

**Studienrichtung Vermessungswesen  
Technische Universität Wien**

**GEOWISSENSCHAFTLICHE  
MITTEILUNGEN**

**Heft 29**

**o. Univ. Prof. Dr. Friedrich Hauer  
zum 80. Geburtstag**

**Veröffentlichung des Institutes für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie  
Abteilung Ingenieurgeodäsie**

**Geowiss. Mitt.  
29, 1986**

**Wien, im Oktober 1986**

Herausgeber, Verleger und presserechtlich für den  
Inhalt verantwortlich: OR Dipl.-Ing. H.Plach  
Inst.f.Landesvermessung u.Ingenieurgeodäsie  
Abt.Ingenieurgeodäsie  
der Technischen Universität Wien  
A-1040 Wien, GuBhausstraße 27-29

Die Druckkosten wurden aus den ordentlichen Dotationen des Inst.  
für Landesvermessung u.Ingenieurgeodäsie, Abt. Ingenieurgeodäsie  
bestritten.

Copyright: Alle Rechte bei den Verfassern  
Druck: OHTUW - Vervielfältigung, Wien  
Einband: Fa.F.Manhardt, Wien

Auflage: 800 Stück



Exkursion mit den Hörern der Studienrichtung Vermessungswesen  
zu den ZEISS-Werken in Oberkochen (1961)

INHALTSVERZEICHNIS:

Seite

PLACH, H.:	Vorwort und Liste des wissenschaftlichen Institutspersonals von 1950 bis heute	1
KRAUS, K.:	Prof. Friedrich Hauer und seine Verdienste um die Studienrichtung Vermessungswesen	7
BRANDSTATTER, G.:	Der ebene Quasistreckenschnitt	19
KAHMEN, H.:	Erfassung und Analyse kinematischer Vorgänge an Hoch- u. Erdbauten in der Ingenieurgeodäsie	33
REISCHAUER, R.:	Der Aufbau der Wiener Mehrzweckkarte	49
STOLITZKA, G.:	Aktion "REBLAUS" oder die große Kooperation	61
GAILINGER, H.:	Messen und Ordnen	73
JOBST, H.:	Beispiel St.Margarethen - Vermessungstechnische Umsetzung eines Bebauungsplanes	77
OTEPKA, G.:	Der Einsatz des raumbezogenen Informationssystems SICAD bei einer landesweiten Waldzustandsinventur	83
PALFINGER, G.:	Vermessungsarbeiten im Ausbau von Hochbauten	109
KOHLER, G.:	Die Vermessungsabteilung der Donaukraftwerke AG	119
WAGENSOMMERER, G.:	Taschencomputer und Datenfluß	135
WUNDERLICH, T.:	Fehlertheoretische Betrachtungen zum Problem des Allgemeinen Rückwärtschnitts	145
FABIANKOWITSCH, J.:	Messpraktikum zur Ingenieurgeodäsie	153
SCHWARZ, J.:	GE01200 - Ein Programmsystem zur automatischen Erstellung eines V408 - Teilungsausweises nach den Richtlinien des Liegenschaftsteilungsgesetzes §§ 15	175

## VORWORT

Das Heft 18 der Geowissenschaftlichen Mitteilungen, "Die Höhe des Großglockners", widmeten wir unserem emeritierten Institutsvorstand, o.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr.Friedrich HAUER, anlässlich seines 75. Geburtstages. Nun, fünf Jahre später, feiern wir frohgemut seinen runden Achtziger.

Was könnte es für einen echten Lehrer Schöneres geben, als die Früchte seiner Arbeit am Werdegang und an den Erfolgen seiner Schüler ablesen zu können. In seiner siebenundzwanzigjährigen Professorenzeit beendeten 417 Studenten erfolgreich ihr Geodäsie-studium - knapp die Hälfte aller seit 1926 bis heute graduierten Diplomingenieure für Vermessungswesen an unserer Universität. Dabei wurde er von 30 Wissenschaftlichen Hilfskräften bzw. Assistenten unterstützt. Sie wurden durch unseren Jubilar nicht nur auf ihren Beruf vorbereitet, sondern vielmehr wirkungsvoll und erfolgreich geprägt.

Professor HAUER ist uns Schülern jetzt, viele Jahre nach seinem Unterricht, noch immer ein nacheifernswertes Vorbild. Korrektheit bis ins Detail - diese für den Geodäten unentbehrliche Charaktereigenschaft - verkörperte unser geschätzter akademischer Lehrer, gleichermaßen in beruflichen und menschlichen Belangen, in unvergleichlicher Weise. Um dieser, fast möchte man sagen, Lebensanschauung immer gerecht zu werden, hat er die verschiedensten effektvollen Hilfs-u.Kontrollmechanismen erfunden und an sich und uns angewendet. Heute profitiert noch jeder von uns davon.

In diesem halben Jahrhundert wurde die Geodäsie durch den Fortschritt revolutioniert. Lernten wir noch mit dem Maßband messen, mit der Brunsviga rechnen und mit der Feder zeichnen, so scheint heute alles durch automatische, vollelektronische Abläufe ersetzt. Dieser Trend ist bei weitem noch nicht am Ende - und wir Geodäten müssen uns unbedingt um neue Aufgabengebiete umsehen.

Professor HAUER hat solche Meilensteine in der Entwicklung des Vermessungswesens immer rechtzeitig erkannt und in Lehre und Forschung eingeführt. Auf dem Gebiet der Rechentechnik wurde

unser Institut durch die Programmierung der ersten Tischcomputer bis zu den modernen Personalcomputern sogar weithin bekannt.

Es war daher naheliegend, daß die vorliegende Festschrift zu seinem 80. Geburtstag von seinen ehemaligen Assistenten gestaltet werden sollte, in der sie über ihre Aufgabengebiete, Problemstellungen und zeitgemäßen Lösungswegen, berichten.

Aber nicht nur die Schüler, auch das Institut selbst, trägt noch in vielen Details die Prägung des zu ehrenden Emeritus. Was heute an der Lehrkanzel gearbeitet wird und wohin uns die modernen Technologien führen werden, kann der aufmerksame Leser den Beiträgen der Professoren G.Brandstätter (1977-1983) und H.Kahmen (ab 1986) bzw. der derzeitigen Assistenten entnehmen.

Eingeleitet wird dieses Heft mit der Festansprache unseres "geodätischen" Prärektors, o.Univ.Prof.Dr.techn.K.Kraus, die er anlässlich der akademischen Feier am 30.Oktober 1986 halten wird. Sie beinhaltet die Würdigung der besonderen Verdienste des Jubilars um Schaffung und Aufbau des heutigen Instituts für Photogrammetrie.

Nach dem Motto: "der Lehrer mit seinen Schülern", beginnt dieses Heft mit einem Bild, das anlässlich der Exkursion zu ZEISS-Oberkochen im Jahre 1961 entstand.

Aus Gründen des Heftumfangs haben wir auf einen Lebenslauf unseres Jubilars und auf ein Porträt verzichtet. Beides finden sie im vorhin genannten Heft 18 dieser Schriftenreihe bzw. in der Festrede von Magnifizienz K.Kraus.

Es bleibt mir, dem letzten noch aktiven Institutsmitarbeiter aus dieser Aera, nur mehr im Namen aller ein herzliches Dankeschön zu sagen - dem Lehrer, dem Institutsvorstand und dem väterlichen Freund - und unsere besten Wünsche für seine Gesundheit und Zukunft zu überbringen.

H.Plach

- Erich Schaffer, Dipl.-Ing.,**  
WH ab 1947, HA ab 1948, ausg. 1954
- Hanns Beyer, Doz.Dipl.-Ing.Dr.techn., (geb. 1921)**  
WH u.HA ab 1950, Promotion 1952, Habilitation 1956,  
Prof.a.d.HTL-Villach ab 1957, dzt. Ing.Kons.f.Vw.  
in Villach
- Rudolf Wagensommerer, BR h.c. Dipl.-Ing., (geb.1919)**  
WH ab 1950, HA ab 1952, NO-LReg./Autobahn ab 1956  
dzt. Ing.Kons.f.Vw.in Neulengbach
- Rudolf Reischauer, SR Dipl.-Ing., (geb.1922)**  
WH ab 1952, HA ab 1955, Vermessungsd.d.Stadt Wien  
ab 1960, dzt. Leiter d.MA 41 - Stadtvermessung
- Gerhard Stolitza, o.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr.techn., (geb.1931)**  
WH ab 1954, HA ab 1955, Promotion 1961, o.Univ.Prof.  
a.d.Univ.f.Bodenkultur ab 1971, dzt. o.Univ.Prof. u.  
Ing.Kons.f.Vw.in Wien
- Herbert Gailinger, Dipl.-Ing., (geb.1931)**  
WH ab 1954, HA ab 1956, ausg. 1962  
dzt. Ing.Kons.f.Vw.in Wr.Neustadt
- Wilfried Fitz, Dipl.-Ing., (geb. 1931)**  
WH ab 1954, HA ab 1956, NO-LReg./Autobahn ab 1958  
dzt. Ing.Kons.f.Vw.in Mödling
- Karl Jessenk, Verm.-Ing., (geb. 1926)**  
WH ab 1956, ausg. 1964, dzt. Verm.-Ing. in Kloster-  
neuburg
- Hans Plach, OR Dipl.-Ing., (geb. 1934)**  
WH ab 1957, HA ab 1969, w.Beamter am Inst.f.Landes-  
verm.u.Ingenieurgeodäsie ab 1975, dzt. Lektor a.d.  
TU Wien, Universität Wien u. Univ.f.Bodenkultur
- Gerulf Röhrig, Dipl.-Ing., (geb. 1933)**  
HA ab 1958, ausg. 1964, dzt. Ing.Kons.in Klosterneu-  
burg
- Anna Maria Gailinger, Dipl.-Ing., (geb. Stvarnik, 1934)**  
HA ab 1960, ausg. 1964, zuletzt Ing.Kons.f.Vw.in Wien,  
gest. 1983
- Josef Angst, Dipl.-Ing., (geb. 1937)**  
HA ab 1962, ausg. 1968, dzt. Ing.Kons.f.Vw.in Wien
- Helmut Jobst, Dipl.-Ing., (geb. 1940)**  
WH ab 1962, HA ab 1964, ausg. 1970, dzt. Ing.Kons.f.  
Vw.in Eisenstadt
- Gottfried Otepka, Dipl.-Ing.Dr.techn., (geb. 1941)**  
WH ab 1964, HA ab 1966, ab 1967 HA am Inst.f.Photogr.,  
dzt. Ing.Kons.f.Vw.in Reutte
- Gerhard Palfinger, Dipl.-Ing.Dr., (geb.1938)**  
HA ab 1964, VA ab 1978, ausg. 1979, dzt. Lektor a.d.  
TU Wien u. Ing.Kons.f.Vw. in Mödling

- Franz Ottersböck**, Verm.Ing., (geb. 1936)  
WH ab 1964, ausg. 1968, dzt. Verm.Ing. in Wien
- Gerhard Köhler**, Dipl.-Ing., (geb.1939)  
WH ab 1965, HA ab 1966, ausg. 1969, dzt. lt.Vermes-  
sungsingenieur bei d. Donaukraftwerke AG
- Ernst Klepitsch**, Dipl.-Ing., (geb. 1944)  
WH 1968, ausg. 1968, dzt. Zentralinspektor d. ÖBB
- Karl Kratky**, Dipl.-Ing., (geb. 1945)  
WH 1968, ausg. 1968, dzt. OBR bei d. MA 41 -  
Stadtvermessung Wien
- Herbert Richter**, Dipl.-Ing., (geb.1944)  
WH ab 1968, ausg. 1969, dzt. MA 37 Lt.d.Außenst.d.  
Baupol.f.d.19.Bez. in Wien
- Walter Perdich**, Dipl.-Ing., (geb. 1943)  
HA ab 1969, ausg. 1979, dzt. eig. Software-Büro in  
Wien
- Herbert Egger**, Prof.Dipl.-Ing., (geb. 1942)  
HA ab 1969, ausg. 1975, dzt. Prof.a.d. HTL-Krems u.  
Ing.Kons.f.Vw.in Langenlöss
- Günter Wagensommerer**, Dipl.-Ing., (geb. 1944)  
WH ab 1969, VA ab 1973, HA ab 1974, ausg. 1984, dzt.  
Ing.Kons.f.Vw.in Neulengbach
- Otfried Wutzel**, (geb. 1944)  
WH ab 1970, ausg. 1974, dzt. besch. am Inst.Theore-  
tische Geodäsie u. Geophysik d.TU Wien
- Manfred Schachinger**, Dipl.-Ing., (geb.1943)  
WH ab 1970, VA ab 1970, BAFEVw ab 1971, dzt.Ing.Kons.  
f.Vw.in Schärding
- Wolfgang Rössler**, Prof. Dipl.-Ing., (geb. 1948)  
WH ab 1971, HA ab 1972, HA am Inst.f.H.G. ab 1973,  
dzt. Prof. a.d. HTL Wien u. Ing.Kons.f.Vw.in Wien
- Harald Haitzmann**, Dipl.-Ing., (geb. 1951)  
WH ab 1973, WH ab 1977 am Inst.f.Photogr.d.TU Wien,  
anschl. b.d. Firma Wild-Heerbrugg, dzt. eig. Soft-  
ware Büro in der Schweiz
- Wilfried Schrutka**, (geb. 1951)  
WH ab 1973, ausg. 1977, dzt. Student
- Peter Stix**, Dipl.-Ing., (geb. 1955)  
WH ab 1976, ausg. 1978, dzt. besch. als Dipl.-Ing.
- Leopold Strenn**, Dipl.-Ing., (geb. 1952)  
WH ab 1975, HA ab 1976, ausg. 1977, dzt. BAFEVw  
Abt. L1
- Thomas Wunderlich**, Dipl.-Ing. Dr., (geb. 1955)  
WH ab 1976, UA ab 1980, Promotion 1983, dzt. Ass. am  
Inst.f.Landesverm. u. Ingenieurgeodäsie d. TU Wien

**Erwin Truttmann, Dipl.-Ing., (geb.1949)**

UA ab 1977, dzt. Ass. am Inst.f.Landesvermessung u.  
Ingenieurgeodäsie d. TU Wien

**Johannes Fabiankowitsch, Dipl.-Ing., (geb.1954)**

WH ab 1978, UA ab 1980, dzt. Ass.am Inst.f.Landesver-  
messung u.Ingenieurgeodäsie d. TU Wien

**Rudolf Kolbe, Dipl.-Ing., (geb. 1957)**

WH ab 1979, ausg. 1980, dzt. Dipl.-Ing. in der  
väterl.Kanzlei in Braunau

**Johann Rosenthaler, Dipl.-Ing., (geb. 1957)**

WH ab 1979, UA ab 1983, dzt. Ass. am Inst.f.Landes-  
vermessung u. Ingenieurgeodäsie d. TU Wien

**Wolfgang Zahradnik, Dr.phil., (geb. 1952)**

VA ab 1979, UA ab 1982 am Inst,f.Theoretische Geo-  
däsie u. Geophysik d. TU Wien

**Robert Weber, Dipl.-Ing., (geb. 1958)**

VA ab 1982, je zur Hälfte am Inst.f.Landesvermessung  
u. Ingenieurgeodäsie und am Inst.f.Theoretische Geo-  
däsie u. Geophysik

**Andreas Vana, (geb. 1959)**

WH ab 1984, ausg. 1984, dzt. Student

**Johannes Schwarz, Dipl.-Ing., (geb. 1960)**

UA ab 1984 am Inst.f.Landesvermessung u. Ingenieur-  
geodäsie d. TU Wien

Legende: WH ... wiss.Hilfskraft  
VA ... Vertragsassistent  
HA ... Hochschulassistent  
UA ... Universitätsassistent



Prof. Friedrich Hauer und seine Verdienste  
um die Studienrichtung Vermessungswesen 1)

Verehrte Festversammlung!

1 Vorbemerkungen

In der Studienrichtung Vermessungswesen an der TU Wien ist es Tradition, daß der 80. Geburtstag ihrer emeritierten Professoren in einem festlichen Rahmen begangen wird. 1978 haben wir den 80. Geburtstag von Prof. Karl Neumaier gefeiert, 1979 war es der 80. Geburtstag von Prof. Alois Barvir; heute gibt es eine Festveranstaltung anlässlich des 80. Geburtstages von Prof. Friedrich Hauer.

Für eine Festveranstaltung braucht man einen Festredner. Viele werden sich fragen, warum man mir diese Aufgabe übertragen hat. Vorderhand mag man den Zusammenhang zwischen der Photogrammetrie, die ich repräsentiere, und der Allgemeinen Geodäsie, dem wissenschaftlichen Fach Prof. Hauers, bezweifeln. Wer aber die Sache näher untersucht, findet bald heraus, daß an der TU Wien die Wiege der Photogrammetrie im Institut für Allgemeine Geodäsie stand und daß Prof. Hauer als einer der Geburtshelfer für das Institut für Photogrammetrie anzusehen ist.

Der zweite Grund, warum ich als Redner beim heutigen Geodätenfest gerne gesehen bin, hängt mit meiner Wahl zum Rektor der TU Wien für die nächsten Studienjahre zusammen. Für künftige Veranstaltungen möchte ich allerdings vorbeugend erwähnen, daß ich als Rektor keine Garantie für gute Reden abgeben kann, u. a. weil man sich auf die jeweiligen Reden vorbereiten muß und bei zu vielen Reden dafür nicht genügend Zeit bleibt.

Nach den vielen Vorbemerkungen ist ein Überblick über meinen Vortrag angebracht:

- Ich beginne mit einem Lebensbild Prof. Hauers. Dabei werde ich mich aber kurz fassen, zumal ein Teil des Auditoriums die Laudationes anlässlich der Verleihung des Goldenen Ehrenzeichens für die Verdienste um das Land Wien am 24. August 1982 und anlässlich der Überreichung des Goldenen Ingenieurdiploms durch die TU Wien am 13. Juni 1983 sowie des Goldenen Doktordiplomes am 23. 1. 1985 gehört haben. Außerdem sei auf das Heft 18 der Geowissenschaftlichen Mitteilungen der Studienrichtung Vermessungswesen der TU Wien verwiesen.
- Anschließend werde ich einen Überblick über die Entwicklung der Photogrammetrie an der TU Wien

1) Um die Atmosphäre der Festveranstaltung widerzuspiegeln, ist die Veröffentlichung nicht als Aufsatz sondern als Vortragsmanuskript gestaltet.

geben und dabei auf die Rolle Prof. Hauers eingehen.

- Prof. Hauers Verdienste um die gesamte Studienrichtung Vermessungswesen werde ich in einem eigenen Abschnitt bringen.
- Zum Schluß erlaube ich mir einen Ausblick auf die Zukunft unserer Studienrichtung.

## 2 Einige biographische Daten von Prof. Hauer

Er ist Niederösterreicher; geboren am 1. Sept. 1906 in Thaya an der Thaya. Unsere 80-Jahrfeier ist also um etwa 2 Monate zu spät angesetzt. Nach Absolvierung der Realschule studierte er an der TH Wien. Am 27. Juni 1932 legte er die 2. Staatsprüfung aus dem Vermessungswesen ab; bereits zweieinhalb Jahre später promovierte er; die Habilitation folgte schon 1942, als Hauer nur 35 Jahre alt war. Diese steile wissenschaftliche Karriere setzte sich fort: Bereits im 44. Lebensjahr - eine Ausnahme zur damaligen Zeit - wurde Friedrich Hauer zum ordentlichen Professor für Geodäsie und zum Vorstand des traditionsreichen Institutes für Allgemeine Geodäsie ernannt.

Mit dieser frühzeitigen Ernennung wurden seine wissenschaftlichen Leistungen und vor allem seine Bereitschaft anerkannt, sowohl dem Institut für Höhere Geodäsie und Sphärische Astronomie als auch dem Institut für Allgemeine Geodäsie zu helfen. In den Jahren 1938 bis 1950 kam es nämlich in diesen beiden Instituten mehrmals zu personellen Engpässen.

Als Ordinarius hat Fritz Hauer zahlreiche wissenschaftliche und technisch-praktische Arbeiten verfaßt. Obwohl in diesen Arbeiten grundlegende geodätische Probleme gelöst wurden, war er weniger auf der internationalen Bühne präsent; er war mehr nach innen gerichtet, d.h. er hat seine große Schaffenskraft vor allem dem Institut für Allgemeine Geodäsie, der Technisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät sowie der Technischen Hochschule Wien und außerhalb der Universität seinem angesehenen Ingenieurbüro gewidmet.

In diesem Zusammenhang erlaube ich mir den Hinweis, daß Prof. Hauer als der Gründungsdekan der zur Zeit 40% des Personals der TU Wien umfassenden Technisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät anzusehen ist. In seiner Dekanatszeit in den Studienjahren 1954/55/56 wurden die Fakultät für Mathematik und Physik mit der Fakultät für Chemie zur Technisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät vereinigt. Seine überaus objektive und korrekte Amtsführung wurde von allen Seiten sehr geschätzt. Es war daher nicht überraschend, daß ihm von den Verantwortlichen der TH bzw. TU Wien das schwierige Amt des Obmannes des Ehrungsausschusses von 1960 bis 1966 und dann nochmals von 1970 bis 1976, dem Jahr seiner Emeritierung, übertragen wurde. In dieses Bild, daß Prof. Hauer immer zur Übernahme großer, aber undankbarer

Aufgaben bereit war, paßt auch seine Präsidentschaft der Österreichischen Kommission für die internationale Erdmessung nach dem tödlichen Unfall des damaligen Präsidenten, Prof. Ledersteger.

Aus meiner Sicht gebührt Prof. Hauer aber der größte Dank für den Ausbau der Studienrichtung Vermessungswesen an der TH Wien. Meinen fachlichen Interessen folgend, möchte ich zuerst die Entwicklung der Photogrammetrie an der TU Wien skizzieren.

### 3 Die Entwicklung der Photogrammetrie an der TU Wien 1)

Die ersten Vorlesungen, in denen unter anderem auch die Photogrammetrie berücksichtigt wurde, gehen auf das Jahr 1881 zurück und wurden von Prof. Dr. Anton Schell gehalten. Er war Inhaber der Lehrkanzel für Praktische Geometrie, also der Vorgängerlehrkanzel Prof. Hauers. 1892 erreichte Schell die Ernennung des damaligen Privatdozenten für Photochemie Dr. Josef Maria Eder zum a.o. Professor und dessen Betrauung mit einem photographischen Praktikum "unter besonderer Berücksichtigung der Photogrammetrie", das an der von ihm gegründeten Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt abgehalten wurde (siehe Urkunde im Anhang).

Die ersten, nur der Photogrammetrie gewidmeten Vorlesungen hielt Dr. Anton Schell ab dem Studienjahr 1900/1901.

1905 übernahm Eduard Dolezal die Lehrkanzel für Praktische Geometrie und damit auch die Vorlesungen zur Photogrammetrie, die er bis 1929 unter verschiedenen Titeln hielt:

- 1905 - 1911 Photogrammetrie
- 1908 - 1909 Photogrammetrie für Architekten
- 1908 - 1909 Photo- und Stereo-Photogrammetrie für militärische Zwecke
- 1911 - 1924 Photographische Meßkunst
- 1924 - 1925 Terrestrische und Aero-Photogrammetrie
- 1925 - 1929 Photogrammetrie (Terrestrische- und Aero-Photogrammetrie)

Professor Dolezal gründete 1911 erstmals ein Institut für Photogrammetrie innerhalb der Lehrkanzel für Praktische Geometrie (siehe Urkunde im Anhang). Dieses Institut ist mit einer heutigen Abteilung vergleichbar.

Ebenfalls 1911 gelang es Dolezal, eine dritte Lehrkanzel für Geodäsie zu bekommen, und zwar für "geodätisches Zeichnen und Katasterwesen", die mit dem a.o. Prof. Dr. Theodor Dokulil besetzt wurde. Dokulil wurde 1920 ordentlicher Professor und übernahm später, 1932, die Dolezal-Lehrkanzel.

1) Prof. Dr. P. Waldhäusl ist Mitautor dieses Abschnittes.

Die Photogrammetrie blieb bei der ersten Lehrkanzel, die sich ab 1924 Geodäsie I nannte. Mit 6. 9. 1924 wurde das Vermessungswesen ein vollakademisches Studium über sechs Semester. Damals umfaßte die Photogrammetrie vier Stunden Vorlesungen, vier Stunden Übungen und ein Jahr später zusätzlich eine Feldübung an fünf Halbtagen.

Ab 1927/28 kam eine Vorlesung "Photogrammetrie mit besonderer Berücksichtigung der Architekturphotogrammetrie" hinzu, die der neu habilitierte Privatdozent Dr. der Bodenkultur Hans Dock hielt. Er übernahm in der Folge alle Photogrammetrie-Vorlesungen an der TH Wien bis 1945, zuletzt als apl. (außerplanmäßiger) Professor. In den Jahren 1930 bis 1942 betreute der heute so prominente Prof. Karl Killian die Übungen "Photogrammetrie".

Mit der Angleichung an die reichsdeutschen Verhältnisse wurde das Geodäsiestudium 1938 siebensemestrig und blieb das auch bis zur Studienreform 1972, mit der der immer umfangreicher gewordene Stoff auf 10 Semester aufgeteilt wurde.

Nach dem Krieg übernahm kurzfristig Prof. Dokulil und ab 1947 der spätere Präsident Ing. Dr. h.c. Karl Neumaier als Lehrbeauftragter am Institut für Allgemeine Geodäsie die Betreuung der Photogrammetrie, also an jener Lehrkanzel, die Professor Hauer am 14. 2. 1950 als Ordinarius und Nachfolger von Professor Dokulil übernahm. Hofrat Neumaier bekam auch eine halbbeschäftigte wissenschaftliche Hilfskraft für die Übungen. Diesen Posten nahm von 1947 - 1956 Dipl.-Ing. Johann Bernhard, der spätere Leiter der Landesaufnahme, ein und ab 1.10. 1956 Dipl.-Ing. Peter Waldhäusl.

1963 gelang es endlich, nach jahrelangen Bemühungen vor allem durch Prof. Hauer, ein viertes geodätisches Ordinariat für die Photogrammetrie zu erhalten. 1964 wurde Präsident i.R. K. Neumaier als Honorarprofessor mit Sitz und Stimme im Professorenkollegium mit dessen Leitung betraut.

1965 wurde P. Waldhäusl vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen auf einen neu geschaffenen Hochschulassistentenposten an die TH Wien überstellt. 1967 wurden im Bereich des Institutes für Allgemeine Geodäsie zwei Räume, ein Seminar und zwei kleine Laboratorien für die Auswertegeräte neu adaptiert, die Prof. Hauer großzügigerweise der Photogrammetrie, die ja nun auch Räume brauchte, überließ. Die Photogrammetrie begann langsam aber sicher zu wachsen. 1972 erfolgte die Übersiedlung in die neuen Räume in der Gußhausstraße, kurz darauf emeritierte Prof. Neumaier wegen Erreichen seines 75. Lebensjahres.

Für 1973/74 wurde Professor Schmid als Kurator des Institutes bestellt. Dr. Waldhäusl und Dipl.-Ing. G. Otepka führten den Lehrbetrieb. Am 1. 4. 1974 wurde Prof. Karl Kraus berufen.

#### 4 Prof. Hauers Verdienste um die Studienrichtung Vermessungswesen

Nicht nur das Institut für Photogrammetrie wurde an der TH Wien in der Zeit gegründet, in der Prof. Hauer etwas zu sagen hatte, sondern auch zwei weitere Institute wurden damals ins Leben gerufen, und zwar das Institut für Geophysik, zu dessen Vorstand Prof. Scheidegger am 1. 12. 1970 bestellt wurde, sowie das Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik, zu dessen Vorstand Prof. Pillewizer am 23. 9. 1971 ernannt wurde. Neben Prof. Hauer sind für diesen Ausbau der Studienrichtung Vermessungswesen von damals drei auf sechs Lehrkanzeln folgende Persönlichkeiten zu nennen: Prof. Barvir, Prof. Ledersteger und Prof. Neumaier sowie die vielen Freunde der Geodäten im Kollegium, insbesondere der Mathematiker Prof. R. Inzinger und der Darstellende Geometer Prof. W. Wunderlich.

Mit der Erhöhung der Anzahl der Lehrkanzeln und der des dazugehörigen Personals sowie mit der Modernisierung und Erweiterung der Geräteausstattung und nicht zuletzt durch den Umzug in die neuen Räumlichkeiten in der Gußhausstraße 27 - 29 war beabsichtigt, den Absolventen der Studienrichtung Vermessungswesen zusätzliches Rüstzeug zu geben für

- geophysikalische und geotechnische Problemlösungen für den Straßen-, Tunnel- und Hochbau,
- die kartographische und reproduktionstechnische Weiterverarbeitung der geodätischen und photogrammetrischen Ergebnisse insbesondere für die Raumplanung,
- das Erfassen und Weiterentwickeln der modernen Methoden sowohl der terrestrischen Photogrammetrie als auch der Luftbildvermessung.

Die erweiterten Aufgaben der Studienrichtung Vermessungswesen wurden auch in dem am 1. 10. 1972 in Kraft getretenen neuen Studienplan, an dem Prof. Hauer als Vorsitzender entscheidend mitgewirkt hat, festgelegt. Innerhalb und außerhalb der Universität hat man an diese Reform hohe Erwartungen geknüpft. Daß die hohen Erwartungen - zumindest teilweise - erfüllt wurden, kann man aus dem Vergleich der Anzahl der Studierenden der Studienrichtung Vermessungswesen vom Wintersemester (WS) 1975/76 und vom WS 1980/81 ablesen: Die Anzahl der inskribierten Hörer, die erfahrungsgemäß etwa doppelt so hoch ist als die Anzahl der aktiv im Studienbetrieb tätigen Hörer, ist in dieser 5-jährigen Spanne von 187 auf 281 - also um 50% angestiegen. (Die Vergleichszahlen der Gesamtuniversität lauten: WS 1975/76 7680 inskribierte Hörer und WS 1980/81 8997 inskribierte Hörer, also Anstieg um nur 17%). Seit dem WS 1980/81 ist die Anzahl der Hörer in der Studienrichtung Vermessungswesen bis heute etwa gleich geblieben, obwohl die Hörer der Gesamtuniversität in der Periode WS 1980/81 bis WS 1985/86 um 50% zugenommen haben. Auf diese interessanten Zahlen werde ich am Schluß meines Vortrages noch zu sprechen kommen.

Vorher ist noch auf einen anderen Meilenstein in der Entwicklung der Studienrichtung Vermessungswesen einzugehen, an dem Prof. Hauer einen wesentlichen Anteil hat. Wenn ich in diesem Zusammenhang seinen treuesten Mitarbeiter, Herrn Oberrat Plach erwähne, wissen Sie, verehrte Damen und Herren, auf was ich anspielen will. Am Institut für Allgemeine Geodäsie lernten und lernen die Studierenden die EDV als Werkzeug insbesondere zur Bewältigung der umfangreichen geodätischen Berechnungen, und die Praktiker werden von diesem Institut mit ausgefeilten EDV-Programmen versorgt.

Dabei hat man den kleineren Rechnern den Vorzug eingeräumt, die am Beginn der Entwicklung der EDV und - interessanterweise - auch heute wieder für die geodätischen Anwendungen besonders gefragt sind. Die Aktivitäten des Institutes für Allgemeine Geodäsie haben im Jahre 1965 zur Gründung des Interfakultären Geodätischen Rechenzentrums geführt.

## 5 Ausblick für die Zukunft der Studienrichtung Vermessungswesen

Die Festveranstaltung anlässlich des 80. Geburtstages von Prof. Hauer hat die gesamte Prominenz unseres Berufsstandes zusammengeführt. Es ist daher eine gute Gelegenheit, einige grundsätzliche Bemerkungen über die Weiterentwicklung der Studienrichtung Vermessungswesen anzubringen. Meine Bemerkungen sind nicht das Resultat von Beratungen in der Studienkommission und in der Fachgruppe; es sind vielmehr meine ganz persönlichen Überlegungen.

Ich beginne mit dem provokanten Satz, daß unser Lehrangebot und unsere Forschungstätigkeit - zumindest teilweise - nicht mehr attraktiv sind. Eine Rechtfertigung für diese Aussage ist die seit sechs Jahren mehr und mehr stagnierende Anzahl der Studierenden. Ein weiterer Anhaltspunkt für diese Aussage sind die hin und wieder auftretenden Schwierigkeiten der Absolventen bei der Arbeitsplatzsuche. Nachdem in den dem Vermessungswesen benachbarten technischen Studienrichtungen sehr gute Berufsaussichten bestehen, sind die raren Arbeitsplätze nur ein Symptom der nicht ganz zeitgemäßen Ausbildung und der mangelnden Aktivitäten unserer in der Praxis stehenden Berufskollegen.

Unsere Studienrichtung braucht einen neuen Innovationsschub, wie ihn Prof. Hauer mit seinen Kollegen Ende der 60-iger Jahre zusammengebracht hat. Dabei geht es vorrangig nicht um zusätzliche Universitätslehrer, sondern um eine gewisse Reformation des Lehr- und Forschungsangebotes, das auch in einem neuen Studienplan - eventuell sogar in einer neuen Studienordnung - seinen Niederschlag finden sollte. Als Begleitmaßnahme für diese Reform ist die Modernisierung und die Erweiterung des Geräteparkes erforderlich. Die Stoßrichtung der Weiterentwicklung liegt an der Schwelle von

der Industriegesellschaft zur Informations- und Kommunikationsgesellschaft klar auf der Hand. Ich erlaube mir folgende Schlagworte zu nennen, ohne damit eine Rangordnung andeuten zu wollen:

- Die EDV, mit der bisher umfangreiche Berechnungen in der Geodäsie bewältigt wurden, muß zu EDV-Systemen ausgeweitet werden.
- In der Kartographie ist das Ziel nicht mehr die gedruckte Karte, sondern geographische und thematische Informationssysteme.
- In der Photogrammetrie ist das Ziel nicht mehr das Manuskript eines Lage- und Höhenplanes, sondern das topographische Informationssystem.
- Im Kataster sind die Ziele nicht mehr der Teilungsplan und die Koordinaten der Grenzpunkte, sondern das Landinformationssystem, in dem auch die Versorgungseinrichtungen integriert sind.
- Die ungenaue Katasterkarte wird eine genaue digitale Karte mit einem vielfältigen Inhalt werden, was nur auf der Grundlage äußerst umfangreicher Messungen möglich sein wird.
- In der Ingenieurvermessung begnügt man sich nicht mehr mit getrennten Arbeitsabschnitten für die Vermessung, Berechnung und Datenanalyse, sondern entwickelt integrierte Systeme, die vor Ort eine kontinuierliche Überwachung dynamischer Vorgänge erlauben.
- Der Geodät beschränkt sich nicht mehr auf Referenzpunkte, die im Gelände aufwendig vermarktet werden, sondern er benutzt die Satelliten als Bezugspunkte, an die er seine Messungen an jedem Ort und zu jeder Zeit anhängen kann.
- In der Höheren Geodäsie und Geophysik können die Parameter theoretischer Modelle mit umfangreichen globalen und kleinräumigen, permanent anfallenden geodätischen Messungen geeicht werden. Die theoretische Geodäsie und Geophysik werden dafür sorgen, daß das Vermessungswesen nicht oberflächlich bleibt, wobei ich "oberflächlich" in einem doppelten Sinn verstehe.
- Die einzelnen Disziplinen innerhalb der Studienrichtung Vermessungswesen gestatten ein Überwachen - moderner ausgedrückt ein Monitoring - der Umwelt, wobei nicht nur geometrische Informationen sondern auch Informationen über die Landnutzung, den Vitalitätszustand der Vegetation, die emittierte Wärmestrahlung von Gewässern und der Erddecke, aber auch Informationen über den Aufbau der Atmosphäre und der Lithosphäre erfaßt werden.
- Schließlich müssen wir unsere Produkte besser verkaufen, d.h. wir müssen in die Ausbildung auch die wirtschaftlichen und juristischen Aspekte sowie die Fremdsprachen einbeziehen. Mit einem Wort: Wir dürfen das Management der Landinformationen nicht vernachlässigen.

Das war eine Liste, die an die Adresse der Universitätslehrer und der zuständigen Gremien des UOG gerichtet war. Eine ähnliche Liste könnte man auch für die Praktiker

unseres Berufsstandes außerhalb der Universität aufstellen. Ich möchte darauf verzichten, aber doch den Hinweis anbringen, daß die Phantasie und die Bereitschaft, immer wieder Neues dazuzulernen, gefragt sind. Es sind manchmal auch unkonventionelle Aufgabenstellungen zu erkennen und zur Zufriedenheit der Partner und Auftraggeber zu lösen. Ich verschweige nicht, daß ich sehr interessante Aktivitäten in dieser Richtung kenne.

Ich bin optimistisch, daß wir mit gemeinsamen Anstrengungen die vor uns stehenden Probleme meistern werden. Die in der Gesellschaft sich abzeichnenden Strömungen sind für unseren Berufsstand günstig: Man war noch nie an einer so rigorosen Dokumentation der Umwelt interessiert wie heute und - um ein weiteres Beispiel zu nennen - man hat noch nie auf der Grundlage umfangreicher Unterlagen so genau und variantenreich geplant wie heute.

Mit diesen etwas ungewöhnlichen Bemerkungen anlässlich einer Geburtstagsfeier möchte ich meinen Vortrag schließen. Der Jubilar möge seine Freude daran haben, daß wir - die wir zur Zeit Verantwortung tragen - sehr mit der Zukunft ringen. Das Fundament, auf dem wir die Weiterentwicklung aufsetzen können und wollen, hat Prof. Hauer mit seinen Kollegen hier an der TU Wien geschaffen. Dafür danke ich ihm im Namen aller Geodäten.

# Lobliches Professorencollegium!

Die hervorragende Leistung, welche die Photogrammetrie in unserer Zeit bei der Fernvermessung Profektur-Aufnahmen erlangt hat, und besonders bei der kartografischen Darstellung der Gegend, bei welchen wegen der Unzugänglichkeit der aufzunehmenden Punkte, die Hilfermittel, welche ihnen dient vorzuziehen, vorzuziehen den Photogrammetrie in dem Programm. In der Wintersemester 1891/92 für die Höheren 2. Theil der praktischen Geometrie Vorlesungen über die „Fernvermessung mittels der Photogrammetrie“ anzukommen.

An demselben sollen die Höheren nicht nur mit den Methoden der Fernvermessung Profektur-Aufnahmen bekannt gemacht werden, sondern auch diejenigen Apparate, deren Einwirkung, Rectification und Genauigkeit kennen können, welche zur Darstellung in der geographischen Karte auf photographischem Wege dienen.

Es ist selbstverständlich, dass die ordentl.  
lichen Lehrer, welche an den praktischen Unter-  
richten Theilnehmen, für den Materialbedarf  
an photographischen Platten, Spinnkathoden u. dgl.  
muss an die Lehr- und Versuchsanstalt  
einen entsprechenden Requisitionsbetrag  
zu zahlen hätten.

Aus den angeführten Gründen er-  
laubt sich der Unterzeichnete an das  
höchste Professoren-Collegium das  
Gesuchen zu stellen, dasselbe sollte  
beim hohen Ministerium für Cultus  
und Unterricht beantragen, dass  
der hilfsreiche Locat der Photochemie  
Director Dr. Josef Maria Eder mit  
den Vorträgen und Übungen im  
Photographieren dem nächststen Herbst-  
jahre betraut werde.

Wien, den 7. Juni 1891

Ant. Seber



Ministerium  
für Kultus und Unterricht.

Wien, am 3. Juni 1912.

Z. 15.498

Technische Hochschule in Wien,  
Errichtung eines photogram-  
metrischen Institutes.  
z.Z. 2854 vom 7. März 1912/10

An  
das Rektorat der k. k.  
technischen Hochschule

in

W i e n .

Die Errichtung eines photogrammetrischen Institutes,  
welches der Lehrkanzel für praktische Geometrie an der k. k.  
technischen Hochschule in Wien anzugliedern ist, wird bewil-  
ligt.

Für dieses zu errichtende Institut wird pro 1912  
ein ordentliches Pauschalverforderniß von 1.500 K und zur  
Anschaffung von wissenschaftlichen Instrumenten für das-  
selbe ein Betrag von 1.800 K als 1. Rate einer außerordent-  
lichen Detation bewilligt.

Um die Flüssigmachung dieser Kredite wird nach Mad-  
gabe des Bedarfes bei der k. k. Statthalterei in Niederöster-  
reich besonders einzuschreiten sein.

Das photogrammetrische Institut sowie ein mit dem-  
selben verbundenes photogrammetrisches Archiv wird in den  
Räumen der Lehrkanzel für praktische Geometrie unterzubrin-  
gen sein.

Die Verwendung des Pauschalkredites für die  
Errichtung eines photogrammetrischen Institutes wird seitens  
des Inhabers der Lehrkanzel für praktische Geometrie im Ein-  
vernehmen mit dem Präsidium der Zentralkommission für Denk-  
malpflege zu erfolgen haben, in dem eine Anzahl photographi-  
scher Aufnahmen von Denkmälern jährlich durch das Institut  
für die genannte Zentralkommission auszuführen sein wird.

Hievon wird das Rektorat mit dem Beifügen in  
Kenntnis gesetzt, daß auf die Bewilligung einer speziellen  
außerordentlichen Detation zur Anschaffung eines stereophoto-  
grammetrischen Instrumentariums für die Lehrkanzel für prak-  
tische Geometrie nicht eingegangen werden kann. Um die Be-  
willigung weiterer außerordentlicher Detationsraten zur An-  
schaffung von wissenschaftlichen Instrumenten für das photo-  
grammetrische Institut wird besonders h. a. einzuschreiten  
sein.

Für den Minister für Kultus und Unterricht :

K. K. TECHNISCHE HOCHSCHULE  
IN WIEN

PRAS: 7. 1912

Z. 323 / 1911/1912





## Der ebene Quasistreckenschnitt

G. Brandstätter

### Summary

In the plane three resection methods may be used: resection by measured directions, resection by pseudoranges and resection by quasi-ranges. The latter results from the measurement of three distances which contain a joint scale factor and is discussed here with respect to its geometry (APPOLLONIAN circle), the possibilities of computation and its stochastic properties.

