angenommenen Lichtquelle, für den Farbbereich und den Helligkeitsbereich im Rahmen des HLS-Modells in einer dialogorientierten Benützerführung gegeben sind.

Durch die entstehenden Licht-, Farb- und Schatteneffekte wird im Betrachter ein räumlicher Eindruck erzeugt, mit Hilfe dessen oft erst globale Aussagen ermöglicht werden.

Diplomprüfung am 27. 2. 1991

*Christian Schartner*

### **Einbindung des Observatoriums Lustbühel in das europäische Triangulierungsnetz**

Diplomarbeit, ausgeführt am Institut für Angewandte Geodäsie und Photogrammetrie, Abt. f. Landesvermessung und Landinformation der Techn. Universität Graz  
Begutachter: ao. Univ.-Prof. Dr. Bernhard Hofmann-Wellenhof

In dieser Arbeit werden für einen Eisenbolzen am Dach des Observatoriums Lustbühel die Koordinaten bestimmt. Es wurde der Anschluß zu Punkten 1. und 3. Ordnung im Raum Graz gemessen. Weiters wurde ein Polygonzug zum Schöckl und das astronomische Azimut Fuchsriegel-Schöckl bestimmt. Die Höhe wurde durch ein Nivellement bestimmt. Die Meßdaten wurden wegen Lotabweichung, Normalschnitt, Geodätische Linie und wegen Höhe des Zielpunktes reduziert. Die Ausgleichung erfolgte am Internationalen Ellipsoid sowie dreidimensional.

Diplomprüfung am 27. 2. 1991

*Peter Bruno Skalicki-Weixelberger*

### **Benutzerschnittstelle für ein Landinformationssystem auf PC-Basis**

Diplomarbeit, ausgeführt am Institut für Theoretische Geodäsie, Abt. f. Mathematische Geodäsie und Geoinformatik der Techn. Universität Graz  
Begutachter: Univ.-Doz. Dr. N. Bartelme

Die Arbeit wurde grob in die Teile: „Theoretische Grundlagen“, „Schlußfolgerungen aus den theoretischen Grundlagen → Neues Konzept“ und „Umsetzung in die Praxis“ geteilt, wobei diese Abschnitte wiederum in die Bereiche Hardware- und Software-Ergonomie unterteilt wurden.

Im Kapitel „Theoretische Grundlagen“ werden die wichtigsten Literaturquellen zu diesem Themenbereich behandelt d. h. die wichtigsten Theorien ohne Wertung beschrieben.

Im Kapitel „Schlußfolgerungen → Neues Konzept“ werden diese Theorien hinsichtlich der Problematik „Benutzerschnittstelle für ein LIS“ bewertet und unter Einbringung eigener Ideen und Auschauungen ein neues Konzept erstellt. Als Ergebnis dieses Kapitels liegen sowohl für die Hardware als auch für die Software Checklisten zur Überprüfung bestehender Systeme, aber auch zur Anpassung von Neuentwicklungen vor.

Im Kapitel „Umsetzung in die Praxis“ konnten einige Punkte des neuen Konzepts erprobt werden und wertvolle Erfahrungen bezüglich der Divergenz von Theorie und Praxis gewonnen werden.

An den Beginn der Arbeit wurde eine „allg. Einführung“, die als eine Zusammenfassung ausgeführt ist, gestellt, da die vorliegende Diplomarbeit gemeinsam mit jener von M. Stromberger unter dem Thema „Erstellung eines LIS auf PC-Basis“ zusammengefaßt wurde, und dadurch der spätere Leser in beide Arbeiten rasch einsteigen kann.

Zum Abschluß wurden noch einige Zukunftsvisionen über Experten-, Sprach- und Schrift-erkennungssysteme angeführt.

Diplomprüfung am 27. 2. 1991

*Hubert Stummer*

### **Erstellung eines Deformationsanalyseprogrammes für Berechnungen im Testnetz Pfons**

Diplomarbeit, ausgeführt am Institut für Theoretische Geodäsie der Technischen Universität Graz  
Begutachter: o. Univ. Prof. Dr. Günter Chesl, Universität Innsbruck

Deformationsanalyse; 2-D-Netze; Hannover Approach  
Fortran-77-Programmsystem zur Deformationsanalyse in 2-D-Netzen nach den Grundsätzen des Hannover Approach. Vorwärts- und Rückwärtsstrategie mittels S-Transformation. Block- und Strainparameter möglich.

Erste Ergebnisse des Testnetzes Pfons.

Diplomprüfung am 27. 2. 1991

## Aus Rechtsprechung und Praxis

### Grundstücksvereinigung (§ 52 Z 3 VermG)

*Füreine Grundstücksvereinigung gemäß § 52 Z 3 VermG ist weder ein Antrag des Grundstückseigentümers noch dessen Zustimmung zu einem amtswegigen Vorgehen erforderlich.*  
(OGH 5 Ob 96/87 vom 17. 11. 1987)

Der Oberste Gerichtshof hat seinerzeit in seiner Entscheidung 5 Ob 2/78 ausgesprochen, daß das Grundbuchgericht dann, wenn die im § 12 Abs. 2 VermG geforderte Antragstellung des Eigentümers oder im Falle der amtswegigen Einleitung des Vereinigungsverfahrens durch das Vermessungsamt die Zustimmung des Eigentümers nicht vorliegt, die Grundstücksvereinigung durch Anordnung der Verbücherung des Anmeldebogens nicht vollziehen dürfe; eine dennoch angeordnete Verbücherung des Anmeldebogens sei offenbar gesetzwidrig im Sinne des § 16 Abs. 1 des Außerstreitgesetzes (siehe auch Dittrich-Hrbek-Kaluza, Das österreichische Vermessungsrecht, FN 4 zu § 12 VermG).

In seiner Entscheidung 5 Ob 41/87 setzte sich der Oberste Gerichtshof erstmals näher mit der Frage auseinander, ob nach § 52 Z 3 VermG auch gegen den Willen des Eigentümers eine Grundstücksvereinigung erfolgen könne, weil nach dieser Gesetzesbestimmung nur die Voraussetzungen nach § 12 Abs. 1 VermG gefordert werden, nicht aber die im § 12 Abs. 2 VermG angeführte Zustimmung des Eigentümers. Letztlich wurde jedoch auch in dem dort entschiedenen Fall die Verbücherung der Grundstücksvereinigung als nicht gesetzmäßig beurteilt, weil nicht urkundlich dargetan war, daß die Vereinigung im Zuge der Erhebungen nach § 38 Abs. 1 Z 2 VermG erfolgte.

Durch die Novelle des Vermessungsgesetzes, BGBl. Nr. 238/1975, wurde die Bestimmung des § 52 Z 3 VermG eingefügt, wonach Grundstücke des Grundsteuerkatasters unter der Voraussetzung des § 12 Abs. 1 VermG von Amts wegen vereinigt oder geändert werden können, wenn dies im Zuge von Erhebungen gemäß § 38 Abs. 1 Z 2 VermG durch Darstellung von Grundflächen gleicher Benützungsort in der Katastralmappe zweckmäßig ist. Diese Vorschrift soll vermeiden, daß im Zuge der Ersichtlichmachung der Benützungabschnitte die Beibehaltung der Grundstücke des Grundsteuerkatasters innerhalb eines Eigentumskomplexes zu unübersichtlichen Darstellungen in der Katastralmappe führt. Die aus den ehemaligen Kulturgattungen entstandenen Abgrenzungen der Grundstücke des Grundsteuerkatasters sollen daher mittels eines einfachen Verfahrens den vorwiegend mittels Luftbilddauswertung ermittelten Abgrenzungen der Benützungsorten angeglichen werden (Erläuternde Bemerkungen 1422 der Beilagen zur 13. GP).

In seiner Entscheidung vom 17. 11. 1987, 5 Ob 96/87, bestätigt nunmehr der Oberste Gerichtshof die Zulässigkeit der amtswegigen Grundstücksvereinigung und führt dazu aus: Im gegenständlichen Fall ist zusätzlich zur Beurkundung des Vermessungsamtes, daß hinsichtlich der Grundstücke die im § 12 Abs. 1 Z 1 und Abs. 3 VermG angeführten Voraussetzungen vorliegen, urkundlich dargetan, daß die Vereinigung der Grundstücke im Zuge von Erhebungen nach § 38 Abs. 1 Z 2 VermG zur Darstellung von Grundflächen gleicher Benützungsort in der Katastralmappe zweckmäßig ist, also die Voraussetzungen einer Grundstücksvereinigung nach § 52 Z 3 gegeben sind. Die Ansicht, daß für eine solche Grundstücksvereinigung weder ein Antrag des Liegenschaftseigentümers noch dessen Zustimmung zu einem amtswegigen Vorgehen des Vermes-

sungsamtes erforderlich sei, weil § 52 Z 3 VermG nur das Zutreffen der Voraussetzungen des § 12 Abs. 1 VermG nicht aber der im § 12 Abs. 2 VermG normierten Voraussetzungen des Eigentümerantrages oder der Eigentümerzustimmung verlange, ist nicht offenbar gesetzwidrig (vgl. dazu Dittrich-Hrbek-Kaluza, Das österreichische Vermessungsrecht, FN 1 a zu § 12 VermG).

*Ch. Twaroch*

### **Planbescheinigung (§ 39 VermG)**

*Eine inhaltliche Prüfung der Rechtsrichtigkeit der Planbescheinigung durch das Grundbuchgericht ist unzulässig. Das Gericht ist an den rechtskräftigen Bescheid des Vermessungsamtes gebunden.*

*(OHG 5 Ob 23/90 vom 24. April 1990)*

Der nunmehrige Rechtsmittelwerber suchte beim Grundbuchgericht um die bürgerliche Eintragung der Teilung eines Grundstückes an und legte mit dem Teilungsplan und der Raumordnungsgenehmigung den Bescheid des Vermessungsamtes über die Bescheinigung nach § 39 VermG vor. Diese Bescheidausfertigung ist mit der Bestätigung des Vermessungsamtes versehen, daß der Bescheid in der Rechtskraft erwachsen ist und enthält im Spruch die Bescheinigung des Teilungsplanes unter der folgenden Bedingung: „Gemäß § 39 in Zusammenhalt mit § 7a VermG ist dieser Plan mit einem Grundbuchgesuch zur Gänze durchzuführen.“

Das Erstgericht wies diesen Antrag ab, weil damit der Teilungsplan nicht zur Gänze durchgeführt werde.

Das Rekursgericht bestätigte mit der Begründung, das Grundbuchgericht sei an den rechtskräftigen Bescheid des Vermessungsamtes gebunden, dessen Bedingung nicht erfüllt worden sei, weil nicht der ganze Plan als Einheit bürgerlich durchgeführt werden solle.

Dem Revisionsrekurs wurde vom Obersten Gerichtshof nicht Folge gegeben.

Im Grundbuchverfahren als reinem Urkundenverfahren ist nur die vorgelegte Ausfertigung des Bescheides des Vermessungsamtes zu beachten. Nach § 1 Abs. 1 LiegTeilG kann die grundbürgerliche Teilung eines Grundstückes nur auf Grund eines Planes durchgeführt werden, der unter anderem von einem Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen verfaßt worden sein kann. Solche Pläne bedürfen nach § 39 Abs. 1 VermG zu ihrer grundbürgerlichen Durchführung einer Bescheinigung des Vermessungsamtes, die unter den in § 39 Abs. 2 VermG bezeichneten Voraussetzungen zu erteilen ist. Nach § 39 Abs. 4 VermG ist, wenn die grundbürgerliche Durchführung eines Planes die Durchführung eines angemerkten Planes oder Anmeldebogens voraussetzt, die Bescheinigung unter der Bedingung auszustellen, daß der angemerkte Plan oder Anmeldebogen im Grundbuch spätestens gleichzeitig durchgeführt wird.

Der vom Rechtsmittelwerber vertretenen Ansicht, die für die Wirksamkeit der Bescheinigung des Teilungsplanes vom Vermessungsamt gesetzte Bedingung könne unbeachtet bleiben, weil sie nicht auf gesetzlicher Grundlage beruhe, kann nicht gefolgt werden. Sie liefe auf eine inhaltliche Prüfung der Rechtsrichtigkeit des Bescheides der Verwaltungsbehörde durch das Gericht hinaus, die schon wegen des verfassungsgesetzlich gesicherten Grundsatzes, daß die Justiz von der Verwaltung in allen Instanzen getrennt ist (Art. 94 B-VG), unzulässig ist. Es geht dabei nicht allein um die Frage der Bindung der Gerichte an verwaltungsbehördliche Entscheidungen sondern darum, daß der Teilungsplan die grundbürgerliche Durchführung erst erfahren kann, wenn er vom Vermessungsamt bescheinigt ist. Wurde die Bescheinigung aber nur unter der nichterfüllten Bedingung einer gänzlichen Durchführung erteilt, so fehlt für die Teilverbücherung die erforderliche Bescheinigung. Selbst wenn der Bescheid des Vermessungsamtes nicht die Bedingungen enthalten dürfte, daß der betroffene Plan „zur Gänze“ oder „in einem Grundbuchgesuch zur Gänze“ durchzuführen sei, so handelt es sich doch nicht um einen nicht bindenden absolut nichtigen Verwaltungsakt. Es wäre vielmehr Sache der Partei im Verwaltungsverfahren gewesen, auf Beseitigung der Bedingungen im Verfahren vor dem zur Erteilung der Planbescheinigung berufenen Vermessungsamt zu dringen. Die vorgelegte Ausfertigung des Bescheides des Vermessungsamtes reicht für die beantragte Teilung nicht aus, weil die Bescheinigung von einer Bedingung abhängig ist, die nicht eingetreten ist.

*Ch. Twaroch*

## Mitteilungen und Tagungsberichte

### 13. Internationales Symposium für Architekturphotogrammetrie Krakau, 23.—26. Oktober 1990

Montag. Wir werden am Bahnhof erwartet und ins Hotel „Royal“ gebracht, wo noch vor kurzem nur hohes Militär untergebracht war. Das Empfangsessen für das CIPA-Komitee an geschmackvoll gedecktem Tisch. Ein Essen von Freunden für Freunde.

Am Dienstag Eröffnung des Symposiums im Senatssaal der Universität für Bergwesen und Metallurgie. Von der Wand herab betrachten uns die ehemaligen Rektoren. Eine Atmosphäre der Achtung und Würde. Auf Tradition wird wert gelegt. Ein Baum braucht Wurzeln. Die Eröffnungsansprachen sind nicht endlos, sondern angemessen. Dozent Jachimski, der Präsident der Polnischen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung, und Professor Dr. Zbigniew Sitek begrüßen als Organisatoren des Symposiums, das unter dem Motto steht: „Die Anwendung von numerischer Photogrammetrie, Fernerkundung und räumlichen Informationssystemen für die Erhaltung des architektonischen und städtebaulichen Erbes sowie für die Archäologie“. Das Ehrenmitglied der CIPA, Ing.-General Maurice Carbonnell, CIPA-Mitbegründer, setzt die Signale: Er spricht Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der Architekturphotogrammetrie an. Professor W. Borusiewicz begrüßt im Namen des polnischen ICOMOS-Committees, Professor M. Odlanicki-Poczobutt im Namen der Sektion Geodäsie der Polnischen Akademie der Wissenschaften, Professor J. Czja als Dekan im Namen der Fakultät für Markscheidekunde.

Die erste Arbeitssitzung folgt noch vormittags: Ein Resolutionskomitee wird eingesetzt, das von Anfang an auf die entscheidenden Vorschläge, auf Zukunftsweisendes und auf offene Probleme achten soll. Einige Redner, sogenannte No-shows, werden unmerklich substituiert. Overhead-Projektion und Dia-Projektion habe ich schon besser erlebt. Die Universität leidet an Geldmangel. Auch wir hatten solche Zeiten! Mich stört es nicht. Es besteht ja nun Hoffnung, daß alles besser wird. Viele der Vorträge betreffen Kriegsberichterstattung von der Praxisfront, betreffen Probleme, die woanders in anderer Mischung wieder auftreten. Neues geht daneben unter, das Wesentliche wird wenig hervorgehoben. Wir sollten solche Vorträge zusammenfassen und trotz ihrer Berechtigung kürzen. Aus dem Bergbaumuseum Bochum berichtet *L. Mauelshagen* (für andere Kollegen), daß man immer mehr multispektrale Aufnahmen für die Ausbesserung verfallenden Steinmauerwerkes einsetze. *M. Stephani* (München), klar und angenehm in seiner Sprache, wie immer, berichtet über Rasterschattierung, die grobe Fehler sofort sichtbar werden läßt, und andere Visualisierungstechniken. Für die Ausgabe der Rasterergebnisse würde dringend ein guter Photorasterplotter benötigt. Den viel zu langen Vortrag *P. Grimaldis* (Bari), glühend begeistert von den Anwendungsmöglichkeiten der Architekturphotogrammetrie für Kirchenbauten, habe ich nur deswegen in der von mir geleiteten Sitzung nicht unterbrochen, weil die reizende Angela Fattibene sein viel zu schnelles Italiano in ein wunderbar gesprochenes Englisch übersetzt hat. *M. Carbonnell* trägt für *J. P. Saint-Aubin*, Inventaire General des Monuments et des Richesses Artistiques de la France, Paris, über ein Computerprogramm vor, mit dessen Hilfe in Vektor- und Rastermodus Typologie und Detail-Elementenanalyse betrieben werden kann. Am Abend findet ein sehr gepflegter Cocktail-Empfang im Rathaus statt.

Vom 2. Arbeitstag sind folgende Beiträge berichtenswert:

*E. Wanot*, Praktikerin aus den Werkstätten für Denkmalpflege in Warschau, zeigt wunderbare Aufnahmen und Auswertungen eines buddhistischen Klosters, die von einer Zusammenarbeit mit Kollegen aus Ulan Bator, Mongolei, stammen. Erschütternd zu hören, daß hunderte Mönche in kommunistischer Zeit dort niedergemetzelt worden sind. Mit Freude berichtet sie, daß auch dort der große Wandel eingesetzt hat. *A. Almagro-Gorbea*, Granada, übrigens ein Besitzer des Wiener Programmsystems ORIENT, immer offen für Aktivität und Weiterentwicklung, gibt einen interessanten Bericht über eine schwierige Auswertung einer römischen Sonnenuhr aus dem Museum von Merida. *R. Dallas*, Vorkämpfer für eine Erneuerung der Architekturphotogrammetrie aus York, berichtet über die recht detaillierten Spezifikationen für Anwendung der Photogrammetrie in Architektur und Archäologie im United Kingdom. *U. V. Vainauskas*, aus Wilna in Litauen, hat technisch hochstehende Vorstellungen von einer Kombination von Erd- und Luftbildmeßbildern für den Einsatz in Architektur und Archäologie. *G. Eckstein*, Landesdenkmalamt Ba-

den Württemberg in Stuttgart, betont, daß die Stereoanalyse nicht genug gemeinsam mit den Fachleuten für Denkmalpflege gemacht werden könne: Der Zweiteinblick an den Auswertegeräten und das Auswerten zu zweit hätten ganz große Bedeutung. *R. Zuntopp*, Denkmalpflege Nordrhein-Westfalen, wendet Bilder einer systematischen Befliegung zur Dokumentation archäologischer Hoffungsgebiete an, um die betroffenen Geländeteile rechtzeitig unter Schutz stellen zu können. *L. Ferreira da Silva* und *C. Gomes*, Rio berichten vom Abschluß der Renovierungsarbeiten am Christus auf dem Corcovado, dem Wahrzeichen von Rio.