### 1. Begriffsbildung

Die vermessungstechnischen Einsschneideaufgaben in der Ebene kann man (z.B. nach P. RICHARDUS in [1]) in Vorwärts- und Rückwärtsmethoden (im Englischen "Intersection" und "Resection") unterteilen. Der vielleicht gravierendste Unterschied zwischen beiden besteht darin, daß bei Anwendung der Vorwärtsmethoden die gegebenen Festpunkte mit dem Instrument bezogen werden müssen, während die Rückwärtsmethoden nur die Besetzung des Neupunktes verlangen. Sie werden daher in letzter Zeit sehr häufig verwendet, und zwar als Meßfälle der sogenannten "freien Stationierung". Diese kann man wieder in homogene und hybride Meßfälle unterscheiden, je nach dem, ob nur gleichartige oder verschiedenartige Meßelemente zur Anwendung kommen.

Das Repertoire von Meßelementen für die Rückwärtsmethoden ist im wesentlichen auf Richtungen und Strecken beschränkt. Die dennoch größere Zahl an Methoden ergibt sich daraus, daß die Meßelemente verschiedene Defekte aufweisen können, wie Orientierungskonstante von gemessenen Richtungen, Additionskonstante (Pseudostrecken) oder Maßstabsdefekte (Quasistrecken) bei elektronisch gemessenen Strecken. Diese sind dann als zusätzliche Unbekannte mit in die Berechnung einzubeziehen, wodurch aber auch die notwendige Anzahl von Festpunkten entsprechend zunimmt.

Als Beispiele wären anzuführen:

- a) hybride Methoden über zwei Festpunkten:
  - "direkter Anschluß" ([2]) aus Strecke und Winkel (=Richtungsdifferenz)
  - Schnitt aus Pseudostrecken (Streckendifferenz) und Winkel
  - Schnitt aus Quasistrecken (Streckenquotient) und Winkel (beide in [3])
- b) homogene Methoden über drei Festpunkten
  - Rückwärtsschnitt aus Richtungen ([4] und [5])
  - Pseudostreckenschnitt ([5] und [6])
  - Quasistreckenschnitt

Der letztgenannte wird neuerdings als Element hochgenauer Landes- und Kontrollnetze verwendet ([7]) und findet seine Berechtigung als eigenständige Rückwärtsmethode darin, daß bei elektromagnetisch gemessenen Strecken Maßstabsdefekte folgender Art auftreten können:

1. Abweichung der Modulationsfrequenzen vom rechnerischen Sollwert
2. Systematisch unzureichende meteorologische Korrektur
3. Nichtberücksichtigung der lokalen konformen Projektionsverzerrung und der Höhenreduktion

4. stochastischer Maßstabsdefekt im verwendeten Teil des Festpunktfeldes.

Die Eigenart des Quasistreckenschnittes besteht also darin, daß die zu drei Festpunkten gemessenen Strecken mit einem gemeinsamen Maßstabsfaktor  $m$  behaftet sind, der als zusätzliche Unbekannte mit den gesuchten Standpunktskoordinaten zu berechnen ist.

### 1. Geometrie und Lösung des Quasistreckenschnittes

#### 1.1 Der geometrische Ort konstanter Streckenverhältnisse

Werden in einem Neupunkt  $N$  zu zwei Festpunkten  $F_1, F_2$  zwei Strecken  $s_1, s_2$  mit gemeinsamem Maßstabsdefekt gemessen, dann lauten die Beobachtungsgleichungen

$$\begin{aligned}d_1 &= \sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2} = m s_1, \\d_2 &= \sqrt{(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2} = m s_2\end{aligned}\tag{1.1.1}$$

und ihr Quotient

$$\frac{\sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2}}{\sqrt{(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2}} = \frac{s_1}{s_2} = k$$

liefert umgeformt die Gleichung

$$\begin{aligned}\left(x - \frac{x_1 - k^2 x_2}{1 - k^2}\right)^2 + \left(y - \frac{y_1 - k^2 y_2}{1 - k^2}\right)^2 &= \\&= \frac{k^2}{(1 - k^2)^2} \left((x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2\right) = \frac{k^2}{(1 - k^2)^2} d_{1,2}^2\end{aligned}\tag{1.1.2}$$

welche einen Kreis mit dem Radius

$$R = \frac{d_{1,2} k}{1 - k^2}\tag{1.1.3}$$

und den Mittelpunktskoordinaten

$$y_M = \frac{y_1 - k^2 y_2}{1 - k^2}, \quad x_M = \frac{x_1 - k^2 x_2}{1 - k^2}$$

beschreibt. Dieser ist der geometrische Ort konstanten Streckenverhältnisses  $s_1/s_2$  und wird nach [ 8 ] als APPOLLONISCHER Kreis ( hier im weiteren kurz AK ) bezeichnet. Sein Mittelpunkt befindet sich auf der Geraden  $F_1-F_2$  im Abstand

$$d_M = d_{1,2} \frac{k^2}{1 - k^2} = k R\tag{1.1.4}$$

vom näher zu  $N$  gelegenen Festpunkt ( Bild 1 ).

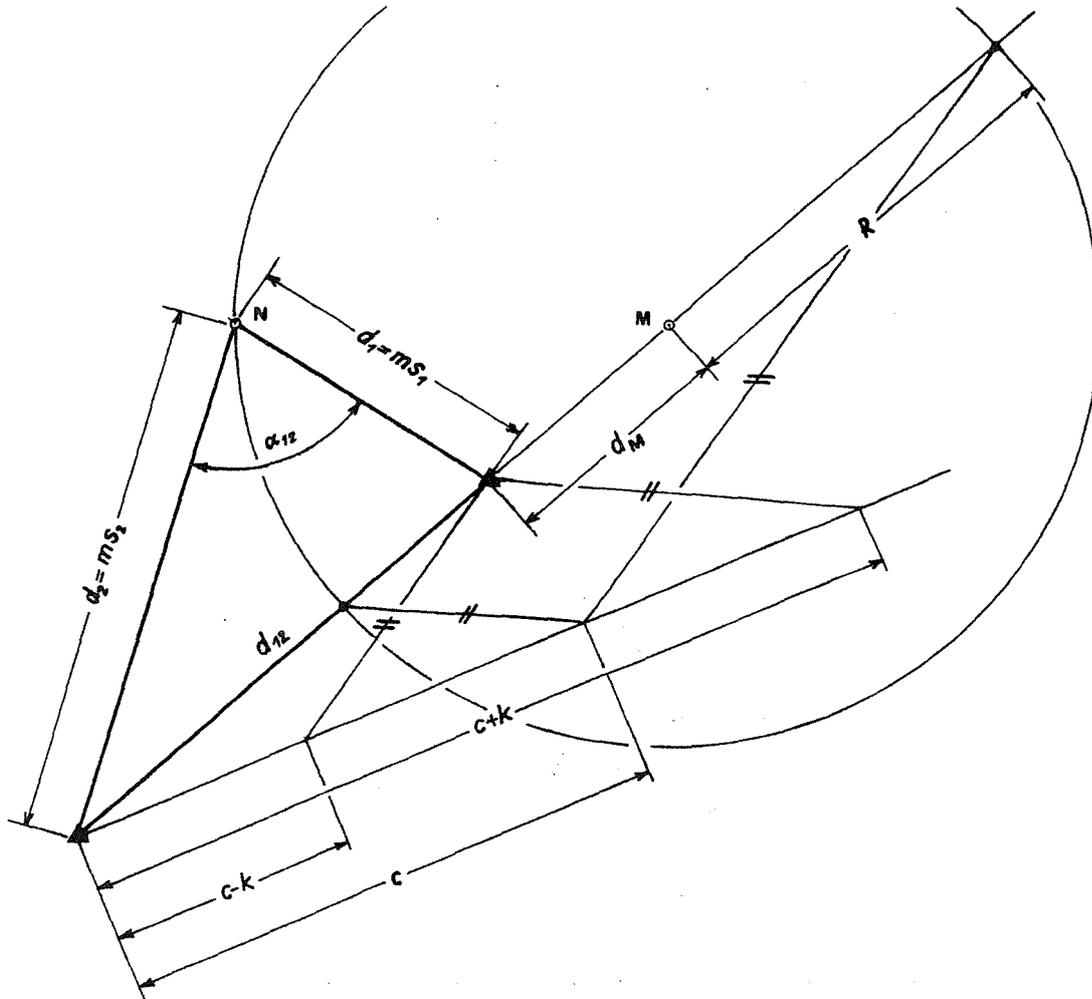


Bild 1: Graphische Konstruktion des APOLLONISCHEN Kreises

Die Linearform einer Gl. (1.1.1) in einem TAYLORpunkt  $N_0$  lautet

$$d_1 = d_{01} + \cos t_{01} dx + \sin t_{01} dy = (m_0 + dm) s_1,$$

woraus die Differentialform

$$\cos t_{01} dx + \sin t_{01} dy - s_1 dm = m_0 s_1 - d_{01} = l_1$$

folgt, welche sich, wenn  $m_0 = 1$  und daher  $s_1 \approx d_{01} \approx d_1$  gesetzt werden kann, zu

$$\cos t_1 dx + \sin t_1 dy - d_1 dm = s_1 - d_{01} = l_1 \quad (1.1.5)$$

vereinfacht. Division der beiden Differentialformen von (1.1.1) durch  $d_1$  und Elimination der Unbekannten  $dm$  durch Subtraktion liefert

$$\left( \frac{\cos t_1}{d_1} - \frac{\cos t_2}{d_2} \right) dx + \left( \frac{\sin t_1}{d_1} - \frac{\sin t_2}{d_2} \right) dy = \frac{l_1}{d_1} - \frac{l_2}{d_2} \quad (1.1.6)$$

und nach Normierung mit  $c = d_{12} / d_1 d_2$  die Normalform

$$\cos \nu dx + \sin \nu dy = dn,$$

worin der Richtungswinkel des Normalvektors  $n_0$  auf die Ortskurve (Bild 2), anhand

$$\tan \nu = \frac{d_2 \sin t_1 - d_1 \sin t_2}{d_2 \cos t_1 - d_1 \cos t_2}$$

und die Querversetzung wegen dx und dy aus

$$dn = (d_2 l_1 - d_1 l_2) / d_{1,2}$$

zu berechnen ist.

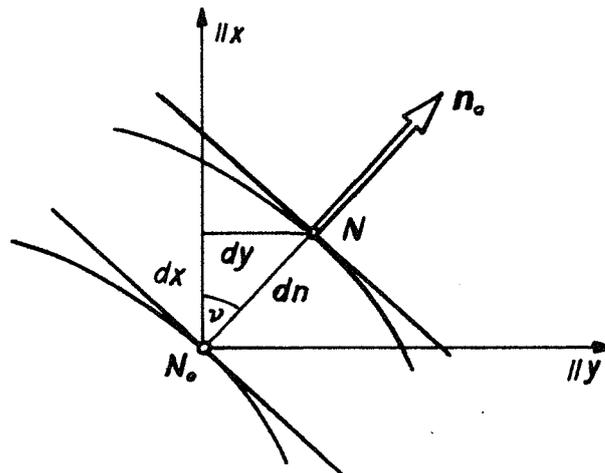


Bild 2: Normalform der Tangentengleichung in N bezogen auf N<sub>0</sub>

Gl. (1.1.6) erinnert deutlich an die Differentialform

$$\left( \frac{\sin t_1}{d_1} - \frac{\sin t_2}{d_1} \right) dx + \left( -\frac{\cos t_1}{d_2} + \frac{\cos t_2}{d_2} \right) dy = d\alpha_{12}$$

des Winkels  $\alpha_{1,2}$  in Bild 1 ([9]). Die Meßgröße "Streckenquotient" ist daher als das Analogon zur Meßgröße "Richtungsdifferenz" anzusehen, worauf auch in [7] hingewiesen wird. Erfolgt die Messung beider Größen über denselben Festpunkten, dann sind ihre Ortskurven (Peripheriekreis  $\alpha = \text{const.}$  und A-Kreis  $k = \text{const.}$ ), wie in [3] gezeigt wird, stets zueinander orthogonal, d.h., sie sind in gleicher Weise konjugiert wie die Elemente Richtung und Strecke der ebenen Polarkoordinaten.

Die Differentialform (1.1.5) gibt den Einfluß von Änderungen dx und dy in den Koordinaten des Neupunktes auf die Meßgröße  $l_1$  wieder. Der Einfluß von Änderungen in den Festpunktskoordinaten ist aus der Erweiterung

$$\cos t_1 dx + \sin t_1 dy - d_1 dm - \cos t_1 dx_1 - \sin t_1 dy_1 = 1,$$

zu erhalten, welche in weiterer Folge in der Form

$$\begin{aligned} \cos t_1 dx + \sin t_1 dy - d_1 dm &= \\ &= 1_1 + \cos t_1 dx_1 + \sin t_1 dy_1, \end{aligned} \quad (1.1.7)$$

Verwendung finden wird.

## 1.2 Lösungsmöglichkeiten

Die Meßdisposition des Quasistreckenschnittes entspricht der des Rückwärtsschnittes aus Richtungen oder des Pseudostreckenschnittes, d.h., es sind drei Strecken  $s_1, s_2, s_3$  mit gemeinsamen Maßstabsdefekt über den Festpunkten  $F_1, F_2, F_3$  gemessen (Bild 3). Je zwei Messungen zusammengefaßt liefern die Streckenquotienten  $k' = s_1/s_2$  und  $k'' = s_3/s_2$ , welche somit als Zahlenwerte vorliegen. Damit ergeben sich folgende Lösungsmöglichkeiten:

### a) Konstruktiv (Bild 3)

Mit den Werten  $k'$  und  $k''$  ist wie in Bild 1 je ein AK zu konstruieren, indem für die Strecken  $d_{12}$  und  $d_{23}$  der äußere und innere Teiler gesucht wird. In der Mitte zwischen beiden liegt der Mittelpunkt des jeweiligen AK, womit auch die Radien bekannt sind. Der Schnitt dieser beiden Kreise liefert die zwei Lösungen  $N'$  und  $N''$  des Quasistreckenschnittes.

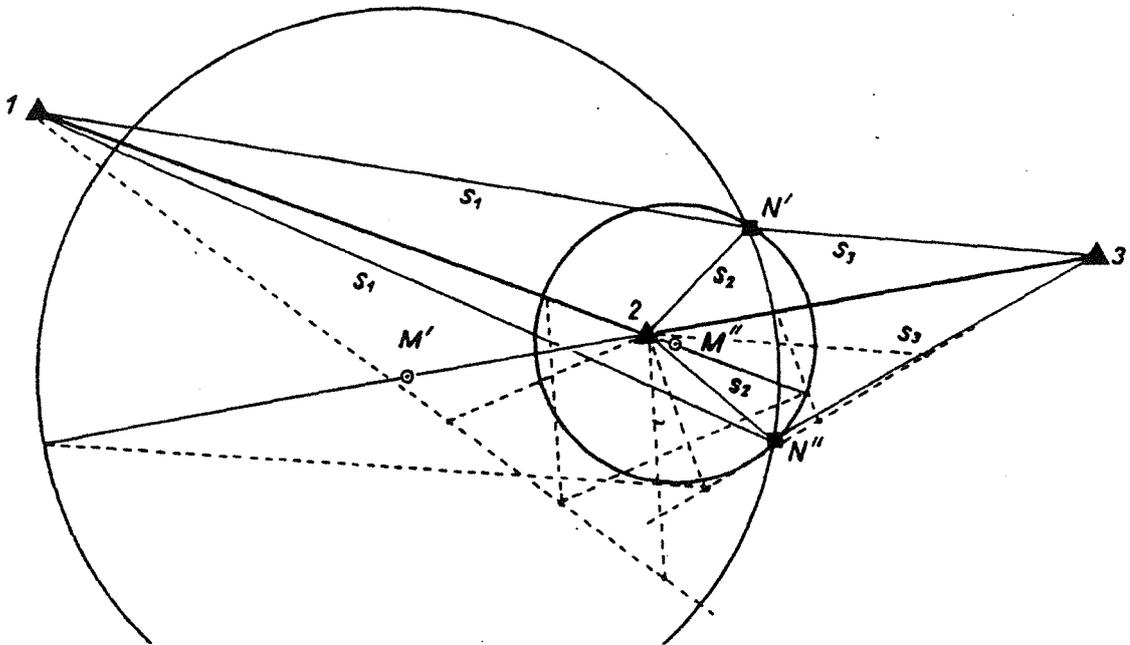


Bild 3: Meßdisposition und konstruktive Lösung.

### b) Analytisch - trigonometrisch (Bild 3)

Durch Einrechnen der Mittelpunkte auf den Geraden  $F_1 - F_2$  und  $F_2 - F_3$  mit Hilfe der aus (1.1.4) folgenden Distanzen sind die Koordinaten der Mittelpunkte  $M'$  und  $M''$  sowie die Kreisradien  $R'$  und  $R''$  gegeben, sodaß davon ausgehend die weitere Berechnung des Neupunktes einem normalen Streckenschnitt entspricht. Dieser von der geometrischen Anschauung a) ausgehende Lösungsansatz entspricht der üblichen, praxisgerechten Vorgangsweise der ebenen Koordinatenrechnung.

c) Analytisch

Aus zwei Kreisgleichungen (1.1.2), nämlich

$$\begin{aligned} (x - x'_m)^2 + (y - y'_m)^2 &= R'^2 \\ (x - x''_m)^2 + (y - y''_m)^2 &= R''^2, \end{aligned}$$

können durch Subtraktion die Quadrate  $x^2$  und  $y^2$  eliminiert werden, wodurch die lineare Beziehung

$$y = -\frac{x'_m - x''_m}{y'_m - y''_m} x + \frac{x'^2_m - x''^2_m + y'^2_m - y''^2_m + R'^2 - R''^2}{2(y'_m - y''_m)} \quad (1.2.1)$$

zwischen  $x$  und  $y$  entsteht; damit ist  $y$  in einer der beiden Kreisgleichungen zu substituieren und die Wurzeln der daraus folgenden quadratischen Gleichung für  $x$  in (1.2.1) eingesetzt ergeben die zugehörigen  $y$ -Werte und damit die beiden Schnittpunkte des Quasistreckenschnittes.

c) Durch Überbestimmung

Mit Hilfe einer zusätzlichen Beobachtung  $s_4$  zu einem weiteren Festpunkt  $F_4$  ist es möglich, ein lineares Gleichungssystem in den Unbekannten  $x$ ,  $y$ , und  $m^2$  zu erhalten. Wird nämlich von den Gleichungen

$$x^2 - 2x_1x + y^2 - 2y_1y - s_1^2m^2 = -x_1^2 - y_1^2 = -r_1^2$$

( $i = 1, 2, 3$ ) diese vierte Gleichung abgezogen, dann fallen die Quadrate weg und es verbleibt die Beziehung

$$\begin{pmatrix} 2(x_1 - x_4) & 2(y_1 - y_4) & s_1^2 - s_4^2 \\ 2(x_2 - x_4) & 2(y_2 - y_4) & s_2^2 - s_4^2 \\ 2(x_3 - x_4) & 2(y_3 - y_4) & s_3^2 - s_4^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ m^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_1^2 - r_4^2 \\ r_2^2 - r_4^2 \\ r_3^2 - r_4^2 \end{pmatrix}, \quad (1.2.2)$$

deren Inversion Näherungskordinaten für eine iterative Nachbehandlung liefert.

d) Iterativ

Gewöhnlich ist  $dm \ll 1$ , so daß das Verfahren c) wie für die Linearisierung durch Überbestimmung des gewöhnlichen Streckenschnittes angewendet werden kann. Es stehen dann drei Gleichungen

$$x^2 - 2x_1x + y^2 - 2y_1y = s_1^2 - x_1^2 - y_1^2 = r_1^2$$

zur Verfügung, aus denen wieder durch Subtraktion die Quadrate zu entfernen sind, so daß die zu (1.2.2) analoge Beziehung

$$\begin{pmatrix} 2(x_1 - x_3) & 2(y_1 - y_3) \\ 2(x_2 - x_3) & 2(y_2 - y_3) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_1^2 - r_3^2 \\ r_2^2 - r_3^2 \end{pmatrix}$$

entsteht. Die Lösung liefert die Startkoordinaten für die iterative Nachbehandlung mit Hilfe von drei Gln. (1.1.5) zufolge

$$\begin{pmatrix} \cos t_1 & \sin t_1 & -d_1 \\ \cos t_2 & \sin t_2 & -d_2 \\ \cos t_3 & \sin t_3 & -d_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dx \\ dy \\ dm \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} l_1 \\ l_2 \\ l_3 \end{pmatrix} \quad (1.2.3)$$

bzw.  $AZ = l$ .  $A$  ist die sogen. Funktionalmatrix und  $D = \det(A)$  die Funktionaldeterminante. Auf dieser Form sowie der aus (1.1.7) folgenden Erweiterung  $AZ = l + By$  mit

$$B = \begin{pmatrix} \cos t_1 & \sin t_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \cos t_2 & \sin t_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cos t_3 & \sin t_3 \end{pmatrix} \quad (1.2.4)$$

und  $y^T = ( dx_1, dy_1, dx_2, dy_2, dx_3, dy_3 )$  baut die weitere Diskussion des Quasistreckenschnittes auf.

### 1.3 Funktionales Verhalten

Die Inversion des Systems (1.2.3) ergibt vorerst die Funktionaldeterminante

$$D = d_1 \sin(t_2 - t_3) + d_2 \sin(t_3 - t_1) + d_3 \sin(t_1 - t_2) \\ = - \sum_{i=1}^3 d_i \sin \alpha_{jk} ,$$

mit  $j = i-1, k=i+1$ , zyklisch, und sodann die Lage

$$x = \frac{1}{D} \begin{pmatrix} d_2 \sin t_3 - d_3 \sin t_2 & d_3 \sin t_1 - d_1 \sin t_3 & d_1 \sin t_2 - d_2 \sin t_1 \\ -d_2 \cos t_3 + d_3 \cos t_2 & -d_3 \cos t_1 + d_1 \cos t_3 & -d_1 \cos t_2 - d_2 \cos t_1 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} l_1 \\ l_2 \\ l_3 \end{bmatrix} \quad (1.3.1)$$

bzw.  $x = X l$  sowie den Maßstab

$$dm = ( 1/D ) \sum l_i \sin \alpha_{jk} .$$

Das deterministische Verhalten des Schnittes folgt aus der Untersuchung der Funktionaldeterminante. Sie gibt mit  $D = 0$  den kritischen Ort und mit  $D_{max}$  die Position größtmöglicher numerischer Stabilität des linearen Gleichungssystems (1.2.3) an.

a) Kritischer Ort:  
Aus  $D = 0$  folgt

$$d_3 \sin \alpha_{12} + d_1 \sin \alpha_{23} = d_2 \sin \alpha_{13} .$$

Division durch  $d_1 d_2 d_3$  ergibt

$$\frac{\sin \alpha_{12}}{d_1 d_2} + \frac{\sin \alpha_{23}}{d_2 d_3} = \frac{\sin \alpha_{13}}{d_1 d_3}$$

und somit Gleichheit zwischen der Flächensumme der beiden reziproken Dreiecke  $F_1 N F_2, F_2 N F_3$  einerseits und der Fläche des reziproken Dreieckes  $F_1 N F_3$  andererseits ( Bild 4 ). Diese ist nur möglich, wenn die zu  $F_1$  reziproken Punkte  $\bar{F}_1$  auf einer gemeinsamen Geraden bzw. die Festpunkte selbst auf einem mit  $N$  gemeinsamen Kreis liegen. Es zeigt sich also, daß der kritische Ort des Quasistreckenschnittes jenem des Rückwärtsschnittes entspricht, was die Verwandtschaft der beiden Verfahren unterstreicht. Allerdings liegt hier ein kritischer Ort zweiter Art vor, welcher durch das Zusammenfallen der beiden Lösungen aus 1.2c gekennzeichnet ist. Dies ist in Bild 4 dadurch angedeutet, daß für die dort wiedergegebene Punktanzahl gem. 1.2a die beiden AK konstruiert sind, welche sich in diesem Fall nicht schneiden sondern berühren.

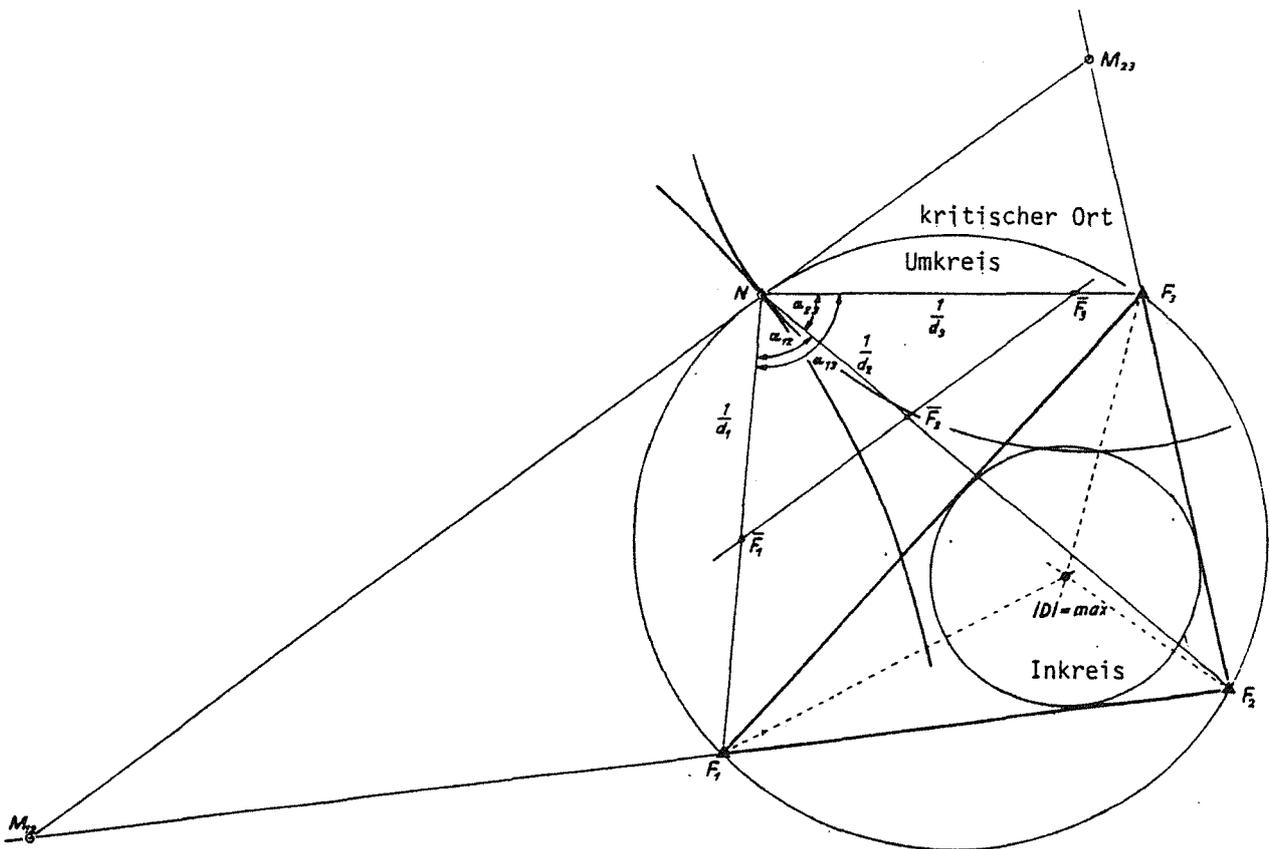


Bild 4: Der kritische Ort und die Position größter Stabilität.

b) Größte numerische Stabilität:

Die Stelle, an der  $|D| = \max.$  wird, ergibt sich aus

$$\frac{\partial D}{\partial x} = \sum \frac{\partial d_i}{\partial x} \sin \alpha_{jk} + \sum d_i \cos \alpha_{jk} \left( \frac{\partial t_k}{\partial x} - \frac{\partial t_j}{\partial x} \right) = 0$$

$$\frac{\partial D}{\partial y} = \sum \frac{\partial d_i}{\partial y} \sin \alpha_{jk} + \sum d_i \cos \alpha_{jk} \left( \frac{\partial t_k}{\partial y} - \frac{\partial t_j}{\partial y} \right) = 0$$

Hierin sind die linken Summen, wie sich durch Substituierung der Differentialquotienten  $\partial d_i / \partial x = \cos t_i$  und  $\partial d_i / \partial y = \sin t_i$  leicht zeigen läßt, gleich Null, so daß sich die beiden Gl.n.

$$\sum \frac{\cos \alpha_{jk}}{d_j d_k} \left( \frac{\sin t_j}{d_j} - \frac{\sin t_k}{d_k} \right) = \sum \frac{\sin t_i}{d_i} \left( \frac{\cos \alpha_{ij}}{d_i d_j} - \frac{\cos \alpha_{ik}}{d_i d_k} \right) = 0$$

$$\sum \frac{\cos \alpha_{jk}}{d_j d_k} \left( \frac{\cos t_k}{d_k} - \frac{\cos t_j}{d_j} \right) = \sum \frac{\cos t_i}{d_i} \left( \frac{\cos \alpha_{ik}}{d_i d_k} - \frac{\cos \alpha_{ij}}{d_i d_j} \right) = 0$$

ergeben, welche offensichtlich dann gelten, wenn

$$\frac{\cos \alpha_{12}}{d_1 d_2} = \frac{\cos \alpha_{23}}{d_2 d_3} = \frac{\cos \alpha_{31}}{d_3 d_1}$$

oder

$$d_3 \cos \alpha_{12} = d_1 \cos \alpha_{23} = d_2 \cos \alpha_{31} = \text{const.}$$

Um diese Bedingung erfüllen zu können, muß der Neupunkt dem Mittelpunkt des im Festpunktdreieck eingeschriebenen Kreises entsprechen. Der auf einer internen Mitteilung em. Prof. Dr. Walter WUNDERLICHs, TU Wien, basierende Beweis hierfür ist in Bild 5 wiedergegeben.

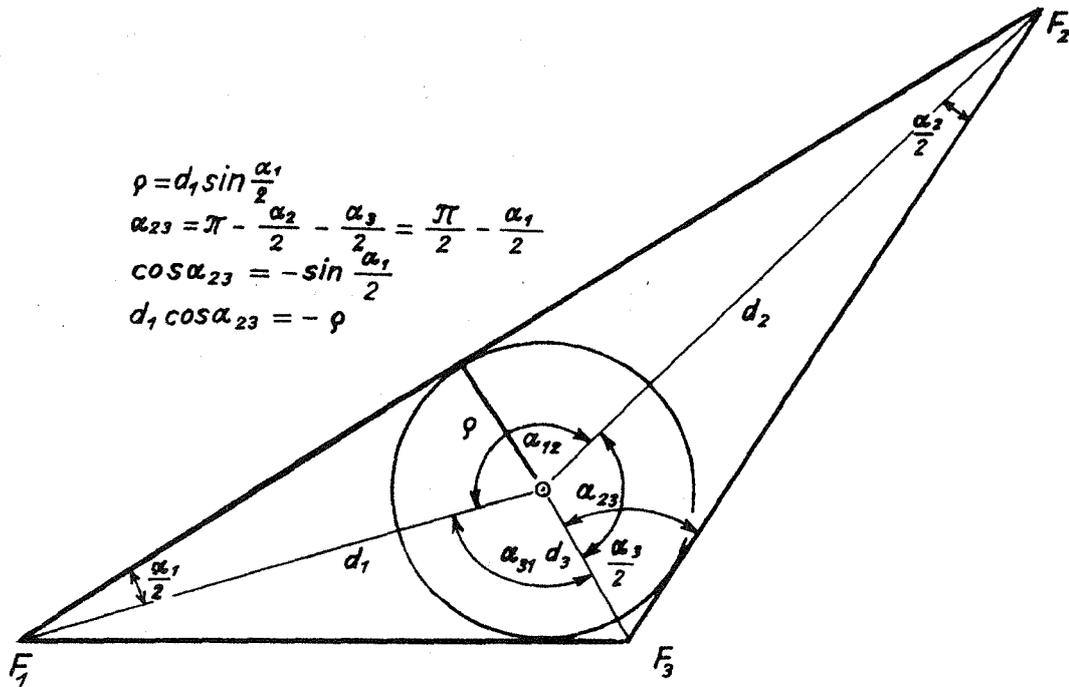


Bild 5: Beweis für  $d_1 \cos \alpha_{jk} = \text{const.} = -\rho$  (Radius des Inkreises) aufgrund eines Hinweises Prof. W. WUNDERLICHs

Es besteht somit ein interessanter Zusammenhang zwischen den funktionalen Eigenschaften des Quasistreckenschnittes einerseits und den beiden besonderen Kreisen des Festpunktdreiecks andererseits, nämlich dem Umkreis als Null-Linie und dem Mittelpunkt des Inkreises als Extremalstelle der Funktionaldeterminante.

## 2. Stochastische Betrachtungen.

### 2.1 Die Dispersion des Quasistreckenschnittes

Die drei Gln.(1.2.3) enthalten den Meßsatz für die einfache, d.h. nicht redundante Bestimmung des Neupunktes. Zwecks stochastischer Betrachtung der gegebenen Schnittsituation sei nun angenommen, daß die hierfür notwendigen Varianzen  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_0^2 = \text{const.}$  der Meßgrößen so zustandekamen, daß jede der drei Messungen  $l_i$   $n$ -mal ( $n \rightarrow \infty$ ) ausgeführt wurde. Drückt man die daraus folgenden Zusammenhänge z.B. nach [ 10 ] mit Hilfe statistischer Erwartungswerte aus, dann ist statt  $l_i$  in (1.2.3)  $\bar{l}_i = [l_i]/n = E(l_i)$  mit  $E(\bar{l}_i - l_i) = 0$  und für die Varianzen  $E((\bar{l}_i - l_i)^2) = \sigma_i^2 = \sigma_0^2$  zu setzen. Der Vektor der Erwartungswerte für die Punktlage lautet wegen (1.3.1)  $\bar{x} = X \bar{l}$  mit  $E(\bar{x} - x) = 0$  und die Dispersionsmatrix desselben ergibt sich aus

$$E\{(\bar{x}-x)(\bar{x}-x)^T\} = E\{X(\bar{1}-1)(X(\bar{1}-1))^T\} = \\ = XE\{(\bar{1}-1)(\bar{1}-1)^T\}X^T = XS_0X^T = \sigma_0^2XX^T, \quad (2.1.1)$$

weil aufgrund der gegenseitigen Unabhängigkeit der Messungen und Gleichheit der Varianzen  $S_0 = \sigma_0^2 E$  ( $E =$  Einheitsmatrix) lauten muß. Das mit dem unglücklichen Begriff "Fehler" verbundene altbekannte Fortpflanzungsgesetz führt natürlich zum gleichen Ergebnis, da ja (1.3.1) den funktionalen Zusammenhang zwischen Messung und Unbekannten angibt.

Obwohl die stochastische Analyse von Einschneideaufgaben üblicherweise mit Hilfe des Zusammenhanges (2.1.1) erfolgt, kann mitunter auch die Auswirkung der Lageunsicherheiten im verwendeten Festpunktfeld gefragt sein. Die hierfür notwendige funktionale Beziehung erhält mit Hilfe von (1.2.4) und (1.3.1) die Form

$$\delta x = XBy,$$

wenn  $y$  wegen der meist vorgegebenen Ausgleichung des Festpunktfeldes ein Zufallsvektor mit den korrelierten Komponenten  $dx_i$  in den Festpunkten  $F_i$  ist. Daraus folgt deren Einfluß mit

$$E(\delta x \delta x^T) = E\{(XB y)(XB y)^T\} = XBS_F B^T X^T,$$

worin  $S_F = E(y y^T)$  die voll besetzte Dispersionsmatrix der drei Festpunkte angibt, und die vollständige Lagedispersion mit

$$S_N = X(\sigma_0^2 E + BS_F B^T)X^T. \quad (2.1.2)$$

$S_F$  kann nicht allgemein angegeben werden, weshalb generelle Beurteilungskriterien der Schnittaufgaben unter der Annahme  $S_F = 0$  aus der vereinfachten Lagedispersion

$$S_N = \sigma_0^2 XX^T = \begin{pmatrix} \sigma_x^2 & \sigma_{xv} \\ \sigma_{xv} & \sigma_v^2 \end{pmatrix}$$

abzuleiten sind, worin wegen (1.3.1)  $XX^T =$

$$= \frac{1}{D^2} \begin{pmatrix} \Sigma(d_i \sin t_k - d_k \sin t_i)^2 & \Sigma(d_i \sin t_k - d_k \sin t_i)(-d_i \cos t_k + d_k \cos t_i) \\ \text{symm.} & \Sigma(-d_i \cos t_k + d_k \cos t_i)^2 \end{pmatrix}$$

lautet.

## 2.2 Günstigste Meßdisposition

Die Festlegung jenes Punktes, in welchem die Beobachtung das stochastisch günstigste Ergebnis liefert, hängt nach [ 11 ] von der Definition des Unsicherheitsmaßes ab, das dieser Entscheidung zugrundegelegt wird. Für die Einzelpunktbestimmung sind drei Möglichkeiten gegeben, nämlich

- die wohlbekannte mittlere Lageunsicherheit nach HELMERT  
 $\Phi_H = \text{tr}(S_N) = \sigma_x^2 + \sigma_v^2,$
- die Forderung nach Isotropie oder circularer Dispersion, d.h.  
 $\Phi_I = \sigma_x^2 - \sigma_v^2 = \sigma_{xv}^2 = 0,$
- die Lageunsicherheit nach WERKMEISTER  
 $\Phi_W = \det(S_N) = \sigma_x^2 \sigma_v^2 - \sigma_{xv}^2 = \\ = ((\sigma_x^2 + \sigma_v^2)^2 - (\sigma_x^2 - \sigma_v^2)^2) / 4 - \sigma_{xv}^2.$

Die Anwendung dieser drei Definitionen führt mit  $\sigma_0^2 = 1$  zu folgenden Aussagen:

- a) Die mittlere Lageunsicherheit erhält nach einfacher Umformung die bemerkenswert klare Form

$$\Phi_H = D^{-2} \sum (d_i^2 + d_k^2 - 2 d_i d_k \cos \alpha_{ik}) = D^{-2} \sum d_{ik}^2 .$$

Sie erreicht, da die Seiten  $d_{ik}$  des vorgegebenen Festpunktdreiecks Konstante sind, ihr Minimum an jener Stelle, wo  $|D|$  maximal ist, also im Mittelpunkt des Inkreises. Dieser Punkt ist demnach nicht nur funktional sondern auch stochastisch bedeutsam und konnte in [6] auf empirischem Weg auch für den Rückwärtsschnitt aus Richtungen als Punkt der kleinsten HELMERT'schen Lageunsicherheit ermittelt werden - eine weitere Analogie zwischen diesen beiden Punktbestimmungsmethoden.

- b) Isotropie würde bedeuten, daß  $XX^T$  eine Diagonalmatrix mit gleichen Hauptdiagonalelementen ist und als solche der linken oberen (2,2)-Submatrix von  $Q = (A^T A)^{-1}$  entspricht. Aus (1.2.3) folgt jedoch die voll besetzte Form

$$A^T A = \begin{pmatrix} \sum \cos^2 t & \sum \sin t \cos t & \sum d \cos t \\ \sum \sin t \cos t & \sum \sin^2 t & \sum d \sin t \\ \sum d \cos t & \sum d \sin t & \sum d^2 \end{pmatrix} ,$$

welche nur dann zur Diagonalmatrix wird und dadurch auch eine inverse Diagonalmatrix liefert, wenn  $d_1 = d_2 = d_3$  und  $\sum \sin t = \sum \cos t = \sum \sin t \cos t = 0$ , d.h., wenn die  $t_i$  gleichmäßig über den Horizont verteilt sind bzw. wenn  $\alpha_{12} = \alpha_{23} = \alpha_{31} = 2\pi/3$  ( $=120^\circ$ ). Somit ist Isotropie in einem allgemeinen Festpunktdreieck nicht erreichbar. Die angegebenen Symmetriebedingungen bedeuten, daß die Festpunkte zu diesem Zweck in Form eines gleichseitigen Dreieckes angeordnet sein müßten und daß der Neupunkt im Mittel- oder Schwerpunkt desselben liegt.

- c) Mit dem Ergebnis von a) und nach trigonometrischer Umformung der Ausdrücke für  $\sigma_{xy}$  und  $\sigma_x^2 - \sigma_y^2$  lautete das Unsicherheitsmaß nach WERKMEISTER

$$\Phi_w = (\Phi_H^2 - C^2) / 4$$

worin der zweite Teil aus

$$C^2 = D^{-4} ( [\sum (-d_i^2 \cos 2t_k - d_k^2 \cos 2t_i + 2d_i d_k \cos(t_i + t_k))]^2 + 2[\sum (-d_i^2 \sin 2t_k - d_k^2 \sin 2t_i + 2d_i d_k \sin(t_i + t_k))]^2 )$$

folgt. Diese einigermaßen unhandliche Funktion sei hier insofern ganz pragmatisch behandelt, als die Aufsuchung ihres Minimums mit Hilfe eines einfachen numerischen Verfahrens erfolgt, wobei die Werte von  $\Phi_w$  - bezogen auf ein bewußt unsymmetrisch angenommenes Festpunktdreieck - in einem Quadratgitter berechnet und kartiert werden; aus der Kartierung (Bild 6) ist die Stelle des Minimums hinreichend genau zu entnehmen. Natürlich erlaubt diese Vorgangsweise keine generelle Aussage über die Minimallage wie unter a), sie bietet aber immerhin die Möglichkeit, für eine gegebene Situation mit Hilfe eines - auch sehr bescheidenen - Microcomputers die günstigste Position für  $\Phi_w$  schnell zu ermitteln.



Allgemein läßt sich sagen, daß der Quasistreckenschnitt zu jenen Punktbestimmungsmethoden gehört, bei welchen die drei als optimal definierbaren Positionen nicht ident sind. Als klassisches Beispiel für dieses Phänomen gilt bekanntlich der Vorwärtsschnitt aus Richtungen, für den P. WERKMEISTER in [ 12 ] erstmals die Determinante der Dispersionsmatrix als Unsicherheitsmaß einführte und deren Diskrepanz mit der mittleren Lageunsicherheit nach F.R. HELMERT feststellte. Die Sichtung aller Punktbestimmungsmethoden erlaubt nun eine Erklärung dieser Tatsache aus dem funktionalen Verhalten derselben. Treten nämlich in der Funktionalmatrix  $A$  wie in (1.2.3) neben den Richtungen auch die Distanzen zu den Festpunkten als Koeffizienten auf, dann müssen zwangsläufig  $\Phi_H$  und  $\Phi_w$  in verschiedenen Punkten optimal werden. Enthält hingegen die Funktionalmatrix nur die Richtungen, wie z.B. in [ 6 ] für den hier vergleichbaren Pseudostreckenschnitt gemäß

$$A = \begin{pmatrix} \cos t_1 & \sin t_1 & -1 \\ \cos t_2 & \sin t_2 & -1 \\ \cos t_3 & \sin t_3 & -1 \end{pmatrix} ,$$

dann sind die Optimalpositionen ident. Kurz gesagt, gemessene Richtungen und Quasistrecken führen zu verschiedenen, Absolut- und Pseudostrecken, und zwar nur diese in homogener Kombination, ermöglichen idente Optimalpositionen.