Am Mittwoch Nachmittag gibt es eine Führung auf den Wawel (die Krakauer Burg) und durch die Altstadt von Krakau. Geschäftslokale werden renoviert, viel Leben auf den Straßen seit dem Umbruch. Der berühmte Veit-Stoß-Altar, im Kriege nach Nürnberg verschleppt, wird in neuem Glanz gezeigt.

Donnerstag: Ich selbst trage über „Paßinformationen in der Architekturphotogrammetrie“ vor. Dank der wirklich guten Zusammenarbeit mit *J. Peipe*, Hochschule der Bundeswehr München, ist dieses Invited Paper einer der vier Arbeitsgruppen der CIPA noch rechtzeitig fertig geworden. Darin ging es darum, was man mindestens an Paßinformationen braucht und was man allenfalls sparen kann, um zwei- sowie dreidimensionale Objekte photogrammetrisch rekonstruieren zu können. *St. Bajer*, Slupsk, Polen, und seine Kollegen haben ähnliche Gedanken, wie ich sie schon in Sofia und Rom 1988 und 1989 vorgetragen habe: Wir brauchen dringend vereinfachte Methoden der photogrammetrischen Dokumentation. *F. Braum*, Zagreb, berichtet in schöner und klarer Sprache für *F. Seleskovic*, Sarajevo, über die Anwendung der terrestrischen Photogrammetrie für den Bau eines großen Denkmals, dessen 1:20er Modell in die Natur zu übertragen war. *J. Badekas*, Athen, war diesmal der einzige, der sich mit Unterwasserphotogrammetrie beschäftigte. Es ging um die Herstellung eines Bildplanes von einem alten, auf Seegrund aufgefundenen Schiffes. *J. Jachimski*, der Veranstalter, sprach in bewundernswertem Englisch über die Verwendung alter Aufnahmen für die Rekonstruktion stark beschädigter Deckenfresken in einer Kuppel. Das Problem, aus vorhandenen Perspektiven Freskistenschablonen herzustellen, taucht immer wieder auf (vergleiche Dissertation V. Vozikis, Tu Wien, 1979). *G. Fangi*, Ancona, stellt eine verbesserte Version seines Stereodigitizers für das Rolleimetric-System vor. — Alle Vorträge werden im Kongreßbericht veröffentlicht werden.

In der Schlußsitzung wird die folgende Resolution beschlossen:

„The Symposium

- noting that only few percent of the worlds historic monuments and sites are properly documented,
- recognising new possibilities of photogrammetric recording with the use of nonmetric and partial metric cameras and simple restitution systems,
- recognising also that appropriate control information could further facilitate the documentation,
- recommends that an effort should be placed on:
  - the design and formation of simple and economic systems, and
  - further studies for the optimisation of control information.“

Beim Abschlußbankett unterhält uns das Studenten-Trachtenorchester Krakaus und führt Volkstänze vor. Der Kongreß tanzt. Die abschließende Exkursion, unterbrochen durch die viel zu kurzen Beratungen über die zukünftigen Arbeiten der CIPA und über neue Statuten, führt uns diesmal nach Tschenschtochau und Warschau, wo uns die unglaublichen Wiederaufbauleistungen Polens große Bewunderung abverlangen. Die Organisatorin, Frau E. Wanot, erweist sich als großartige Problemlöserin bei vergessenen Pässen, fehlenden Zimmern oder versäumten Transportmöglichkeiten; wo Frau Wanot, dort keine Not. Schließlich funktioniert alles.

Das 14. Symposium für Architekturphotogrammetrie wird von 2. bis 5. 10. 1991 in Delphi, Griechenland stattfinden. Die Symposiumsleitung liegt bei

Prof. Dr. J. Badekas  
 Laboratory of Photogrammetry  
 National Technical University of Athens  
 9, Iroon Polytechniou  
 GR-15573 ATHENS  
 Tel. (00301) 7708650  
 Fax (00301) 7708550

Beiträge zum sehr allgemein gehaltenen Leitthema „Architekturphotogrammetrie und Informationssysteme“ sollten möglichst bald und direkt beim Veranstalter angemeldet werden. Für den 30. 9 und 1. 10. 1991 ist ein Trainingsseminar für praktische Architekturphotogrammetrie für maximal 15 Teilnehmer ausgeschrieben, das Dr. A. Georgopoulos, Athen und R. W. A. Dallas, York, leiten (Kosten: US\$ 400,00).

*P. Waldhäusl*

### Internationales Anwenderforum 1991

Rund 550 Teilnehmer aus 12 Ländern kamen nach Duisburg, um dort am 20. und 21. 2. 91 am Internationalen Anwenderforum 1991, das unter dem Motto „Geo-Informationssysteme und Umweltinformatik“ stattfand, teilzunehmen. Wie vor zwei Jahren wurde auch diesmal diese Tagung von der Universität Duisburg, der Stadt Duisburg, der Akademie für Wissenschaft und Technik in Duisburg sowie der Siemens Nixdorf Informationssysteme AG (SNI) veranstaltet. Pünktlich zu Beginn lag der Tagungsband mit 59 Beiträgen auf 620 Seiten in Buchform vor. Interessenten können dieses Buch, das unter dem Titel „Geo-Informatik, Anwendungen, Erfahrungen, Tendenzen“, Hrsg. M. Schilcher, im Verlag der Siemens AG erschienen ist und sowohl hinsichtlich der Beiträge als auch der Aufmachung und Ausführung als sehr gut zu beurteilen ist, zum Preis von DM 146,— im Buchhandel erwerben.

Die Tatsache, daß zur gleichen Zeit die „5. Duisburger Recycling-Tage“ stattfanden, boten den Organisatoren die interessante Möglichkeit, beide Kongresse mit einer gemeinsamen Eröffnungsveranstaltung zu beginnen. Allen Teilnehmern konnte damit die Wichtigkeit interdisziplinärer Zusammenarbeit und fachübergreifendem Gedankenaustausch eindrucksvoll nähergebracht werden. Zur fachspezifischen Einstimmung wurde der Vortragsreigen des Anwenderforums mit zwei Übersichtsvorträgen begonnen. D. FRITSCH, TU München, brachte es gekonnt fertig, in nur 30 Minuten die wichtigsten Punkte zu den Themen Stand, zukünftige Anforderungen und Ausblicke von Geo-Informationssystemen zu behandeln. Anschließend berichtete B. SONNE für den Mitveranstalter SNI über die gegenwärtige Situation und künftige Schwerpunkte auf dem Soft- und Hardwaresektor dieses Unternehmens.

In den folgenden 3 Halbtagen gab es 7 Parallelsitzungen zu den 9 Schwerpunktthemen:

- GIS-Trends und neue Entwicklungen
- GIS & Hybride Grafik
- Künstliche Intelligenz (KI) & GIS
- GIS & Kataster
- GIS & Kommunen
- GIS & Energieversorgung
- GIS & Stadtentwässerung
- GIS & Umwelttechnik und
- GIS & Projekte.

Mit dieser Auflistung wird klar, daß die Veranstaltungsteilnehmer nicht alle Sitzungen besuchen konnten. Vielmehr mußte sich jeder die für ihn wichtigsten Vorträge aus den insgesamt 65 Beiträgen bzw. einen Workshop über KI auswählen. Für den vorliegenden Veranstaltungsbericht wurden nach subjektiven Gesichtspunkten jene Themen und Beiträge ausgewählt, die in Verbindung mit der GIS-Thematik derzeit in Österreich besondere Aktualität haben. Zusätzlich sind alle Beiträge österreichischer Referenten angeführt.

Es ist bekannt, daß in Österreich ein CAD-Produkt auf PC-Basis, das vielfach zur Gewinnung graphischer Daten eingesetzt wird, einen hohen Marktanteil hat. Bei Geo-Informationssystemen hingegen hat bisher kein Anbieter eine ähnliche Marktposition erreicht. Damit wird die Wichtigkeit des Datenaustausches zwischen unterschiedlichen Systemen unterstrichen. Dieser Thematik galten die Ausführungen von A. DIETRICH, Bad Reichenhall bzw. Unken. Dabei gelang es ihm die allgemeinen Anforderungen und Probleme derartiger Umsetzprogramme gut herauszuarbeiten. Hybride GIS werden in Zukunft z. B. für die Bearbeitung von Umweltaufgaben und automatisierte Problemlösungen der Kartographie immer wichtiger. Über die Erstellung und Einbindung eines digitalen Orthophotos in das System SICAD-HYGRIS berichtete G. OTEPKA, Imst. Grundlage seines Beitrages war die Diplomarbeit von J. WIGGERING, die von diesem an der Fachhochschule Karlsruhe eingereicht wurde.

Die Gegebenheiten der amtlichen Vermessung in Deutschland sind bekanntlich nicht 1:1 auf Österreich übertragbar. Auch gilt nicht automatisch, daß man in Österreich mit Neuerungen und Entwicklungen auf diesem Sektor dem Stand in der BRD nachhinkt. Umgekehrt wäre es nach Meinung des Berichterstatters aber unklug, würde man die im Zusammenhang mit der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) und dem amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem (ATKIS) im letzten Jahrzehnt gewonnenen und vorliegenden Ergebnisse nicht auf ihre Anwendbarkeit und Übertragbarkeit unter Berücksichtigung österreichischer Verhältnisse prüfen. Aus dieser Sicht sind die vier Beiträge zum Themenschwerpunkt „GIS & Kataster“ durchwegs als interessant und lesenswert zu bezeichnen.