### 3. Schlußbemerkungen.

Wie schon eingangs betont, sollte jede der möglichen Rückwärtsmethoden in erster Linie unter dem Gesichtspunkt beurteilt werden, daß sie eventuell als Element einer "freien Stationierung" auftritt. Gewöhnlich wird dies innerhalb eines überbestimmten Meßsatzes der Fall sein, in dessen Rahmen insbesondere Quasistrecken hinsichtlich Anpassung der Punkteinschaltung an das gegebene Festpunktfeld von Bedeutung sein können - man denke nur an die sonst übliche Verwendung der HELMERTtransformation für diesen Zweck. Aber auch im Zusammenhang mit der Auswertung größerer Meßwertkomplexe kann die Ausnützung aller möglichen Meßwertkombinationen für die Berechnung vorläufiger Koordinaten und nicht zuletzt für die Fehlersuche sehr hilfreich sein. Komplette geodätische Programmsysteme sollten daher tunlichst alle Berechnungsvorgänge bereitstellen, die mit Hilfe gegebener Meßwerte ausführbar sind. Diese sicher plausible Forderung rechtfertigt aber auch die Beschäftigung mit einem Themenkreis der angewandten Geodäsie, der im allgemeinen bereits als abgeschlossen und erledigt angesehen wird, dessen praktische Bedeutung aber nicht unterschätzt werden sollte.

LITERATUR:

- [ 1 ] Richardus P. Project surveying  
A.A. Balkema, Rotterdam/Boston, 1984
- [ 2 ] Wunderlich T. Der kritische Ort des Meßfalles ( $\alpha, s$ )  
UR, 47. Jg., Heft 5, 1985, 261-263
- [ 3 ] Brandstätter G. Einzelpunktbestimmung mit Richtungen  
und Streckenkombinationen im Neupunkt  
ZfV, 111. Jg., Heft 11, 1986, im Druck
- [ 4 ] Brandstätter G. Notiz zur analytischen Berechnung des  
ebenen Rückwärtsschnittes  
ÖZfVuP, 61. Jg., 1974, 134-136
- [ 5 ] Brandstätter G. Einfache ebene Punktbestimmung mit  
nichtorientierten Meßelementen  
UR, 48. Jg., 1986, im Druck
- [ 6 ] Brandstätter G. Der ebene Pseudostreckenschnitt  
UR, 49. Jg., 1987, im Druck
- [ 7 ] Jäger R. Zur Anwendung von Streckenverhältnis-  
beobachtungen in Überwachungsnetzen  
und auf Eichstrecken  
AVN, 92. Jg., Heft 2, 1985, 53-65
- [ 8 ] Rinner K. in Jordan - Eggerth - Kneißl, Band VI  
Entfernungsmessung mit Wellen usw.  
J.B. Metzler, Stuttgart 1966, 930-935
- [ 9 ] Brandstätter G. Zur Systematik der geodätischen Ein-  
zelpunktbestimmungsmethoden in der  
Ebene  
UR, 47. Jg., Heft 3/4, 1985, 147-158
- [10] Pelzer H. et al. Geodätische Netze in Landes- und  
Ingenieurvermessung II  
Kontaktstudium 1985 in Hannover  
Konrad Wittwer-Stuttgart, 1985, 10-14
- [11] Grafarend E. et al. Optimierung geodätischer Meßoperatio-  
nen  
Verlag Herbert Wichmann, Karlsruhe  
1979
- [12] Werkmeister P. Über die Genauigkeit trigonometri-  
scher Punktbestimmungen  
ZfV, 49. Jg., 1920, 401-413

Erfassung und Analyse kinematischer Vorgänge an  
Hoch- und Erdbauten in der Ingenieurgeodäsie

von Heribert Kahmen

1. Einleitung

Für das Messen von Längen, Richtungen und Neigungen sowie deren Änderungen stehen heute Meßgeräte höchster Präzision zur Verfügung. Diese hohe Qualität läßt sich nur dann voll ausnutzen, wenn die statischen und dynamischen Parameter der Instrumente bekannt sind. Die automatische Steuerung der Meßvorgänge durch Mikroprozessoren läßt es zu, auch in kurzer Zeit eine beinahe unbegrenzte Anzahl von Meßwerten zu registrieren. Um den nachfolgenden Auswerteprozeß nicht unnötig zu belasten, erscheint es sinnvoll, eine geeignete Abstrategie festzulegen. Es ist nicht immer einfach, aus der Vielzahl der zur Verfügung stehenden Instrumente eine optimale Auswahl zu treffen. Hat man sich für ein bestimmtes Meßsystem entschlossen, so sind anschließend Ansätze für die Auswertung zu vergleichen. In der Regel stellt man fest, daß jedes Projekt individuelle Ansätze für die Auswertung verlangt. Bei sehr langsamen Bewegungsvorgängen können statische Modellansätze für die Interpretation der Vorgänge ausreichend sein. Sind schnelle Prozesse on-line auszuwerten, so erweist es sich häufig als vorteilhaft, die physikalischen Vorgänge durch eine Systemgleichung zu erfassen, die eine rekursive Arbeitsweise ermöglicht. Die hier angesprochenen grundlegenden Problemstellungen, welche bei jedem größeren Ingenieurprojekt stets wieder neu zu erarbeiten sind, sollen nachfolgend anhand von Beispielen erläutert werden.

2. Meßtechnische Voraussetzungen für die Beobachtung von stochastischen und deterministischen Signalen

Kinematische Vorgänge an Hoch- und Erdbauten lassen sich in Form stochastischer und deterministischer Signale erfassen. Die Meßwerte werden häufig als orts- oder zeitdiskrete Signale ermittelt.

Bei der anschließenden Signalschätzung kann man den Informationsverlust gering halten, wenn bestimmte meßtechnische Voraussetzungen gegeben sind:

- die Kennlinie der Meßgeräte und deren Fehlerkurve muß vorliegen,
- das Übertragungsverhalten der Meßgeräte sollte erforscht sein,
- das Eingangssignal muß bandbegrenzt sein, damit das Tasttheorem berücksichtigt werden kann.

Wie man Kennlinien bestimmt und berücksichtigt, ist allgemein bekannt, und soll daher hier nicht weiter behandelt werden. Wenig Erfahrungen hat der Vermessungsingenieur jedoch in der Regel im Umgang mit dem Übertragungsverhalten der Meßgeräte.

Nachfolgend soll stets vorausgesetzt werden, daß es sich bei den Meßsystemen um lineare Systeme handelt. Im Zeitbereich läßt sich das Übertragungsverhalten eines linearen Systems durch seine Antwort auf einen Impuls, seine Impulsantwort  $g(t)$  beschreiben. Da für lineare Systeme das Superpositionsprinzip gilt, kann seine Antwort  $x_a(t)$  auf eine beliebige Erregung  $x_e(t)$  durch Faltung der Impulsantwort mit der Erregung berechnet werden:

$$x_a(t) = g(t) * x_e(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} a(\lambda) x(t - \lambda) d\lambda = \int_{-\infty}^{+\infty} a(t - \lambda) x(\lambda) d\lambda. \quad (1)$$

Neben dieser Lösung im Zeitbereich gibt es eine weitere im Frequenzbereich, die Übertragungsfunktion. Diese zweite Lösung ist in vielen Fällen rechnerisch einfacher und anschaulicher sowie experimentell leichter zu realisieren. Die Übertragungsfunktion gewinnt man aus (1) durch Anwendung der Laplace-Transformation

$$G(s) = \frac{L \left\{ x_a(t) \right\}}{L \left\{ x_e(t) \right\}} \quad (2)$$

Die Laplacetransformierten des Eingangssignals  $x_e(t)$  und Ausgangssignals  $x_a(t)$  sind Funktionen des Laplaceoperators  $s = (\delta + i\omega)$ , wobei  $\omega$  die Frequenz und  $\delta$  einen Dämpfungsparameter beschreiben. Durch die Transformation entsteht die Systemgleichung

$$x_a(s) = G(s) \cdot x_e(s) \quad , \quad (3)$$

die im Vergleich zu (2) den Vorteil hat, daß der lineare Signalübertragungsprozeß zu einer rein algebraischen Operation wird.

Die Funktion (2) nimmt eine sehr einfache Form an, wenn das Eingangssignal eine harmonische Schwingung ist. Ein lineares Übertragungssystem erzeugt dann auch am Ausgang eine harmonische Schwingung, jedoch können die Phase und Amplitude verändert sein. Aus (2) wird jetzt

$$G(i\omega) = \frac{\hat{x}_a(t)}{\hat{x}_e(t)} = \frac{\hat{x}_a e^{i(\omega t + \varphi)}}{\hat{x}_e e^{i(\omega t)}} = \frac{\hat{x}_a}{\hat{x}_e} e^{i\varphi} = V_x \cdot e^{i\varphi} \quad (4)$$

Man erhält einen Spezialfall der Übertragungsfunktion, den Frequenzgang. Dieser Frequenzgang zeigt, daß ein lineares System vollständig beschrieben ist, wenn für alle Frequenzen das Amplitudenverhältnis  $V_x = \hat{x}_a / \hat{x}_e$  und die Phasenverschiebung  $\varphi$  bekannt sind. Am Beispiel zweier Neigungsgeber soll dies verdeutlicht werden.

Kleine Neigungsänderungen kann man sehr genau mit mechanischen Lotpendeln bestimmen (KAHMEN 1987). Abb.1 und 2 zeigen das Prinzip zweier Neigungsmesser. Kippt man das Gehäuse geringfügig, so erfährt der Pendelkörper aufgrund

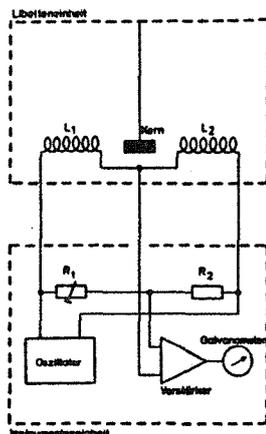


Abb.1 Neigungsmessung nach dem Ausschlagverfahren

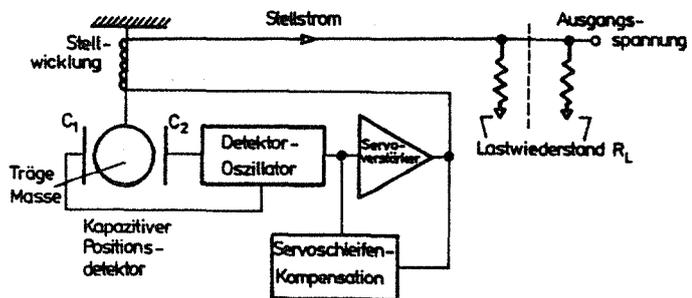


Abb.2 Neigungsmessung nach dem Nullabgleichverfahren

der Schwerkraft eine Beschleunigung und wird relativ zum Gehäuse ausgelenkt. Die Auslenkung kann mit einem Weggeber ausgemessen und aus dieser die Neigung abgeleitet werden. Es handelt sich folglich bei dem Verfahren um ein Ausschlagverfahren (Abb.1). In dem zweiten Meßgerät wird zunächst die beschleunigungsbedingte Auslenkung der pendelnd aufgehängten trägen Masse durch einen Positionsdetektor (z.B.kapazitiver Bauart) in ein elektrisches Signal umgewandelt. Dieses gelangt auf eine Stellwicklung. In Wechselwirkung mit dem Feld eines Permanentmagneten bewirkt das Feld der stromdurchflossenen Stellwicklung eine Gegenkraft, welche die Auslenkung kompensiert. Der Strom durch die Stellwicklung ist der ausgeübten Beschleunigung und damit der Neigung proportional. Aus der Stellgröße kann folglich die Neigungsänderung berechnet werden. Ein solches Verfahren bezeichnet man auch als Nullabgleichverfahren. Das erste Verfahren ist in der Libelle Talyvel, das zweite in der Q-Flex- Libelle verwirklicht.

Der Frequenzgang beider Neigungsgeber ist durch folgende Funktionen für die Phasenverschiebung und das Amplitudenverhältnis gegeben (EICHHOLZ u.SCHÄFER 1982):

$$\varphi = \arctan \frac{2D\eta}{1-\eta^2} \quad (5)$$

$$V_x = \frac{\eta^2}{\sqrt{(1-\eta^2)^2 + 4D^2\eta^2}}, \quad (6)$$

wobei  $\eta = \omega/\omega_0$ ,  $\omega_0$  die Eigenfrequenz und  $D$  die Dämpfung der Meßgeräte bezeichnen. Das Amplitudenverhältnis ist in Abb.3 wiedergegeben. Hieraus gewinnt man das Vergrößerungsverhältnis für die Beschleunigungen durch zweimaliges Differenzieren; vgl. Abb.4

Wichtige technische Daten für die Beurteilung eines Neigungsgebers sind: der Meßbereich, der Nullpunktsfehler, die Eigenfrequenz und die Dämpfung. Beschränkt man sich nachfolgend nur auf die Eigenfrequenz und die Dämpfung, so läßt sich schon anhand dieser beiden technischen Daten erkennen, daß Neigungsgeber sehr unterschiedliche Eigenschaften haben können. Für die beiden Libellen, die hier miteinander verglichen werden sollen, betragen diese Parameter:

	Talyvel	Q-flex
$\omega_0$	3 Hz	1200 HZ
D	1,25 - 2,0 Hz	0,5 - 0,7Hz

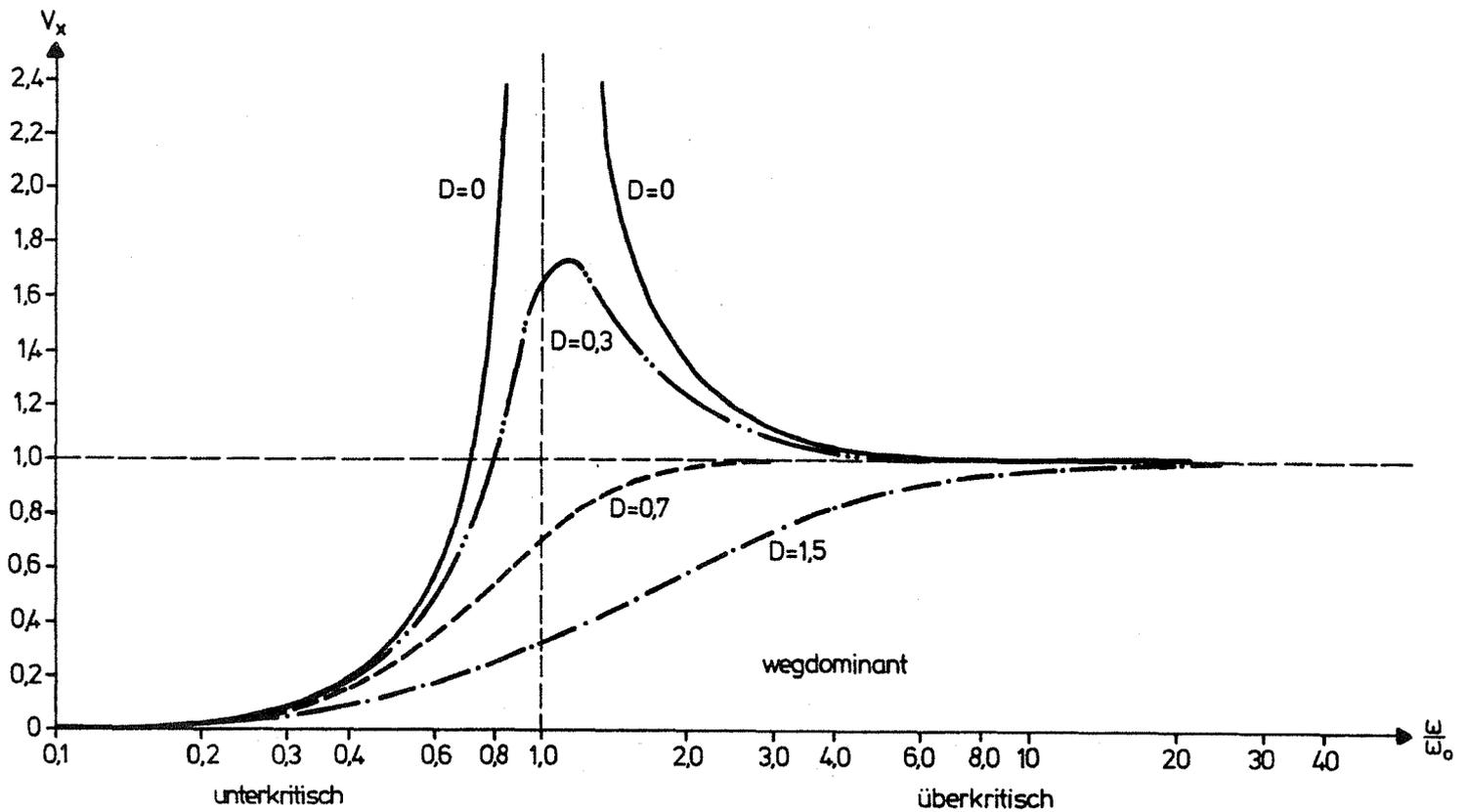


Abb.3 Amplitudenverhältnis  $V_x$  für die Wegamplituden (EICHHOLZ u. SCHÄFER 1982)

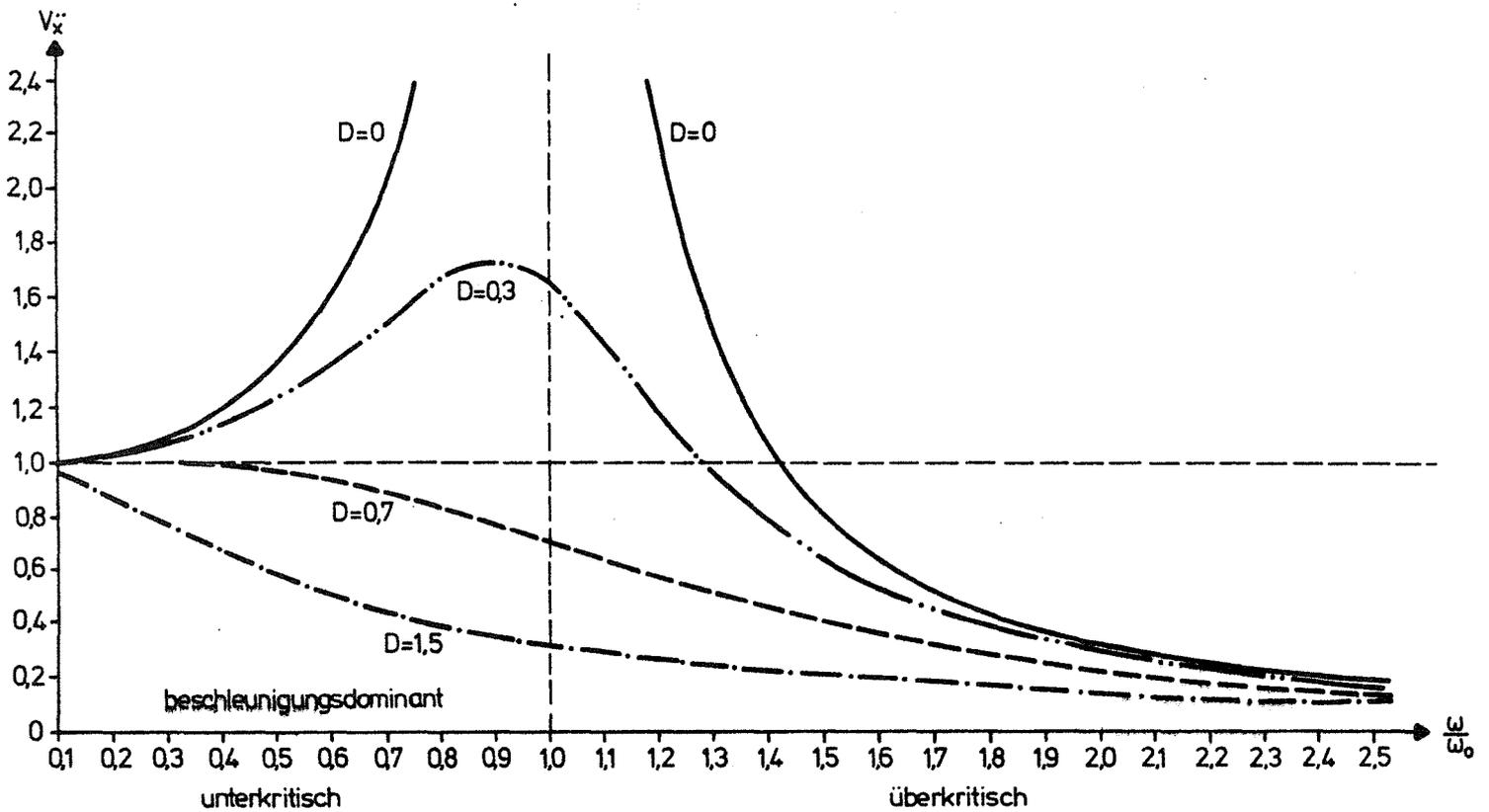


Abb.4 Vergrößerungsverhältnis  $V_x''$  für die Beschleunigungen (EICHHOLZ u. SCHÄFER 1982)

Wie die Abb.3 und 4 zeigen, verhalten sich die Meßsysteme im unteren Frequenzbereich beschleunigungsproportional und im oberen Frequenzbereich wegproportional. Je nach den Fehlergrenzen, die man für die Übertragungsfehler akzeptiert, fallen diese Bereiche unterschiedlich groß aus. Deutlich ist zu erkennen, daß die Bereiche außerdem ganz wesentlich von der Eigenfrequenz und der Dämpfung der Meßgeräte abhängen und daher für beide Instrumente unterschiedlich groß sind.

Bei der Überwachung von Industrieanlagen erweist sich der Einsatz der Instrumente häufig als besonders schwierig, wenn eigentlich langperiodische Deformation beobachtet werden sollen und diese von relativ kurzperiodischen überlagert werden. Für schwingungsfähige Bauwerke gibt es gelegentlich Bewegungen mit relativ großen Amplituden und Frequenzen zwischen 0 - 3 Hz. Zusätzlich können sich seismische Bodenerschütterungen überlagern, die Frequenzen bis 30 Hz aufweisen. In Gebäuden mit Maschinenanlagen treten Vibrationen mit Frequenzen bis 500 Hz und gelegentlich darüber hinaus auf.

Abb.3 und 4 lassen erkennen, daß die Libelle Talyvel für die Erfassung der hochfrequenten Schwingungen weniger geeignet ist. Schon die Gebäudeschwingungen liegen in einem Bereich, in dem das Meßsystem sowohl weg - als auch beschleunigungsproportional arbeitet und eine Entzerrung der Meßwerte kaum noch möglich ist.

Die Libelle Q-Flex arbeitet in einem sehr viel größerem Frequenzbereich beschleunigungsproportional, da die Eigenfrequenz hoch ist. Sie eignet sich daher auch für hochfrequente Schwingungsmessungen. Folglich kann man sie auch für Neigungsmessungen an Maschinenanlagen einsetzen.

Neben dem Übertragungsverhalten muß einer geeigneten Auswahl der Abtaststrategie besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Nach dem Tast-Theorem von Shannon muß die Tastfrequenz  $\omega_T$  mindestens gleich der doppelten Grenzfrequenz  $\omega_g$  sein:

$$\omega_T \geq 2 \omega_g .$$

Wie nachfolgend gezeigt, bezieht sich diese Bedingung nicht nur auf bestimmte interessierende Frequenzen, sondern auf das gesamte Spektrum des auszuwertenden Vorganges. Dies hat zur Folge, daß bei breitbandigen Signalen umfangreiches Datenmaterial erfaßt werden muß. Die Auswirkung des Informationsverlustes für den Fall  $\omega_T < 2\omega_g$  soll anhand einfacher Beispiele verdeutlicht werden.

Ein zeitdiskretes digitalisiertes Signal  $x^*(t)$  kann man sich durch die Multiplikation einer Impulsfolge  $y(t)$  mit dem Ursprungssignal  $x(t)$  entstanden denken (Abb.5).

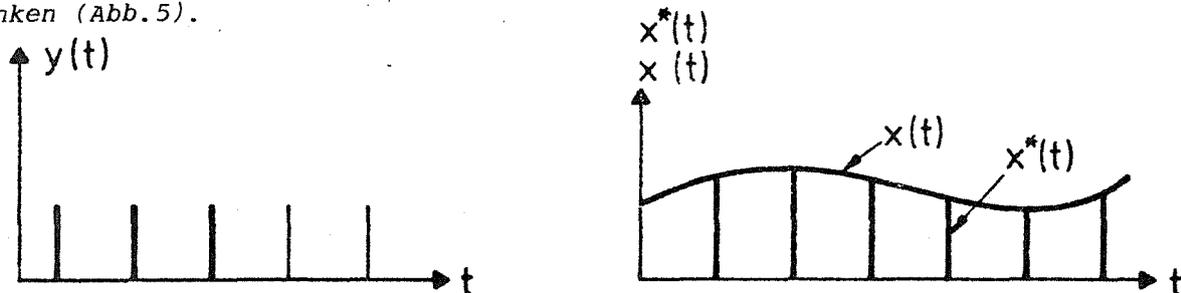


Abb.5 Impulsfolge  $y(t)$ , Ursprungssignal  $x(t)$ , Tastsignal  $x^*(t)$

Mit Hilfe der Fourierreihe der Impulsfolge

$$y(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \vec{c}_n e^{i(n\omega_0 t)} \quad (8)$$

( $c_n$ : komplexe Fourierkoeffizienten,  $\omega_0$ : Tastfrequenz) ergibt sich für das getastete Signal:

$$x^*(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \vec{c}_n x(t) e^{i(n\omega_0 t)} \quad (9)$$

Die spektrale Darstellung ergibt sich aus der Laplacetransformation:

$$x^*(s) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \vec{c}_n x(s - in\omega_0) \quad (10)$$

Die Transformierte  $c_n x(s)$  gibt bis auf den Faktor  $c_n$  das ursprüngliche Signal  $x(t)$  wieder. Da nach (8)  $c_n$  bekannt ist, kann  $x(t)$  aus dem Spektrum (10) durch Filterung zurückgewonnen werden, wenn  $c_n x(s)$  durch die Seitenbänder  $c_1 x(s - i\omega_0)$ .... nicht beeinflusst wird. Wie Abb.6 und 7 zeigen,

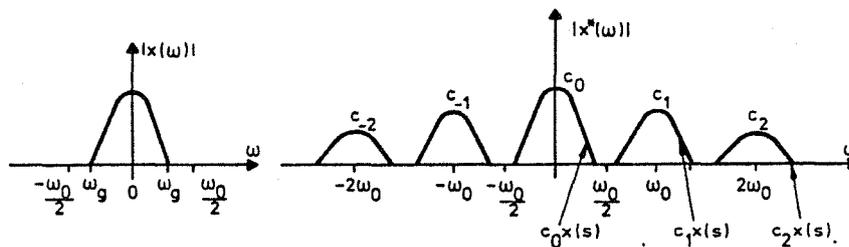


Abb.6 Amplitudenspektrum eines ursprünglichen Signals und eines Tastsignals, bei dem die Grenzfrequenz kleiner als die halbe Tastfrequenz ist

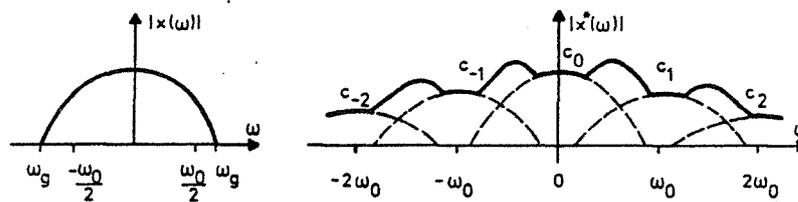


Abb.7 Amplitudenspektrum eines ursprünglichen Signals und eines Tastsignals, bei dem die Grenzfrequenz größer als die halbe Tastfrequenz ist

ist diese Voraussetzung gegeben, wenn die Bedingung (7) erfüllt wird. Abb.7 verdeutlicht, daß bei Verletzung des Abtasttheorems Verfälschungen des Amplitudenspektrums bis in den Bereich tiefer Frequenzen erfolgen.

### 3. Auswahl der Meßinstrumente und des Auswerteverfahrens

Die Auswahl der Meßinstrumente und des Auswerteverfahrens sind in der Regel für jedes Projekt neu zu treffen. Zunächst hat man zu prüfen, ob die Deformationen linienhaft oder flächenhaft nachzuweisen sind. Bei radialsymmetrischen Verformungen an zylinder-, kegel- oder hyperboloidförmigen Bauwerken genügt häufig der Nachweis der Deformationen längs einer Biegelinie. Weitere gleichmäßig über den Mantel verteilte Biegelinien dienen der Kontrolle. Bei nicht symmetrischen Formveränderungen, die z.B. durch Bodensetzungen oder Verschiebungen in Böschungen hervorgerufen sind, ist der Nachweis flächenhaft zu erbringen. Aus wirtschaftlichen Gründen wird das zu betrachtende Objekt durch eine möglichst geringe Anzahl von Objektpunkten abstrahiert; dabei muß jedoch eine hinreichend genaue Interpolation der Zwischenpunkte gegeben sein.

#### 3.1 Deformationsmessungen mit Meßwertgebern auf den Objektpunkten

Für bestimmte Aufgaben kann es sinnvoll sein, Deformationsmessungen mit einer größeren Anzahl von Meßwertgebern unmittelbar auf der zu beobachtenden Fläche - z.B. entlang bestimmter ausgewählter Biegelinien - auszuführen. Steht für die Deformationsmessungen eine zeitlich unveränderliche Bezugslinie zur Verfügung, so wird die Biegelinie  $f(x)$  zweckmäßig durch Längenänderungsmessungen mit Extensometern ausgemessen (Abb.8). Als Meßergebnis erhält man  $f(x)$  diskret

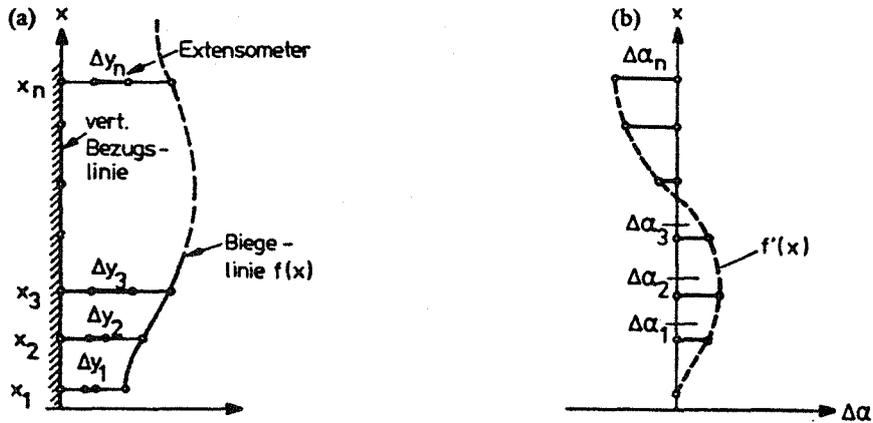


Abb.8 Direkte (a) und indirekte (b) Erfassung einer Biegelinie

in  $n$  Stützstellen  $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$  als Folge von Längenänderungen  $Y = \{\Delta y_1, \Delta y_2, \Delta y_3, \dots, \Delta y_n\}$  dargestellt. Ist die Funktion  $f(x)$  stetig, so läßt sie sich durch eine Funktion  $F(\underline{a}, x)$  approximieren, dabei kann  $F(\underline{a}, x)$  als Linearkombination elementarer Funktionen  $\phi$  (z.B. Potenzen von  $x$ ) in der Form

$$F(\underline{a}, x) = \sum_{i=1}^m a_i \phi(x) \quad (11)$$

berchnet werden. Für den Fall  $m < n$  erhält man das Parametersystem  $\underline{a} = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_m\}$  mit Qualitätsangaben aus einem Ausgleichungsverfahren.

Steht keine vertikale Bezugslinie zur Verfügung, so läßt sich die Biegelinie indirekt aus Neigungänderungen berechnen, die in  $n$  Stützstellen gemessen werden. Meßergebnis ist eine Funktion  $f'(x)$  der Neigungsänderungen  $\Delta\alpha$ , die in den Stützstellen  $x = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$  durch die Folge  $\Delta\alpha = \{\Delta\alpha_1, \Delta\alpha_2, \Delta\alpha_3, \dots, \Delta\alpha_n\}$  beschrieben wird (Abb. 8 b). Ist  $f'(x)$  stetig, so läßt sie sich ähnlich wie (11) durch eine Linearkombination der Ableitungen der Funktionen  $\phi$  approximieren:

$$F'(\underline{a}, x) = \sum_{i=1}^m a_i \frac{d\phi(x)}{dx} \quad (12)$$

Für den Fall  $m < n$  ergibt sich das Parametersystem  $\underline{a} = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_m\}$  wiederum aus einem Ausgleichungsverfahren. Die Approximationsfunktion der Biegelinie berechnet sich dann nach :

$$F(\underline{a}, x) + C = \sum_{i=1}^m a_i \phi(x) \quad (13)$$

Unbekannt bleibt die Konstante  $C$ , die eine Verschiebung der Biegelinie parallel zur  $x$ -Achse wiedergibt; sie kann eventuell durch zusätzliche Extensometermessungen z.B. am Anfang der Biegelinie, bestimmt werden.

Bei nicht gleichmäßigen Setzungen der Fundamente von Gebäuden und Anlagen oder anderen unsymmetrischen Verformungen entsteht die Forderung, die Deformationen flächenhaft auszuwerten. In den Gleichungen (12) und (13) sind dann die eindimensionalen Funktionen durch zweidimensionale zu ersetzen:

$$F(\underline{a}; x, y) = \sum_{i=0}^n \sum_{k=0}^j a_{ik} \phi_{ik}(x, y) \quad (14)$$

$$F_x(\underline{a}; x, y) = \sum_{i=0}^n \sum_{k=0}^j a_{ik} \frac{\partial [\phi_{ik}(x, y)]}{\partial x} \quad (15)$$

$$F_y(\underline{a}; x, y) = \sum_{i=0}^n \sum_{k=0}^j a_{ik} \frac{\partial [\phi_{ik}(x, y)]}{\partial y} \quad (16)$$

Steht für die Deformationsmessungen eine zeitlich unveränderliche Bezugsfläche zur Verfügung, so werden die Verformungen zweckmäßig durch Längenänderungsmessungen mit Extensometern ausgemessen. Die Formveränderungen lassen sich dann nach (14) berechnen. Steht keine unveränderliche Bezugsfläche zur Verfügung, so müssen die Verformungen indirekt mit flächenhaft angeordneten Neigungsgebern bestimmt werden. Am geeignetsten werden sie auf den einzelnen Meßpunkten paarweise mit senkrecht aufeinanderstehenden Achsen aufgestellt. Das Parametersystem  $a_{ik}$  der Gleichung (14) läßt sich dann aus (15) und (16) berechnen. Die Formveränderungen kann man z.B. durch Linien gleicher Deformationen darstellen:

$$F_j(\underline{a}; x, y) = c_j \quad (17)$$

$$(i = 1, 2, 3, \dots)$$

Dabei sind die  $c_j$  Höhenangaben von Höhenlinien. Die Funktion (17) kann für verschiedene Epochen  $j = 1, 2, 3, \dots$  berechnet werden.

Verwendet man Neigungsgeber, so ist noch zu klären, ob mobile oder stationäre Anlagen eingesetzt werden sollen. Mobile Anlagen bestehen aus einer transportablen Datenerfassungsanlage - einem Taschenrechner oder Rechner der mittleren Datentechnik - und einer Libelle, die von Meßpunkt zu Meßpunkt umgesetzt wird. Bei speziell ausgebildeten Neigungsmeßpunkten können Neigungsgeber beim Messen in zwei Lagen mit einer Genauigkeit von etwa  $\pm 2''$  aufgesetzt werden. Ein Neigungsfehler von  $2''$  entsteht bei einem Neigungsgeber von 10...12 cm Länge durch einen Aufsatzfehler von  $1\mu\text{m}$ . Mobile Anlagen haben folgende Vorteile:

- Nullpunktsfehler und Drifterscheinungen werden durch Messungen in zwei Lagen kleingehalten
- der instrumentelle Aufwand bleibt gering.

Man verwendet sie z.B. vorteilhaft dort, wo in längeren Zeitabständen nur wenige Meßpunkte zu beobachten sind.

Stationäre Meßanlagen werden dann wirtschaftlich eingesetzt, wenn Meßdurchgänge mit einer größeren Anzahl von Meßwertgebern in kurzen Zeitabständen wiederholt werden müssen. Bei diesen Anlagen sind die Geber fest montiert. Die Geber können sternförmig (Abb.9) oder in einer Parallelschaltung (Abb.10) mit einem zentralen

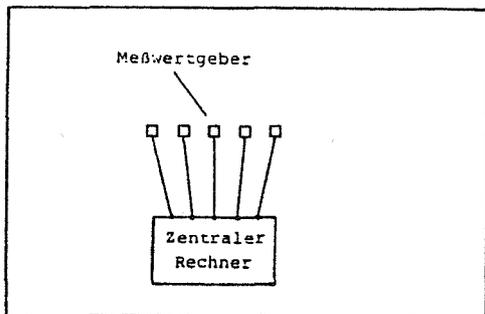


Abb.9 Sternförmige Zusammenschaltung

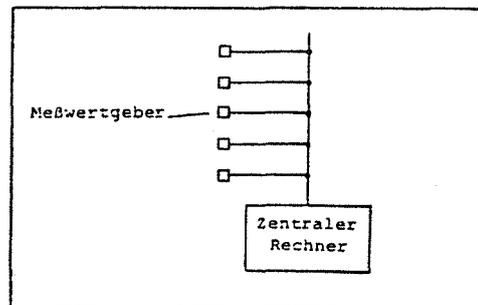


Abb.10 Parallelschaltung

Rechner verbunden sein. Dieser übernimmt die Steuerung und Überwachung des Vermessungssystems.

Die Sternschaltung verwendet man, wenn Geräte unterschiedlicher Schnittstellen und Signalstrukturen mit dem Rechner verbunden werden sollen. Falls die Meßstellen weit vom Rechner entfernt sind, kann jedoch die Verkabelung sehr aufwendig sein.

Bei Parallelschaltungen ist das System einheitlich in Bezug auf die Schnittstellen und Signalstrukturen. Die Verkabelung ist kostensparender als bei der Sternschaltung. Das gesamte System ist nahezu beliebig erweiterbar. Die Programmierung und Adressierung des parallelgeschalteten Systems ist aufwendiger als bei der Sternschaltung.

Häufig entscheidet man sich, die Parallel- und Sternschaltung kombiniert in einem System zu verwenden (Abb.11). Verschiedene Gruppen von Meßwertgebern kann man so über einen Umschalter (Multiplexer) mit einem Mikroprozessor verbinden. Die externen Mikroprozessoren entlasten den zentralen Rechner, indem sie eine Datenvorbehandlung sowie die Steuerung und Überprüfung der Remote-Stationen übernehmen.

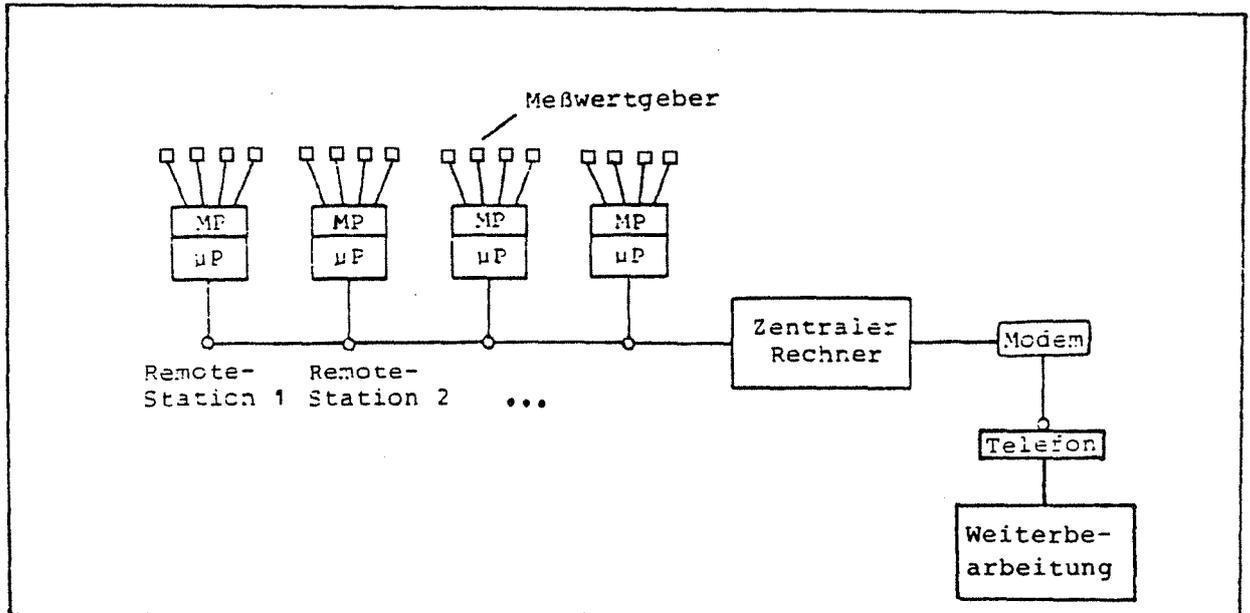


Abb.11 System mit Parallel- und Sternschaltung

Der zentrale Rechner kann sich dann auf Aktivitäten beschränken, die die gesamte Anlage betreffen, wie: Steuerung, Kontrolle, Datenverwaltung, Datenverarbeitung, Dokumentation.