Der Wichtigkeit von Geo-Informationssystemen für die Bewältigung von Verwaltungsaufgaben in Großstädten hat der Österreichische Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie mit der Artikelserie „Kommunale Informationssysteme in Österreich“ Rechnung getragen. In unseren Großstädten werden diese Entwicklungen vielfach durch kommunale oder landeseigene Ver- und Entsorgungsunternehmen mitgetragen und/oder mitfinanziert. Für jeden, der sich in Österreich mit kommunalen Informationssystemen (KIS) beschäftigt, ist die Lektüre der Beiträge zu den Themenschwerpunkten „GIS & Kommune“, „GIS & Energieversorgung“ sowie „GIS & Stadtentwässerung“ zu empfehlen. Aus Österreich berichteten dazu P. FISCHER und P. WITHALM, Salzburg, über das von ihnen für die Stadt Salzburg erstellte zukunftssträchtige Konzept, erste Anwendungen und die eingegangenen Kooperationen. Mit dieser Zusammenarbeit erhoffen sie in Salzburg eine relativ rasche und kostengünstige Projektrealisierung erreichen zu können. Die Vorteile kommunaler Informationssysteme im großstädtischen Bereich steht außer Zweifel. Aber auch Klein- und Kleinstgemeinden benötigen ähnliche Möglichkeiten. Eine derartige Kommune wird für die Installation eines KIS sicherlich jedoch keine eigene EDV-Abteilung mit entsprechendem Personal und Großrechenanlagen einrichten können. Daher müssen dort etwas andere Wege gegangen werden. K. MEISSL berichtete über das von der Ingenieurgemeinschaft Vermessung AVT entwickelte Konzept und über erste Ergebnisse, die dieses Ingenieurbüro gemeinsam mit der GEMDAT und SNI unter Verwendung des graphischen Arbeitsplatzes WX 200 und des Softwaremodules SICAD-VIEW bei der Verbindung kommunaler Verwaltungssoftware mit einem graphischen Auskunftssystem erzielt hat.

Neben den Fachvorträgen gab es auf Großbildschirmen noch SICAD-Präsentationen zu den Themen Stadt- und Bauleitplanung, Energieversorgung, Kanal, Flächenverschneidung mit dem neuen Produkt SICAD-AREA-ANALYSIS für Umweltaufgaben und hybride Anwendungen.

Die Kaffeepausen zwischen den Vorträgen und eine gemeinsame Abendveranstaltung in der Mercatorhalle der Stadt Duisburg bot den Teilnehmern Gelegenheit für manchen Ideenaustausch sowie die Erörterung von Fachproblemen, für persönliches Kennenlernen sowie die Auffrischung bereits bestehender Kontakte.

Tagungen zur Thematik Geo-Informationssystem haben derzeit Konjunktur. Im Vorwort zum Tagungsband schreibt M. SCHILCHER, daß eine Zusammenarbeit von Anwendern, Industrie und Forschung Basis für den erfolgreichen Einsatz und die schnelle Wirkung von GIS sind. Bei der Auswahl der Vortragenden wurde diese Mischung von Vertretern aus den drei angeführten Gruppen eingehalten, wodurch sich diese Tagung von ähnlichen Veranstaltungen unterscheidet. Nach Meinung des Berichterstatters sollte diese Veranstaltung auch zukünftig als Anwenderforum mit der ihr eigenen Charakteristik erhalten bleiben und 1993 wieder ein derartiges Symposium stattfinden können. Zum Internationalen Anwenderforum 1991 ist Dr.-Ing. M. Schilcher und seinem Team nur zu gratulieren. Die Lektüre des Tagungsbandes gibt jedem Interessierten einen guten Überblick über den derzeitigen Stand und realistische Entwicklungsmöglichkeiten von Geo-Informationssystemen.

*Gottfried Otepka*

### Neue photogrammetrische Lösungen von Leica

Leica, die neue Gruppierung weltberühmter, in der Technologie der Optomechanik/Elektronik führender Gesellschaften, präsentiert eine Reihe neuer Lösungen für die Photogrammetrie. Diese Neuheiten sind nicht nur höchst innovativ, sondern auch voll kompatibel mit den bisherigen, erfolgreichen photogrammetrischen Systemen.

#### 1. Die neue photogrammetrische Arbeitsstation SD 2000:

Der SD 2000 ist ein kompaktes analytisches Stereoauswertegerät mit einer neuen, vom Benutzer definierbaren und von der Applikations-Software unabhängigen graphischen Benützeroberfläche. Dieses Tisch-System setzt neue Maßstäbe in Operateur-Komfort und Leistungsfähigkeit. Der SD 2000 ist voll kompatibel mit allen photogrammetrischen Hardware- und Software-Systemen von Leica, wie auch mit einer großen Auswahl von externer Kartierungs-Software. Im März 1991 wurden drei Versionen des SD 2000 vorgestellt: Mit der Kartierungs-Software MAPCE (UNIX), mit PC-PRO600/MicroStation (MS-DOS) und mit einer Auswahl von externer Software.

#### 2. Die neue digitale photogrammetrische Station DVP:

Der Digitale Video Plotter ist ein kostengünstiges, aber sehr produktives und bedienerfreundliches System zum Erfassen von digitalen Daten für eine Vielzahl von umweltbezogenen und kartographischen Anwendungen. Im DVP werden digitalisierte Stereopaare von Photographien auf einem Bildschirm dargestellt und über ein einfaches Spiegelstereoskop ausgewertet. Die funktionelle Software läuft auf gewöhnlichen Personal Computern.

#### 3. Das photogrammetrische Universal-System BC3:

Der BC3 ist neu mit der Raster-Bildeinspiegelung RISIS in Mono- oder Stereo-Version lieferbar, für leistungsfähige Datenerfassung und Kartennachführung.

#### 4. Das modulare photogrammetrische System DSR L.M.T.

Die mit dem neuen, von Hardware und Software unabhängigen Leica Mapping Terminal L.M.T. des SD 2000 ausgerüstete Serie DSR gestattet dem Benutzer, mit dem Hauptrechner, dem Betriebs-System und der Applikations-Software seiner Wahl zu arbeiten. Leica bietet sowohl hochentwickelte Kartier-Software, als auch neue Schnittstellen zu zahlreichen externen Anwender-Programmen an. Die neue, voll programmierbare graphische Benützer-Oberfläche des L.M.T. ermöglicht ein einheitliches, von der Applikations-Software unabhängiges Arbeitsfeld; dies erhöht sowohl den Operateurkomfort, als auch die Leistungsfähigkeit des Systems.

#### 5. Die neue Leica-Software MAPIT für on-line Datenerfassung und Editierung im Betriebssystem VMS:

MAPIT ist ein modulares Software-System; die Optionen sind:

- MAPIT COLLECTOR, für schnelle, unstrukturierte Datenerfassung und automatisiertes Editieren im Batch-Modus, für saubere Daten
- MAPIT EDITOR ist ein Zusatzmodul für topologisch strukturierte Daten, wie sie in den GIS/LIS benötigt werden
- MAPIT UPGRADE bietet die Verbindung zu einem vollständigen LIS (Leica INFOCAM) mit dem relationalen Datenbanksystem ORACLE, auch für komplexe Abfragen

#### 6. „Leica-Photogrammetrie“ — in eigener Sache

Als expandierendes Unternehmen hat Wild Heerbrugg 1988 Kern Aarau gekauft. Durch Fusionierung der Cambridge-Instrument Company plc (Mikroskopie) mit der Wild Leitz Holding hat auf Konzernebene ein weiterer Zuwachs stattgefunden, der „Leica“-Konzern entstand. Der Sektor „Photogrammetrie“ des Leica-Konzerns ist in der Abteilung „Vermessung und photogrammetrische Systeme“ integriert. Photogrammetrie-Produktentwicklung und Marketing sind in Aarau konzentriert. Die photogrammetrische Produktion erfolgt im modernst ausgestatteten, leistungsstarken Heerbrugger Werk.

Die neue digitale photogrammetrische Station DVP

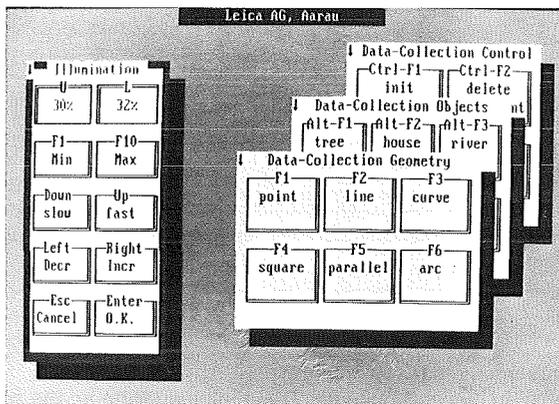


Die neue photogrammetrische Arbeitsstation SD 2000

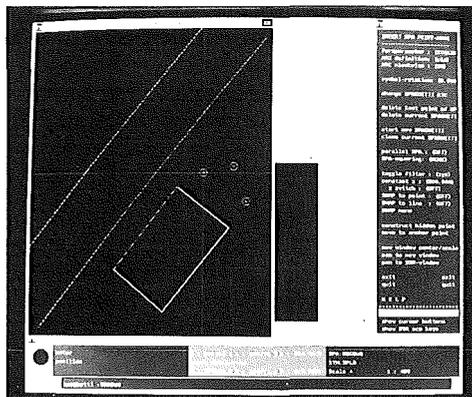




Das photogrammetrische Universal-System BC3 mit Raster-Bildeinspiegelung RISIS



Der neue Leica Mapping Terminal L.M.T.