### 3.2 Deformationsmessungen mit motorgesteuerten selbsttätig zielenden Tachymetern

Darf die Beobachtungsfläche nicht unmittelbar mit Meßwertgebern bestückt werden - da sie z.B. zu großflächig ist oder nicht betreten werden kann - und liegen die Genauigkeitsanforderungen im Bereich weniger Millimeter, so lassen sich die Deformationsmessungen mit motorgesteuerten, selbsttätig zielenden Tachymetern automatisieren (Abb.12).

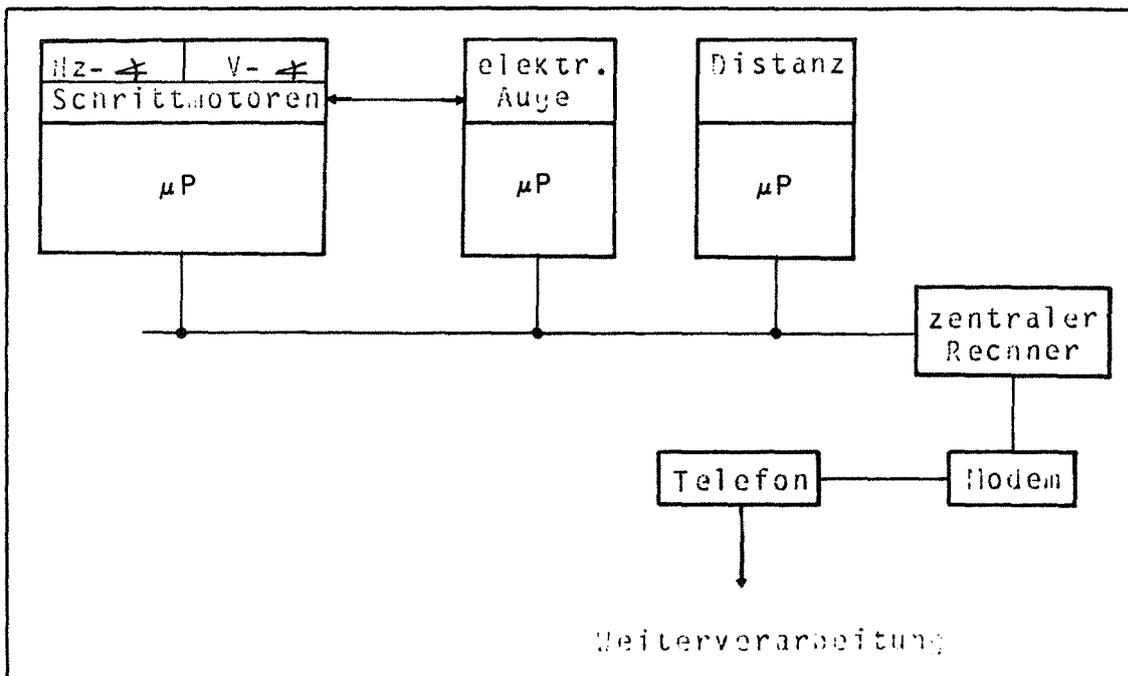


Abb.12: Motorgesteuertes selbsttätig zielendes Tachymeter mit zentralem Rechner.

In motorgesteuerten Tachymetern sind die Feintriebe mit Schrittmotoren gekoppelt, die sich durch einen Rechner steuern lassen. Das selbsttätige Zielen erfolgt durch ein "elektrisches Auge" (vgl. z.B. KAHMEN; SUHRE 1983).

Für diese Meßverfahren benötigt man Referenz-Koordinaten der Objektpunkte. Sie können durch eine Nullmessung bestimmt werden oder sind konstruktiv vorgegeben. Bei der Beobachtung größerer Rutschungsgebiete kann man sich z.B. die Referenzkoordinaten durch manuelles Messen mit einem Tachymeter beschaffen. Auf rotationssymmetrischen Industriebauwerken eignen sich als Referenzkoordinaten Schnittpunkte von Gitterlinien, die symmetrisch auf der Manteloberfläche verteilt sind.

Die Referenz-Koordinaten liefern dem zentralen Rechner die Informationen, mit denen über die Schrittmotoren in Bezug auf eine Nullrichtung (z.B. Teilkreis-Null) das Teleskop des Tachymeters auf die Objektpunkte ausgerichtet wird.

Da sie in der Regel zunächst nur im  $(x', y', z')$ -System des Bauwerkes zur Verfügung stehen, müssen sie in das  $(x, y, z)$ -System des Tachymeters transformiert werden (Abb.13).

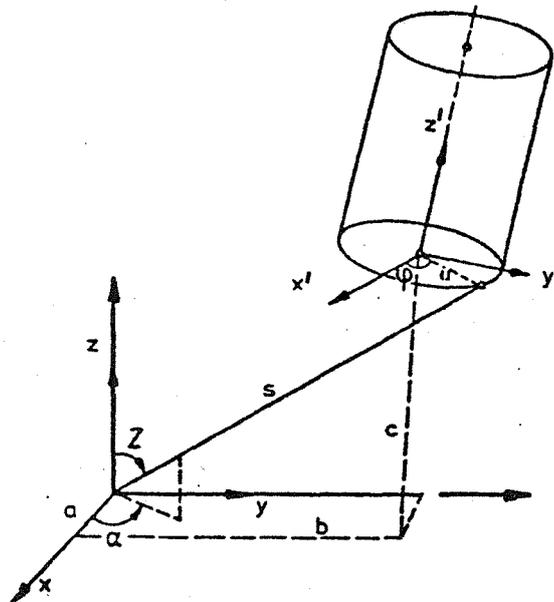


Abb.13 Koordinatensysteme bei der Überwachung von Bauwerken mit elektronischen Tachymetern

Die Verknüpfung der beiden Systeme ist durch folgende Transformation gegeben:

$$\underline{x} = \underline{a} + m \underline{M} \underline{x}' \quad (18)$$

Dabei sind  $\underline{M}$  die Rotationsmatrix,  $\underline{a}$  der Translationsvektor und  $m$  ein Maßstabsfaktor. Der Zusammenhang zwischen den rechtwinkligen Koordinaten des Parametervektors  $\underline{x}$  und den Polarkoordinaten des Tachymeters ist gegeben durch:

$$\underline{x} = \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = s \begin{bmatrix} \sin z \cos \alpha \\ \sin z \sin \alpha \\ \cos z \end{bmatrix} .$$

$\underline{M}$ ,  $\underline{a}$  und  $m$  berechnet man aus identischen Punkten beider Systeme.  $\alpha$  und  $z$  liefern die Stellinformationen für das Tachymeter.

Nachdem die Richtungen  $\alpha$  und  $z$  automatisch eingestellt sind, muß noch die Feineinstellung des Teleskops mit dem elektrischen Auge erfolgen. Das Ergebnis der Feinzielung unterscheidet sich von  $\alpha$  und  $z$ , wenn der Objektpunkt sich inzwischen weiterbewegt hat und die Bewegung nicht nur in Richtung des Zielstrahles erfolgte. Nach der Feinzielung mißt das Tachymeter die Ist-Koordinaten des Objektpunktes im Koordinatensystem des Tachymeters. Durch eine Rücktransformation

$$\underline{x}' = \frac{1}{m} \underline{M}^T (\underline{x} - \underline{a}) \quad (19)$$

sind diese zur weiteren Deformationsanalyse wieder in das  $(x, y, z)$ -System des Bauwerks zu transformieren.

Für die nachfolgenden Analysen ist es oft hilfreich, wenn eine weitere Umwandlung der  $(x', y', z')$ -Koordinaten in bauwerksspezifische Koordinaten erfolgt. Ist die zu beobachtende Fläche z.B. eine Umdrehungsfläche mit der  $z$ -Achse als Rotationsachse, so lassen sich die Formveränderungen einfach berechnen und dokumentieren, wenn das  $(x', y', z')$ -System durch Zylinderkoordinaten ersetzt wird:

$$\underline{\varphi} = \begin{bmatrix} \varphi \\ u \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \arccos \frac{x'}{r} \\ \sqrt{(x')^2 + (y')^2} \\ z' \end{bmatrix} \quad (20)$$

Die radialen Abweichungen  $\Delta u$  erhält man dann als Funktion des Azimutes  $\varphi$  und der Höhe  $z$ :

$$\Delta u = \Delta u (\varphi, z) \quad (21)$$

Das zuvor beschriebene Auswertemodell eignet sich dann für Deformationsanalysen, wenn der deformierte Körper praktisch als starr betrachtet werden kann, d.h. nur eine einmalige Überprüfung erforderlich ist. Sind die Objektpunkte jedoch permanent in Bewegung - z.B. in einem Rutschungsgebiet - so ist der zu schätzende Unbekanntenvektor  $\hat{\underline{x}}$  kein zeitinvarianter fester Parametervektor, sondern als Realisierung  $\hat{\underline{x}}(t)$  eines vektoriellen Prozesses zu betrachten. Es ist dann auch eine Folge  $\{\underline{l}(t_k)\}$  diskret zeitabständiger Beobachtungen auszuführen.

Für den Übergang von der statischen zu der kinematischen Punktschätzung benötigt man ein Bewegungsmodell in der Form einer linearen vektoriellen Differentialgleichung erster Ordnung:

$$\dot{\underline{x}}(t) = \underline{F}(t) \underline{x}(t) + \underline{D}(t) \underline{w}(t) \quad (22)$$

Dabei bedeuten:

$\underline{x}(t) =$	[	$x(t)$	Zustands- vektor	]		
		$\dot{x}(t)$				
		$\ddot{x}(t)$				
		.				
		.				
		$y(t)$				
		$\dot{y}(t)$				
		$\ddot{y}(t)$				
		.				
		.				
$z(t)$	$\underline{F}(t)$ System- oder Dynamikmatrix					
$\dot{z}(t)$						
$\ddot{z}(t)$						
.						
.						
$\underline{D}(t)$ Störeingangsmatrix						
$\underline{w}(t)$ Prozeß- oder Systemrauschen						
.						
.						
$\underline{w}(t)$ Prozeß- oder Systemrauschen						

Als wesentliche Erweiterung ist sofort zu erkennen, daß jetzt der Parametervektor nicht nur die Position, sondern auch die Geschwindigkeit und die Beschleunigung der Objektpunkte wiedergibt. Allgemein wird er als Zustandsvektor bezeichnet. Die Dynamikmatrix  $\underline{F}$  enthält die physikalischen Eigenschaften des Systems, wie z.B. die des Rutschvorganges. Die Störfunktion mit der Störmatrix  $\underline{G}$  und dem Störvektor  $\underline{w}$  enthält all die Restanteile, welche durch das deterministische Modell nicht erfaßt werden konnten.

Da die Beobachtungen im allgemeinen nur diskret zu den Zeitpunkten  $t_k$  vorliegen, muß auch das Systemmodell (22) in eine diskrete Form überführt werden. Diese erhält man durch die Lösung der Differentialgleichung (22):

$$\underline{x}(t_j) = \underline{T}(t_i, t_j) \underline{x}(t_i) + \int_{t_i}^{t_j} \underline{T}(t_j, \tau) \underline{D}(\tau) \underline{\bar{w}}(\tau) d\tau \quad (23)$$

Beschränkt man sich auf konstante Beobachtungsabstände  $\Delta t = t_j - t_i$ , so geht (23) über in eine weiter vereinfachte diskrete Zustandsgleichung:

$$\underline{x}(k+1) = \underline{T}(k) \underline{x}(k) + \underline{w}(k) \quad (24)$$

$$\text{mit} \quad \underline{w}(k) = \int_k \underline{T} \underline{G}(\tau) \underline{\bar{w}}(\tau) d\tau \quad (25)$$

Die Transitionsmatrix  $\underline{T}$  berechnet man aus der Dynamikmatrix  $\underline{F}$ ; folglich enthält sie wieder die Physik des Bewegungsvorganges. Die Prädiktion, die durch die Transitionsmatrix ausgeführt wird, ist deterministisch, der stochastische Vektor  $\underline{w}$  enthält die Modellfehler. Bei der dynamischen Punktschätzung bereitet im allgemeinen die Herleitung der Transitionsmatrix die größten Probleme. Gelegentlich läßt sie sich jedoch auch sehr einfach aufstellen. Ein einfaches Modell sei zur weiteren Verdeutlichung der Systemgleichung nachfolgend aufgeführt. Dieses ergibt sich, wenn man einschränkend annimmt, daß sich die Objektpunkte nur mit konstanten Geschwindigkeiten bewegen

$$\begin{bmatrix} x(k+1) \\ \dot{x}(k+1) \\ y(k+1) \\ \dot{y}(k+1) \\ \vdots \\ \vdots \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \Delta t & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 1 & 0 & 0 & \dots \\ 0 & 0 & 1 & \Delta t & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \dots \\ \vdots & & & & \vdots \\ \vdots & & & & \vdots \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x(k) \\ \dot{x}(k) \\ y(k) \\ \dot{y}(k) \\ \vdots \\ \vdots \end{bmatrix}$$

Um nun das dynamische System mit den diskreten Meßwerten  $l(k)$  in Verbindung zu bringen, benötigt man ein lineares Modell für die Beobachtungen

$$\underline{l}(k) = \underline{A}(k) \underline{x}(k) + \underline{z}(k) \quad (26)$$

in dem alle Glieder zeitabhängig sind.  $\underline{l}$  ist der Vektor der Beobachtungen,  $\underline{A}$  die Designmatrix,  $\underline{x}$  der Zustandsvektor und  $\underline{z}$  der Vektor des Meßrauschens.

Eine optimale Schätzung von  $\underline{x}(k+1)$  kann nun mit dem Kalman-Filter erfolgen, wobei die Gleichungen (22) und (26) miteinander kombiniert werden. Optimale Schätzung wird dabei folgendermaßen definiert: Der Schätzwert  $\hat{\underline{x}}(k+1)$  soll frei von systematischen Fehlern und die Spur der zugehörigen Kovarianzmatrix  $\sum_{xx}$  soll ein Minimum annehmen.

Für das System- und Meßrauschen sind nur weiße Rauschprozesse mit dem Erwartungswert  $Q$  zugelassen, wobei Stationarität nicht erforderlich ist:

$$\underline{w}(k) \sim N(\underline{0}, \underline{\Sigma}_{ww}(k))$$

$$E(\underline{w}(k) \underline{w}^T(l)) = \underline{C}_{ww}(k, l) = \underline{\Sigma}_{ww}(k) \cdot \delta_{k, l}$$

$$\underline{\varepsilon}(k) \sim N(\underline{0}, \underline{\Sigma}_{\varepsilon\varepsilon}(k))$$

$$E(\underline{\varepsilon}(k) \underline{\varepsilon}^T(l)) = \underline{C}_{\varepsilon\varepsilon}(k, l) = \underline{\Sigma}_{\varepsilon\varepsilon}(k) \cdot \delta_{k, l}$$

$$\delta_{k, l} = 1 \quad \text{für } k=l$$

$$\delta_{k, l} = 0 \quad \text{für } k \neq l$$

$N(\cdot)$  : Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der Normalverteilung

$\underline{\Sigma}(k)$  : Kovarianzmatrix zum Zeitpunkt  $t_k$  .

In den Filtergleichungen des Kalman-Filters vergleicht man momentane Meßwerte  $\underline{l}(k+1)$  mit den entsprechenden prädizierten  $\underline{A}(k+1) \hat{\underline{x}}^*(k+1)$ , und man erzielt eine optimale Schätzung des Systemzustandes, indem die Kovarianzmatrizen der Prädiktion und der Meßwerte genutzt werden.

Es gibt daher zwei Gruppen von Filtergleichungen (GELB, A. 1974):

Prädiktionsgleichungen

(27)

$$\hat{\underline{x}}^*(k+1) = \underline{T}(k) \hat{\underline{x}}^*(k)$$

(27)

$$\underline{\Sigma}_{xx}^*(k+1) = \underline{T}(k) \underline{\Sigma}_{xx}^*(k) \underline{T}^T(k) + \underline{\Sigma}_{ww}(k)$$

Gleichungen für die Korrektur des Prädiktionswertes

$$\hat{\underline{x}} = \hat{\underline{x}}^* + \underline{K} \{ \underline{l} - \underline{A} \hat{\underline{x}}^* \}$$

$$\underline{K} = \underline{\Sigma}_{xx}^* \underline{A}^T \{ \underline{A} \underline{\Sigma}_{xx}^* \underline{A}^T + \underline{\Sigma}_{\varepsilon\varepsilon} \}^{-1}$$

(28)

$$\underline{\Sigma}_{xx} = \{ \underline{I} - \underline{K} \underline{A} \} \underline{\Sigma}_{xx}^*$$

(Der Zeitähler  $k$  wurde in (28) fortgelassen, da hier nur Abhängigkeit von  $k$  besteht)

Die Gleichungen (27) werden in der Zeitspanne benutzt, in der keine Messungen vorhanden sind. Die Gleichungen (28) setzt man ein, wenn Meßwerte unmittelbar vorliegen, um den nur deterministisch prädizierten Zustandsvektor  $\hat{\underline{x}}^*$  zu korrigieren. Der Effekt, den die Meßwerte auf die Korrektur des prädizierten Zustandsvektor haben, ist abhängig von  $\underline{K}$ . Diese Matrix wird auch "Gain-Matrix" genannt. Ihr Aufbau ist durch die Optimierungskriterien gegeben, die zuvor beschrieben wurden. Sie nutzt die Kovarianzmatrizen  $\underline{\Sigma}_{\varepsilon\varepsilon}$ ,  $\underline{\Sigma}_{ww}$  und  $\underline{\Sigma}_{xx}$  um das Gewicht der Messungen festzulegen.

Ein wesentlicher Vorteil der Filtergleichungen ist, daß sie rekursiv arbeiten. Sie liefern eine optimale Schätzung des Zustandsvektors in Abhängigkeit von allen vorausgehenden Messungen, ohne daß diese gespeichert zu werden brauchen. Die Information früherer Messungen ist in dem Zustandvektor und seiner Kovarianzmatrix enthalten. So ist neben der neuen Messung keine weitere Information notwendig. Bei Projekten mit einer größeren Anzahl von Objektpunkten hat dies den Vorteil, daß Echtzeitschätzungen ausgeführt werden können, auch wenn ein kleiner Rechner mit begrenzter Speicherkapazität zur Verfügung steht.

#### 4. *Schlußbemerkung*

*Die vorliegenden Ausführungen geben nur eine Auswahl aus den vielfältigen Möglichkeiten für die Überwachung von Hoch- und Erdbauten wieder. Sie zeigen jedoch schon, daß es nicht einfach ist, für jedes Projekt das geeignetste Instrumentarium und den optimalen Ansatz für die Auswertung zu finden. Neue Entwicklungen auf den Gebieten der Instrumenten- und Computertechnik werden weiter neue Möglichkeiten schaffen. In der Zukunft sind daher auf diesem Gebiet weiter interessante Forschungsarbeiten zu leisten.*

#### *Literatur:*

- Eichholz, K. und R. Schäfer: Zur Dynamik elektronischer Neigungsmesser.  
AVN 1982, S 29-45 und AVN 1982, S. 147-158*
- Kahmen, H. und H. Suhre : Ein lernfähiges tachymetrisches Vermessungs-  
system zur Überwachung kinematischer Vorgänge ohne Beobachter  
ZfV 1983, S. 345-351*
- Kahmen, H.: Elektronische Meßverfahren in der Geodäsie  
Herbert Wichmannverlag, Karlsruhe, 1987*
- Gelb, A.: Applied optimal estimation.  
The M.I.T.Press, Cambridge, Massachusetts and London,  
England, 1974*



# DER AUFBAU DER WIENER MEHRZWECKKARTE 1)

R.Reischauer

## ZIELSETZUNG

Das neue Kartenprodukt des Wiener Magistrats heißt Mehrzweckkarte, weil damit zugleich dem Bedarf der Planung, der Technik und der Verwaltung entsprochen wird.

Die wesentlichen Arbeitsbereiche sind:

- Stadtgrundkarte 1:1000, 1:2000, 1:5000
- Basisplan 1:200 für Leitungskataster und Leitungsträger
- Grundkarte für koordinativen Bebauungsplan
- Thematische Karten in beliebigen Maßstäben
- Datensammlung für "Maßnahmen im Straßenbereich" zur Koordination von Aufgrabungen bei Verlegung oder Reparatur von Einbauten
- Sammlung von Verkehrsinformationen und Angaben für die Belagsflächenstatistik

Der Weg zu diesem universellen Kartenwerk wurde nicht zuletzt durch die Erkenntnisse beim vorletzten FIG-Kongreß in Montreux vorgezeichnet. Es waren dies Vorträge und Diskussionen zum Thema Leitungskataster und die Präsentation von Geräten und Instrumenten einer neuen Generation in der Fachausstellung.

Das Ei des Columbus war die Kombination der Daten von automatisch registrierenden Tachymetern im Straßenbereich mit Luftbildauswertung mittels analytischer Autographen. Die Zusammenführung und Verknüpfung dieser homogenen koordinativen Daten war durch die Großrechenanlage der Stadt Wien in der Automatischen Datenverarbeitung (ADV) der Magistratsdirektion gesichert. Für die graphische Ausgabe steht ein Mehrfarben-Schnellplotter und eine große Anlage mit Lichtzeichenkopf zur Verfügung. Bis zum serienmäßigen Autput war aber noch ein weiter Weg.

### 100 Jahre Wiener Stadtkarten

Ein kurzer Rückblick auf die kartographische Tätigkeit der Wiener Stadtvermessung ist zum Verständnis für den Aufbau der Mehrzweckkarte notwendig.

Die ältesten Stadtkarten mit einheitlichem Bezugssystem und Maßstab wurden aus der Katastervermessung im vergangenen Jahrhundert entwickelt. Dieser "Generalstadtplan" lag 1890 fertig vor, war aber noch im Klaftermaßstab 1:2880 gehalten. Auf die Kartenoriginale wurden Flächenwidmungs- und Bebauungsplan und einzelne Höhenkoten direkt, also ohne Deckfolie, eingezeichnet. Das führte sehr bald zu Unzulänglichkeiten. Durch die beiden Weltkriege und die darauf folgenden wirtschaftlichen Notzeiten mußte die Herstellung eines modernen metrischen Kartenwerkes immer wieder verschoben werden. Lediglich durch reprototechnische Umbildung des Generalstadtplanes wurde Ende der 30er Jahre eine behelfsmäßige "Katasterplankarte" im Maßstab 1:2500 hergestellt. Nach wie vor fehlte allerdings eine exakte Topographie, die naturgemäß in den Katasteroriginalen nicht vorhanden war.

### 30 Jahre Luftbild-Kartographie

Erst mit dem Aufbau einer eigenständigen Photogrammetrie und Kartographie bei der Wiener Stadtvermessung Ende der 50er Jahre konnte

---

1) Vortrag beim XVIII. FIG-Kongress in Toronto, Juni 1986

die Produktion einer von Grund auf neuen Wiener Stadtkarte beginnen. Das Verdienst für diese Pionierarbeit gebührt dem damaligen Leiter der MA 41, Robert Kling. Der Weg zu den 400 Stadtkartenblättern 1:2000 war auch damals beschwerlich und hat volle 10 Jahre in Anspruch genommen. Allerdings war die Zielvorgabe einfacher als jetzt bei der Mehrzweckkarte.

Parallel zur Grundkarte 1:2000 wurden bereits ab 1960 zusätzliche Druckfolien hergestellt: Flächenwidmungs- und Bebauungsplan, Höhen-schichtenlinien für die Außenbezirke mit ihrer stark gegliederten Topographie und eine Katasterdarstellung in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen. Die Beschriftung und der "Hauston" zum Hervorheben der Baulichkeiten kamen ebenfalls auf eigene Folien.

Durch reprotechnische Bearbeitung wurden aus der Grundkarte Stadtkarten im Maßstab 1:5000 und 1:10000 entwickelt, um zum Beispiel für generelle Planungen und als Bezirksübersichten zu dienen.

Die Befliegung des gesamten Stadtgebietes für Meßbilder im Maßstab von ca. 1:5000 wurde und wird vom BAEV durchgeführt. Ab 1979 konnten die Befliegungsintervalle auf 3 Jahre verdichtet werden. Für größere zusammenhängende Planungsgebiete wird auch zwischendurch geflogen und ausgewertet. Z.B.: für den Bereich der neuen Donau und für übergeordnete Straßenbauprojekte.

#### 10 Jahre Digitale Computer-Stadtkarte

Eine Vorstufe der fast vollautomatisiert hergestellten Mehrzweckkarte war die digitalisierte Computerstadtkarte. Nach eingehenden EDV- und GDV-mäßigen Entwicklungsarbeiten wurde sie Ende der 70er Jahre zunächst für den 20. Wiener Gemeindebezirk Brigittenau im Maßstab 1:2000 probeweise hergestellt. Um die Genauigkeit der digitalen Abtastung für den Maßstab 1:2000 zu steigern, wurde ab 1979 die Luftbildauswertung auf 2 Autographen im Maßstab 1:1000 durchgeführt. Diese Rohauswertungen auf transparenten Folien wurden digitalisiert und bei der Speicherung wurde eine Differenzierung nach einer Reihe von Kriterien bzw. Planinhalten vorgenommen. Die transparenten Auswerteoriginale brachten den Vorteil, daß die Rohpausen ohne Beschriftung bei dringendem Bedarf zur Verfügung gestellt werden konnten. Ein Satz von Farbdias der Luftaufnahmen stand den Planern ebenfalls zur Verfügung.

Im Herbst 1979 konnte die erste Stadtkarte, die durch automatische Lichtzeichentechnik entstanden war, präsentiert werden. Das Verfahren funktionierte aber es war nicht vollkommen. Der Automationsfluß war durch das langwierige Digitalisieren gebremst und brachte zusätzliche Fehlerquellen. Ein weiterer großer Nachteil war, daß man mit diesem Verfahren die Deckfolien der Stadtkarte 1:2000, insbesondere den wichtigen Bebauungsplan nicht gleichzeitig produzieren konnte. Die notwendigerweise von der Grundkarte bzw. der Rohauswertung 1:1000 getrennte Digitalisierung der Bebauungsplanfolie brachte größere Abweichungen zwischen deckungsgleichen Linien z.B. an den Fronten der Bebauung und den darauf abgestimmten Baulinien.

## 5 Jahre Aufbau der Mehrzweck-Stadt Karte

1982 kam die Wende mit der wieder aktuellen Forderung, für das Wiener Stadtgebiet einen Leitungskataster aufzubauen. Durch die neue Generation von automatisch registrierenden Luftbildauswertegeräten und Tachymeterinstrumenten waren die Voraussetzungen gegeben; es mußten "nur" noch die notwendigen finanziellen Mittel gefunden werden.

Seit einigen Jahren wurde mittels Meßrad und durch entsprechende Aufzeichnungen der Oberflächenbestand von Straßen erfaßt. Der Zweck war, um für "Maßnahmen im Straßenbereich" über die Lage- und die zahlenmäßigen Daten von Verkehrszeichen, Masten, Hydranten, Bäumen, Straßenquerschnitten usw. verfügen zu können. Der Nachteil dieser Methode war, daß nur Listen ausgedruckt aber keine Pläne gezeichnet werden konnten. Wenn es gelang,, die Erfassung dieser "Grundinformation im Straßenbereich", wie sie von den Straßenbauern und -erhaltern genannt wurde, mit einer raschen und preisgünstigen Vermessung zu verbinden, konnten die für fünf Jahre gesicherten Budgetmittel für eine geodätische Aufnahmetechnik verwendet werden.

### Das Arbeitskonzept

Das Konzept für ein neues automatisch registrierendes Meßverfahren in Kombination mit analytischer Luftbildauswertung, Daten- und Koordinatenspeicherung und automatischer Zeichnung des Endproduktes wurde gemeinsam zwischen Magistratsdirektion, Baudirektion und Stadtvermessung entwickelt, es sah folgenden Arbeitsplan vor:

Vermessung der Verkehrsflächen und der Hausfronten  
mit automatisch registrierenden Tachymetern  
Luftbildauswertung in den übrigen Bereichen mit  
registrierenden analytischen Autographen  
Zusammenführung und Speicherung der codierten Daten  
aus beiden Bereichen  
Automatische Zeichnung in drei Schritten  
Schnellplottung; Begehung mit Korrekturen und  
Ergänzungsmessungen; Präzisionslichtkopfzeichnung  
auf Druckfolie.

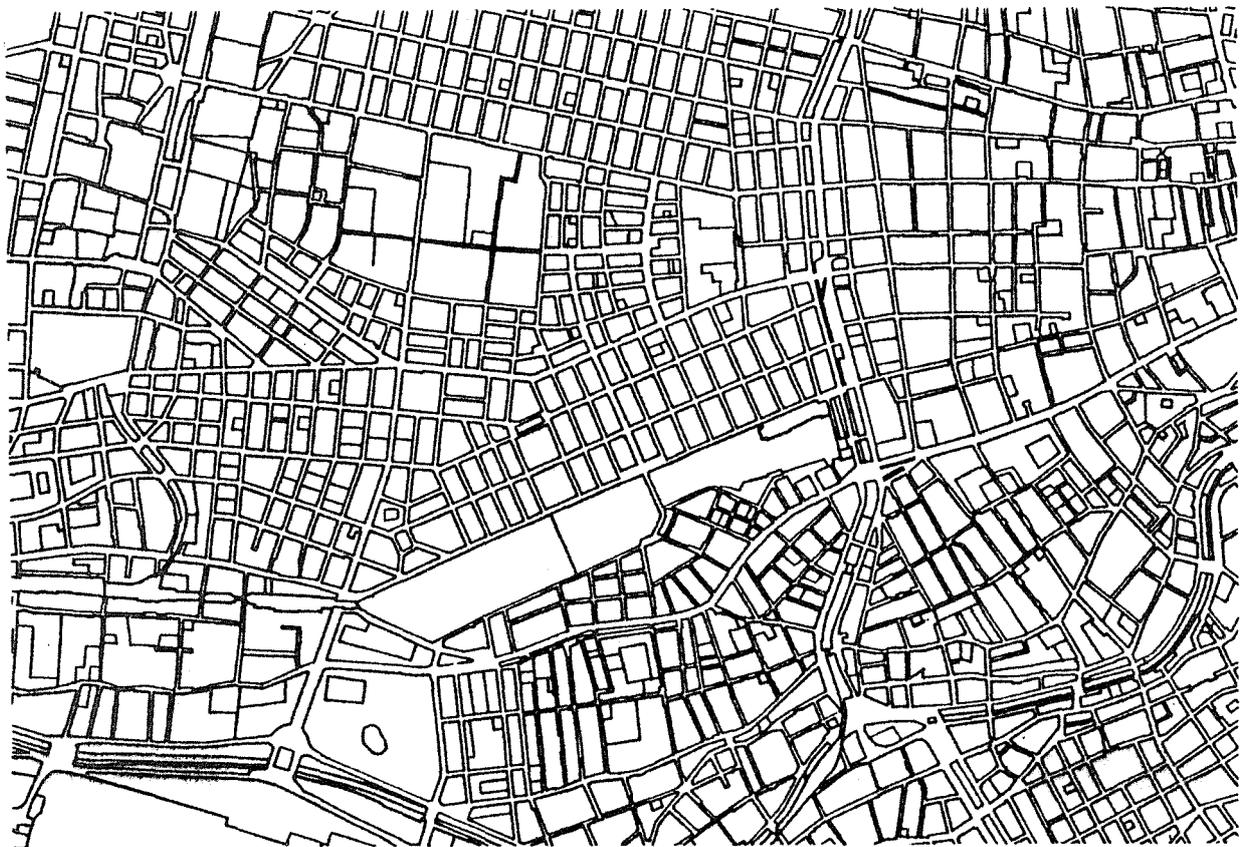
Übergeordnete Kriterien waren: Vermessung im Gauß-Krüger Landeskoord.-system. Lagegenauigkeit im Straßenbereich  $\pm 5$  cm, Höhen auf  $\pm 1$  cm genau. Speicherung nach vorgegebener Codierung bzw. Objektkennung. Ausgabe der Druckoriginale für die Computerstadt Karte 1:1000 und 1:2000 im bisherigen Blattschnitt. Ausgabe der Basiskarten 1:200 für Leitungskataster nach den codierten Straßenabschnitten des Räumlichen Bezugssystems Wien; falls gewünscht, auch mit vorgegebenen Blattschnitt oder einer gesonderten Blattstellung.

Für die Herstellung der städtischen Grundkarten, insbesondere in den Maßstäben 1:1000 und 1:2000 mit der dazugehörigen Bebauungsplanfolie ist ein "Synchronlauf" eingerichtet worden, der nach einem fein gegliederten Netzplan abläuft. Die eingesetzten Teams in allen Produktionsbereichen haben nach den Zeitschritten des Netzplanes ihren Arbeitsanteil zu leisten. Pufferzeiten ermöglichen einen Ausgleich in Bereichen von unterschiedlichem Aufwand.

Das räumliche Bezugssystem Wien (RBW)

Ohne das vorhandene System der Gliederung des Stadtgebietes von Wien in topographische und planerische Grundeinheiten wäre der Beginn des Projektes Mehrzweckkarte sehr viel aufwendiger gewesen. Dieses "Räumliche Bezugssystem Wien" wurde in einer fast 10jährigen Aufbauarbeit entwickelt und lag 1979 für ganz Wien vor. Als topographische Grundlage diente die Stadtkarte 1:2000 in der Ausgabe mit Flächenwidmung und Bebauung. Vor dem Digitalisieren durch die MD-ADV waren umfangreiche Vorbereitungsarbeiten in städtischen Dienststellen und durch Zivilingenieure notwendig. Die Einheiten, die dabei nach einer Baublock-Generalisierung der Stadtkarte entstanden, sind Block, Straßenabschnitt und Netzknoten mit Codierung. Die übergeordnete Gliederung ist Zählbezirk, Zählgebiet und Gemeindebezirk. Rund 20 000 Straßenabschnitte und 10 000 Blöcke mit 150 000 Adreßangaben waren bis 1979 digitalisiert und gespeichert worden. Von den einzelnen Blöcken sind die digitalen Koordinaten der Umfangsbruchpunkte und der Netzknoten gespeichert, ebenso die Codes der Blöcke, der Straßenabschnitte und der Adressen. Ein wichtiges Nebenprodukt ist die Realnutzungskartierung mit 41 verschiedenen Nutzungskategorien durch Luftbildinterpretation. Gleichzeitig wurden die Bruttogeschoßflächen - Gebäudegrundflächen mal Geschößzahl - ermittelt. Karten gleicher Nutzungskategorien wurden im Maßstab 1:25 000 ausgeplottet. Im gleichen Maßstab stehen zahlreiche Bezirkskarten, Zählgebietskarten und eine Baublockkarte zur Verfügung.

BLOCKSTRUKTUR-KARTE 1:25.000



## Personaleinsatz und Produktionsmittel

Um mit möglichst geringer Personalvermehrung auszukommen, sollte die Massenarbeit im Straßenbereich der dichtverbauten Stadtgebiete von Zivilingenieuren durchgeführt werden. Zwei Meßtrupps der Stadtvermessung waren für das städtische Randgebiet und für die umfangreichen Nachmessungen und Kontrollen - Schlußbegehung - vorgesehen. Dafür wurden zwei Techniker, zwei Meßgehilfen und für die Auswertung zwei Zeichner auf Zeit bewilligt. Durch Umgruppierung und Rationalisierung in der gesamten rund 100 Mitarbeiter starken Abteilung konnten acht Bedienstete auf Dauer für die neuen Aufgaben zugeteilt werden, darunter zwei Ingenieure, zwei Techniker und eine Kartographin.

Der Stadtvermessung fehlten noch wesentliche Produktionsmittel insbesondere Luftbildauswertegeräte der neuen Generation. Die Wahl fiel auf einen Autographen mit peripheren Einheiten deshalb, weil die Herstellerfirma in der Lage war, ein vorhandenes Analoggerät gleichwertig auszurüsten. So konnte bei Störungen mit möglichst wenig Produktionsausfall gerechnet werden. Trotzdem gab es eine längere Anlaufzeit für den Testbetrieb der Geräte und zur notwendigen Einschulung der Operateure. Dasselbe gilt für die beiden automatisch registrierenden Tachymeter und die unorthodoxe Aufnahme methode mit nur zwei Mann und ohne Feldskizze. 1)

### Öffentliche Ausschreibung

Mitte 1982 wurden die "Vermessungsarbeiten mittels automatisch registrierender Tachymeter" und die "Erhebung der Grundinformation im Straßenbereich" öffentlich ausgeschrieben. Die Bieter bekamen sehr ausführliche Anbotsunterlagen, die zweimal über Anfragen der Bieter ergänzt wurden. Verrechnungseinheit war der Preis pro aufgenommenen Punkt wobei eine Mindestanzahl von 60 Punkten pro Straßenabschnitt der Kalkulation zugrunde lag. Die Codierung der Punkte mußte nach einem vorgegebenen Schlüssel erfolgen, ebenso die Aufeinanderfolge der aufzunehmenden Detailpunkte. Damit war der Programmablauf bei der automatischen Zeichnung gesichert.

Um den sehr knapp kalkulierten Punktpreis zu erzielen, mußte eine Zweimann-Partie, durch Funkverbindung unterstützt, ohne Feldskizze die Vermessung durchführen. Testmessungen ergaben, daß die erwartete Dauerleistung für Auftraggeber und Auftragnehmer zur Zufriedenheit zu erreichen war.

### Arbeitskreis

Natürlich gab es Anfangsschwierigkeiten in allen Arbeitsbereichen. Um möglichst rationell und produktiv zu arbeiten und die Wünsche der Anwender voll einzubauen, wurde von der Baudirektion ein Projektskoordinator bestellt und ein Arbeitskreis eingerichtet, der noch heute tätig ist. Bisher wurden rund 100 halbtägige Sitzungen abgehalten und Detailprobleme in Unterausschüssen behandelt. Mitglieder im Arbeitskreis Grundinformation AKG sind die

1) Derzeit geht ein drittes analytisches Auswertegerät in Betrieb.

produzierenden Stellen, nämlich die Arbeitsgemeinschaft der Ingenieurkonsulenten für die Massenaufnahme; die Stadtvermessung für Sondermessungen und Schlußbegehung sowie für kartographische Maßnahmen und Luftbildauswertung; die Automatische Datenverarbeitung für Datenspeicherung, Datenverarbeitung und automatisches Zeichnen. Weiters die Anwender und Benützer der fertigen Produkte, das sind die Abteilungen f. Straßenbau, für Verkehrsorganisation und technische Verkehrsangelegenheiten, Planungsdienststellen, Reproabteilung und Baupolizei. Von großer Bedeutung ist, daß die Wiener Stadtwerke und damit die wichtigsten Leitungsträger zur aktiven Mitarbeit bereit waren.

Besonders die Gaswerke waren an einer engen Zusammenarbeit interessiert, da sie bereits seit Jahren für ihre neuverlegten Erdgasleitungen koordinative Straßenpläne 1:200 herstellen ließen. Hier gab es von Anfang an einen sehr nützlichen Erfahrungs- und Planaustausch. Dem Arbeitskreis Mehrzweckkarte gehören zusätzlich alle Einbautendienststellen an. Die praktische, tägliche Arbeit wird im AKG also im Arbeitskreis Grundinformation, in der ADV und in der Stadtvermessung geleistet.

### Entwicklungstendenzen

Für den systematischen Aufbau der Mehrzweckkarte unter Berücksichtigung der "Maßnahmen im Straßenbereich", für den Leitungskataster und für einen koordinativen Bebauungsplan wurden im AKG zunächst Richtlinien entwickelt und später ein Netzplan für einen Synchronlauf aller Einzelarbeiten zur Herstellung der MZK ausgestellt. Sehr bald zeigte sich, daß die Anwender, insbesondere im Straßenbereich (MA 46 und 28) mit dem ersten Konzept und den Ergebnissen von umfangreichen Messungen in einigen Wiener Bezirken nicht das Auslangen mit den dabei entstandenen "Grundinformationen" und Plänen fanden. Es wurde ein Konsens im AKG gefunden, der den berechtigten Wünschen der im Straßenbereich tätigen Dienststellen und Behörden entsprach aber eine wesentliche Erweiterung des ursprünglichen Arbeitskonzeptes brachte. Doch um der Vorteile wegen, die eine Aufnahmeausweitung brachte, mußten zunächst Nachteile, besonders die Verzögerung des Projektes bzw. eine längere Laufzeit in Kauf genommen werden. Die Umstellung und Erweiterung des Projektes brachte fast eine Verdoppelung der ursprünglich mit rund 60 festgesetzten Aufnahmeplätze pro RBW-Abschnitt. Diese wurden aber später auf durchschnittlich 100 Punkte begrenzt. Es war leider nicht so, daß nur der Umfang der Vermessung (Hausingänge und -einfahrten, Gehsteigausrundungen, Lage und Art von Verkehrszeichen usw.) erweitert wurde. Die Folge war eine teilweise Neucodierung bei der Aufnahme und dadurch entsprechende Auswirkungen auf die Software der ADV, die Datenverknüpfung zur Auswahl von Punkten und Objekten gleicher Art, und die Umsetzung der Daten und Programme zur Ausgabe von Listen und zur automatischen Zeichnung.

### Projektserweiterung

Mit der Erweiterung des Projektes konnten nach einer Umstellungs- und Anlaufzeit wesentlich mehr Aufgaben und Dienstleistungen für die MZK, ihre Speicherdaten und Ausgabevielfalt wahrgenommen werden. Der Schwerpunkt lag nun eindeutig bei den "Maßnahmen im

Straßenbereich", speziell f.die Basiskarte 1:200 für den Leitungskataster. Die automatische Zeichnung einer neuen Stadtkarte mußte im gedrosselten Synchronlauf zunächst an zweiter Stelle betrieben werden. Eine beschleunigte Durchführung des Gesamtprojektes wäre nur durch erhöhte personelle und gerätetmäßige Aufstockung bei der ADV und bei der Stadtvermessung zu erreichen gewesen. Ohne solche Maßnahmen haben wir uns ab 1985 für einen Sechsjahresplan für die Herstellung der Grundkarten eingerichtet. Im Vordergrund steht nun eindeutig die Basiskarte für den Leitungskataster und die schwerpunktmäßige Unterstützung von Einbautendienststellen:

Grundlagen für die Sanierung des Wasserleitungsnetzes und der Kanäle, Aufbereitung ihrer zum Teil veralteten Planarchive durch selektives Scanning, Umbildung auf M 1:200 und Speicherung der Hauptdaten  
Grundlagen für die Entwässerung von Verkehrsflächen im Zusammenhang mit dem Grundwasserschutz  
Priorität der Lieferung von Daten und Plänen für Vorzugsprojekte z.B. Entlastungskanal am Wienfluß und am Donaukanal  
Anlagen zur Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung in den Bezirken Floridsdorf und Donaustadt

#### Die Post als Anwender

Ein wesentliches Motiv für die Schwerpunktverlagerung von der MZ-Stadtkarte zum Leitungskataster-Basisplan 1:200 kam vom Kabelbauamt der Post. Für die Verlegung neuer Postkabel wurde ein Zehnjahresplan für ganz Österreich aufgestellt. Die Mittel dafür standen zur Verfügung, ist doch die Post einer der wenigen Staatsbetriebe mit positiver Bilanz. Es wurde ein Übereinkommen zwischen Post und MD ADV abgeschlossen, das der Post in einer ganzen Reihe von großflächigen Gebieten im Wiener Raum eine bevorzugte Belieferung von Straßenplänen 1:200 zum Selbstkostenpreis der Stadt Wien gewährleistet. Zusätzliche Gegenleistung der Post ist die Überlassung der Pläne von Zivilingenieuren, die im Auftrag der Post hergestellt werden. In diese Planlieferungen wurden auch die städt. Gaswerke auf Gegenseitigkeit einbezogen.

Die Anfangsschwierigkeiten waren groß, speziell bei der ADV, da kurzfristig vom Synchronlauf Stadtkarte zur großmaßstäblichen Basiskarte umgestellt werden mußte. Die Post hatte außerdem Sonderwünsche hinsichtlich Aufnahmebereich, Planinhalt und Planausführung. In 1:200 wirkten sich auch erstmals geringe Ungenauigkeiten bei der Erfassung nicht einsehbarer Vor- und Rücksprünge von Gebäuden im Frontverlauf eines RBW-Abschnittes aus.

Geringfügige Abweichungen vom rechten Winkel oder von der Parallelität machen sich bei der gestochenen scharfen Lichtzeichnung besonders störend bemerkbar. Ein "Glättungsprogramm" wäre möglich aber sehr zeit- und kostenaufwendig gewesen, obwohl bereits koordinative Punkte minderer Genauigkeit eingeführt waren, die unterdrückt werden könnten. Einfacher war es, die mehrfarbige Schnellplottung nach groben Unstimmigkeiten und Auslassungen durchzusehen und bei der Schlußbegehung und -messung diese Ergänzungen zu erfassen. Sie wurden über die graphischen Bildschirme in der ADV eingearbeitet.

## Der Einsatz von Graphischer Datenverarbeitung

Nutzung von vorhandenen Datenquellen.

Durch manuelles Digitalisieren oder automatisches Scannen mit interaktiver Bearbeitung werden Daten aus vorhandenen Plänen EDV-mäßig miteinbezogen. Die graphische Genauigkeit wird durch Übernahme von Sollkoordinaten aus Projekts- und Teilungsplänen verbessert.

Direktverarbeitung von Vermessungsdaten.

Die codierten Meßdaten werden in einem automatisierten Datenfluß in den Zentralspeicher des Rechenzentrums übergeführt. Die Ver-codung im Meßstadium erlaubt eine sofortige automatische Aus-zeichnung.

Terrestrische Vermessung - Photogrammetrische Auswertung.

Von den Zivilingenieuren werden die Meßdaten auf Magnetband ge-liefert. Die rechnerisch bearbeiteten Ergebnisse der Stadtver-messung werden auf Disketten übernommen, ebenso die graphischen Daten der Luftbildauswertung. Alle Datenflüsse werden zusammen-geführt und auf genaue Gerippunkte ausgerichtet.

Generierungsprozeduren - Prüfläufe - Homogenisieren der Daten. Aufgrund der schematisierten Meßabfolge werden nicht alle Ob-jekte vollständig vermessen. Geometrische Ergänzungen werden durch EDV-Nachbearbeitung vorgenommen. Z.B. Blockabschluß, regelmäßige Vierecke, parallele Linien.

Geprüft werden die Meßdaten auf Plausibilität; die Hausadressen; die Zuordnung der Straßenabschnitte; die Straßenprofile. Die von den Meßgeräten stammende Codierung wird in ein einheit-liches Codesystem übergeführt.

Graphische Ausgabe - Beschriftung - Zeichenschlüssel

Die Herstellung von verschiedenen Planwerken durch GDV hat einen hohen Automatisierungsgrad. Die Straßennamen werden durch direkten Zugriff aus der Straßendatenbank vollständig oder abgekürzt über-nommen. Die Hausadressen werden automatisch plaziert und nach der Grundlinie des Ausschnittes ausgerichtet.

Je nach Maßstab und Verwendungszweck sind über entsprechende Para-meter die graphische Darstellung und der Planinhalt frei wähl-bar. Dafür stehen Zeichensymbole, Stricharten, Textarten und Textgrößen gespeichert zur Verfügung. Für die Maßstabswahl und den Karten- oder Planinhalt bringt die weitgehende Strukturierung der Daten eine gezielte Selektion. Die gerätespezifischen Mög-lichkeiten - Farbdarstellung, Lichtzeichnung - können dadurch voll ausgenützt werden.

Maßstabsketten der MZK - Thematische Karten

Die Grundkarten in den Maßstäben 1:500, 1:1000, 1:2000 und 1:5000 haben Rasterformat ohne Übergriff. Das Planwerk 1:200, speziell als Basiskarte für den Leitungskataster, ist mit Standardformaten dem Straßenverlauf angepaßt. Frei wählbare Aus-schnitte - z.B. Koordinatenfenster - sind GDV-mäßig vorgesehen. Themenkarten können über geographische Adressen - z.B. Straßen-abschnitt, Block, Hausnummer, mit statistischen Daten verknüpft und automatisch gezeichnet werden.

### Korrektur - Änderungsdienst - Fortführung

Mittels alphanumerischem Terminal und interaktiven Graphikstationen werden Änderungen in die Datenbank eingebracht. Sie werden in der ADV durch automatische Prüfläufe (Eingangsprüfung) und durch Diskrepanzen bei der Zusammenführung von digital gespeichertem Planmaterial ausgelöst.

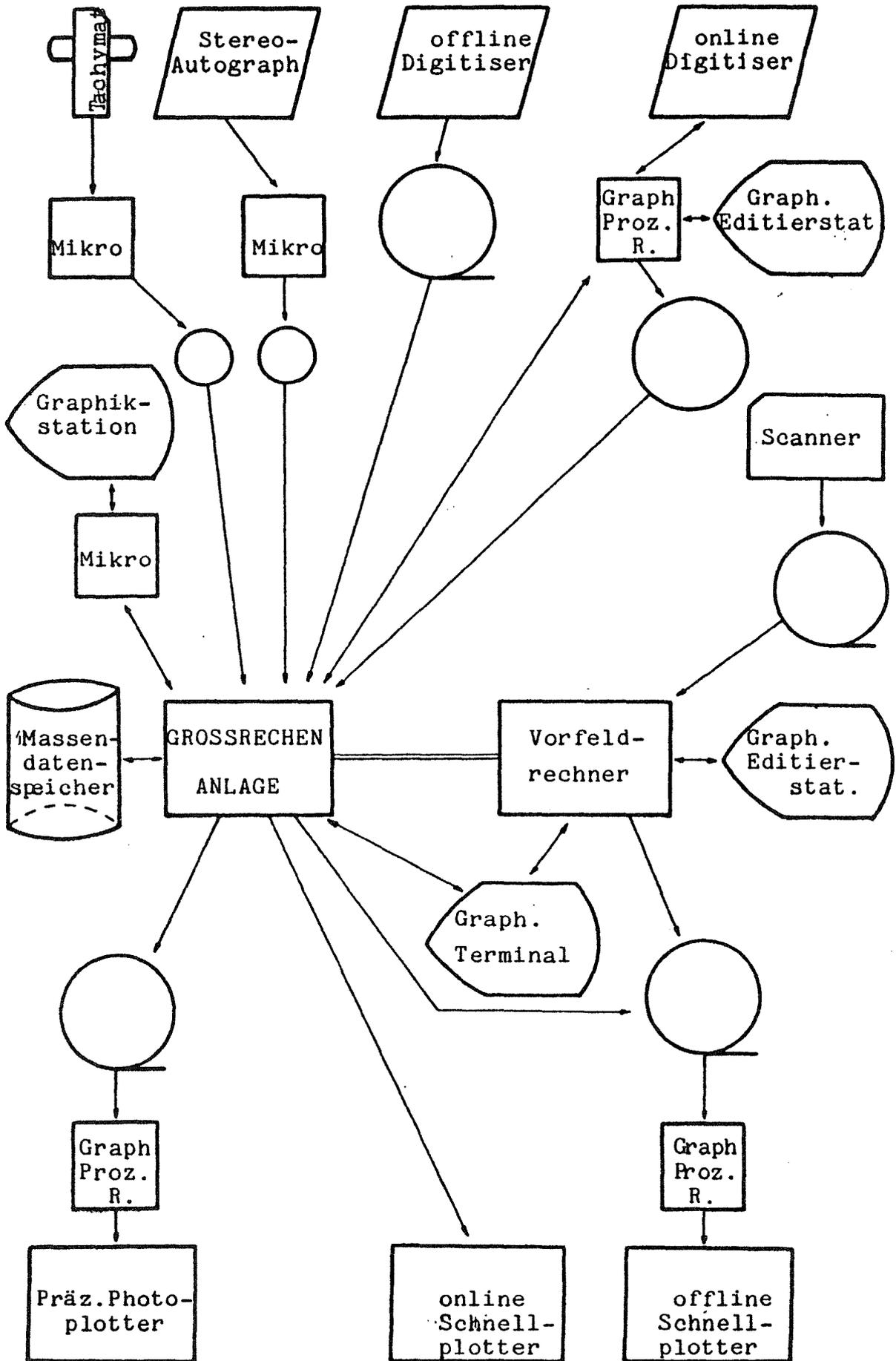
Aufgabe der MA 41-Stadtvermessung ist der Prüfdienst bei der "Schlußbegehung" im Vermessungsbereich. Eine mehrfarbige Rohzeichnung der ADV durch Schnellplotter dient als Begehungsunterlage. Größere Unstimmigkeiten und Lücken werden bereits bei der Plandurchsicht erkannt und durch Nachmessung bzw. Ergänzungsaufnahme bereinigt. Dazu kommen Plausibilitätskontrollen an Ort und Stelle.

Seit kurzem stehen der STV für die Einarbeitung dieser Ergänzungs- und Korrekturdaten zwei Grafikstationen im eigenen Haus zur Verfügung. Später wird damit auch der Großteil der Messungen zur Fortführung der Mehrzweckkarte verarbeitet werden. Für die Leitungsträger sind ebenfalls dezentrale Bildschirmterminals vorgesehen. Trotz des großen Arbeitseinsatzes und der Schwierigkeiten in der Anlaufphase des Projektes sind wir der Überzeugung, mit der MEHRZWECKKARTE ein sehr brauchbares Instrument für Planung und Infrastruktur der Stadt Wien aufzubauen.

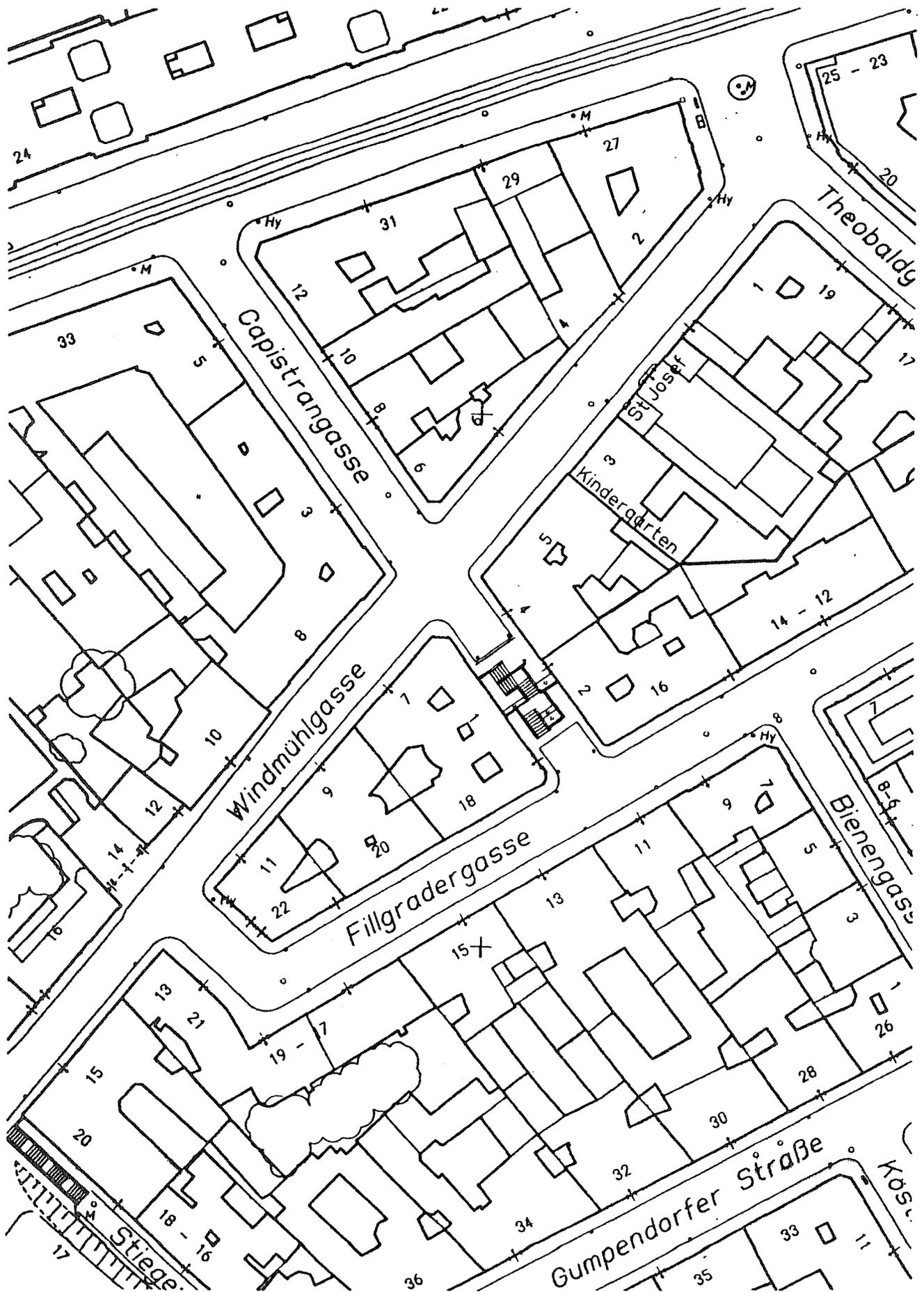
#### LITERATUR

- R. Kling: Wiener Stadtbauamt 1935-1965, XXI Die Wiener Stadtvermessung
- Reischauer: Die Wiener Stadtkarte - ein raumbezogenes Informationssystem, ZfV 1982, S 578ff
- Wilmersdorf: Aufbau eines ortsbezogenen Informationssystems mit grafischer Datenverarbeitung, ZfV 1982 S 581ff
- Korschineck und Peters: Räumliches Bezugssystem für die Planungsdatenbank der Stadt Wien, ÖZ 1982, S 106ff
- Wilmersdorf: Der Einsatz der Computerkartographie in der Wiener Stadtverwaltung; Dreiländertagung der Kartographie 1984 Band Österreich "Kartographie der Gegenwart"
- Wilmerstadt: Automatisierung der Stadtgrundkartenführung in Nürnberg, VR 1985, S 277ff
- Klingemann: Aktuelle Bemerkungen zum Einsatz der Graphischen Datenverarbeitung in der Ingenieurgeodäsie, ZfV 1985 S 186ff

ADV-GERÄTEKONFIGURATION-MZK (Dez. 1985)







# Aktion "REBLAUS" oder die große Kooperation

GERHARD STOLITZKA

## 1. Einleitung

Während des Studiums und einer prägenden Assistentenzeit unter der väterlichen Betreuung unseres verehrten Lehrers, O.Prof.Dr.Friedrich HAUER, dem diese Festschrift zum achtzigsten Geburtstag gewidmet ist, hat sich der Verfasser kaum vorgestellt, je für eine im Titel unter ihrem "militärischen" Decknamen angeführte Aktion die Verantwortung zu tragen. Es handelt sich um die "gesamtösterreichische photogrammetrische Weingartenerhebung 1980", über deren Abwicklung Ihnen berichtet werden soll. Im Rückblick erscheint gerade diese Operation beispielhaft für die Umsetzung wesentlicher Eigenschaften, die Prof. Hauer seinen Schülern vermittelte: Wissenschaft im angewandten Fachbereich der Geodäsie nicht als Eigenzweck zu betreiben, sondern immer mit dem Ziel, neue Erkenntnisse in operationell anwendbare Verfahren zum Vorteil des Berufsstandes und zum Wohle der Gesellschaft umzusetzen.

Unter diesem Aspekt, vor allem in Hinblick auf Anregungen für eine weitere gedeihliche Entwicklung des Vermessungswesens als Berufsstand, möge dieser Bericht verstanden werden. Er soll auch Zeugnis geben von der Möglichkeit, in enger Partnerschaft zwischen öffentlichem und zivilem Bereich des österreichischen Vermessungswesens, umfassende Aufgaben künftiger struktureller Maßnahmen im Dienste der Daseinsvorsorge - wie beispielsweise die schrittweise Erneuerung des Liegenschaftskatasters und dessen Ausbau zu Landinformationssystemen - zu lösen. Nebenbei wird auch die Bedeutung von Managementaufgaben gestreift, für die der Geodät im Umfeld Mensch - Technik - Verwaltung als Integrator und "Notar" bei der Betreuung der entstehenden Mehrzweckkataster bis hin zu umfassenden Geoinformationssystemen in allen Verwaltungsebenen und - Bereichen prädestiniert ist und darauf - gleichwertig zu seiner technischen Fundierung - vorbereitet werden muß.

## 2. Ausgangslage

für das Projekt waren Bemühungen des Landwirtschaftsministeriums um ein verbessertes Weinwirtschaftskonzept, welches Kenntnisse über den tatsächlichen Umfang der österreichischen Weinanbauflächen voraussetzte. Für eine rationelle, rein flächenmäßige Gesamtinventur, welche die Weinanbaugebiete der Bundesländer Wien, Niederösterreich, Burgenland und der Steiermark umfassen sollte - zusammen ein Gebiet von 18.000 km<sup>2</sup>, also rund ein Viertel der österreichischen Staatsfläche, oder etwa 60 % der landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen von Österreich - konnte bei vertretbaren Kosten nur eine Luftbildauswertung der Weingartenflächen vorgesehen werden.

Die Problematik lag dabei nicht allein in der Wahl der rationellsten Erhebungsart, sondern auch und vor allem in der Aufbereitung der erfaßten Daten. So beschränkten sich unsere Vorstudien nicht allein auf Verfahren zur eindeutigen Identifikation von Weinanbauflächen und deren photogrammetrischer Umsetzung. Wir hatten uns vielmehr darüber Klarheit zu verschaffen, wie überhaupt in der geforderten, kurzen Zeit von ca. einem Jahr nach Beistellung der Meßbilder die riesige Aufgabe einer Erhebung sämtlicher Weinanbauflächen in den vier östlichen Bundesländern organisatorisch zu bewältigen wäre. Grundsätzlich war vorerst zu klären, nach welcher der drei bestehenden Dokumentationsformen sich die Erhebung orientieren sollte:

- nach den länderweise geführten Weinbaukatastern
- den betriebswirtschaftlichen Erhebungen des Statistischen Zentralamtes oder
- dem Operat des österreichischen Liegenschaftskatasters beim Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen.

Da eine rechtsverbindliche Grundlage für den Gesamtumfang der in Österreich vorhandenen Weinbauflächen geschaffen werden sollte, mußte auch ein Bezug auf eindeutig definierte Grundstücksflächen hergestellt und außerdem die Möglichkeit einer laufenden Evidenzhaltung bedacht werden. Diesem legalen Charakter der anzugebenden

Flächen, verbunden mit einer Wertsicherung der Erhebung durch eine gesetzliche abgesicherte Nachführung sowie einer anzustrebenden, umfassenden Verwendbarkeit und Kompatibilität im Rahmen allgemeiner, verwaltungstechnischer Anforderungen, konnte nur der als Mehrzweckkataster konzipierte und über die Datenbank des Bundesrechenzentrums mit den Dateien aller anderen Verwaltungsbereiche verknüpfbare Liegenschaftskataster entsprechen.

### 3. Ausführungsstudien

Nach diesen grundsätzlichen Festlegungen wurden alle weiteren organisatorischen und verfahrenstechnischen Fragen gemeinsam mit den zuständigen Stellen des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen behandelt. Eine zusätzliche Aufgabenstellung war, daß die erfaßten Luftbilder auch der Erhebung anderer Kulturarten und ihres Flächenausmaßes sowie der Dokumentation bestimmter Vegetationsarten einschließlich deren Vitalitätsgrad bzw. erkennbarer Schädigungen durch anthropogene Einflüsse dienen sollten. So ergab sich, daß nicht nur wegen des Fehlens detaillierter Bereichsabgrenzungen der österreichischen Weinanbaugebiete - einzige Unterlage waren die seit dem Inkrafttreten des neuen österreichischen Vermessungsgesetzes, also etwa seit 1970 nur mehr sporadisch nachgeführten Kulturartenausscheidungen von Weingärten - sondern auch zur Abdeckung aller anderen Anforderungen, einzig eine flächendeckende Gesamtaufnahme mit Infrarotfalschfarbfilm in Frage kam. Begrenzt wurde diese im Norden, Osten und Süden durch die Staatsgrenze und im Westen durch eine mit den Fachbeamten des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft überprüfte Linie, über die hinaus auf Grund gegebener Klima- oder Standortbedingungen kein Weinbau mehr erwartet werden konnte.

Außerdem wurde der Umfang des Erhebungsgebietes durch eine Zusammenstellung all jener Katastralgemeinden überprüft, in deren Operat die Benützungsort "Weingarten" schon bisher nachgewiesen werden konnte. Diese Zusammenstellung erbrachte, daß in den vier Bundesländern 27 Vermessungsämter, deren Tätigkeitsbereich sich über 38 Verwaltungsbezirke erstreckte, betroffen waren.

Die rein technische Abwicklung wurde so konzipiert, daß nach Bereitstellung der Luftbilder eine systematische, durchgreifend kontrollierte Durchsuchung aller Bilder hinsichtlich Weinanbauflächen vorgenommen werden sollte. Anschließend war photogrammetrisch/digital eine Kartierung der im Bild sichtbaren Umgrenzungen - im Maßstab der jeweils betroffenen Katastermappe - zuzüglich der Erfassung signifikanter, topographischer Details für die Einpassung in die Katasterdarstellungen auszuführen. Die sinnvolle Einpassung dieser Weinbauflächen und ihre Abfüllung - auch in Teilflächen - in die betroffenen Einzelparzellen mit der Aufstellung von Flächenausweisen und Änderungstabellen für die Nachführung des katastralen Schriftoperates, war das beabsichtigte Endprodukt.

Letztere Arbeitsgänge konnten nur von den Vermessungsämtern selbst ausgeführt werden. Der Bundesvermessungsdienst hatte aber keinesfalls die photogrammetrischen Kapazitäten, um in nur 7 bis 8 Monaten abschätzbare 3000 Bild-Modelle auszuwerten. Damit konnte das bisher umfangreichste, arbeitsteilige Projekt zwischen privaten und öffentlichen Stellen dieser Art geboren werden. Die Aufgabe stellte sich als so groß heraus, daß letztlich acht über ganz Österreich verteilte photogrammetrische Büros, de facto alle mit entsprechender instrumenteller und personeller Ausstattung, für die Abwicklung des Projektes in einer Arbeitsgemeinschaft zusammengefaßt wurden.

Mit den umfangreichen Begleitmaßnahmen zur Durchführung des Projektes, der Abstimmung zwischen allen betroffenen öffentlichen Stellen - vor allem dem Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen und dem Armeekommando hinsichtlich der militärischen Aspekte - aber auch mit der Vorbereitung der Auswertegrundlagen, den wissenschaftlichen Begleitmaßnahmen, der Koordination und Abwicklung der photogrammetrischen Auswertung im überlappenden Einsatz von 13 zivilen Arbeitsgruppen und den schon erwähnten 27 Vermessungsämtern, wurde der Berichterstatter betraut. Der Auftrag erfolgte aus vertragsrechtlichen Gründen zwar persönlich, aber unter Bedachtnahme auf die Funktion des Auftragnehmers als Vorstand des Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung (IVF) an der Universität für Bodenkultur.

Die notwendigen Vorbereitungsarbeiten und Vorkehrungen für die Projektabwicklung wurden in einer Ausführungsstudie dokumentiert, deren wesentliche Inhalte

- interministerielle und behördliche Abstimmungen,
- die Ermittlung aller Katastralgemeinden mit Weinanbaugebieten einschließlich einer Bereichsabgrenzung für
- die Flugplanung, sowie die Argumentation für die Verwendung von Farbinfrarotbildmaterial betrafen; weiter wurden
- aus Testflügen die Luftbildauswertung mit Anleitungen und Regeln für die Ausführung einer kontrollierten Weingartenidentifikation und der digitalen photogrammetrischen Flächenausscheidung,
- die Aufbereitung der photogrammetrischen Auswertung bezüglich Einpasshilfen für die Weiterbearbeitung durch den Bundesvermessungsdienst sowie
- Organisations- und Verfahrensrichtlinien für die interaktive Arbeitsabwicklung in streng reglementierten Zyklen

behandelt.

#### 4. Vorbereitungsarbeiten

Noch im Herbst 1979 wurde im Weinbaugebiet von Wolkersdorf/NÖ ein Testflug des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen mit ca. 50 Falschfarbaufnahmen über ein topographisch wie strukturell sehr unterschiedliches und deshalb für alle zu behandelnden Weinbauregionen ausreichend aussagekräftiges Gelände ausgeführt. Die dabei unter den verschiedensten Bildmaßstäben sowie Aufnahme- und Filmentwicklungsbedingungen gewonnenen Falschfarbmeßbilder (Kodak CIR 2443) hatten eine gute Qualität und waren für vielfältige Verfahrenstests bestens geeignet. Allerdings zeigte sich, daß zur Sicherstellung des vollen Dokumentationswertes des Filmmaterials für spätere thematische Auswertungen unbedingt Messungen für eine radiometrische Kalibrierung und außerdem eine vollautomatische Filmentwicklung für die exakte Steuerung und Kontrolle des Entwicklungsvorganges (Dokumentation durch Teststreifen) vorgesehen werden mußten.

Mit Hilfe dieser Testbilder wurden in den Wintermonaten 1979/80 am Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung die verschiedensten Flugplanungsmodelle und Verfahrensschritte entwickelt und erprobt. Unter anderem die Durchmusterung der Bilder nach Weingartenflächen für eine statistische Kontrolle auf Vollständigkeit aber auch hinsichtlich der richtigen Interpretation.

Für den ersten Fall eigneten sich bestens vorbedruckte Klarsichtfolien mit 10x10 Rasterquadraten; abgestimmt auf die Bildgröße und den Bildmaßstab 1:15 000 entsprach jedes Quadrat einer Fläche von ca. 300x300 Metern. In einer Vorinterpretation sollte jede Teilfläche, in welcher Weingärten zu identifizieren waren, speziell gekennzeichnet werden. In die Spezialausführung der österreichischen Karte 1:50 000 übertragen, welche ausschließlich die politischen Verwaltungseinheiten bis zur Katastralgemeinde mit den nummerierten Mappenblatteinteilungen zeigt, konnten schließlich jene Bereiche abgegrenzt werden, welche für die endgültige photogrammetrische Auswertung vorzusehen waren.

Hinsichtlich der richtigen visuellen Interpretation wurden Interpretationsschlüssel mit Musterbeispielen ausgearbeitet, ergänzt durch einen ja/nein - Fragenkatalog in Form eines Flußdiagramms, der die Ausscheidung von Weinkulturen verschiedenster Ziehungsart gegenüber verwechselbaren Kulturen ermöglichte.

Versuche mit automatischen Mustererkennungen betreffend Weingartenflächen erbrachten zwar erfolgversprechende Ansätze, aber keinesfalls jene Perfektion, die für einen operationellen Einsatz vorausgesetzt werden mußte.

Parallel zu diesen technischen Vorbereitungen mußte das organisatorische Detail in Anleitungen, Richtlinien und regelrechten Vorschriften abgefaßt werden. So wurde vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen eine spezielle Vorschrift für die metrische Auswertung der Weingartenflächen und vor allem betreffend die Art, Dichte und Genauigkeit der dabei einzumessenden "Einpaßdetails" herausgegeben.

Gemeinsam mit dem militärkatographischen Dienst wurde für eine umfassende Datenbeschreibung der der Geheimhaltung unterworfenen Grundlagen ein vierstelliger Code ausgearbeitet, welcher nach Erfassungsart, Datenträger, Darstellungsart und Verarbeitung allen Anforderungen und Wünschen einer allgemeinen, für die Projektabwicklung wichtigen Gliederung ebenso wie den Sicherheitsvorschriften entsprach.

Nicht gering waren auch der Umfang der vertragsrechtlichen Vorbereitungen für die Beauftragung einer Ziviltechniker-Arbeitsgemeinschaft, die von Tarifabstimmungsverhandlungen mit der Bundesingenieurkammer über die Formulierung der Vergabebedingungen gemäß ÖNORM 2050 bis hin zur Ausarbeitung "gerechter", interner Verrechnungsschemata der zu erbringenden Einzelleistungen reichte.

Letztendlich sind die vielfältigen Abstimmungen, welche vor allem von der Gruppe L (Landesaufnahme) des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen für die instrumentellen Voraussetzungen der Datenerfassung vorgenommen wurden - so die in kürzester Zeit realisierte Einsatzbereitschaft der leistungsfähigsten, vollautomatischen Bildentwicklungsmaschine von Kodak - oder die Organisation der in Amtshilfe vorgesehenen und in beispielhafter Kooperation abgewickelten Bildflüge durch die Bildkompanie des österreichischen Bundesheeres, anzuführen.

## 5. Die Projektabwicklung

startete im Juli 1980 mit dem Beginn der Flugoperationen, für welche 2 Maschinen des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen und eine des Bundesheeres eingesetzt waren. An nur 6 Einsatztagen - wegen des schlechten Wetters verlängerten sich die Luftbildaufnahmen bis in den September - wurden über 7000 Aufnahmen gemacht.

Simultan mit einem Teil der Flüge, soweit möglich regional gestreut, wurden Bodenkontrollen mit einem Radiometer/Photometer

mit selbstkonstruierter Verlaufsfilterhalterung zur Erfassung der Beleuchtungsverhältnisse und der richtungsabhängigen Reflexion von Referenzflächen gemacht.

Bis Dezember 1980 wurden sämtliche Bilder vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen entwickelt und archivarisches behandelt, sodann mit allen notwendigen Auswerteunterlagen - wie den Topographien aller luftsichtbaren Festpunkte, dazugehörigen Übersichtskarten und Plänen, rund 11 000 transparenten Mappenblattkopien, Ausdrucken der Grundstücksverzeichnisse sämtlicher Weinbau - Katastralgemeinden und anderes mehr - dem Koordinationsbüro übergeben.

Bis zur Auftragsvergabe an die ARGE der acht privaten Photogrammeter-Büros, deren Federführung Herr Dipl.Ing.Helmut HAUER innehatte, waren ausreichende Bereiche vorinterpretiert und zwei Vergabezyklen vorbereitet. Identifikationsschwierigkeiten gab es anfangs mit jungen Spalierobstpflanzungen, weniger mit Beerenobst - wenn es nicht auf Drahtrahmen gezogen wurde - vor allem aber mit Bohnenpflanzungen, die in gerodeten Weingärten auf den erhalten gebliebenen Drahtrahmen von Mittel - und Hochkulturen rankten; weiter mit Paprika- und Paradeiskulturen, welche leicht mit Stockpflanzungen verwechselt werden konnten. In seltenen Fällen führten auch junge Hopfenpflanzungen oder Robinien (Akazien) zu Verwechslungen, die aber spätestens bei der internen Nachkontrolle oder bei Feldüberprüfungen festgestellt wurden.

Die rein photogrammetrische Auswertung umfaßte für die einzelnen Arbeitpartien 6 bis 8 Zyklen und wurde von Jänner bis August mit Nachbesserungen bis September 1981 abgewickelt.

Ab März 1981 wurden überlappend an die erwähnten 27 Vermessungsämter die photogrammetrischen Auswertergebnisse geliefert, dort sofort in das Katastraloperat eingearbeitet und zum Jahresende 1981- vom Bundesrechenzentrum aufbereitet- bereits das Endergebnis Herrn Landwirtschaftsminister Dipl.Ing.Günter Haiden vorgelegt.

Im Rahmen der Zyklenkontrolle wurden mehr wie 30 % der photogram-

metrischen Auswertungen im Detail auf die richtige Identifizierung hin überprüft, jeder entdeckte Fehler schriftlich festgehalten und korrigiert. Eine sehr aufwendige statistische Prüfung hinsichtlich der möglichen Fehlerhäufigkeit unter Zugrundelegung dieser Kontrolldaten hat ergeben, daß höchstens 4 Promille der entgültig als Weingarten ausgewiesenen Gesamtfläche fehlinterpretiert worden sein können. Keinen Bezug hat diese Untersuchung auf die schwierige Frage betreffend die Ausscheidung von ursprünglich im Kataster als Weingärten ausgewiesene Flächen. Jungpflanzungen, also etwa ein bis zwei-jährige Weinkulturen konnten beim besten Willen nur erahnt werden. Bei verwilderten und über Jahre nicht mehr bewirtschafteten Terrassenkulturen in Bergweinbaugebieten der Wachau oder der Steiermark, war die Interpretation nicht minder schwierig; es wurde dort eher eine negative Zuordnung vorgenommen, also jene, die die Tilgung der Nutzungsart Weingarten im Liegenschaftskataster und im Grundbuch nach sich ziehen würde. Letztere Ausscheidungen wurden im übrigen 1982 zur Gänze durch Beamte des Bundesvermessungsdienstes nachkontrolliert. Der maximale Umfang dieser Fehlmenge an Weingärten lag der Zahl nach unter 1 % und damit flächenmäßig mindestens unter der Hälfte dieses Prozentsatzes.

Es mag auch interessieren, daß alle Erhebungen über Nutzungsarten, die von Ämtern oder Behörden (im gegebenen Fall auch jene des Bundesministeriums für Land-u. Forstwirtschaft), gemäß § 44 Vermessungsgesetz, den Vermessungsämtern gemeldet werden müssen, nur als Ersichtlichmachung eingestuft werden und keine unmittelbaren Rechtsfolgen haben; Einsprüche gegen nachweisliche Fehlinterpretationen wurden von den Vermessungsämtern unbürokratisch bereinigt.

Für die photogrammetrische Auswertung wurden sämtliche Unterlagen betreffend die Einpassung derselben im Landeskoordinatensystem mit den Originaldias den Auswertebüros übermittelt. Schwierigkeiten machte der Umstand, daß das ganze Bildmaterial wegen seiner hohen Qualität und Aussagekraft vom Landesverteidigungsministeriums in die höchste Geheimhaltungsstufe eingereiht worden war. Dies bedingte unter anderem eine Behandlung bei der Manipulation dieser Bilder, wie sie im militärischen Bereich

streng verrechenbaren Drucksorten zukommt und verursacht z.B. Sonderauflagen beim Personaleinsatz, bei der Arbeitsabwicklung und beim Versand hinsichtlich der Übergabe und Rücknahme von geheimen Unterlagen.

Schließlich durften aus demselben Grund nur geringe Anzahlen von zusammenhängenden Bildmodellen für einen Auswertezyklus an eine Kanzlei weitergegeben werden, z.B. um keinen "Gefechtsfeld-Überblick" aus den Bildern ableiten zu können. So gestalteten sich die graphischen Arbeitsstandübersichten, in welchen mit verschiedenen Farben die unterschiedlichen Auswertebereiche eines Zyklusumfangs eingetragen wurden, wie Mosaikdarstellungen.

Der Auswertumfang eines Zyklus war auf die Leistungsfähigkeit der einzelnen Auswertegruppen und die termingetreue Abwicklung insgesamt abgestimmt. Jeder Zyklus mußte von den Arbeitsgruppen innerhalb von 2 - 3 Wochen ausgewertet und an das Koordinationsbüro zurückgeliefert werden. In anschließenden weiteren 2 - 3 Wochen wurden die Elaborate genauest kontrolliert und bis zur Behebung aller Beanstandungen ein- oder mehrmals an das auswertende Büro zurückgesandt. Schließlich erhielten die zuständigen Vermessungsämter die redigierten Kartierungen mit dem Weinbauflächenbestand inclusive Einpaßdetails für die katastrale Endbearbeitung übermittelt.

Die photogrammetrische Auswertung wurde durchwegs mittels digitaler Datenerfassung, sowohl der Weingartenflächenumgrenzungen als auch der Einpaßdetails, ausgeführt. Parallel dazu erfolgte in einem beliebigen Maßstab (zwischen 1:5000 und 1:7000) eine Bleistiftkartierung, um einerseits eine Abrechnungsgrundlage für die interne Gegenverrechnung zu bekommen und andererseits eine Vollständigkeitskontrolle der Auswertung. Als Verrechnungseinheit dienten die nach Auswertedichte gewichteten Quadrate des ursprünglichen Identifikationsrasters. Eine Rasterfolie wurde bei der Auswertung über das linke Bild des stereoskopischen Modells gelegt, und konnte auf diese Art in die Begleitkartierung übertragen werden. Daraus hatte nach Abschluß der Arbeiten der Auswerter Gegenstücke zu den bei der Vorinterpretation angefertigten Rasterfolien herzustellen, welche an das Koordinationsbüro

zurückgeliefert wurden. Bei richtiger und vollständiger Auswertung mußten auf den Folien idente Rasterquadrate wie bei der Erstidentifikation gekennzeichnet sein. Der auswertenden Arbeitsgruppe wurden diese Erstidentifikationen allerdings nicht mitgeliefert, um eine durchgreifende Kontrolle sicherzustellen. Das Koordinationsbüro konnte auf diese Weise in einfacher Art alle Auswertungen einer Kontrolle hinsichtlich Vollständigkeit unterziehen. Fehler wurden einzeln sowohl protokollarisch wie anhand einer farbigen Skizze festgehalten.

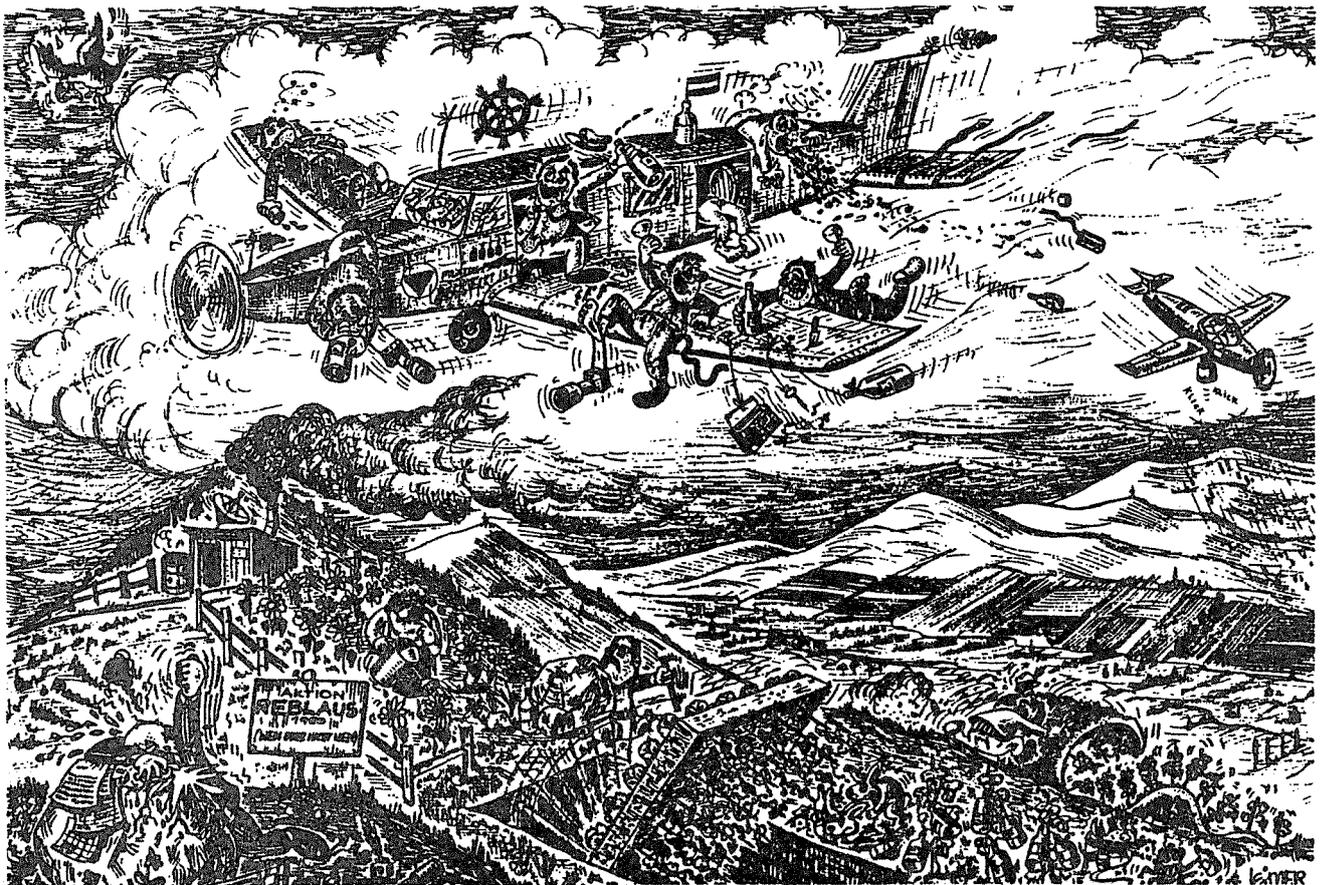
## 6. Schlußbetrachtung

Man kann sich aus den bisherigen Schilderungen vorstellen, wie groß der Arbeitsanfall war, wenn insgesamt etwa 6.000 Bilder auf Weingärten durchsucht, ca. 2.500 photogrammetrische Modelle ausgewertet, die dabei gewonnenen Koordinatenwerte von Flächenumgrenzungen im Maßstab des zugehörigen Katastermappenblattes kartiert und für über 10.000 Katastermappenblätter als Deckfolien ausgearbeitet wurden. Dieses Projekt ist nicht allein wegen seines Umfanges, sondern vor allem wegen der beispielhaft guten Kooperation von privaten und öffentlichen Stellen als Pionierleistung zu bezeichnen.