Die neue Leica Software MAPIT für on-line Datenerfassung und Editierung

## Persönliches

### o. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Friedrich HAUER — zum Gedenken

Für diese Zeitschrift (Heft 4, S. 277—278, 74. Jahrgang 1986) hat Professor Dr. H. Schmid eine ausführliche Biographie des Verstorbenen verfaßt. Außerdem sind die Hefte 18 und 29 der Geowissenschaftlichen Mitteilungen der Studienrichtung Vermessungswesen der Technischen Universität Wien Professor Dr. Friedrich Hauer gewidmet. Um Wiederholungen zu vermeiden, wird deshalb im folgenden kein detailliertes Lebensbild des Verstorbenen gezeichnet, sondern die Rede, die an der Beerdigung gehalten wurde, wörtlich wiedergegeben.



Sehr verehrte Trauergemeinde,  
Ich wurde gebeten, in dieser Stunde der Trauer einige Worte an Sie zu richten. Ich stelle meine kurze Rede unter das Motto

„Eines Menschen Zeit“.\*)

Diese Worte bringen zum Ausdruck, daß der Mensch nur eine begrenzte Zeit Gast in dieser Welt ist. Eines Menschen Zeit ist am 14. Feber 1991 zu Ende gegangen, und zwar jene von Professor Dr. Friedrich Hauer. Seine Zeit in dieser Welt dauerte fast 85 Jahre.

Seine Zeit hat 1906 im Waldviertel in Thaya an der Thaya begonnen. Anschließend folgte seine Zeit als Realschüler in Waidhofen an der Thaya.

Seine Zeit als Student und als junger und engagierter Wissenschaftler verbrachte er an der Technischen Hochschule Wien. Bereits im 44. Lebensjahr war seine Zeit für eine Berufung als ordentlicher Universitätsprofessor gekommen. Im Jahre 1954 war Professor Hauer's Zeit reif für die Wahl zum Dekan. In seiner Dekanszeit wurde die Fakultät für Mathematik und Physik mit der Fakultät für Chemie zur Technisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät vereinigt.

Die 50er und 60er Jahre waren die Zeit seiner größten Schaffenskraft. Um diese Zeit war er auch sehr erfolgreich als Ingenieurkonsulent für Vermessungswesen tätig.

Ich bitte um Verständnis, daß ich als ehemaliger Rektor nochmals auf seine Zeit an der Technischen Universität Wien zurückkomme. Ende der 60er Jahre brachte der Verstorbene sehr viel Zeit für die allgemeinen Belange der Technischen Universität Wien auf. Er leitete viele Jahre die Ehrungskommission des Akademischen Senates.

\*) Diesen Titel trägt ein Buch von Peter Bamm, das 1972 im Droemer Knaur Verlag erschienen ist.

Unter seinem Vorsitz wurde das Studium des Vermessungswesens zeitgemäß reformiert. Unter seinem Vorsitz wurden mehrere Ordinarii an die Technische Universität Wien berufen. Unter seinem Vorsitz haben viele Studierende die zweite Staatsprüfung abgelegt. Ihm und seinen Kollegen aus dieser Zeit verdankt die Studienrichtung für Vermessungswesen die Unterbringung in der Gußhausstraße. Die letzte große Zeit des Verstorbenen war die Präsidentschaft der Österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung, jenem Gremium, das die wissenschaftlichen Belange auf diesem Fachgebiet in Österreich koordiniert. Aber auch im Ausland war sein Rat gefragt: Unter anderem war er korrespondierendes Mitglied der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

Bis jetzt habe ich mich dem beruflichen Werdegang Professor Hauers gewidmet; seine Zeit als Familienvater blieb unerwähnt. Den privaten Bereich möchte ich zur Abrundung nur mit einem beispielhaften Erlebnis erwähnen, das sich am 17. Jänner dieses Jahres zugetragen hat. An diesem Tag haben wir den 93. Geburtstag Professor Neumaiers am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung gefeiert. Professor Hauer nahm an dieser Feier teil. Er war aber auf die Stütze seines Sohnes und auf die Stütze eines seiner Enkelkinder angewiesen.

Für uns alle, die wir heute zusammengekommen sind, ist jetzt die Zeit des Abschiedes von Professor Hauer gekommen. Wir verabschieden uns in Dankbarkeit.

Wir, das sind die engeren und weiteren Familienangehörigen.

Wir, das sind viele der 417 Absolventen, die ihr Diplom zu Professor Hauer's Zeit erhalten haben.

Wir, das sind viele seiner 30 Assistenten und ehemaligen Mitarbeiter am Universitätsinstitut und im Ingenieurbüro.

Wir, das sind viele seiner Freunde und Kollegen.

Wir alle wollen den Verstorbenen in bester Erinnerung behalten.

Wien, 27. Feber 1991

*Karl Kraus*

### **Zum 80. Geburtstag von Präsident i. R. Dipl.-Ing. Ferdinand EIDHERR**

darf wohl im Namen aller im österreichischen Vermessungswesen Tätigen herzlich gratuliert werden.

Sein Lebenslauf ist bereits in vielen Publikationen behandelt worden und soll hier nur zusammenfassend dargestellt werden.

Ferdinand Eidherr wurde am 10. März 1911 in Wien-Floridsdorf als Sohn von Ferdinand Eidherr und Emilie Eidherr geb. Foltin geboren. Er besuchte in Wien die Realschule und studierte an der damaligen Technischen Hochschule in Wien in den Jahren 1929 bis 1933 Vermessungswesen. Die zweite Staatsprüfung legte er am 16. Dezember 1933 ab.

Der Eintritt in das Berufsleben war geprägt durch die sozialen Schwierigkeiten Österreichs in den Dreißigerjahren. Dienstverhältnisse wurden damals kurzfristig auf Zeit geschlossen, offenbar um dienstrechtliche Verpflichtungen des Dienstgebers zu vermeiden.

So war Dipl.-Ing. Eidherr vorerst vom 20. März 1934 bis zum 19. März 1935 Fachdienstleister für den höheren Vermessungsdienst im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen.

Vom 20. März 1935 bis 31. Oktober 1935 und vom 2. Jänner 1936 bis zum 7. August 1936 war dann Dipl.-Ing. Eidherr Zeitangestellter bzw. Hilfstechniker im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen.

Am 8. August 1936 wurde er als Aspirant für den Höheren Dienst aufgenommen und wurde am 1. August 1937 Beamtenanwärter im Vorbereitungsdienst für den Höheren Dienst als provisorischer Vermessungskommissär. Zur Dienstleistung wurde Dipl.-Ing. Eidherr dem damals noch bestehenden Vermessungsamt Zistersdorf zugeteilt. Im gleichen Jahr wurde er auch mit der Leitung dieses Amtes betraut.

Die Fachprüfung für den Höheren Vermessungsdienst legte Dipl.-Ing. Eidherr am 30. April 1938 ab.

Vom 14. Mai 1941 bis zum 16. Juni 1945 war er Soldat, war nach dem Krieg noch kurz in den Vermessungsämtern Zwettl, Zistersdorf und Gänserndorf tätig und wurde am 1. Juli 1958 mit der Leitung des Inspektorates für das Vermessungswesen für Wien, Niederösterreich und Burgen-

land betraut. In dieser Zeit widmete er sich sowohl der Erneuerung des Schriftoperates des Katasters durch seine Mitwirkung an der Einführung des Lochkartensystems, als auch der Erneuerung des technischen Operators durch die Schaffung der ersten großräumigen EP-Netze in Niederösterreich, durch den Einsatz der Photogrammetrie für die Reambulierung der Katastralmappe und durch seine Mitwirkung an der Anlegung der Aufbaumappe und später des Zahlenplanes.

Mit Wirksamkeit vom 12. Oktober 1961 wurde er mit der Leitung der Abteilung K 1 „Technisch-administrative Angelegenheiten“ betraut. Damit oblag ihm die Planung, Organisation und Verwaltung im Bereich der Grundlagenvermessungen, des Katasters und der Vermarkung und Vermessung der Staatsgrenzen.

Am 1. Juli 1965 wurde Dipl.-Ing. Eidherr zum wirkl. Hofrat ernannt und am 1. Jänner 1967 zum Leiter der Gruppe K „Grundkataster und Grundlagen des Vermessungswesens“ bestellt.

Mit Entschließung des Bundespräsidenten vom 11. Dezember 1968 wurde Dipl.-Ing. Eidherr mit Wirksamkeit vom 1. Jänner 1969 zum Präsidenten des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen ernannt.

Schon als Gruppenleiter beeinflusste er maßgeblich die Schlußverhandlungen um das Vermessungsgesetz, während er sich als Präsident mit seiner ganzen Durchschlagskraft für die Realisierung dieses Gesetzes einsetzte. Mit seinem sicheren Gefühl für zukunftssträchtige und richtungweisende Lösungen widmete er seine letzten Dienstjahre der Einführung der automationsunterstützten Datenverarbeitung im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, insbesondere im Bereich der Grundstücksdatenbank und der Koordinatenbank, aber auch auf dem Gebiete des Digitalen Geländehöhenmodells.

Es muß nicht besonders erwähnt werden, daß ein jahrzehntelang in leitenden Funktionen tätiger Fachmann in zahlreichen Qualifikations-, Disziplinar- und Prüfungskommissionen als Mitglied und Vorsitzender tätig war.

Seine umfassenden Fachkenntnisse vermittelte Präsident Dipl.-Ing. Eidherr vorerst an junge Fachkollegen in der Höheren Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt Wien I und später auch als Universitätslektor an der Universität für Bodenkultur und an der Technischen Universität Wien. An beiden Universitäten gehörte Präsident Eidherr auch den zuständigen Prüfungskommissionen an.

Präsident Dipl.-Ing. Ferdinand Eidherr trat hochdekoriert mit Ablauf des 31. Dezember 1976 in den Ruhestand.

Bereits im Jahre 1956 wurde ihm das Silberne Ehrenzeichen für die Verdienste um die Republik Österreich verliehen. Im Jahre 1971 wurde er zusätzlich mit dem Großen Goldenen Ehrenzeichen für Verdienste um die Republik Österreich und im Jahre 1975 mit dem Goldenen Komturkreuz des Ehrenzeichens für Verdienste um das Bundesland Niederösterreich ausgezeichnet. Im Zusammenhang mit dem Übertritt in den Ruhestand wurde ihm weiters das Goldene Ehrenzeichen für Verdienste um das Land Wien verliehen. Die Technische Universität Wien würdigte seine Verdienste durch die Verleihung des Titels „Ehrensator“ und die Universität für Bodenkultur zeichnete ihn mit der Ehrennadel aus. Der Österreichische Verein für Vermessungswesen und Photogrammetrie ernannte Dipl.-Ing. Eidherr zum Ehrenmitglied. Der Herr Bundespräsident sprach ihm für seine besonderen Verdienste Dank und Anerkennung aus und auch der damalige Bundesminister für Bauten und Technik brachte seinen Dank in einem herzlich gehaltenen Schreiben zum Ausdruck.

Es verbleibt uns somit nur mehr, Präsident i. R. Dipl.-Ing. Ferdinand Eidherr, auch an dieser Stelle nochmals für sein bahnbrechendes und zukunftsweisendes Wirken für das österreichische Vermessungswesen zu danken und ihm noch viele glückliche, zufriedene Jahre bei bestmöglicher Gesundheit zu wünschen.

*Friedrich Hrbek*

## Veranstaltungskalender

**4. bis 6. September 1991: ISPRS Conference on Digital Photogrammetric Systems, München/Deutschland.** Photogrammetrische Systeme für die digitale Bildverarbeitung gewinnen in zunehmendem Maße an Bedeutung. Sie sind derzeit an der Schwelle, die analytischen Plotter an Wichtigkeit zu übertreffen. Die Arbeitsgruppe II/III der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung (ISPRS) beschäftigt sich mit den wissenschaftlichen und technologischen Aspekten des Designs und der Algorithmen von Photogrammetrischen Workstations. Das Symposium wird sich mit den folgenden Bereichen beschäftigen:

- digitale Bildanalyse mit Schwerpunkt „topographische Anwendungen“,
- Aspekte des Designs von digitalen photogrammetrischen Systemen,
- am Markt verfügbare operationelle Systeme,
- Anforderungen des Benützers an digitale photogrammetrische Systeme,
- Beziehung zu Radar, Fernerkundung und Visualisierung.

Am 3. September findet ein Tutorial über Design- und Algorithmusaspekte von digitalen photogrammetrischen Systemen statt. Das Symposium findet an der Technischen Universität in München statt, wobei das Organisationskomitee aus Prof. Dr.-Ing. H. Ebner, Dr.-Ing. habil. D. Fritsch und Dr. Ing. C. Heipke besteht.

*Information und Anmeldung:* Dr. Ing. C. Heipke, Technische Universität München; Lehrstuhl für Photogrammetrie, Arcisstr. 21, D-8000 München 2, Deutschland.

### **18.—21. September 1991: Internationale Fachmesse und Kongreß für Geowissenschaften und Geotechnik, Geotechnica, Köln**

Zur geotechnica-Premiere, die in den Rheinhallen des Kölner Messegeländes stattfindet, werden die Marktführer aus dem Angebot für die Geodäsie, die Photogrammetrie, die Kartographie, die Nah- und Fernerkundung erwartet, sowie führende Bauunternehmen, um damit auch die „klassische“ Geotechnik zu nennen und abzudecken. Nach dem derzeitigen Stand der Anmeldungen, Optionen und Interessensbekundungen werden rund 300 Anbieter teilnehmen.

Die geotechnica, die von der KölnMesse mit ideeller Trägerschaft der Alfred-Wegener-Stiftung, Bonn, durchgeführt wird, schließt die Lücke zwischen der akuten Nachfrage nach geotechnischen Systemen, Verfahren und Lösungen, die mit jedem neuen Umwelt-Problem wächst, und dem Angebot, das die feinmechanische und optische Industrie, die Hersteller von Meßgeräten aller Art, die Fahrzeugindustrie, Hardware- und Software-Anbieter für Informations- und Kommunikationssysteme, Maschinenbauunternehmen und Produzenten von Labortechnik in Köln zur Verfügung stellen werden. Fast sämtliche Sparten der Investitionsgüterindustrie sind damit angesprochen, ebenso wie die Anbieter von Know-how: Dienstleister in Beratungsfirmen, Hoch- und Tiefbaugesellschaften oder Entsorgungsunternehmen.

Rund die Hälfte der Unternehmen zur geotechnica wird aus dem Ausland kommen, vielfach im Rahmen von Gruppenbeteiligungen, in denen sich die Anbieter dieser Staaten — oft kleine und mittelständische Firmen mit hohem technologischen Potential — gemeinsam vorstellen. Die Gruppen kommen aus den USA, Kanada, Australien und den skandinavischen Ländern und werden in der Regel von staatlichen Exportorganisationen wie beispielsweise in den USA vom Department of Commerce organisiert. Die amerikanische Beteiligung setzt Schwerpunkte im Angebot für die Geophysik, aus Kanada kommen darüber hinaus Produkte für den Bereich Fernerkundung. Die Länderstatistik wird nach dem derzeitigen Stand von der Bundesrepublik Deutschland angeführt, auf den nächsten Plätzen folgen Kanada, die USA, Großbritannien, Australien, Frankreich und Belgien.

Gemeinschaftsbeteiligungen kommen auch aus der Bundesrepublik Deutschland. Das Technologiezentrum Hildesheim stellt seine Mitgliedsunternehmen auf einem Gemeinschaftsstand vor, die meisten Bundesländer, darunter Ost- und West-Berlin sowie Nordrhein-Westfalen, präsentieren sich über ihre Universitäten und ihre geotechnischen Landesämter. Einige Verbände und Institutionen werden die vier Messe- und Kongreßtage für die Durchführung eigener Veranstaltungen nutzen. Darunter befinden sich beispielsweise die Mitgliederversammlung des Bundes der Öffentlich Bestellten Vermessungsingenieure (BDVI) und eine Tagung der Deut-

schen Gesellschaft für Photogrammetrie. Nicht nur sie werden die Inhalte von Messe und Kongreß bereichern, dies gilt auch für das geotechnica-Engagement von Organisationen wie der European Space Agency (ESA), der Deutschen Agentur für Raumfahrtangelegenheiten (DARA) oder des Bundesministeriums für Forschung und Technologie, die in Köln als Aussteller ihre Fachgebiete vertreten.

Zu den hervorragenden internationalen Präsentationen auf der geotechnica zählt eine Sonderschau mit dem Titel „Internationale Koordinationsaktivitäten in Umweltforschung und Umweltmanagement“, in der unter Federführung des „Harmonization of Environmental Measurement“-Programms der Vereinten Nationen (UNEP-HEM) verschiedene weltweite Programme und Initiativen wie beispielsweise das UNESCO-Programm „Mensch und Biosphäre“ oder die Aktivität des „Global Change“-Sekretariats vorgestellt werden sollen. Die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe organisiert eine Gemeinschaftsausstellung mit den geologischen Landesämtern aus der Bundesrepublik Deutschland — darunter auch denen der fünf neuen Bundesländer.

Viele prominente Institutionen und Verbände aus der Bundesrepublik Deutschland stellen ihre Projekte in Kooperation mit ihren Partnern in Industrie und Dienstleistung vor. Dies gilt beispielsweise für die Stadt Köln und ihr „Abwasserkonzept 2000“, welches als vorbildliches Modellprojekt auch zeigt, wie hoch das technologische Potential Nordrhein-Westfalens ist. Gerade in diesem Bereich erwartet die geotechnica viele Besucher aus den Kommunen, die das entsprechende Know-how und die Partner in der Industrie suchen.

Parallel zur geotechnica als Messe veranstaltet die Alfred-Wegener-Stiftung den in erster Linie anwenderorientierten Kongreß, der sich dem Generalthema „Bewahrung der Erde — Herausforderung an die Wissenschaft und Technik“ widmen wird.

Informationen:

Zum Kongreß: Cologne Congress; Management GmbH, Postfach 180180, W-5000 Köln 1;

Tel. 221/23 64 13, Telefax: 221/24 94 47

Zur Fachmesse: Gesell GmbH & Co KG.; Kaasgrabengasse 37, Postfach 88, 1191 Wien;

Tel. 0222/32 50 37/8, Telex: 13 52 97, Telefax: 0222/32 63 44

19.—21. Sept. 1991: **11. Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung (DGPF)** in Verbindung mit der geotechnica, einem Internationalen Kongreß für Geowissenschaften und Geotechnik mit Messe (Veranstalter: Alfred-Wegener-Stiftung). Kongreß und Messe (18.—21. September 1991) Gesamtmotto: *Bewahrung der Erde — Herausforderung an Wissenschaft und Technik.*

Von den vier Vortragsblöcken der geotechnica ist Block 2A mit der Plenarveranstaltung der DGPF am 19. September 1991 identisch.

Thema: *Erfassung und Erkundung des Systems Erde.*

Zu den vier Sitzungen der Plenarveranstaltungen nämlich

- Blick aus dem Weltraum —
  - Unterstützung eines globalen Managements
- Kartenerstellung und Geoinformationssysteme —
  - Aufnahmen und Überwachen
- Künstliche Intelligenz —
  - Ordnen und Ergänzen bruchstückhafter Zeugnisse
- Blick aus dem Weltraum —
  - Erweiterung des menschlichen Horizontes,

mit insgesamt 13 Vorträgen sind namhafte Persönlichkeiten aus Forschung, Wirtschaft, Industrie und Politik aus dem In- und Ausland eingeladen. Die Vorträge werden teils in deutscher, teils in englischer Sprache gehalten.