Eine besondere Bedeutung hatte bei diesem Projekt - über den rein technischen Bereich hinaus - der erhebliche Anteil von Pflanzen-, Vegetations- und Standortkundlichen Fragen, welche im Zusammenhang mit der Erzielung eindeutiger Interpretationsergebnisse zu klären waren. Sie konnten nur durch die volle Integration fachlich zuständiger Ökologen in die Projektentwicklung zufriedenstellend gelöst werden. Diese Erfahrung hat dazu geführt, daß das Institut für Vermessungswesen und Fernerkundung in seinem wissenschaftlichen Mitarbeiterstab neben zwei Geodäten und einem Kulturtechniker, einen technischen Physiker, einen Regeltechniker/Informatiker sowie einen Forstwirt/Photogrammeter und einen Landschaftsökologen hat. Die dadurch ermöglichte interdisziplinäre Arbeitsweise hat ungleich mehr befruchtend gewirkt, wie bisherige Versuche, Problemlösungen durch autodidakte Einarbeitung facheinschlägiger Mitarbeiter voranzutreiben.

Abgesehen vom wissenschaftlichen Bereich werden sich interdisziplinäre Arbeitsgemeinschaften künftig in der Praxis verstärkt durchsetzen, weshalb ein grundsätzlicher Wandel auch im Berufsbild des Geodäten und damit in seiner Ausbildung unumgänglich sein wird.

Um diesen notwendigen Wandel rasch voranzutreiben, sollten alle Anstrengungen unternommen werden, um durch ähnliche Kooperationen nicht nur den Aufgabenbereich der Geodäten zu erweitern und abzusichern, sondern dem Berufsbild einen neuen Rahmen und damit dem Berufsstand ein optimistischeres Selbstverständnis zu geben.



## MESSEN UND ORDNEN

von H.Gailinger.

Als ich im Herbst 1954 am Institut für allgemeine Geodäsie bei Prof.Hauer eine Halbtagsbeschäftigung als wissenschaftliche Hilfskraft antreten durfte, war mir natürlich noch nicht klar, welch ein entscheidender Moment für meine berufliche und auch persönliche Entwicklung damit gekommen war. Nach Abschluß meines Studiums im Dezember 1955 war ich dann sieben Jahre als Assistent am Institut tätig, und diese sieben Jahre waren geprägt von der Persönlichkeit meines Lehrers und Chefs. Neben meiner technisch-fachlichen Weiterentwicklung waren es vor allem die Ordnungsprinzipien von Prof.Hauer, die ich willig übernahm und die heute genauso die Grundzüge meiner Kanzleiführung bilden. In meiner fünfundzwanzigjährigen Tätigkeit als Ingenieurkonsulent für Vermessungswesen ist mir oft klar geworden, wie dankbar viele Menschen sind, wenn man in ihre Projekte Ordnung und System bringt und plötzlich wird vieles auch für Nichtfachleute überschaubar und verständlich.

Organisation, Ordnung und Kontrolle sind die Grundlagen aller Planung. Dieses Prinzip klingt so selbstverständlich und wird so oft nicht beachtet! Meine Tätigkeit als Zivilingenieur hat sich in den Jahrzehnten deutlich gewandelt: waren es früher eher die geodätischen Massenerbeiten, die ich als "Handlanger" für Bauingenieure und Architekten leistete, so sind es heute vorwiegend Kontrollarbeiten auf Baustellen, Betreuung und Beratung von Liegenschaftseigentümern bei der Abwicklung von Teilungsvorhaben. Der Alltag in einem Zivilbüro verläuft ja keineswegs spektakulär, aber die ordnende Hand, die ohne Aufsehen überall dort eingreift, wo die Situation wirr erscheint, diese Hand wird immer wichtiger.

Es ist sehr erfreulich, daß mehr und mehr Berufsgruppen von diesem Angebot des Geodäten gebrauch machen. Besonders freut es mich, daß dazu auch die Archäologen gehören.

Über die Zusammenarbeit zwischen Geodäten und Archäologen ist ein ausführlicher Überblick im Heft 4, Jargang 1983 der Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie erschienen. Seit damals ist der Kontakt eher noch intensiver geworden.

Der Archäologe ist gewöhnt, bei Grabungen vom Kleinen ins Große zu arbeiten. Damit meine ich, daß die Lagegenauigkeit von Funden innerhalb eines Suchquadranten durch exakte gegenseitige Einmessung sehr groß ist.

Aber die gegenseitige Lage solcher Suchquadranten kann mit den normalen Messgeräten eines Archäologen nicht mehr so exakt erfaßt werden, wie es für ein größeres Grabungsfeld notwendig wäre.

Der Begriff "koordinative Aufnahme" - also eine Arbeit vom Großen ins Kleine - ist den Archäologen heute durchaus vertraut, man muß als Geodät die Vorteile einer solchen großräumigen Aufnahme nur ins rechte Licht rücken. Bedenkt man noch, daß die Grabungszeit pro Jahr im allgemeinen nur einige Wochen beträgt und in der übrigen Jahreszeit die Quadranten zugeschüttet und bewachsen sind, dann glaubt der Geodät, ohne koordinative Umfangersvermessung nicht auskommen zu können. Viele Archäologen glauben das heute auch!

Doch nicht nur die Bodenfunde können geodätische Hilfe brauchen, auch die geodätische Aufnahme von Baudenkmalern bringt manchmal viel. Dabei geht es meist um die exakte Ermittlung von Mauerstärken in den verschiedenen Horizonten eines Bauwerkes, die ja meist auch nur durch koordinative Außen- und Innenaufnahmen möglich ist.

Mein Beitrag zu dieser interdisziplinären Zusammenarbeit ist die geodätische Betreuung der Ausgrabung in Stillfried an der March.

Stillfried, seit 30.000 Jahren kontinuierlich besiedelter Raum im Nordosten Niederösterreichs, ist seit etwa hundert Jahren einer der Schwerpunkte der österreichischen Urgeschichtsforschung. Anreiz zur steten Wiederaufnahme dieser Arbeiten durch verschiedene Persönlichkeiten bot die Tatsache, daß eine aus der späten Bronzezeit stammende, 23 Hektar umfassende Wallburg den Mittelpunkt eines Siedlungsareals bildet, welches in der jüngeren Altsteinzeit erstmals von Rentierjägern begangen wurde und seither in allen urzeitlichen Epochen und allen historischen Jahrhunderten besiedelt war. Vom derzeitigen Forschungsleiter Prof.F.Felgenhauer zu einem interdisziplinären Projekt "Erforschung des Lebens- und Kulturraumes Stillfried von der Eiszeit bis zur Gegenwart" erweitert, wird nun seit 15 Jahren ständige Forschungsarbeit von verschiedenen Disziplinen geleistet. Obgleich aus dem Jahre 1939 ein Plan im Maßstab 1:500 von E.Demmer vorliegt, verlangte die weitergeführte Grabungs- und Geländearbeit ebenso wie die Notwendigkeit modernerer siedlungskundlicher Untersuchungen dringlichst die Fortführung, bzw. Erweiterung dieser Vermessungsgrundlage. Allerdings fehlen heute zu diesem Plan sowohl die Aufnahmedaten als auch die Koordinaten der eingezeichneten Polygonpunkte samt Topografien.

Einziger Anhaltspunkt für heutige Messungen sind 4 im Plan beschriftete Hektarmarken im System Gauß-Krüger M 34°.

Alle Suchschnitte wurden bisher nur ihrer ungefähren Lage nach und entsprechend den topografischen Gegebenheiten in diesen Schichtenplan eingezeichnet, bzw. wurde an Hand des Planes festgelegt, wo gegraben werden soll. Die ergrabenen Quadranten des Hüggelfeldes wurden nur in einem gesonderten Plan im Maßstab 1:100 in ihrer Sollage dargestellt.

Da die Absteckung der jeweils ergrabenen Quadranten im Ausmaß von 5 mal 5 m von Jahr zu Jahr immer wieder nur an die im Vorjahr gegrabenen Flächen angeschlossen wurde, dürfte die Istlage von der Sollage der Quadranten doch schon merklich abweichen.

Im August 1980 begann unser Vermessungsteam, geodätische Ordnung zu machen: Es wurden 16 Lagefestpunkte im Grabungsgelände vermarktet und von diesen Festpunkten alle damals offenen Quadranten aufgenommen.

Die 16 Lagefestpunkte wurden an das staatliche Festpunktfeld angeschlossen, es gab keinerlei Spannung im Netz.

Nunmehr wurde der Demmer-Plan vom Maßstab 1:500 auf fototechnischem Wege auf den Maßstab 1:1000 verkleinert, die neuen Lagefestpunkte konnten einkartiert werden. Es war damit nach langer Zeit wieder ein einwandfreier Zusammenhang zwischen Schichtenplan und Naturbestand gegeben. In diesen Plan 1:1000 werden die behandelten Quadranten jährlich eingetragen, gleichzeitig wurde ein Aufbauplan im Detailmaßstab 1:100 begonnen, der nur die Grabungselemente enthält, aber keine Geländedarstellung. Beide Pläne und das Koordinatenverzeichnis werden jährlich fortgeführt.

Neben dieser geodätischen Betreuung des Grabungsgeländes wurde im Herbst 1981 die Pfarrkirche von Stillfried als Grundlage für eine kunstgeschichtliche Dissertation außen und innen lage- und höhenmäßig aufgenommen.

Da unser Meßgehilfe der Dissertant war, konnte auf die kunstgeschichtlich interessanten Dinge besonders Bedacht genommen werden.

Diese gerafften Angaben über Stillfried und die Archäologie mögen als Beispiel dienen für eine praktische Seite der Geodäsie, die nicht viel mit Theorie und Wissenschaft zu tun hat. Ich glaube, im Sinne von Prof. Hauer zu denken, wenn ich meine, geodätische Arbeiten soll man greifen können.



## Beispiel St.Margarethen - Vermessungstechnische Umsetzung eines Bebauungsplanes

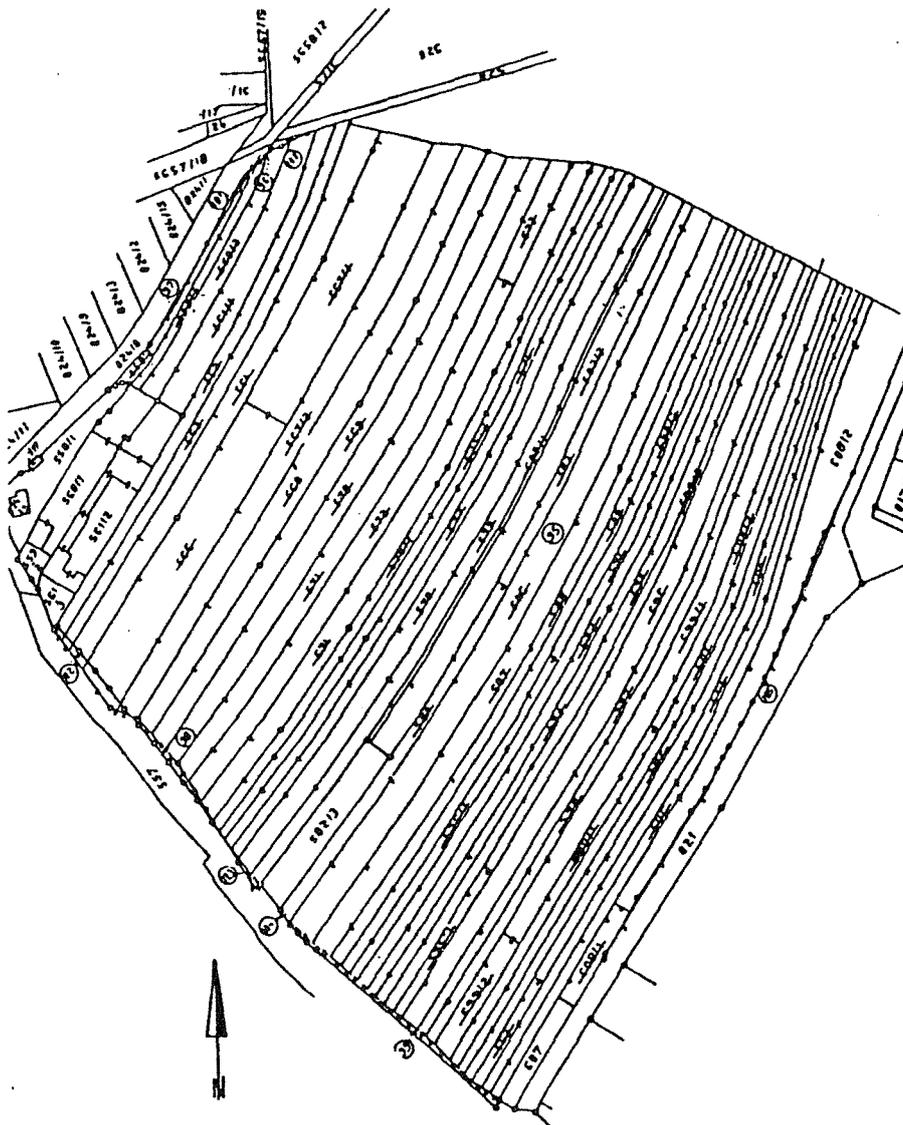
Helmut Jobst

Ich möchte versuchen, den praktischen Ablauf einer Baulandumlegung zu erläutern und zugleich auf die notwendige enge Zusammenarbeit zwischen den Architekten und Ingenieurkonsulenten für Raumordnung und Raumplanung einerseits und den Ingenieurkonsulenten für Vermessungswesen andererseits hinzuweisen.

Grundsätzlich gibt es in der Praxis zwei Typen von Teilbebauungsplänen:

1. Den Teilbebauungsplan, dessen Planungsspielraum entweder durch einen bereits vorhandenen Teilungsplan oder die bestehende Grundstücksstruktur eingeschränkt ist und
2. den idealtypischen Bebauungsplan, der die Bebauung und die Grundstücksteilung gleichzeitig behandelt.

Beim Ried Haussatz in St.Margarethen handelt es sich um den idealtypischen Fall und ich möchte nun näher auf diesen eingehen.



Der erste Plan zeigt das Planungsgebiet in einem Ausmaß von rund 11 ha, gekennzeichnet durch sehr schmale, selbständig nicht bebaubare, 5-10 m breite und 400 m lange Riemenparzellen. Dieses reine Weinbaugebiet, mit zum Teil sehr unterschiedlichem Alter der Weingärten war an der Ost- und Westseite von breiten unbefestigten Feldwegen und an der Südseite durch eine parallel zur Hauptstraße verlaufende asphaltierte Straße begrenzt. Vier Grundstücke waren bereits verbaut, wobei der im Osten gelegene Bauplatz mit einer Breite von 10 m von Grundstücksgrenze zu Grundstücksgrenze bebaut war.

Eine weitere Bauplatzschaffung wäre nur durch Zusammentauschen von Grundstücken an der südlich gelegenen Straße auf eine Bauplatztiefe von rund 50 m möglich gewesen.

Die Gemeinde St. Margarethen wollte aus diesem Grund keinen weiteren Bauplatzschaffungen mehr zustimmen und wies die Grundeigentümer auf die Möglichkeit einer Baulandumlegung hin.

Da die Einstellung dazu im allgemeinen positiv war, beauftragte die Gemeinde Professor Rainer mit der Erstellung eines Parzellierungsentwurfes und eines Bebauungsvorschlages. Plangrundlage für diesen Entwurf war eine Vergrößerung der Mappe 1:2880 auf 1:1000.

Dazu ein paar Worte über die Plangrundlagen speziell im nördlichen Burgenland. Im Gegensatz zu den anderen Bundesländern wurde im Burgenland in den Jahren 1905-1910 von den Ungarn eine Neuvermessung durchgeführt und die Mappe 1:2880 neu erstellt. Es wurde auch Wert auf eine genaue Aufnahme aller Baulichkeiten gelegt. Die Qualität der Mappe war außerordentlich gut und ich hatte in den fünfzehn Jahren meiner praktischen Tätigkeit kein Dutzend an Mappenberichtigungen durchzuführen. Die in den letzten Jahren von den Vermessungsbehörden durchgeführte Umbildung der Mappe auf den Maßstab 1:1000 ist von guter Qualität, da wie schon erwähnt

1. die alte Mappe 1:2880 sehr genau war,
2. vom Vermessungsamt eine ausreichende Anzahl von Paßpunkten terrestrisch gemessen wurde und
3. die Baulichkeiten photogrammetrisch erfaßt und in die Mappe eingetragen wurden.

In letzter Zeit wurden die notwendigen Ab- und Zuschreibungen des öffentlichen Gutes bei der Festlegung der Straßenfluchtlinien bzw. Baulinien anläßlich der Baukommission vielfach versäumt. Dies hat zur fehlerhaften Darstellung des Mappen- und Naturstandes geführt. Um diese umgebildeten Mappen als Grundlagen für Bebauungspläne verwenden zu können, ist es aber unbedingt notwendig, zumindest entlang aller Verkehrsflächen, bei Kreuzungen usw. die Pläne durch Höhen zu ergänzen.

Nach Vorliegen des Parzellierungs- und Bebauungsvorschlages konnte nach langwierigen Verhandlungen mit den rund 60 Eigentümern und Miteigentümern die grundsätzliche Zustimmung zur Baulandumlegung erreicht werden.

Da es, im Gegensatz zu den landwirtschaftlichen Grundzusammenlegungen, keine gesetzliche Möglichkeit gibt, jemanden zu zwin-

gen, an einer Baulandumlegung teilzunehmen, hätte die Weigerung auch nur eines Eigentümers genügt, um das Projekt zu Fall zu bringen. Ein diesbezügliches Baulandumlegungsgesetz wird schon seit Jahren diskutiert, ist aber meines Wissens über das Begutachtungsstadium nicht hinausgekommen.

Haupteinwand vieler Grundeigentümer war der oft unter erheblichem finanziellen Aufwand kurz vorher durchgeführte Neuaussatz von Weingärten. Nach erfolgter Einigung konnte einerseits von der Gemeinde der Umwidmungsantrag eingebracht werden und andererseits mit der Vermessung begonnen werden. Als erstes wurden die bestehenden Bauplätze vermessen und nach gewissen Grenzkorrekturen und neuen Abgrenzungen in einer ersten Teilung aus dem Zusammenlegungsgebiet herausgenommen. Sodann wurde das restliche Gebiet lage- und höhenmäßig erfaßt, wobei die alte Grundstücksstruktur unberücksichtigt blieb und im Bereich der vorhandenen und geplanten Straßen profilmäßig eine Höhenaufnahme durchgeführt wurde. Das bestehende Kanalnetz wurde ebenfalls lage- und höhenmäßig erfaßt.

Nach Erstellung der Lage- und Höhenpläne im Maßstab 1:500 konnten entsprechend dem Parzellierungsentwurf und der Regelprofile koordinativ alle Verkehrswege, öffentlichen Plätze, Kinderspielplätze usw. eingerechnet werden.

Damit war es möglich, bereits exakt eine Gegenüberstellung der Bruttoflächen (d.i. die Fläche laut Grundbuch, vermehrt oder vermindert um den Faktor des Naturstandes) und der Nettoflächen (d.s. die jedem einzelnen nach Abzug des Prozentanteiles am öffentlichen Gut verbleibende Bauplatzfläche) zu erstellen.

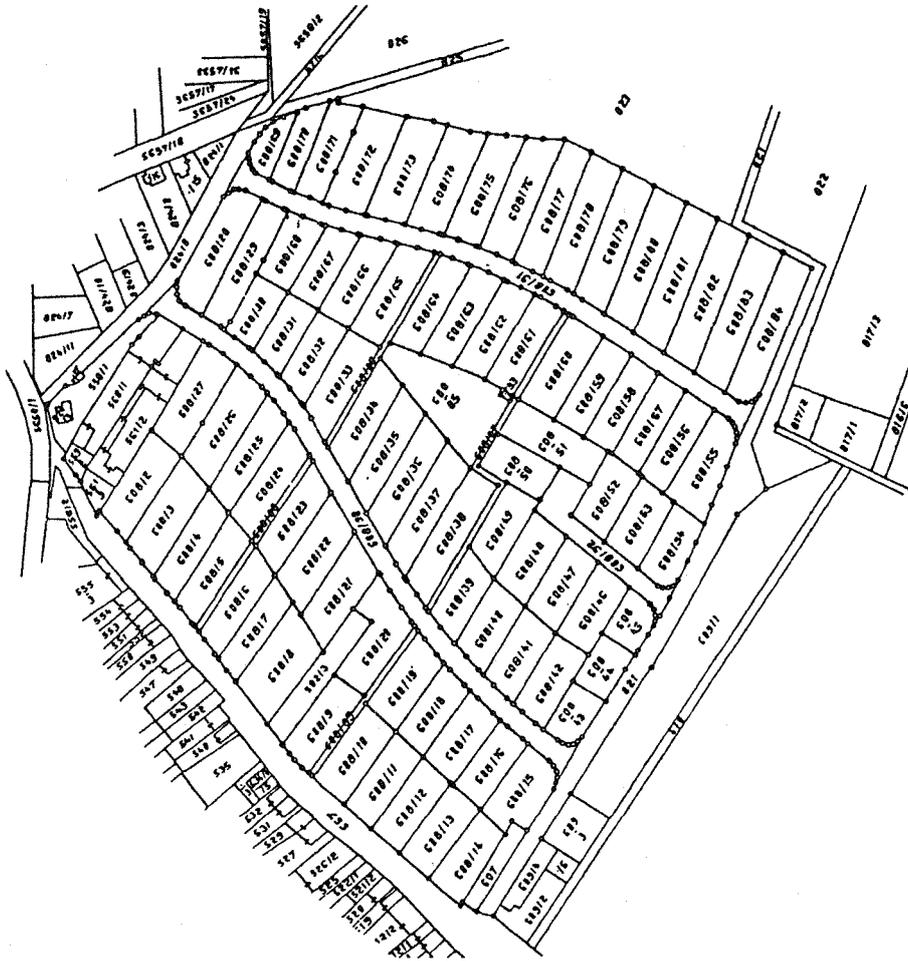
Der nächste Schritt war die Eintragung der Bauplätze in den Plan 1:500 und die ungefähre Flächenermittlung auf graphischem Wege. Koordinativ deshalb nicht, um in der folgenden Verhandlungsrunde den Grundeigentümern die Möglichkeit zu geben, Wünsche hinsichtlich der Größe, Lage und Breite der Grundstücke bekanntzugeben. Diese Verhandlungen gestalteten sich äußerst schwierig, da die Zielvorstellung der Grundeigentümer, ihre Bauplätze möglichst auf ihrem ehemaligen Grund zu erhalten und die ihnen zustehende Baufläche ohne Zu- oder Verkauf zu bekommen, nicht zu erreichen war.

Diese Differenzflächen (bei einzelnen Grundeigentümern bis zu 400 m<sup>2</sup>) ergaben sehr divergierende Preisvorstellungen. (Von 150.-/m<sup>2</sup> bei Kauf bis 350.-/m<sup>2</sup> bei Verkauf.) Aber auch hier konnte nach mehrmaligen Zusammenkünften Einigkeit erzielt werden.

Der endgültigen Einrechnung der Bauplätze stand somit nichts mehr im Wege. Es wurden die Teilungspläne erstellt, ein Verzeichnis der Differenzflächen samt Preis für Zu- und Verkäufe angefertigt und dem Notar zwecks Erstellung der Teilungsverträge übergeben.

Der Zeitpunkt der Absteckung und Übergabe der Bauplätze wurde, um jeden wirtschaftlichen Schaden möglichst gering zu halten, so gewählt, daß die Weinlese beendet werden konnte. Bis zu diesem Zeitpunkt mußten die Grundstücke auch von den Weingarten-

hütten und dgl. geräumt werden. Hier wäre noch zu erwähnen, daß unter dem Titel "Bessere Gestaltung von Bauland" von den Grundeigentümern keine Grunderwerbsteuer zu entrichten war.



Der zweite Plan zeigt den Stand nach der Zusammenlegung. Von der Zusammenlegungsfläche, 108.000 m , verblieb nach Abzug des öffentlichen Gutes, das sind die beiden Mittelstraßen, die Gehwege, der zentral gelegene Kinderspielplatz, die Sackgasse samt Umkehrplatz und die Fläche für den Trafo, eine Bauplatzfläche von rund 94.000 m . Diese Fläche reichte für 83 Bauplätze mit einer durchschnittlichen Größe von 1000-1500 m .

Aufgrund der Höhenaufnahme im Bereich der geplanten Straßen wurde ein vereinfachtes Straßenprojekt mit einem gerechneten Längenschnitt verfaßt. Damit konnte nach der höhenmäßigen Aufnahme aller neuen Grenzpunkte (IST-Höhen) entsprechend dem Längenschnitt und den in den Regelprofilen festgelegten Querneigungen die künftige Höhenlage der Straßenfluchtlinien angegeben werden (SOLL-Höhen).

Der endgültigen Erstellung der Teilbebauungspläne stand daher nichts mehr im Wege, da alle Plangrundlagen wie Lage- und Höhenpläne, Teilungspläne und Längenschnitte vorhanden waren.

Diese Pläne dienten ferner als Grundlage für die Erstellung der Kanalprojekte sowie für die Planung aller weiteren Einbauten, wie Gas, Wasser, Telefon und Strom.

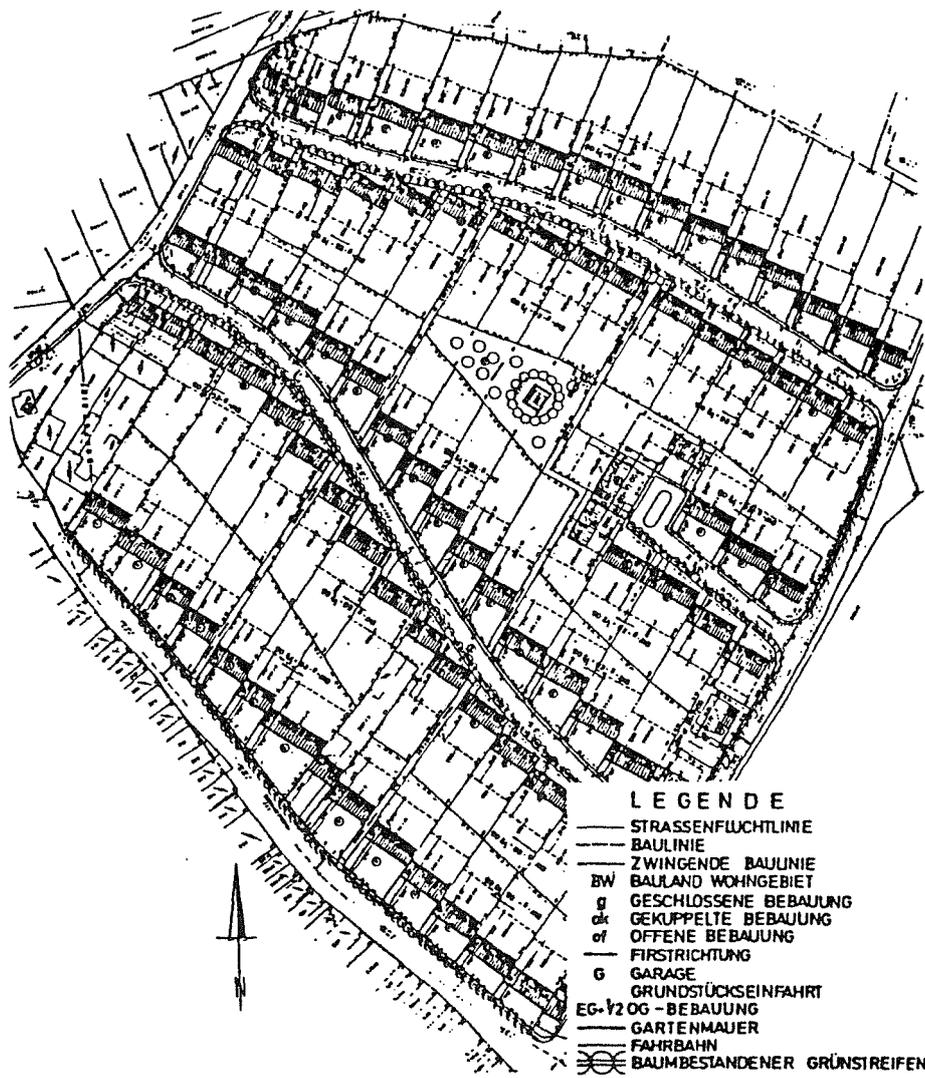


Abbildung 3 zeigt den endgültigen Teilbebauungsplan für die Riede Haussatz der KG St. Margarethen.



Der Einsatz des raumbezogenen Informationssystemes  
SICAD bei einer landesweiten Waldzustandsinventur \*)

G. OTEPKA, ARGE VERMESSUNG TIROL, Reutte

Beim Lesen des vorliegenden Titels im Heft 29 der "Geowissenschaftlichen Mitteilungen", das anlässlich des 80. Geburtstages von Herrn emer. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. F. HAUER erscheint, mag es für manche keine direkte thematische Verbindung zwischen der Lehr- und Forschungstätigkeit von F. Hauer und dem vorliegenden Artikel geben. Weiß man jedoch, daß der Jubilar seine akademische Tätigkeit am Institut für Höhere Geodäsie begonnen hat, um danach das Institut für Allgemeine Geodäsie zu übernehmen, so zeugt dies von seiner fachlichen Breite. Darüber hinaus war er hauptverantwortlich, daß aus der seinerzeitigen Dozentur für Photogrammetrie, die im Rahmen seiner Lehrkanzel bestand, schließlich ein eigenes Institut geschaffen wurde. Nicht genug damit war er maßgeblich beteiligt, daß an der ehemaligen TH-Wien auch noch ein Institut für Kartographie und Reproduktionstechnik entstand. Damit hat Herr Prof. Hauer eindrucksvoll gezeigt, welchen Umfang für ihn das "Vermessungswesen" besitzt.

Wenn der vorliegende Bericht über eine Waldzustands-erhebung aus der Sicht eines "klassischen Geodäten" wenig fachbezogen ist, so bin ich sicher, daß es Herr Prof. Hauer auch fachlich begrüßt, daß bei diesem Umweltschutzprojekt "Vermesser und Photogrammeter" maßgeblich beteiligt waren.

---

\*) Überarbeitete Fassung eines am 11. 6. 1986 im Rahmen des Österreichischen Vereines für Vermessungswesen und Photogrammetrie in Wien gehaltenenen Vortrages

## 1. Zusammenfassung

Mit den folgenden Ausführungen soll aus der Sicht eines Geodäten und Photogrameters über das Projekt "Waldzustandserhebung Vorarlberg" berichtet werden. Abweichend von vergleichbaren Inventuren wurde bei diesem Projekt mit SICAD (= Siemens Computer Aided Design) ein interaktives graphisches System eingesetzt, wodurch sich neue Möglichkeiten für die Speicherung, Verknüpfung, Visualisierung und Fortführung der Daten und Ergebnisse bieten.

## 2. Einleitung

An den Beginn sei der Ausspruch eines Politikers gestellt, mit dem sich wahrscheinlich die Mehrzahl der Techniker im Zusammenhang mit Sachfragen identifizieren können. Alfred Dick, sagte 1985: "Eine rationale Politik kann nicht auf Gefühlen und Mutmaßungen aufbauen. Sie benötigt Informationen über die Realität" /6/.

Zahlreiche Forschungsergebnisse bestätigen, daß der Luftverunreinigung eine vorrangige Bedeutung bei den als "neue Waldschäden" oder "Waldsterben" bezeichneten Erscheinungsformen zukommt. Die lange Lebensdauer macht Bäume besonders anfällig gegen Luftschadstoffe, die vorwiegend von Verbrennungsprozessen in Industrie- und Gewerbebetrieben, Haushalten sowie dem Verkehr herrühren (z.B. /1/). Während Laubbäume mit dem Abwurf der Blätter sich der darin angereicherten Schadstoffe wenigstens teilweise entledigen können, entfällt diese Möglichkeit bei den immergrünen Nadelbäumen weitgehend. Deshalb reagieren generell die Nadelbäume empfindlicher auf die Luftverunreinigung als dies Laubbäume tun.

Da Österreichs Wälder zu etwa 2/3 aus Nadelhölzer bestehen, ist dieser Schädigung in unserem Land eine besondere Bedeutung beizumessen /16/.

Neben den forstwirtschaftlichen Aspekten, die immerhin ein Ausmaß erreichen, daß sie sogar der österreichische Fiskus zur Kenntnis nimmt und steuerliche Begünstigungen für geschädigte Wälder gewährt /3/, haben großflächige Waldschäden zusätzliche negative ökologische Auswirkungen. So kann der geschädigte Wald nicht oder nur im verringerten Umfang seinen früheren Schutzfunktionen im Zusammenhang mit dem Entstehen von Lawinen, Muren und Hochwässern nachkommen. Die Erosionswirkung des Wassers wäre in dem Gebirgsland Österreich dafür verantwortlich, daß die Besiedlungsmöglichkeit stark reduziert würde. Entsprechende Untersuchungen, die derzeit z.B. in Vorarlberg durchgeführt werden, sollen konkrete Angaben zu dieser Problematik liefern.

Sieht man von diesen bedrohlichen Auswirkungen ab, so würde die Reduktion des Erholungsraumes Waldes jedenfalls negative Auswirkungen auf die gewohnte Lebensqualität in unserem Lande haben.

Das Setzen von gesetzgeberischen Maßnahmen zur Behebung von Waldschäden ist, im Sinne des vorangestellten Ausspruches nur sinnvoll, wenn zuverlässige und abgesicherte Inventurdaten über Ausmaß und Grad der Walderkrankung vorliegen /18/.

Deshalb hat im Frühjahr 1984 das Amt der Vorarlberger Landesregierung, Abteilung Vc - Forstwesen, das Österreichische Bundesinstitut für Gesundheitswesen (ÖBIG) in Wien und die ARGE VERMESSUNG TIROL mit der Durchführung der landesweiten, flächendeckenden "Waldzustandserhebung Vorarlberg" beauftragt.

Nach Meinung von Forstexperten können regionale Schäden an Bäumen und Wäldern sehr viel rascher, vollständiger und wirtschaftlicher durch Luftbildauswertung als durch Felderkundung gewonnen werden, weshalb die Inventur in Vorarlberg unter Benutzung von Farbinfrarotbildern durchgeführt werden sollte /10/.

Das Problem des "Waldsterbens" ist nicht auf Österreich beschränkt und es wurden und werden von einigen Ländern Inventuren über den jeweiligen Zustand ihrer Wälder durchgeführt. In den folgenden Ausführungen sollen besonders jene Punkte behandelt werden, in denen sich beim Projekt "Waldzustandserhebung Vorarlberg" eingesetzte Technologien von vergleichbaren Erhebungen in anderen Ländern unterscheiden /11/.

### 3. Zielsetzung des Projektes

Dem Arbeitsprogramm lagen folgende Zielsetzungen zugrunde

- Dokumentation des Waldes in den vorgegebenen Gebieten
- Erhebung des Waldzustandes bezogen auf die Leitbäume Fichte und Tanne
- chemische Nadelanalysen und Jahrgangszählungen zur Stützung der Interpretationsergebnisse
- Einrichtung von Beobachtungsflächen für eine kontinuierliche Zustandsüberwachung

- räumliche photogrammetrische Auswertung der in den Luftbildern abgegrenzten Bestände
- Übersichtsdarstellung der Auswertung als thematische Karte 1:50 000
- Darstellung im Maßstab 1:10 000 mit einem gegenüber dem Maßstab 1:50 000 erweiterten Karteninhalt und zusätzliche Ausgabe von Bearbeitungsergebnisse in Form von Listen
- die Untersuchung war so anzulegen, daß die Ergebnisse von Vorarlberg mit jenen des benachbarten Auslandes verglichen werden können.

Nicht Gegenstand des Arbeitsprogrammes sollte eine Deutung allfälliger Ursachen der aufzuzeigenden Vitalitätsminderungen oder Klärung kausaler Zusammenhänge dafür sein.

#### 4. Begründung für den Einsatz eines CAD-Systemes

Digitalen Verfahren und Bearbeitungsmöglichkeiten werden bei der ARGE Vermessung Tirol, die eine Vereinigung österreichischer Ziviltechniker darstellt schon immer große Bedeutung beigemessen /8/, /9/, /12/, /14/ und /15/. Da kurz vor Vergabe des Projektes Vorarlberg der Erwerb eines CAD-Systemes beschlossen wurde, das für Aufgaben zum Thema Leitungskataster und digitale Gelände- modelle gedacht war, lag es nahe, diese nunmehrigen Möglichkeiten auch für das gegenständliche Projekt einzusetzen.

Die Existenz vorhandener Software (z.B. /4/) die den Gegebenheiten in Mitteleuropa Rechnung trägt, und die terminliche Zusage des Zusammenschlusses von SICAD mit den Modulen des Stuttgarter Höhen- linienprogrammes, besser bekannt unter dem Kurznamen SCOP (z.B. /2/), waren ausschlag-

gebend, daß die ARGE VERMESSUNG TIROL eine Siemens Anlage in der in dem Bild angeführten Ausbaustufe erwarb.

```
*****
*
*   S I E   A R B E I T E N   A N   D E R   S I E M E N S A N L A G E   7 - 5 3 0 8   D E R
*
*   A R B E I T S G E M E I N S C H A F T
*   V E R M E S S U N G   T I R O L
*
*   B E T R I E B S S Y S T E M :           H S 2 0 0 0   V 7 . 5
*
*   A U S B A U S T A N D :
*   H A U P T S P E I C H E R                4   M B Y T E
*   F E S T P L A T T E                    1 2 5   M B Y T E
*   F E S T P L A T T E                    2 6 6   M B Y T E
*   M A G N E T B A N D S T A T I O N       8 0 0 / 1 6 0 0   B P I
*   S C H N E L L D R U C K E R             6 0 0   Z L / M I N
*
*   G R A F I S C H E R   A R B E I T S P L A T Z   9 7 3 1 - 4
*
*   * * * *   V I E L   E R F O L G   * * * *
*
*****
```

Abbildung 1

Derzeitiger Ausbaustand der Siemensanlage bei der ARGE VERMESSUNG TIROL

Der Einsatz eines geographischen Informationssystemes und der CAD-Möglichkeiten kann dann ein Projekt - wie die vorliegende Waldzustandserhebung - sinnvoll unterstützen, wenn ein durchgängiger Datenfluß zwischen den für kartographische Systemlösungen charakteristischen Komponenten: Datenerfassung, Datenverarbeitung, Datenverwaltung und Graphik gegeben ist /17/.

Auf Grund der zu erwartenden Datenmenge hatte sich das ÖBIG, als für die Interpretation zuständige Partner, von sich aus für eine EDV-mäßige Erfassung und Speicherung der Interpretationsergebnisse entschieden /7/. Da überdies in Österreich die Grenzen der politischen Gemeinden, Bezirke und Länder beim Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) in digitaler Form vorliegen, wurde

die Bearbeitung des Projektes "Waldzustandserhebung Vorarlberg" unter Benutzung der Hard- und Softwarekomponenten von Siemens beschlossen.

Bezogen auf dieses geographische Informationssystem müssen bei dem Projekt in der bisherigen Bearbeitungsphase Daten des BEV, des ÖBIG und der ARGE VERMESSUNG TIROL in ein Rechnersystem einfließen, um dort für die projektrelevanten Ziele - Erstellung von Karten und Listen - ausgewertet werden zu können.

### 5. Projektablauf

Das Flußdiagramm in Abbildung 2 stellt einen vereinfachten Projektablauf dar.

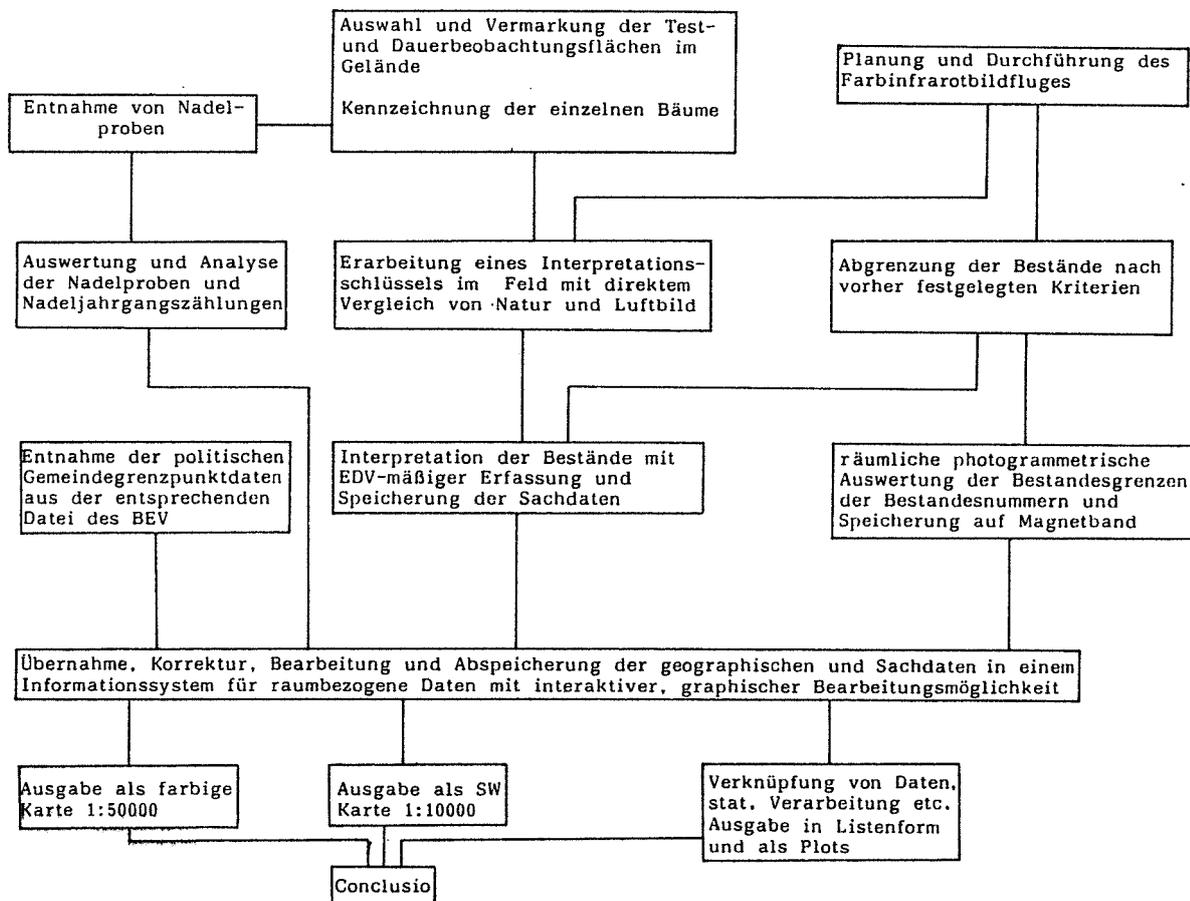


Abbildung 2  
Vereinfachter Projektablauf der "Waldzustandserhebung Vorarlberg" (modifiziert übernommen aus /5/)

An Hand dieses vereinfachten Flußdiagrammes über den Projektsablauf wird unter Berücksichtigung der oben angegebenen Einschränkungen auf nachfolgende Punkte eingegangen:

#### 5.1 Feldarbeit, Erstellung eines Interpretationsschlüssels

Sollen durch Luftbildinterpretation objektive und reproduzierbare Ergebnisse gewonnen werden, so sind dafür terrestrische Erhebungen notwendig. Eine zentrale Bedeutung kommt dabei der Erstellung und Erprobung eines Interpretationsschlüssels bei. Er stellt eine Beziehung zwischen den in den Farbinfrarotluftbildern erkennbaren Ausprägungen der Struktur- und Farbmerkmale der Baumkronen und ihren terrestrisch ermittelten Vitalitätsmerkmalen dar.