Am 20. September 1991 finden aktuelle Sitzungen der Arbeitskreise der DGPF statt und zwar „*Interpretation von Fernerkundungsdaten*“, „*Bildanalyse*“ und „*Ingenieurphotogrammetrie*“, „*Geo-Informationssysteme*“, „*Ausbildung*“ und „*Terminologie*“.

Am 21. September 1991 besteht Gelegenheit, die 7 Vorträge des Blocks 4 der geotechnica mit dem Thema „*Umsetzung der Erkenntnisse zum Schutze der Umwelt*“ zu besuchen. Interessenten wenden sich bitte an die Veranstalter.

DGPF-Jahrestagung: Prof. Dr.-Ing. E. Dorrer  
 c/o UniBw München  
 Werner-Heisenberg-Weg 39  
 DW—8014 Neubiberg  
 Tel. 089-6004-3448;3435  
 geotechnica: Alfred-Wegener-Stiftung  
 Ahrstraße 41  
 DW—5300 Bonn 2  
 Tel. 0228-302-260

**25. bis 27. Mai 1992: Internationales Forum für Geographische Instrumentierung und Information — FI3G, Straßburg, Frankreich.**

Das Ziel dieser Veranstaltung ist, ein Treffen der wichtigsten französischen und anderen europäischen Partner mit der internationalen geographischen Gemeinschaft zu ermöglichen. Das Forum findet gleichzeitig mit dem 31. Nationalen Kongreß der Geometer statt. **FI3G 1992** wird besonders die Probleme betonen, die durch unterschiedliche Systeme entstehen. Es soll über Lösungen diskutiert werden, die morgen erlauben, geographische Informationen ohne Grenzen hinweg auszutauschen.

In den Plenarsitzungen werden folgende thematische Bereiche behandelt:

1. Geographische Informationssysteme (GIS) und die Verwaltung von Administrativen Bezirken und natürlicher, nationaler oder internationaler Gebiete (Alpen, Rhein, Mittelmeerbecken . . .).
2. Systeme zur Positionsbestimmung, Systeme zur rechnergestützten Kartographie.
3. Standards für den Austausch digitaler geographischer Daten.
4. Verwaltung unterschiedlicher Arten von Leitungsnetzen (Versorgung, Kommunikation . . .).
5. Wirtschaftliche, soziale und industrielle Aspekte der geographischen Informationen.
6. Übernahme von Satellitendaten in die GIS.
7. Neuerungen der geographischen Forschung in den europäischen Organisationen insbesondere denen der Wirtschaftsgemeinschaft.

*Information und Anmeldung:* AF13G 136 bis, rue de Grenelle, F-75700 Paris-France. Tel. (33-1) 43 98 83 12; Fax. (33-1) 45 55 07 85; Telex: 204 989 F.

## Vereinsbibliothek

Mit Beginn des Jahres 1991 ist der **gesamte** Literaturbestand des Österreichischen Vereines für Vermessungswesen und Photogrammetrie in EDV-Form vorhanden.

Nachdem 1983 bereits alle Bücher erfaßt waren, konnte die Erfassung im Herbst 1990 nunmehr auch für alle Zeitschriften durchgeführt werden. Alle diese Arbeiten wurden ermöglicht durch die maßgebliche Unterstützung seitens des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (BEV).

Der Bestand an Büchern beträgt derzeit ca. 2.500 und umfaßt neben vielen älteren Werken von eher historischer Bedeutung auch zahlreiche neuere, in denen der aktuelle Wissensstand verschiedenster Fachbereiche, vor allem aber der Geodäsie, zu finden ist. Der Zuwachs an neuen Büchern, welche großteils in den **Buchbesprechungen** vorgestellt werden, beträgt derzeit ca. 40/Jahr.

Neben der großen Anzahl an Büchern, die aus den Graphiken ersichtlich ist, gibt es auch etwa 70 verschiedene Zeitschriften aus 20 Ländern der Welt, wobei die bedeutendsten Neuzugänge aus dem deutschsprachigen Raum in der jeweiligen **Zeitschriftenschau** vorgestellt werden.

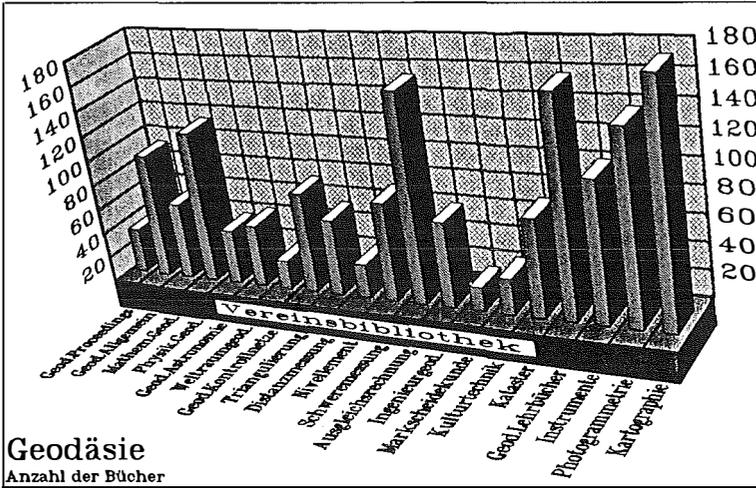


Bild 1

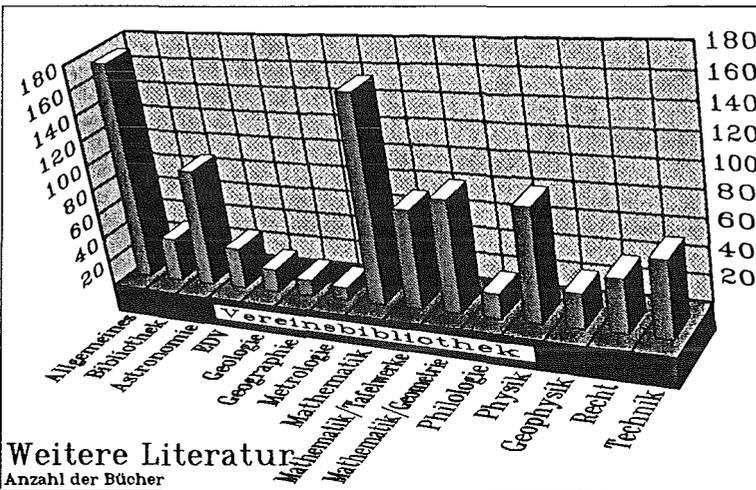


Bild 2

Das reichhaltige Angebot wird letztlich noch wesentlich ergänzt durch wissenschaftliche Beiträge in zahlreichen Dissertationen und Sonderheften.

Der gesamte Datenbestand, der derzeit noch in einem eigens für die Erfassung und Ausgabe adaptierten Aktendokumentationssystem verwaltet wird, soll in Hinkunft auch für die Bearbeitung an Personalcomputern brauchbar gemacht werden. Durch diese Umstellung, die in Kooperation mit dem BEV erfolgt, soll neben einer effizienteren datenbankorientierten Verwaltung auch die Aktualität gesteigert werden. Damit könnte dem von Vereinsmitgliedern bereits vielfach geäußerten Wunsch nach Transparenz der vorhandenen Literatur entsprochen und durch Abgabe des Datenbestandes auf Diskette alle Informationen der Bibliothek einem breiten Leserkreis zugänglich gemacht werden. Damit wird eine wesentliche Belebung des Entlehnbetriebes erwartet.

Schriftliche und fernmündliche Anfragen bzw. Entlehnungen können derzeit bei Kontaktierung folgender Adresse vorgenommen werden:

Dipl.-Ing. Erich IMREK, 1025 Wien, Schiffamtsgasse 1—3; Tel.: 0222/357611/3203 DW

Anm.: Von Heften der letzten Jahrgänge der ÖZ sind noch Restbestände vorhanden, die an Vereinsmitglieder unentgeltlich abgegeben werden können.

*Der Bibliothekar*

## Buchbesprechungen

**Matthias, H. J.: Control Networks, Large Scale Mapping, Legal Surveys, Cadastre, Land Property Registration, Land Information Systems around the World — an International Inquiry in all FIG—countries.** Institut für Geodäsie und Photogrammetrie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich. Mitteilung Nr. 46, Juni 1990.

In der Umfrage wurden alle 53 Länder der FIG einbezogen, wobei jedoch nur von 37 Ländern Antworten kamen. Die Namensliste reicht von Argentinien bis Zimbabwe und beinhaltet alle wesentlichen Staaten. Im folgenden ist eine kurze Zusammenfassung der nachgefragten Bereiche angeführt:

- Triangulation 3.—5. Ordnung: Punktdichte, Art der Vermarkung, Art des Netzaufbaues, Genauigkeit, Vollständigkeit;
- Basiskarten: Maßstäbe, Vollständigkeit, Inhalt;
- Vermarkung von Eigentums Grenzen und anderer territorialer Grenzen;
- Kataster, Grenzvermessung: Art des Katasters, Meßmethoden, Inhalte, Rechte, Maßstab, Projektionsart, Genauigkeit, Mehrzweckkataster, Datenbanken, Landinformationssysteme;
- Grundbuch: Art, Rechtsverbindlichkeit;
- Gesetzliche Grundlagen, Qualifikation: Ausbildung, Lizenz erforderlich?; Was darf wer machen?