Mit Hilfe des Interpretationsschlüssels kann auf Grund der Struktur- und Farbsignaturen im Bild die Schadstufe jedes zu interpretierenden Baumes angegeben werden. Unter Benutzung der Testbeispiele kann sich jeder Interpret auch jederzeit wieder "eichen", wodurch ein äußerst homogenes, objektives und nachvollziehbares Interpretationsergebnis gewährleistet ist, was für eine landesweite Aufnahme von besonderer Bedeutung ist.

Um im Feld dieselben Betrachtungsmöglichkeiten für die Luftbilder zu haben, wie sie später bei der Interpretation gegeben sind, wurde vom ÖBIG eine Vorrichtung gebaut, die die Mitführung und Benutzung des Interpretationsgerätes Wild Aviopret in einem Kleinbus ermöglichte.

Die Feldarbeiten standen unter der fachlichen Leitung von Prof. Dr. H. Kenneweg, Berlin.

## 5.2 Bildflug

Die Befliegung des Interessensgebietes erfolgte im August 1984 und 1985 mit einer Normalwinkelkammer ( $c = 30 \text{ cm}$ ), Bildformat  $23 \times 23 \text{ cm}^2$ , Bildmaßstab 1:6000 bis 1:12000 und Farbinfrarotfilmmaterial durch das BEV /19/.

Ursprünglich war nur das 1984 geflogene Gebiet für eine Bearbeitung vorgesehen (siehe Abbildung 3). Die vorläufigen Ergebnisse von 1984 veranlaßten jedoch das Amt der Vorarlberger Landesregierung auch die restlichen, von Wald bedeckten Landesteile im Sommer 1985 befliegen zu lassen. Dadurch wurde mit Ausnahme der unbewaldeten Hochgebirgsteile im Süd-Osten und der Rheinmündung im Norden-Westen das gesamte Landesgebiet mit insgesamt 2450 Bildern befliegen.

Mit einem kurzen Exkurs in die Fernerkundung soll an Hand von 3 Bildern zeigen, warum für Luftbildauswertungen, bei denen unterschiedliche Vitalitätszustände der Vegetation auszuwerten sind, bevorzugterweise Farbinfrarotfilmmaterial zur Datengewinnung verwendet wird. Das für das menschliche Auge sichtbare Licht liegt zwischen 400 bis 750 nm des elektro-magnetischen Spektrums. Der photographische Prozeß unter Verwendung von Infracoloremulsion spricht dagegen den Bereich von 300 - 900 nm an. Damit kann neben dem sichtbaren Licht auch das Ultraviolett und das nahe Infrarot photographisch erfaßt werden.

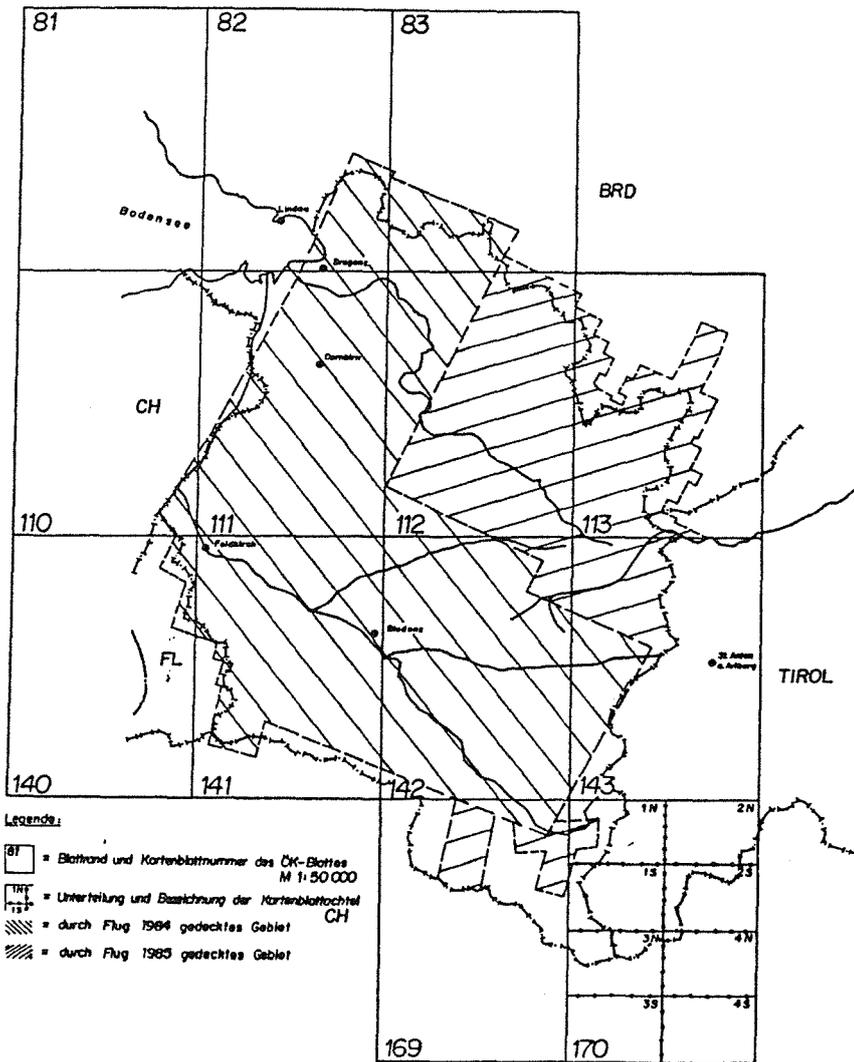


Abbildung 3  
Operatsübersicht des Projektes "Waldzustandserhebung Vorarlberg"

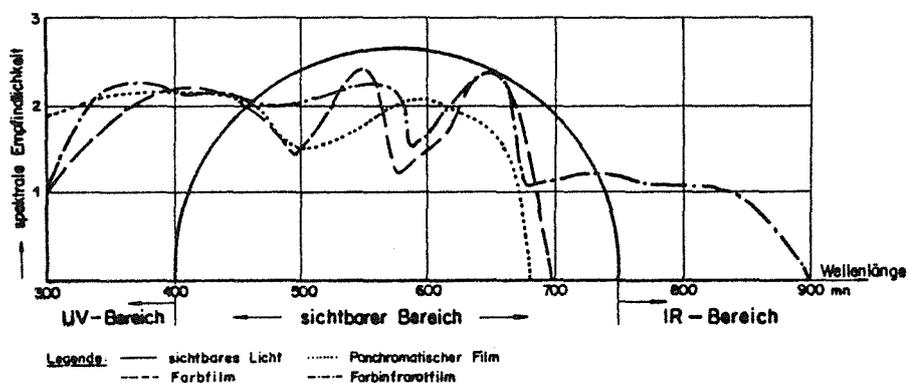


Abbildung 4  
Elektromagnetisches Spektrum (Ausschnitt)

Mit der Photographie wird der reflektierte Anteil des auf ein Objekt treffenden Strahlungsflusses erfaßt. Der reflektierte Anteil ist, wie Abbildung 5 zeigt, bei einem Blatt im Bereich des sichtbaren Lichtes klein, im nahen Infrarot jedoch sehr groß. Vitale Vegetation ist somit als starker Infrarotstrahler zu bezeichnen.

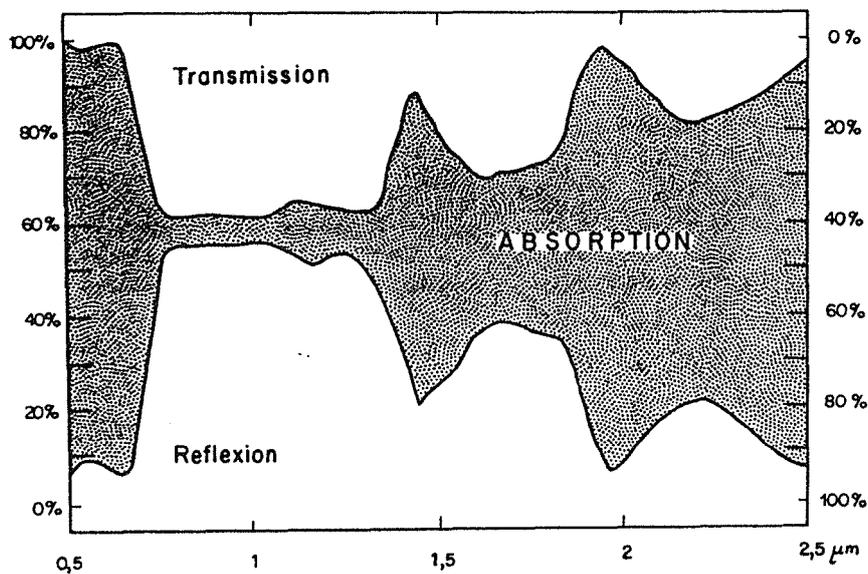


Abbildung 5  
Reflektierter, absorbiertes und transmittierter Anteil der auf ein Laubbaumblatt auftreffenden Strahlung (übernommen aus /13/)

Mit der Abnahme der Vitalität nimmt auch, wie Abb. 6 zeigt, der reflektierte Anteil des Strahlungsflusses ab, wodurch die "Schadstufen" der zu beurteilenden Vegetation aus den Bildern angegeben werden können. Da der reflektierte Anteil auch von der Vegetationsart abhängt, eignet sich Farbinfrarotfilmmaterial in besonderer Weise für die Unterscheidung von Vegetationsarten und Vitalitätszuständen.

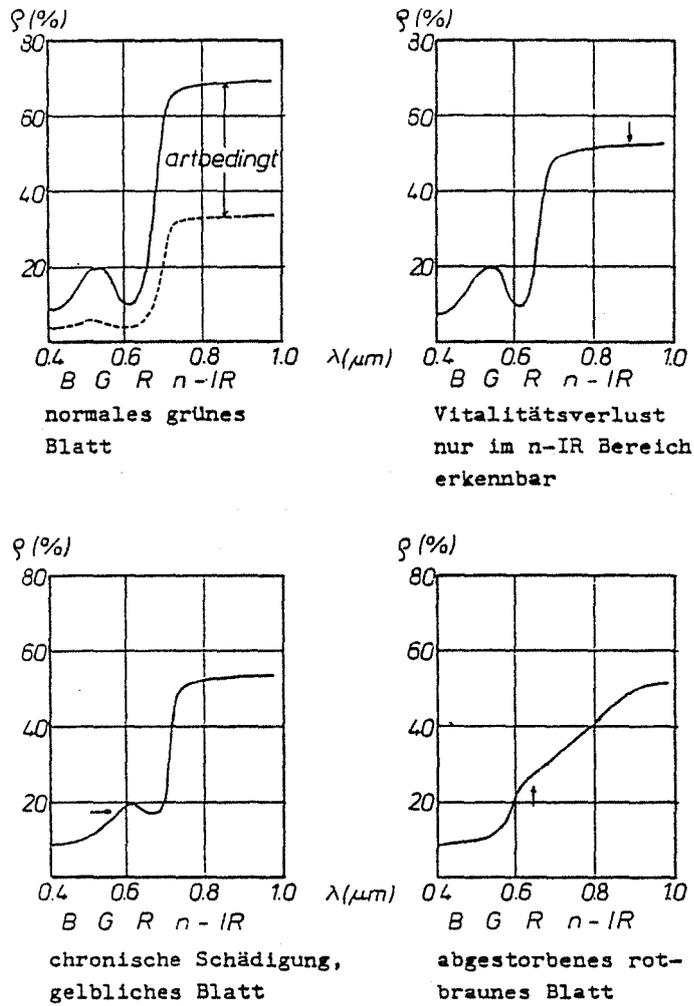


Abbildung 6

Veränderung der Kennlinie des Reflexionsgrades für ein Laubbaumblatt in Abhängigkeit der Vitalität (übernommen aus /13/).

### 5.3 Interpretation

Auf hochtransparenten Schutzhüllen zu den Luftbildern erfolgte unter stereoskopischer Betrachtung die Bestandesabgrenzung nach vorgegebenen Kriterien und Vergabe einer eindeutigen Bestandsnummer (siehe Abbildung 7), die als Verknüpfungsmerkmal zwischen den waldbeschreibenden Informationen und den in der geographischen Datenbasis gespeicherten Waldbeständen dient.

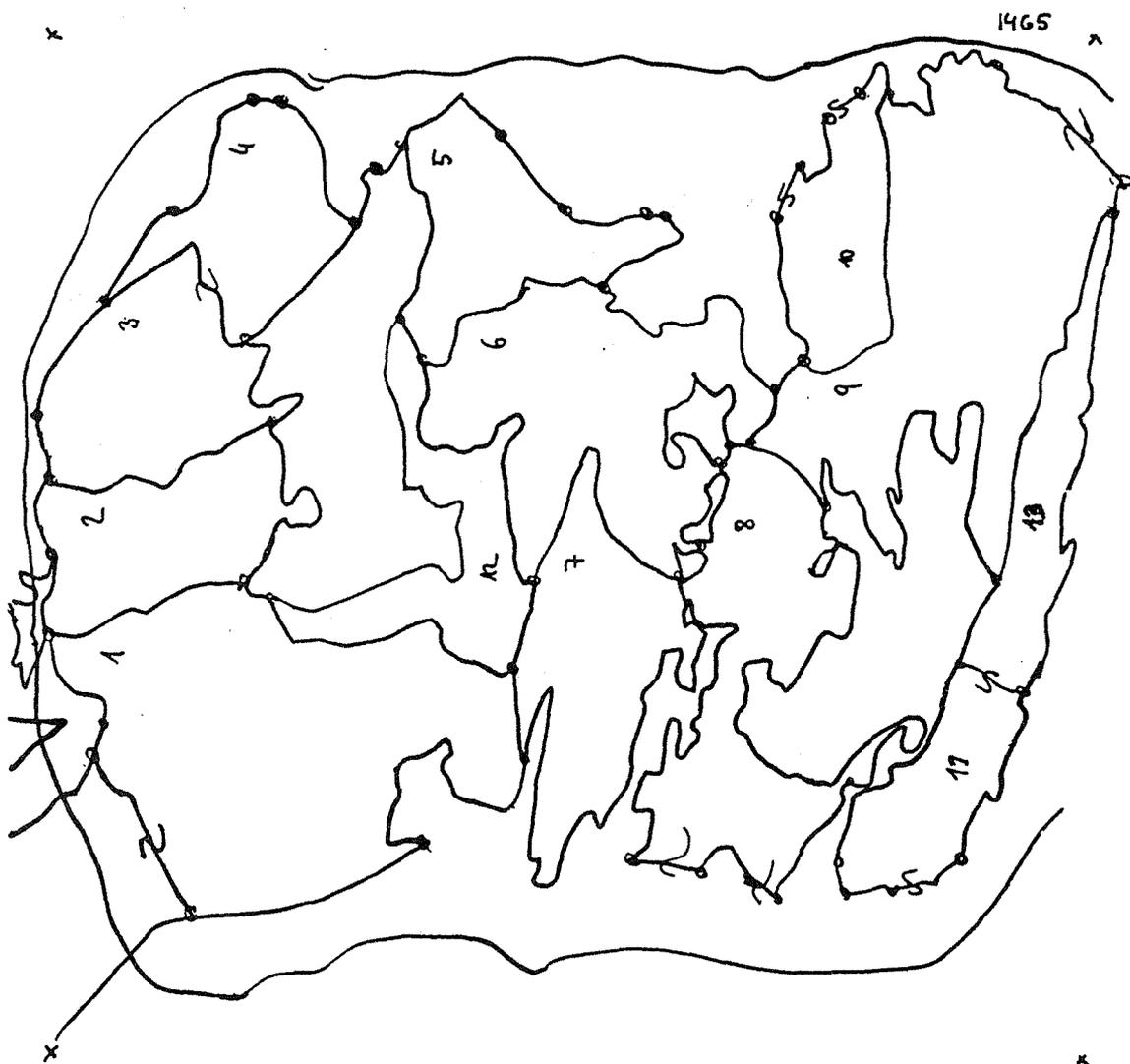


Abbildung 7  
Verkleinerte Ausschnittskopie der Schutzhülle eines Luftbildes mit eingetragenen Bestandesabgrenzungen und Bestandesnummern

Die vorweg abgegrenzten Bestände wurden nach einem zweistufigen Interpretationsverfahren ausgewertet. Zuerst wurde jeder Bestand in Gesamtheit und danach Einzelbäume im Abstand von ca. 50 m durch ein mäanderförmiges Abfahren unter Benutzung vorgegebener Kreisraster durch Forstleute beurteilt.

Bei den Dauerbeobachtungsflächen, die jährlich im Bildmaßstab 1:3000 befliegen werden, wird das Problem der identen Baumansprache dadurch gelöst, daß die Interpretation in einem analytischen Stereoauswertegerät erfolgt. Dadurch werden die im ersten Jahr interpretierten Bäume über ihre Landeskoordinaten in den Bildern der Folgejahre automatisch angefahren und interpretiert. Die Identität der Bäume ist somit für die Flüge der einzelnen Jahre gewährleistet.

Die Ergebnisse der visuellen Beurteilung wurden direkt über ein Terminal in der Rechenanlage des ÖBIG abgelegt. Durch entsprechende Programme erfolgte einmal eine Benutzerführung durch den Rechner und zusätzlich sind Plausibilitätsprüfungen und damit Datenkorrekturen zu einem Zeitpunkt möglich, zudem sich die auszuwertenden Bilder noch im Interpretoskop befinden /7/.

#### 5.4 Photogrammetrische Auswertung der Bestandesgrenzen

Die Topgraphie Vorarlbergs und damit verbunden der Wunsch des Auftraggebers eine mittlere Geländehöhe sowie die Neigung und Orientierung der Falllinie pro Bestand zu ermitteln, waren Grund für eine dreidimensionale Bestandesgrenzenauswertung.

Dieser ging eine räumliche Blocktriangulation an dem analytischen Stereoauswertegerät der ARGE VERMESSUNG TIROL voraus. In den Analoggeräten wurden dann neben den Bestandesabgrenzungen auch die bei der Interpretation vergebenen Bestandesnummern registriert, wodurch, wie schon in 5.3 angegeben ist, im Rechner ein Zusammenhang zwischen den geographischen Daten und den Sachinformationen hergestellt werden konnte.

#### 5.5 Übernahme der Daten und ihre Bearbeitung in einem geographischen Informationssystem

Der nächste Bearbeitungsschritt ist die Übernahme aller Daten in ein geographisches Informationssystem oder GDB (= geographische Datenbasis) wie dieser Baustein im System SICAD heißt.

Bei dem vorliegenden Projekt existieren, wie schon früher erwähnt, bisher 3 Sachdateien, die miteinander zu verknüpfen sind. Ausgehend von den Farbinfrarotbildern wurden, 1. durch die Interpretation Sachdaten gewonnen. Gleichfalls über die Luftbilder wurden mit Hilfe der Photogrammetrie 2. die geometrischen Daten bestimmt. Weitere geometrische Daten stellen 3. die koordinativ vorliegenden Grenzen der Gemeinden dar.

Die für die Bearbeitung dieses Projektes benötigte Software besteht aus den in Abb. 9 angeführten Komponenten.

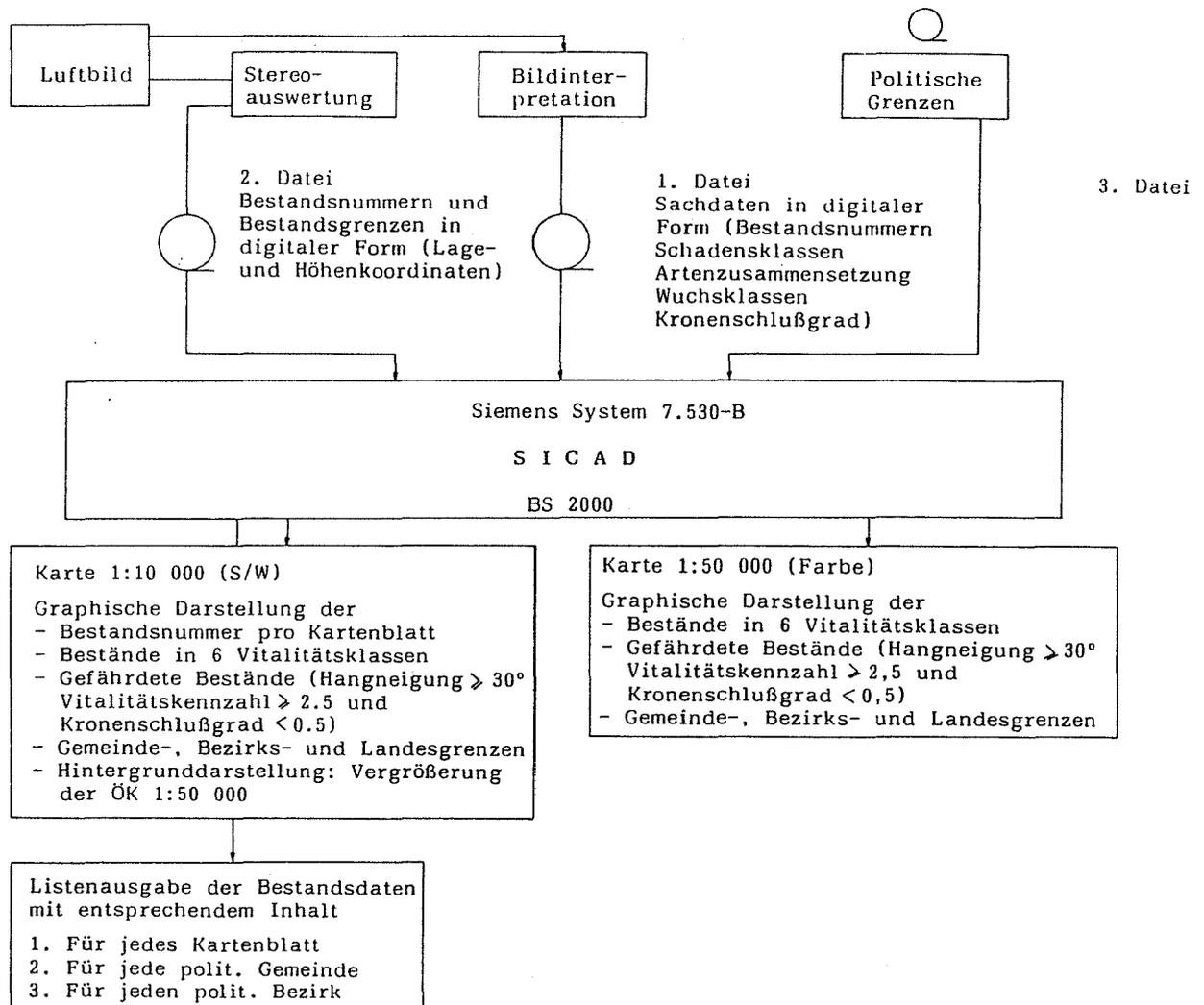


Abbildung 8  
Datenfluß beim Projekt "Waldschadenserhebung Vorarlberg"

- "Grundsystem" und "Grundfunktionen Vermessung"  
für die interaktive Bearbeitung des digitalen Kartenbestandes
- "Flächenverschneidung" für die rechnerische Verschneidung  
und Flächenermittlung der Waldbestände mit den politischen  
Grenzen
- Thematische Anwendung" für die Auswertung und  
Visualisierung von raumbezogenen Sachdaten
- "Geographische Datenbasis" für die blattschnittfreie Daten-  
haltung
- Projektsspezifische Funktionen zur Ermittlung der Neigung  
der Falllinie und des Azimutes der Falllinie pro Bestand

Abbildung 9  
SICAD-Software beim Projekt "Waldzustandserhebung  
Vorarlberg"

## 5.6 Auswertung

Vom Auftraggeber war die Ergebnisdarstellung  
in den Maßstäben 1:50 000 und 1:10 000 (siehe  
Abb. 8) verlangt. Aus den Einzelbaumbewertungen  
wurden durch gewichtete Mittelbildung für jeden  
Bestand eine mittlere Vitalitätskennzahl ermittelt.

Stufe 1 = gesund

Stufe 2 = schwache Verlichtung (mögliche Schädigungs-  
symptome)

Stufe 3 = mittlere Verlichtung (deutliche Schädigungs-  
symptome)

Stufe 4 = starke Verlichtung (absterbend)

$$V = (1 \times f_1 + 2 \times f_2 + 3 \times f_3 + 4 \times f_4) / (f_1 + f_2 + f_3 + f_4)$$

V = mittlere Vitalitätskennzahl

$f_1 - f_4$  = Baumzahl in den 4 Vitalitätsstufen  
bei der Interpretation

1 - 4 = Gewicht der einzelnen Vitalitätsstufen

Diese Größen wurden für die Darstellung in sechs Klassen aufgeteilt und beim Kartenmaßstab 1:50 000 durch unterschiedliche Farben, beim Kartenmaßstab 1:10 000 durch unterschiedliche Schraffuren in schwarz-weißer Form dargestellt. Neben diesen sechs Vitalitätsklassen wurden noch Bestände, die als Jungwuchs, reines Laubholz etc. interpretiert worden waren, gesondert gekennzeichnet und dargestellt. Die Karten 1:10 000, die als Arbeitsgrundlagen für die Forstbehörde gedacht sind, weisen als Hintergrundinformation den Karteninhalt der auf 1:10 000 vergrößerten ÖK 1:50 000 auf.

Der Vorteil der Bearbeitung des vorliegenden Projektes unter Benutzung eines geographischen Informationssystemes kann an 3 Aufgabenstellungen gezeigt werden:

1. Vom Auftraggeber wurde gewünscht, daß alle gefährdeten Bestände - als gefährdet gilt ein Bestand wenn für ihn folgende 3 Kriterien zutreffen:

Hangneigung  $\geq 30^\circ$

Vitalitätskennzahl  $\geq 2.5$

Kronenschlußgrad  $< 0.5$

- in den Karten durch eigene Signaturen dargestellt werden.

2. Durch Flächenverschnidungen der Waldbestände mit den politischen Grenzen können Flächenausagen für jede Gemeinde, jeden Bezirk und für das gesamte Bundesland gemacht werden.
3. Ursprünglich war die Darstellung im Maßstab 1:50 000 im Blattschnitt der ÖK vorgesehen gewesen. Im Zuge der Bearbeitung stellte sich heraus, daß auf einige Blätter nur wenige Bestände fallen. Durch die blattschnittfreie Datenspeicherung in der geographischen Datenbasis konnte ohne Schwierigkeit der Ausgabebereich den tatsächlichen Gegebenheiten angepaßt werden.

#### 5.7 Datenumfang und Stand der Arbeit

Zum Zeitpunkt der Berichterstellung (Juli 1986) sind vom ersten Teil (= Bildflug 1984) sämtliche Karten fertig geplottet. Noch fehlt ein Großteil der Verschnidungsergebnisse und die endgültige Form der Listen. Vom zweiten Teil (= Bildflug 1985) sind gleichfalls alle Karten geplottet. Auch hier wird an den Verschnidungsergebnissen und de Listenerstellungen gearbeitet.

Der bei diesem Projekt angefallene Datenumfang kann an Hand einiger signifikanter Größen angegeben werden. So umfaßt das Projekt rund 7300 Bestände, in denen ca. 240 000 Einzelbäume interpretiert wurden. Für die Bestandesabgrenzung wurden etwa 400 000 Punkte registriert. Der Speicherbedarf für die Waldbestände in der geographischen Datenbasis beträgt 100 MByte.

Mit dem derzeitigen Bearbeitungs- und Informationsstand kann eindeutig angegeben werden, daß die Entscheidung, das Projekt "Waldzustandserhebung Vorarlberg" unter Benutzung eines CAD-Systemes durchzuführen, richtig war. Nur so war es zum Beispiel möglich, Änderungswünsche auf Grund erster Ergebnisse beim Kartenmaßstab oder Visualisierung von Sachdaten mit relativ geringem Aufwand und ohne große Terminverzögerung zu realisieren. Natürlich gab es Anfangsschwierigkeiten. So waren zum Beispiel ursprünglich maximal 200 Grenzpunkte pro Fläche bei SICAD vorgesehen, oder die Plottausgabe auf dem HP-Plotter funktionierte nicht richtig usw. Dank der Kooperations- und Einsatzbereitschaft aller am Projekt Beteiligten, gelang es, in verhältnismäßig kurzer Zeit die jeweils anstehenden Probleme zu lösen und für den Auftraggeber zufriedenstellende Ergebnisse zu liefern.

Die an diesem Projekt beteiligten Partner sind in der Abbildung 10 angeführt.

Erst über Mehrfachbenutzungen kommt die gewählte Form der digitalen Karteninformation auch hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit voll zum Tragen /17/. Bereits heute liegen Ergebnisse vor, die eine Mehrfachbenutzung der Daten des Fluges 1984 darstellen. Bei der Beurteilung der nachfolgend angeführten Ergebnisse ist zu bemerken, daß alle Karten nur drei Wochen nach Auftragserteilung, ausgehend von den vorhandenen Daten, erstellt wurden:

Auftraggeber: Amt der Vorarlberger Landesregierung  
Abteilung V c - Forstwesen  
Forstdirektor Dipl.-Ing. H. Dünser

Interpretation und

Gesamtleitung: Österreichisches Bundesinstitut  
für Gesundheitswesen, Wien  
Projektleiter: Dr. K. Zirm und  
Dipl.-Ing. F. Fibich

Photogrammetrische Auswertung,

Datenverarbeitung

Kartenerstellung: ARGE Vermessung Tirol, Imst

Bildflug: Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV)

Beerntung der Probebäume: Amt der Tiroler Landesregierung  
Anstalt für Forstpflanzenerzeugung  
und Landschaftspflege, Innsbruck

Chemische Nadelanalyse und

Nadeljahrgangszählung: Forstliche Bundesversuchs-  
anstalt, Wien

CAD - System: Siemens Data

Projektleiter: Dipl.-Ing. M. Baumann, München

Abbildung 10  
Partner bei der Bearbeitung des Projektes "Waldzustands-  
erhebung Vorarlberg"

## 1. Darstellung aller Waldbestände

Für eine periodische, terrestrische, forstliche Schadensinventur wurden bisher SW-Kopien der ÖK 1:50 000 benutzt. Bei der Eintragung der Erhebungen durch das Forstpersonal gab es dabei immer wieder Probleme. Deshalb und aus Aktualitätsgründen bezüglich der tatsächlichen Wald- und Bestandesgrenzen wurden im Auftrag der Vorarlberger Landesregierung die Bestandesgrenzen auf maßhaltiger Folie im Maßstab 1:50 000 angegeben und dabei die Waldflächen mit einer zarten Punktsignatur hinterlegt.

Die Forstbeamten können nun in davon angefertigten Lichtpausen ihre Erhebungen eintragen. Weiters sollen diese äußeren und inneren Waldesgrenzen auch als Grundlagen für Forsteinrichtungen dienen. Daß dazu eine Darstellung in einem anderen Kartenmaßstab notwendig ist, versteht sich.

## 2. Karten für das Projekt "Regionalplanungskonzept zur Schalenwildbewirtschaftung in Vorarlberg unter besonderer Berücksichtigung des Waldsterbens"

Ausgehend von den vorhandenen Sachdaten wurden folgende drei Kartensätze erstellt:

### 2.1 Wuchsklassenverteilung

Die Bestände wurden nach fünf Stufen

- a) Kultur, Jungwuchs und Dickung
  - b) Stangenholz
  - c) Baumholz
  - d) Altholz und
  - e) gemischter Bestand (Plenter- und Femelwald)
- im Maßstab 1:50 000 als thematische Karten ausgegeben.

## 2.2 Kronenschlußgrad

Bei der Bestandesinterpretation wurden die Beschirmungsverhältnisse der einzelnen Bestände nach drei Stufen, nämlich

- a) 30 - 50 %ige Beschirmung = Kronenschlußgrad 1
- b) 50 - 70 %ige Beschirmung = Kronenschlußgrad 2
- c) 70 - 100 %ige Beschirmung = Kronenschlußgrad 3

eingeteilt

Entsprechend der oben angegebenen Größen wurden Karten erstellt.

## 2.3 Artzusammensetzung

Aus den bei der Interpretation pro Bestand erfaßten Artenangaben wurden nach folgenden 8 verschiedenen Artzusammensetzungen

- a) Fichte (Reinbestand)
- b) Tanne (Reinbestand)
- c) Laubholz (Reinbestand)
- d) sonstiges Nadelholz (Reinbestand)
- e) Nadelholzmischbestand mit Tanne
- f) Nadelholzmischbestand ohne Tanne
- g) Nadelholz - Laubholz - Mischbestand mit Tanne
- h) Nadelholz - Laubholz - Mischbestand ohne Tanne
- i) Kultur, Jungwuchs, Dickung

thematische Karten erstellt.

## 3. Druckvorlagen für Waldzustandskarte 1:50 000

Bei allen bisher erstellten farbigen Karten 1:50 000 ist jedes Blatt ein Original. Die Ausgabe der Karten erfolgte auf einem HP-7586B A $\emptyset$  Endlosplotter. Dadurch, daß Vollflächen durch Schraffieren mit sehr kleinem Strichabstand entstehen, kann für die Herstellung eines Kartenblattes der Plotter

bis zu drei Stunden arbeiten. Eine höhere Stückzahl pro Karte kann auf diese Weise nicht wirtschaftlich erstellt werden. Da jedoch ein echter Bedarf an den farbigen Waldzustandskarten 1:50 000 besteht, entschloß sich die Vorarlberger Forstbehörde, die Karten drucken zu lassen. Zusammengefaßt auf zwei Blätter Nord und Süd wurden auf Folien Druckvorlagen für jede Kartenfarbe erstellt. Zur besseren Orientierung wird in diesen Karten das Gewässernetz der ÖK 1:50 000 das seitens des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen beigestellt wurde, mitgedruckt. Alle Unterlagen für den Druck liegen vor. Mit dem Druck wird demnächst begonnen.

## 6. Schluß

Maßnahmen zur Behebung von Problemen werden im Regelfall von allen befürwortet, solange sie nichts kosten und den unmittelbaren persönlichen Bereich nicht berühren. Ein Abgehen von diesem Verhalten kann nur über die Meinungsbildung bei uns allen erfolgen. Deshalb ist jeder aufgerufen, dazu beizutragen, daß es nicht flächenhaft so kommt, wie dies bereits der griechische Philosoph Platon (427 - 347 v. Chr.) beschrieb und wie man es modifiziert, über Teile unseres nördlichen Nachbarlandes möglicherweise bald schreiben wird können:

"In den Bergen wird der fruchtbare Boden immer fortgespült; unaufhörlich gleitet er herab und verschwindet in der See. Was bleibt, ist ein ausgemergelter Leib!".

## 7. Literatur

- /1/ Amt der Tiroler Landesregierung, Landesforst-  
direktion:  
Zustand der Tiroler Wälder  
Bericht an den Tiroler Landtag, Innsbruck 1985
- /2/ ASZMUS E.:  
Berücksichtigung von Geländekanten im Stuttgarter  
Höhenlinienprogramm - Theorie und Ergebnisse  
Geowissenschaftliche Mitteilungen, TU-Wien,  
Heft 8, Wien 1976
- /3/ Bundesministerium für Finanzen:  
Bewertung des forstwirtschaftlichen Vermögens,  
Berücksichtigung von forstschädlichen Luftverun-  
reinigungen im Wege einer Wertfortschreibung  
Erl. d. BM f. Finanzen vom 15. 11. 1984
- /4/ BAUMANN M.:  
Aufbau und Einsatz eines raumbezogenen  
Informationssystems mit SICAD  
CAD-Kartographie, Anwendung in der Praxis  
Herbert-Wichmann-Verlag, Karlsruhe 1985
- /5/ BAUMANN M., FRIEDL J., HABARTA M. und  
OTEPKA G.:  
Der Einsatz eines CAD-Systemes bei einer  
landesweiten Waldzustandserhebung  
CAD-Kartographie, Anwendung in der Praxis  
Herbert-Wichmann-Verlag, Karlsruhe 1985
- /6/ DICK A.:  
Raumordnung und Umweltschutz  
Beständig im Ziel, ausgewogen im Handeln  
Landesentwicklung und Umweltfragen 1985/86,  
München 1985
- /7/ FIBICH F. et. al:  
Erhebung der Vitalität des Waldes, in Vorarlberg Schlussbericht  
Österr. Bundesinstitut für Gesundheitswesen,  
Wien 1986
- /8/ FRIEDL J. und OTEPKA G.:  
Spezielle Einsatzbeispiele moderner Hard-  
und Softwarekomponenten im Vermessungswesen  
Int. Archiv für Photogrammetrie, Band XXIII,  
Teil B 9, Hamburg 1980
- /9/ HAGEN G. und OTEPKA G.:  
Die Bestimmung der mittleren Anrißmächtigkeit  
von Lawinen mit Hilfe photogrammetrischer  
Verfahren  
(in Vorbereitung)

- /10/ HILDEBRANDT G.:  
Todesurteil aus der Luft  
Photo Journal, Oktober 1984
- /11/ HILDEBRANDT G. und KADRO A.:  
Aspects of Countrywide Inventory and Monitoring  
of Actual Forest Damages in Germany  
Bildmessung und Luftbildwesen, Heft 3 a,  
Karlsruhe 1984
- /12/ KAGER H., LINSINGER J. und OTEPKA G.:  
Rekonstruktion einer Kirchenkuppel aus  
historischen Photographien  
Bau im Spiegel, Ausgabe Hochbau, Wien 1985
- /13/ KRAUS K.:  
Fernerkundung  
Vorlesungsmanuskript des Institutes für Photo-  
grammetrie der TU - Wien, Wien 1984
- /14/ MARKOWSKI F., SEYWALD K. und FRIEDL J.:  
Software  
Heft 6, Zeiss, Oberkochen 1976
- /15/ OTEPKA G. und WALDHÄUSL P.:  
Verkehrsunfall - Photogrammetrie  
Zeitschrift für Verkehrsrecht, Heft 4, Wien 1983
- /16/ RUZICKA E.:  
Beiträge zur Darstellung der Umweltsituation  
in Österreich, Teil 6: Vegetation  
Österreichisches Bundesinstitut für Gesund-  
heitswesen, Wien 1981
- /17/ SCHILCHER M.:  
CAD - Kartographie - Einführung und Stand  
der Entwicklung  
CAD-Kartographie, Anwendung in der Praxis  
Herbert-Wichmann-Verlag, Karlsruhe 1985
- /18/ SCHÖPFER W.:  
Zur Optimierung künftiger Waldschadens-  
erhebungen in der Bundesrepublik Deutschland  
Allgemeine Forst Zeitschrift, Nr. 43/44,  
München 1984
- /19/ STRENN L.:  
Waldzustandserhebung Vorarlberg 1984  
Eich- und Vermessungsmagazin, Heft 44,  
Wien 1984

VERMESSUNGSARBEITEN IM AUSBAU VON HOCHBAUTEN  
Gerhard PALFINGER

1) VORWORT

Für einen Schüler des Jubilars, Herrn Professor Dr. HAUER, ist es eine ehrenvolle Aufgabe, zu dieser Festschrift einen Beitrag zu leisten.

Ich bin Herrn Professor Dr. HAUER sehr dankbar, daß ich zusätzlich zur theoretischen Ausbildung ausreichend Gelegenheit bekommen habe, an praktischen Projekten mitarbeiten zu dürfen. Neben der Beachtung der notwendigen Genauigkeit habe ich dabei gelernt, durchgreifende Kontrollen vorzusehen sowie den Ablauf eines Projektes zu optimieren, eben der Organisation und Verwaltung ein hohes Gewicht zu geben. Sein ausgeklügeltes System von Listen als Ordnungsprinzip haben wohl alle seine Schüler beibehalten.

2) EINLEITUNG

Es gibt für Vermessungsingenieure anlässlich der Planung und Errichtung von Hochbauten einen attraktiven Aufgabenkatalog: Bauplatzschaffung, Lage- und Höhenfestpunktnetz, Herstellung von Projektgrundlagen, Absteckungen, baubegleitende Arbeiten, Deformationsmessungen. Diese beispielhafte Aufzählung von Tätigkeiten zeigt die enge Verbundenheit des praktizierenden Berufsstandes mit dem Bauwesen. Besonders bei großen Bauvorhaben fällt dem "Baustellengeometer" eine wichtige Rolle zu. Er ist zuständig für die verbindliche Angabe der Achsen; alle Gewerke benützen diese Achsfestlegung und arbeiten damit in einem einheitlichen Bezugssystem. Auf diese Weise gelingt ein reibungsloser Übergang an den Schnittstellen der Gewerke.

Der nachfolgende Beitrag soll zeigen, daß es auch nach der Errichtung des Rohbaus noch die eine oder andere ansprechende Aufgabe für Vermessungsingenieure gibt.

Geometrisch interessante Bauraster (Abb. 1) stellen eine besondere Herausforderung dar.