Anhand der Umfragedaten der Schweiz werden alle möglichen Antworten und Fälle erklärt, sodaß nach kurzer Zeit des Einlesens die Handhabung nicht allzu schwierig ist. Dazu kommt noch, daß Bereiche, die sich nicht schematisch beantworten lassen mit erläuternden Bemerkungen versehen sind. In Hinblick auf eine zunehmende Integration der europäischen Länder bietet diese Erhebung eine ausgezeichnete Basis, einen schnellen Überblick über die geodätischen Grundlagen eines Landes zu erhalten. Es ist auch geplant, diese Umfrage nach Ablauf einer gewissen Zeit zu wiederholen, um immer ein aktuelles Nachschlagewerk zu haben.

*N. Höggerl*

**Matthäus Schilcher, Dieter Fritsch (Hrsg.): Geo-Informationssysteme. Anwendungen — Neue Entwicklungen.** Herbert Wichmann Verlag GmbH, Karlsruhe, 1989, 364 Seiten, kart., öS 585.—, ISBN 3-87907-191-8.

Dieses Buch stellt eine Sammlung von Beiträgen dar, die anlässlich des „Internationalen (SICAD-)Anwenderforums 1989“ in Duisburg (D) präsentiert wurden. Dieses Anwenderforum wurde gemeinsam von der Universität Duisburg, der Stadt Duisburg und der Siemens AG veranstaltet, um — in den Worten der Herausgeber — „die Zusammenarbeit und den gegenseitigen Erfahrungsaustausch zwischen Praxis, Industrie sowie Wissenschaft und Forschung zu intensivieren“. Diese Veranstaltung fand am 20. und 21. Februar 1991 ein zweites Mal statt, wobei auch diese Vorträge gesammelt im Wichmann-Verlag erscheinen werden.

Die Beiträge sind in 8 Kapitel gegliedert, wobei die ersten sechs sehr anwendungsorientiert sind, während die Kapitel 7 und 8 Referate mit wissenschaftlichem Charakter enthalten.

Die Themen im einzelnen und die Anzahl der Beiträge:

1. Einführung (2)
2. Landesweite Anwendungen im Vermessungswesen (3)
3. Anwendungen Leitungsdokumentation und Energieversorgung (6)
4. Kommunale Anwendungen (4)
5. Anwendungen Umweltschutz (4)
6. Dienstleistungsunternehmen (2)
7. Neue Entwicklungen (5)
8. Symposium „Hybrid Graphics and Artificial Intelligence in Geographic Information Systems“ (5, auf Englisch)

In den Anwendungen spannt sich der thematische Bogen von der Konzepterstellung über das Pflichtenheft, Auswahl- und Wirtschaftlichkeitskriterien, Vernetzung von Workstations, Er-

probung verschiedenster Methoden (Generalisieren, Integration von Satellitendaten u. a.) bis zu vertraglichen Vereinbarungen bei Kooperationen im Bereich der Geoinformationssysteme.

Dabei muß der Leser allerdings immer genau unterscheiden zwischen Absichtserklärungen und tatsächlich realisierten Projekten.

Das Kapitel 7 enthält wertvolle Beiträge u.a. über die Raster-Vektorüberlagerung in hybriden Systemen und das Scannen, die für einen mathematisch interessierten Leser sicher verständlich sind. Nicht so sicher ist dies hingegen beim Kapitel 8, das doch vertiefte theoretische Kenntnisse u.a. auf den Gebieten der Mustererkennung, Bildverarbeitung und Künstlichen Intelligenz zum besseren Verständnis benötigt.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß es unter den mehrheitlich deutschen Beiträgen auch vier aus Österreich gibt, die sich mit Anwendungen bei den Vorarlberger Kraftwerken und beim Magistrat Graz, mit der Waldzustandserhebung und mit Visualisierungstechniken auf Rasterbasis beschäftigen.

Da das Erscheinungsdatum bereits zwei Jahre zurück liegt, sind natürlich schon einige Angaben, insbesondere jene über die Hardware, unaktuell, was aber nichts am bleibenden Wert von vorgestellten langfristigen Konzepten und praktischen Erfahrungen ändert. Man darf auf das vom Wichmann-Verlag bereits angekündigte Nachfolgebuch mit dem Titel „Geoinformationssysteme — Umweltinformatik“ gespannt sein.

Obwohl das Buch kein Lehrbuch ist und sein möchte, zeigt es durch regional und thematisch gut ausgewählte Beispiele das breite Anwendungsspektrum der Geoinformationssysteme auf und ist für „Novizen“ wie für Routiniers gleichermaßen interessant.

Der gute Druck, die hohe Qualität der Farbabbildungen und die richtige Länge der Beiträge machen das Buch sehr gut lesbar.

*Helge P. Höllriegel*

### Contents

*Erker, E.; Moritz, H.; Mang, H.:* The Award of the Friedrich Hopfner Medal

*Brunner, F. K.:* On the Limits of Modelling

*Kabeláč, J., Večeře, K.:* Anharmonic Analysis by Collocation Method

*Grimm-Pitzinger, A.; Hanke, K.; Weinhold, T.:* GPS-Measurements in High-Alpine Regions.

*Lichtenegger, H.:* On the Effect of Coordinate Changes in the Reference Site on Relative Positioning with GPS.

### Adressen der Autoren der Hauptartikel

*Brunner, F. K.;* Dipl.-Ing., Dr., Prof.; The University of New South Wales, P.O.Box 1, Kensington, Australia

*Erker, E.;* Dipl.-Ing., Dr., Hofrat; Sekretär der ÖKIE, Bundesamt f. Eich- und Vermessungswesen, Abt. K 2-Grundlagenvermessungen; Schiffamtsgasse 1—3, 1025 Wien

*Grimm-Pitzinger, A.;* Dipl.-Ing., Dr., Univ.-Assist.; Institut für Geodäsie, Universität Innsbruck, Technikerstraße 13, A-6020 Innsbruck

*Hanke, K.;* Dipl.-Ing., Dr., Univ.-Assist.; Institut für Geodäsie, Universität Innsbruck, Technikerstraße 13, A-6020 Innsbruck

*Kabeláč, J.;* Dr.-Ing., Csc.; Katedra vyšší geodézie; Thakurova 7, 16629 Praha 6, ČSFR

*Lichtenegger, H.;* Dipl.-Ing., Dr., Ass.-Prof.; Abteilung für Landesvermessung und Landinformation, Institut für Angewandte Geodäsie und Photogrammetrie, Technische Universität Graz, Steyrergasse 30, 8010 Graz

*Mang, H.;* Dipl.-Ing. Dr. techn., o. Univ.-Prof.; Prädekan der Technischen Universität Wien, Karlsplatz 13, 1040 Wien

*Moritz, H.;* Dipl.-Ing., Dr. techn., Dr. E. h., o. Univ.-Prof.; Präsident der ÖKIE; Institut für Theoretische Geodäsie, Abteilung Physikalische Geodäsie, Technische Universität Graz, Steyrergasse 30, 8010 Graz

*Večeře, K.;* Dr. Ing.; Smetanovo nám. 12, 53086 Pardubice

*Weinhold, T.;* Dipl.-Ing., Univ.-Assist.; Institut für Geodäsie, Universität Innsbruck, Technikerstraße 13, A-6020 Innsbruck



## Auszug aus dem reichhaltigen Angebot:

|  |         |
|--|---------|
| Österr. Karte 1:50 000 - ÖK 50 mit Wegmarkierungen (Wanderkarte) .....                                 | S 54,—  |
| Österr. Karte 1:50 000 - ÖK 50 mit oder ohne Straßenaufdruck .....                                     | S 46,—  |
| Österr. Karte 1:25 000 (Vergrößerung der Österr. Karte 1:50 000) -ÖK 25 V<br>mit Wegmarkierungen ..... | S 66,—  |
| Österr. Karte 1:200 000 - ÖK 200 mit oder ohne Straßenaufdruck .....                                   | S 52,—  |
| <b>Übersichtskarte von Österreich 1:500 000</b>  |         |
| mit Namensverzeichnis, gefaltet .....  | S 120,— |
| ohne Namensverzeichnis, flach .....  | S 80,—  |
| Politische Ausgabe, mit Namensverzeichnis, gefaltet .....  | S 120,— |
| Politische Ausgabe, ohne Namensverzeichnis, flach .....  | S 80,—  |
| Namensverzeichnis allein .....   | S 35,—  |
| Übersicht über die Österr. Luftbildkarte 1:10 000, flach .....   | S 110,— |

### Neuerscheinungen

**Gebietskarten:** Salzkammergut 1:50 000  
Dachstein 1:50 000

### Nachgeführte Blätter:

**Österreichische Karte 1:25 000 V:**  
Blatt 13, 14, 15, 16, 25, 66, 72, 104, 129, 137, 176, 206  
**Österreichische Karte 1:50 000:**  
Blatt 24, 42, 47, 48, 51, 53, 72, 79, 93, 94, 104, 129, 174, 175, 204  
**Österreichische Karte 1:200 000:**  
Blatt 48/12, 49/16

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

## SD 2000 – die neue Dimension



### **E**INE UNIVERSELLE ARBEITS- STATION für jede photogram- metrische Aufgabe?

Ein Werkzeug, das sich Ihrer Ergonomie und Ihrer Arbeitsweise vollkommen anpasst? Eine beliebig gestaltbare Benützeroberfläche? Eine von Hardware und Software unabhängige Arbeitsumgebung? Höchste Zuverlässigkeit und Servicefreundlichkeit? Volle Kompatibilität mit Ihren bisherigen Photogrammetrie-Systemen?

Der neue SD2000 setzt jetzt neue Maßstäbe, hinsichtlich Flexibilität, Komfort und Leistung – zu einem Preis, der kaum zu unterbieten ist!

**VERLANGEN SIE JETZT UNSERE  
DOKUMENTATION!**

**r+a rost**

Alleinvertretung für Österreich:

r+a rost • A-1151 WIEN • Märzstr. 7

Tel.: 0222 / 981 22-0 • Fax: 0222 / 981 22-50

**Leica**