Die vermessungstechnischen Tätigkeitsmerkmale Messen, Rechnen und Zeichnen kommen dabei zur Anwendung. Das Messen selbst tritt umfangmäßig etwas zurück, ist aber für das Gelingen von besonderer Bedeutung.

Thematisch ist dieser Beitrag der Ingenieurvermessung zuzuordnen und diese "...befaßt sich ganz eindeutig mit den schlichten, irdischen Problemen des Bauingenieurs" (Grob 1980). Baugeometrie, Rohbauerfassung, Elementbestimmung, Unterkonstruktion, Materialverwaltung, Zeichnungen und Bauabrechnung sind hier die "irdischen" Probleme.

### 3) BEARBEITUNGSWEISE

Für diese Tätigkeiten ist die Bereitschaft zur Zusammenarbeit mit Bauherrn, Planern und ausführenden Firmen unumgänglich. Vorerst hat der Vermessungsingenieur die jeweilige Bauweise und Detailplanung des Gewerks kennenzulernen. Grundlegende Kenntnisse der Freiheiten und Zwänge eines Ausbausystems sind notwendig. Einmal um eine gemeinsame Gesprächsbasis zu finden und um die wirklichen Probleme des Partners zu erfassen. Zum anderen wird erst dadurch eine Optimierung in wirtschaftlicher und/oder terminlicher Hinsicht möglich. Sehr schwierig ist es, alle Beteiligten davon überzeugen zu können, daß der Vermessungsingenieur - so wie es heute vielfach noch Praxis ist - nicht nur punktuell auf der Baustelle "geduldet" wird, sondern in den Ablauf von Planung, Produktion, Montage und Kontrolle integriert wird. Sicherlich wäre es für unseren Berufsstand generell von Vorteil, unsere Produkte nicht nur als exzellente Einzelleistungen anzusehen und anzubieten, sondern, vermehrt als bisher, Systeme zu entwickeln, die den Vermessungsingenieur besser und umfassender in den gesamten Bauablauf integrieren (Andraskay 1986).

Als Messgeräte werden Informatik-Theodolite (direkter Datenfluß der Meßwerte) verwendet. Zur Fassadenvermessung steht mit der Präzisionsphotogrammetrie (Kraus 1984) eine leistungsfähige, in der Praxis erprobte Methode zur Verfügung.

Für die Berechnungen der Daten, deren Verwaltung und Ausgabe (Listen, Zeichnungen) werden elektronische Datenverarbeitungsanlagen, Digitizer, Drucker und Plotter eingesetzt. Dateien mit verschiedenen Datenstrukturen müssen erstellt, verändert und verwaltet werden, ein EDV-Informationssystem wird angewendet.

#### 4) BAUAUFNAHME

Ausgangspunkt der weiteren Arbeiten ist die "Digitalisierung" des Rohbaus. Hier geht es darum, die Baugeometrie für die Weiterbearbeitung in ein interaktives graphisches System einzubringen.

In Zukunft wird es möglich sein, die digitalen Pläne des Architekten und des Statikers von einem Datenträger einfach einzulesen. Einfach jedoch nur dann, wenn entsprechende Datenstrukturen vereinbart wurden. Der Austausch von Koordinaten - meist über den Datenträger Diskette - ist heute schon der Regelfall. Der Austausch von graphischen Informationen (= digitale Pläne) findet hingegen derzeit nur in Ausnahmefällen statt. Einheitliche Schnittstellen müssen erst formuliert werden.

Die neuen Ausbautechniken zwingen zu einer gegen früher veränderten, angepaßten Vorgangsweise: Die bisher geübte Praxis "Maße sind am Bau zu nehmen" ist für die Vorfertigung aus ökonomischen, terminlichen, qualitativen ua. Gründen nicht mehr angebracht. So werden die Elemente für jedes Gewerk und auch innerhalb eines Gewerks von verschiedenen Firmen gefertigt. Weiters ist die Konzeption des Ausbaus auch darauf ausgerichtet, daß eine nachträgliche Austauschbarkeit einzelner Bauteile gegeben sein muß.

Damit ist die Aufgabe des Vermessungsingenieurs wie folgt zu formulieren: Der Vermessungsingenieur hat alle für die Fertigung und Montage nötigen Informationen mit ausreichender Genauigkeit zu erarbeiten.

Vorerst werden die theoretischen Planungsmaße zur Digitalisierung mittels CAD herangezogen. Das Ergebnis ist die Rohbaudatei (Soll) mit den Koordinaten, die sich auf das Baustellen-Koordinatensystem beziehen. Die sonstigen graphischen Informationen (Mauerwerk, Türen, Fenster, Raumnummer etc.) werden hinzugefügt (Abb. 2).

Nun ist die Frage zu diskutieren, ob das am Bau genommene Naturmaß relativ oder absolut zu nehmen sei. Das relative Naturmaß ist sicher weniger aufwendig zu messen, gestattet aber nur eingeschränkte Folgerungen. Das absolute Naturmaß (3D-Koordinaten) hingegen erlaubt umfassende, übergreifende Aussagen, auch über einzelne Geschoß-Ebenen hinweg; Vektoren mit beliebiger Lage im Raum können für den Soll-Ist-Vergleich verwendet werden.

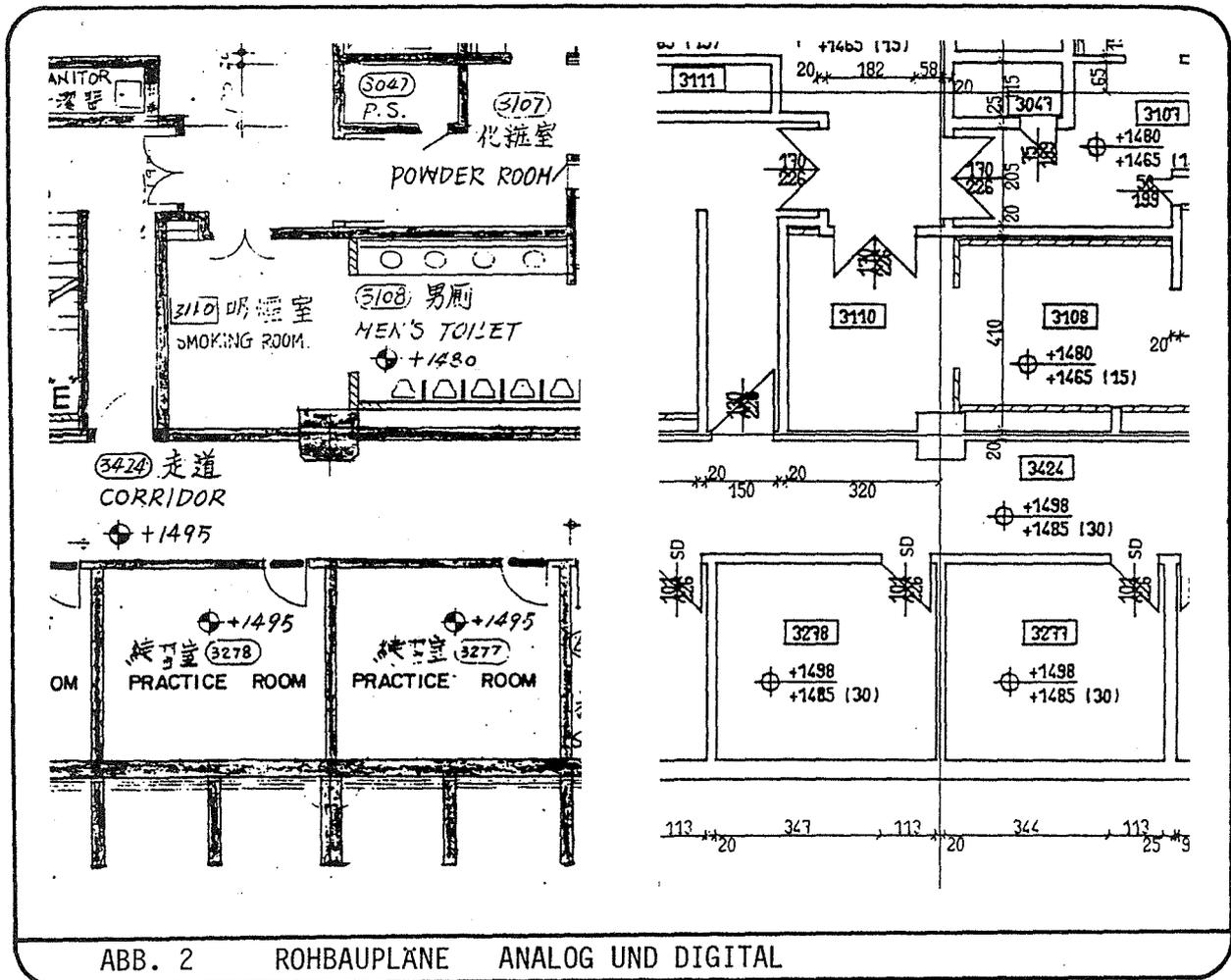


ABB. 2 ROHBAUPLÄNE ANALOG UND DIGITAL

Für das Naturmaß am bereits hochgeführten Rohbau werden die klassischen vermessungstechnischen Aufgaben angewendet: lokales Netz, Feinpolygonzug, Feinnivellement, Lotung, Polaraufnahme mit entsprechend adaptierten Reflektoren usw. Die Polaraufnahme erfolgt selbstverständlich überbestimmt, primär zur Steigerung der Zuverlässigkeit. Aus der Überbestimmung wird der Genauigkeitsnachweis abgeleitet. Beides ist im Hinblick auf das hohe Risiko und die damit verbundene Haftung zwingend.

Wie bereits erwähnt, wird fallweise die Präzisionsphotogrammetrie, über die bereits an anderer Stelle ausführlich berichtet wurde, zur Anwendung gebracht. Ein Beispiel einer Naturmaß-Auswertung für eine vorgehängte Fassade zeigt Abb. 3.

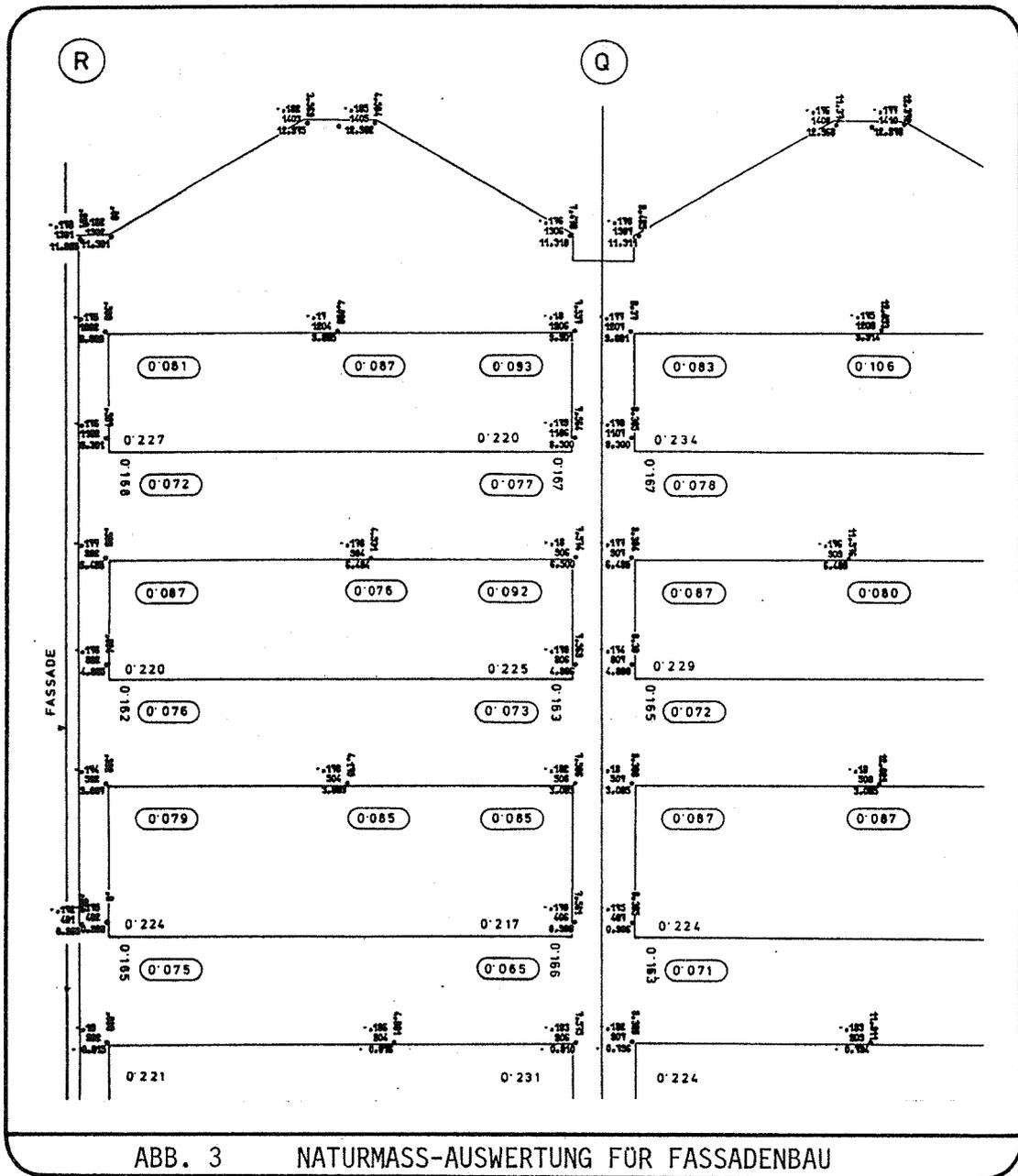


ABB. 3 NATURMASS-AUSWERTUNG FÜR FASSADENBAU

Die Koordinaten der vermessenen Punkte bilden die Rohbaudatei (Ist). Das Ergebnis der Bauaufnahme (Ist) wird als Naturmaß bezeichnet. Durch den Soll-Ist-Vergleich werden die Abweichungen von Planung und Bauausführung dargestellt. Im einfachsten Fall werden die Koordinaten entsprechender Punkte verglichen und deren Differenzwerte aufgelistet. Anschaulicher ist eine Darstellung der Fehlervektoren, gelegentlich in axonometrischer Darstellung. Schließlich werden für Grund- und Aufrisse sich überlagernde Darstellungen des Soll- und Ist-Standes ausgeführt. Damit ist die technische Grundlage für den Toleranzabbau gegeben.

## 5) TOLERANZABBAU

Das Ziel des Toleranzabbaus ist es, eine Situation zu definieren, die den weiteren Ausbau nach technischen und ästhetischen Gesichtspunkten ermöglicht. Gemeinsam mit Bauherrn, Architekten und den Ausbaufirmen werden die Abweichungen diskutiert. Vorerst werden die Bau-Ungeauigkeiten, die die maximale Toleranz überschreiten (grobe Fehler), untersucht. Hier wird nach wirtschaftlichen Überlegungen entschieden, ob der Rohbau saniert oder ob die Anfertigung von Sonderelementen in Kauf genommen wird. Die Betonung der Architektur, zwingende Fugenverläufe oder baupolizeiliche Vorschriften sind zusammenzuführen. Sind die Abweichungen innerhalb der Rohbautoleranz, so wird es meist möglich sein, sie innerhalb des Ausbaugewerks aufzunehmen. Dies wird durch eine Toleranzenordnung, die bereits im Planungsstadium berücksichtigt wurde, bewirkt (Modulordnung 1975). Die Toleranzenordnung regelt die zulässigen Ungeauigkeiten der Gewerke; die baulichen Abweichungen vom Sollmaß müssen innerhalb der Toleranzen liegen.

Für den Toleranzabbau können je nach konstruktivem Aufbau des Gewerks Anschluß- und Elementfugen verändert, Planungsmaße der Elemente angepaßt werden. Bei der Einführung neuer Elementformen wird eine Optimierung insofern angestrebt, daß eben diese Formen möglichst oft verwendet werden können.

## 6) PROJEKTSBEARBEITUNG

Die eigentliche Projektsbearbeitung gestaltet sich für jedes Ausbaugewerk sehr individuell. Der Auftragsumfang wird auf die jeweiligen Anforderungen fein abgestimmt. Jedes Gewerk hat seine eigene spezifische Bautechnologie, die die Bearbeitungsweise und eine mehr oder weniger hohe Genauigkeit bedingt. Die Erstellung eines Leistungsverzeichnisses für die Vermessungsarbeiten obliegt meist dem Vermessungsingenieur, vor allem dann, wenn ein Fachmann einer Ausbaufirma zum ersten Mal mit einer fachübergreifenden Zusammenarbeit konfrontiert ist. Die Angebotserstellung ist dementsprechend schwierig, die Vorteile der Arbeitsteilung werden nicht sofort sichtbar und erkannt.

Allen Projekten gemeinsam sind die hohe Verantwortlichkeit, der Zwang zum wirtschaftlichen Denken und die strikte Beachtung der meist zu kurz formulierten Liefertermine. Besonders der Termindruck erfordert von den Sachbearbeitern ein hohes Maß an Flexibilität, der Verzicht auf Freizeit ist phasenweise notwendig.

Die Erarbeitung der Detailkenntnisse in den verschiedenen Ausbautechniken ist grundlegend erforderlich; Einfühlungsvermögen und das Bemühen um eine gemeinsame Sprache von Vermessungs- und Fachingenieur tragen wesentlich zum Gelingen der Projektbearbeitung bei.

Alle Schritte der Projektbearbeitung erfolgen über EDV. Diese bietet die Möglichkeit, die beträchtlichen Informationsmengen zu speichern und übersichtlich zu halten. An interaktiven graphischen Arbeitsplätzen werden die Zeichnungen formuliert und anschließend automatisch gezeichnet. Abb. 4 zeigt zwei Beispiele für die graphische Ausgabe von Deckenspiegeln. In weiterer Folge werden die Produktionsmaße (Abb. 5) und die Stücklisten (Abb. 6) ermittelt.

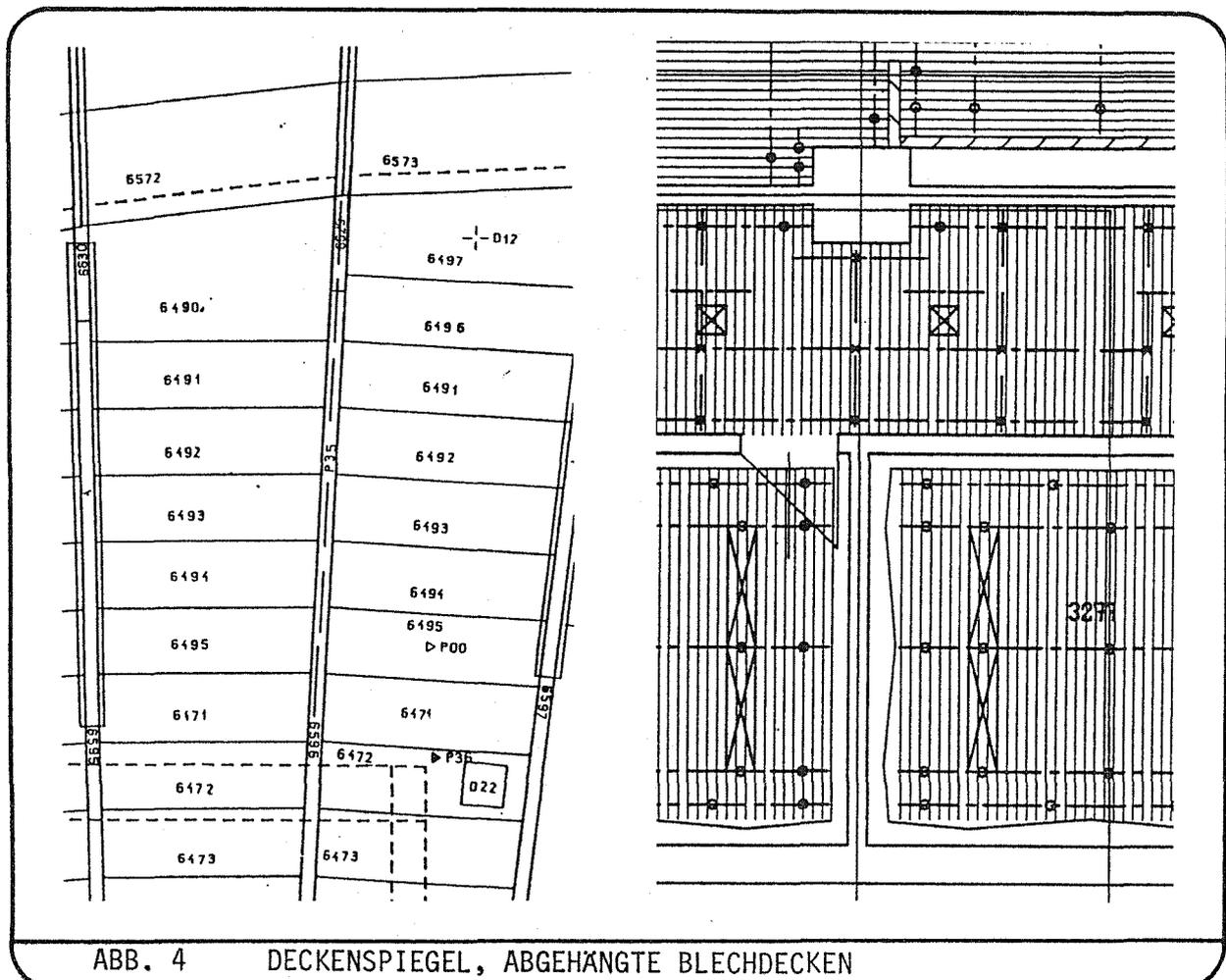


ABB. 4 DECKENSPIEGEL, ABGEHÄNGTE BLECHDECKEN

ABGEHAENGTE BLECHDECKEN				PRODUKTIONSMASSE							
PLATTEN NR.	STUECK	TYP	C	D	E	F	PERFORATION		FAR		
			30	30	29	29	L	T=	5,75	RAL	1013
			A	A1	B	B1	PERFOR	S	H	S1	
							L	B			
134	12	**1**	1250		320	330	1282	299	10,5	15,5	52,
136	16	**2**	1282		320		1328	299	10,5		52,
142	22	**3**	1215	330	320		1259	299	10,5		52,
125	12	**4**	1182		330		1213	270	10,0	50,0	52,
134 144	3	**1**	1250		320	330	1282	299	10,5	15,5	52,
134 144 152	2	**1**	1250		320	330	1282	299	10,5	15,5	52,

ABB. 5 BLECHKASSETTE, PRODUKTIONSMASSE

Die Eingabe der Informationen in den Rechner ist zeitaufwendig. Um den wirtschaftlichen Effekt zu erhöhen, ist es naheliegend, diese Daten für weitere Funktionen zu verwenden: Container-Beladung, Lieferscheinverwaltung, Ermittlung von Vorgabezeiten für die Montage, Abrechnungspläne, elektronische Bauabrechnung (ØREB), Bestandspläne.

In den letzten zehn Jahren wurden ua. folgende Projekte bearbeitet:  
 UNO-CITY Wien; Bayerische Landesbank München; Training Centre Riad;  
 Ständige Vertretung der UdSSR in Wien; ZDF Sendezentrum Mainz;  
 Chung Cheng Memorial Taipei, Chinese Opera + Concert Hall; Konferenzzentrum Wien; Kreditanstalt für Wiederaufbau Frankfurt; Ecole Polytechnique Federal de Lausanne.

ARGE HOLZDECKEN & WANDVERKLEIDUNGEN Plan 520JC120a

Paneel Nr	Stk	Breite 1	Laenge 1	Laenge 2	Breite 2	Laenge 3	Laenge 4	Anmerkung
1MT2	9	.270	2.065					
2MT2	1	.270	2.747	2.599				
3MT2	1	.270	1.826	1.975				
4MT2	2	.270	1.900					
5MT2	1	.660	2.427	2.046				
6MT2	5	.660	2.370					
7MT2	2	.660	2.205					
8MT2	1	.660	2.195					
10MT2	1	.510	.720	.426				
11MT2	1	.510	1.101	.806				
12MT2	1	.510	1.412	1.118				
13MT2	1	.435	1.793	1.542				
14MT2	1	.510	2.104	1.810				
15MT2	1	.510	2.486	2.192				
17MT2	1	.435	.779	.528				
Sonderpaneele :								
3GT2	1	.705	1.079	.864	.715	1.622	1.787	
6GT2	1	.705	.864	1.079	.715	1.787	1.622	
9GT2	1	.810	.808	.571	.820	1.366	1.566	
12GT2	1	.810	.571	.808	.820	1.566	1.366	
23GT2	1	.990	1.325	1.041	1.000	.708	.955	
26GT2	1	.990	1.041	1.325	1.000	.955	.708	
27GT2	1	.990	.985	.700	1.000	.402	.650	

ABB. 6 STÜCKLISTE

Literatur:

- (1) H. GROB: Gruß der ETH Zürich  
Ingenieurvermessung 80, Beiträge zum VIII. Internationalen Kurs  
für Ingenieurvermessung
- (2) K. KRAUS: Gegenwärtiger Stand der Ingenieurphotogrammetrie  
Ingenieurvermessung 84, Beiträge zum IX. Internationalen Kurs  
für Ingenieurvermessung
- (3) E. ANDRASKAY: Zusammenarbeit zwischen Vermessungsingenieur und  
Bauingenieur bei der Ausführung von großen Tiefbauprojekten.  
Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 1/86
- (4) N.N.: Modulordnung  
Österreichisches Normungsinstitut, Wien 1975

## DIE VERMESSUNGSABTEILUNG DER DONAUKRAFTWERKE AG

G.Köhler

Ein viertelseiten großes Inserat in der "Presse" vom 8. Februar 1969 wurde bestimmend für meinen fast ein wenig überstürzten Abgang vom Institut für Allgemeine Geodäsie der TH Wien und den weiteren beruflichen und sogar privaten Lebensweg.

Gesucht wurde von der Österr. Donaukraftwerke AG ein "Diplom-Ingenieur für Vermessungswesen mit langjähriger Praxis auf dem Gebiet der rein technischen Aufnahmen und der Erstellung von grundbuchsfähigen Plänen". Der Arbeitsbereich sollte sich über das gesamte Projektierungsgebiet der Gesellschaft erstrecken.

Die Forderung nach langjähriger Praxis hatte mich anfangs ein wenig verunsichert; schließlich war ich ja erst knapp fünf Jahre am Institut, davon eineinhalb Jahre nur als halbtägige wissenschaftliche Hilfskraft. Nachdem ich jedoch über meine Arbeiten als Institutsangestellter einerseits und jene als freier Mitarbeiter im Zivilingenieurbüro von Herrn Prof. Hauer andererseits eingehender nachzudenken begonnen hatte, konnte ich erfreulicherweise feststellen, daß ich zwar, wie gesagt erst fünf Jahre Praxis vorzuweisen hatte, in dieser Zeit aber mit so vielfältigen vermessungstechnischen Aufgaben betraut worden war, daß ich den von der Donaukraftwerke AG gestellten Anforderungen sicher entsprechen würde. Eine Überlegung, welche durch meine am 1. April 1969 erfolgte Aufnahme in die Vermessungsabteilung der DoKW ihre Bestätigung erfuhr.

Praxis bei rein technischen Aufnahmen und der Erstellung von grundbuchsfähigen Plänen war gefordert worden und der Arbeitsbereich sollte sich über das Projektierungsgebiet der Gesellschaft erstrecken. Wie vielseitiger mein Aufgabengebiet beim Kraftwerksunternehmen seither tatsächlich geworden ist und wie weit sich mittlerweile das Projektierungsgebiet ausgedehnt hat, darüber möchte ich nachstehend berichten, wobei ich mich nur mit speziellen Arbeiten unserer Abteilung ein wenig näher beschäftigen werde.

Bevor ich aber damit beginne, möchte ich die Gelegenheit nützen, meinem einstigen Chef, Herrn Prof.Dr.Hauer, den vorgesetzten Herrn Assistenten und meinen engeren Kollegen aus dieser Zeit, meinen Dank auszusprechen, für die angenehme Art und Weise, wie ich von ihnen in die vermessungstechnische Praxis eingeführt und mit den verschiedensten Problemen konfrontiert wurde. Wenn ich damals als junger Assistent vielleicht die finanziellen Vorteile unserer praktischen Nebenbeschäftigung besonders geschätzt habe, obwohl wir oft genug deswegen auch angegriffen wurden, so habe ich mittlerweile längst erkannt, wie wichtig diese praktische Tätigkeit für unsere weitere persönliche und berufliche Entfaltung gewesen ist. Und nicht zuletzt waren es die uns anvertrauten Studenten, welche daraus auch ihren besonderen Nutzen gezogen haben.

Nun aber zurück zu meinem derzeitigen Arbeitsgebiet.

Die Österr.Donaukraftwerke AG wurde 1947 im Rahmen des zweiten Verstaatlichungsgesetzes neben anderen als Sondergesellschaft im Verbundkonzern gegründet. Im Jahre 1953 wurde eine eigene Vermessungsabteilung geschaffen, welche heute fast alle im Großkraftwerksbau auftretenden geodätischen Arbeiten ausführt. Lediglich auf dem Gebiet der Photogrammetrie bedienen wir uns diverser Zivilingenieurbüros, bzw. arbeiten wir, wie auch bei der Verdichtung des Triangulierungsnetzes, eng mit dem BAFeuV zusammen. Die Abteilung mit ihrem Sitz in Ybbs, hat derzeit ca. 60 Dienstnehmer, von denen etwa ein Drittel im Innendienst, der Rest dauernd im Außendienst eingesetzt ist. Die Erstellung der grundbuchsfähigen Pläne wird von einem Zivilingenieur mit Sondervertrag, welcher ihn verpflichtet, wöchentlich eine bestimmte Stundenanzahl in unserer Abteilung anwesend zu sein, überwacht. Seit 1972 bekleide ich die Funktion des stellvertretenden Abteilungsleiters und führe außerdem die Gruppe für Sonderaufgaben.

Es hieße Eulen nach Athen tragen, würde ich hier für ein Fachpublikum alle vermessungstechnischen Arbeiten beim Großkraftwerksbau der Reihe nach näher erläutern. Beginnend bei den lage- und höhenmäßigen Grundlagenmessungen, Werksnetzbeobachtungen,

über alle möglichen Arten der Detailaufnahme, Absteckungen, Deformationsmessungen, bis hin zu den grundbücherlichen Schlußvermessungen, Modellabsteckungen und Stromgrundaufnahmen aller Art reicht die Palette unserer Aufgaben, wobei diese Aufzählung keineswegs den Anspruch auf Vollzähligkeit erhebt.

Ausgehend von der Annahme, daß eher eine geringe Anzahl von Kollegen mit Modellvermessungen und Echolotaufnahmen befaßt ist, möchte ich auf diese Arbeiten nachstehend etwas näher eingehen, welche außerdem zu meinem unmittelbaren Arbeitsbereich zählen.

Zur Beurteilung der Abflußverhältnisse, sowohl im Stromschlauch, als auch in den angrenzenden Retentionsräumen bei Hochwässern, sowie zur Klärung verschiedener hydraulischer Detailprobleme, wurde von der obersten Wasserrechtsbehörde die Durchführung von Modellversuchen angeordnet. Mit Ausnahme der Staustufen Ybbs-Persenbeug, Aschach und Melk, welche in Steilstrecken gelegen sind, wurde für alle bisher errichteten Stauwerke und für das projektierte Kraftwerk Hainburg ein Freimodell im Maßstab 1:200 mit vierfacher Überhöhung errichtet. Die Ausdehnung eines derartigen Modells erreichte bis zu 200 m in der Länge, bei Breiten bis zu 50 m. Die gemeinsam untersuchten Staustufen Altenwörth und Greifenstein waren sogar über 350 m lang. Dargestellt wurde dabei jeweils der Stromschlauch und das gesamte vom Hochwasser 1954 überflutete Gebiet, mit allen seinen Einzelheiten, unter besonderer Berücksichtigung der für den Durchfluß interessanten Grabensysteme und Abflußhindernisse. Schon bei der Erfassung dieser riesigen Gebiete wurde darauf Bedacht genommen, daß später eine möglichst einfache Übertragung ins Modell gewährleistet war. Die Aufnahme der großteils von Auwald bedeckten Flächen erfolgte unter Verwendung von Instrumenten der Type Wild RDS in Form von Profilen im 100 m-Abstand, ausgehend von den Donauufnern. Jeweils alle 500 m wurde ein sogenanntes "Talprofil" bis über die Benetzungslinie des Katastrophenhochwassers 1954 gemessen. In gleicher Weise wurden alle Nebenflüsse, Gräben, Dämme und ähnliche Details erfaßt. Die Anfangs-, Knick- und Endpunkte all dieser Profile wurden koordinativ bestimmt, ebenso eine Reihe von Hochwassermarken, Pegeln und Grundwasserbeobachtungsbrunnen.

Erstmals bei der geplanten Staustufe Hainburg bedienten wir uns dazu der Photogrammetrie, wobei wir Wassergräben, schlecht einsehbare Geländekanten und Dammkronen durch terrestrische Aufnahmen ergänzen mußten, um den gestellten Genauigkeitsanforderungen zu entsprechen.

Als Unterlage für den Modellbau diente dann eine Stahlbetonplatte mit einer Neigung, die dem durchschnittlichen Gefälle der Donau im Maßstab  $1:\frac{200}{50}$  entspricht. Am Rand der Platte wurden Beobachtungspfeiler stabilisiert und durch eine präzise Kleinsttriangulierung mit einer Lagegenauigkeit von  $\pm 1 - 1,5$  mm bestimmt. Die Winkelbeobachtung erfolgte dabei zwangszentriert mit einem Wild T3 und speziellen Zieltafeln. Anfangs wurde eine 50 m Basis durch indirekte Messung mit Basislatten, unterteilt auf 25 m bestimmt, später wurden die längeren Seiten des Netzes mit Hilfe des Tellurometers MA 100 zusätzlich gemessen. Die Koordinaten der Pfeiler wurden im örtlichen System M 34<sup>0</sup> berechnet und in das System der jeweils zu errichtenden Staustufe im Maßstab 1:200 transformiert, was eine exakte Einpassung des künftigen Modells voraussetzt. Alle Pfeiler sind außerdem mit Höhenbolzen aus nichtrostendem Stahl versehen, die durch ein Präzisionsnivelement bestimmt und im Maßstab 1:50 auf den entsprechenden Kraftwerkshorizont umgerechnet wurden.

Von jeweils drei günstig gelegenen Pfeilern dieses Netzes aus, wurden alle oben erwähnten koordinativ erfaßten Detailpunkte durch Vorwärtsschnitte abgesteckt. Beim Modell des Kraftwerkes Wallsee-Mitterkirche, der ersten derartigen Anlage, handelte es sich dabei um etwa 2500 Punkte, beim Modell Altenwörth um ungefähr 4300 Punkte.

Die aufgenommenen Profile wurden auf Holzlatten genagelt, die Anfangs-, Knick- und Endpunkte gebohrt und in die abgesteckten Punkte eingehängt. Die höhenmäßige Ausrichtung der Lattenoberkanten erfolgte von den Höhenbolzen der Pfeiler aus, mittels automatischer Nivelliere und 50iger Maßstäben statt der Nivellierlatten.

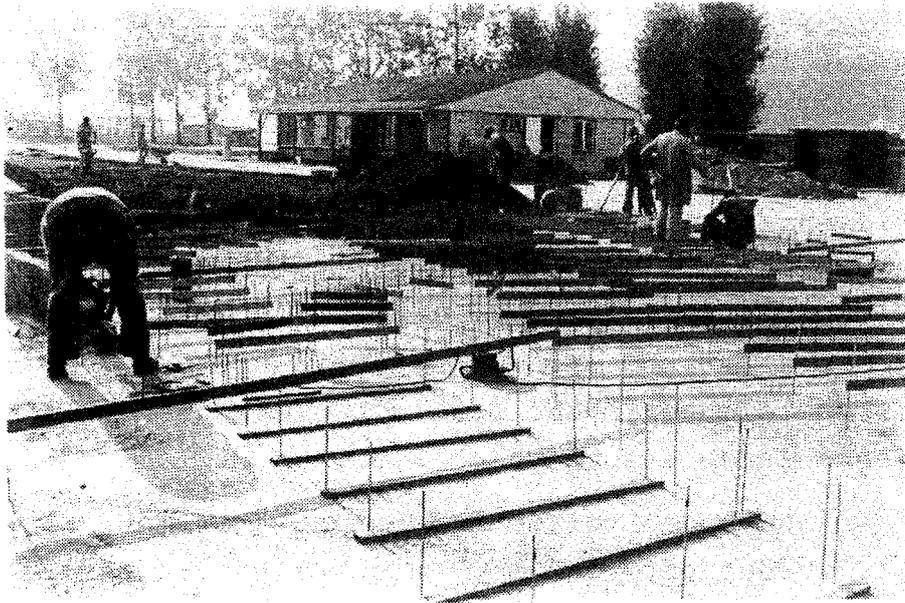


Bild 1: Einhängen der Profile und höhenmäßiges Ausrichten

Das solcherart hergestellte Gerippe des Modells wurde mit Schotter aufgefüllt, verdichtet und erst die oberen 5 cm wurden in Beton ausgeführt, wobei die im Maßstab 1:1000 erstellten Planunterlagen zusätzlich zu Hilfe genommen wurden.

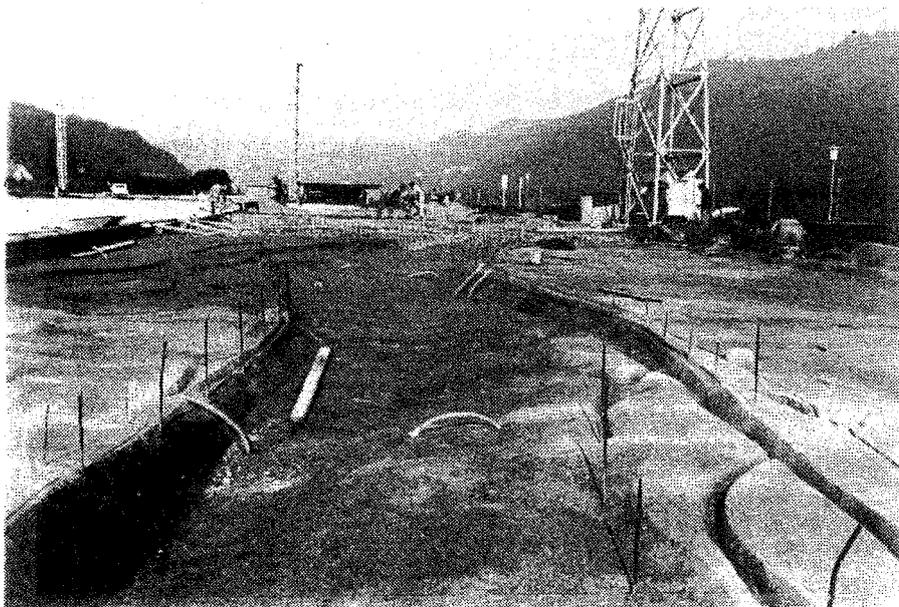


Bild 2: Rohmodell vor Anbringen der Details und Rauigkeit

Durch fortwährende Änderung der Rauigkeit wurde darauf der Urzustand des Modells eruiert, wir sprechen dabei von der Eichung der Anlage, und erst dann wurde das vorgesehene Projekt mit Kraftwerk und Rückstaudämmen koordinativ auf die Modelloberfläche übertragen und eingebaut.

Neben diesen eben beschriebenen Bauten wurden auch noch in gleicher Weise eine Reihe von großmaßstäblichen Modellen in den Maßstäben 1:100, 1:80 bis 1:40 errichtet, die zur Untersuchung der Kolk- und Strömungserscheinungen im unmittelbaren Kraftwerksbereich oder bei Absturzbauwerken und Einleitungen von Nebengerinnen erforderlich sind.

Da sich solche Modellversuche manchmal über mehrere Jahre erstrecken, wurden oft auch noch eine Reihe von Deformationsmessungen und Nachbeobachtungen notwendig.

Ein anderes großes Arbeitsgebiet unserer Abteilung, welches mit dem laufenden Ausbau der Donau immer mehr an Bedeutung gewonnen hat, liegt in der Durchführung von Stromsohlenaufnahmen.

In erster Linie dienen diese Aufnahmen der Erfüllung der behördlichen Vorschriften aus der wasserrechtlichen Bewilligung, wonach unsere Gesellschaft verpflichtet ist, durch Sohlgrund- und Wasserspiegelaufnahmen alle Veränderungen im Einflußbereich der Stauanlagen, alljährlich, nach Ablauf der Sommerhochwässer zu kontrollieren. Weiters schaffen wir damit Grundlagen für flußbautechnische Projekte, Erstellung von Baggerprogrammen und Beweissicherungsunterlagen, kontrollieren tiefbauliche Arbeiten unter Wasser, wie Eintiefungen, Legen von Sohlschwellen oder Dammschüttungen, untersuchen die Auswirkungen bestimmter flußbaulicher Maßnahmen und beobachten laufend die Kolkbildungen im Unterwasser unserer Kraftwerke.

Da ein Großteil dieser Arbeiten wiederholte Aufnahmen, ja Aufnahmeserien verlangt, bei denen neben den absoluten Werten der Messungen die Größen der Veränderungen von besonderer Bedeutung sind, haben wir dafür ein eigenes Verfahren ausgearbeitet. Ausgehend von der Überlegung, daß sich obige Forderungen am leichtesten erfüllen lassen, wenn es gelingt, die periodischen Auf-

nahmen eines Gebietes durch Messung immer der gleichen Punkte durchzuführen, kamen wir zur Einführung eines Meßpunkterasters. Im Meßpunkteraster ist die Lage jedes Meßpunktes durch seine Zuordnung zu einem Profil und innerhalb des Profils durch seine Stationierung eindeutig gegeben. Je nach den Anforderungen der geplanten Aufnahme wird der Profil- und Punktabstand weiter oder enger gewählt. Die Profilendpunkte werden in der Natur dauerhaft vermarktet, bzw. werden bereits koordinativ bekannte Punkte, wie z.B. die Hektometerplatzl, verwendet. Nun hat man lediglich dafür zu sorgen, daß die Messungen tatsächlich an den eingerechneten Punkten erfolgen. Dies erreichen wir bei der Mehrzahl unserer Aufnahmen durch Vorwärtsschneiden, wobei die eine Richtung durch das Profil vorgegeben ist, in welchem das Boot mit dem Echolot fährt, die zweite Richtung ist der Richtungswinkel von einem für eine Reihe von Profilen gewählten Standpunkt, zum jeweiligen Meßpunkt.

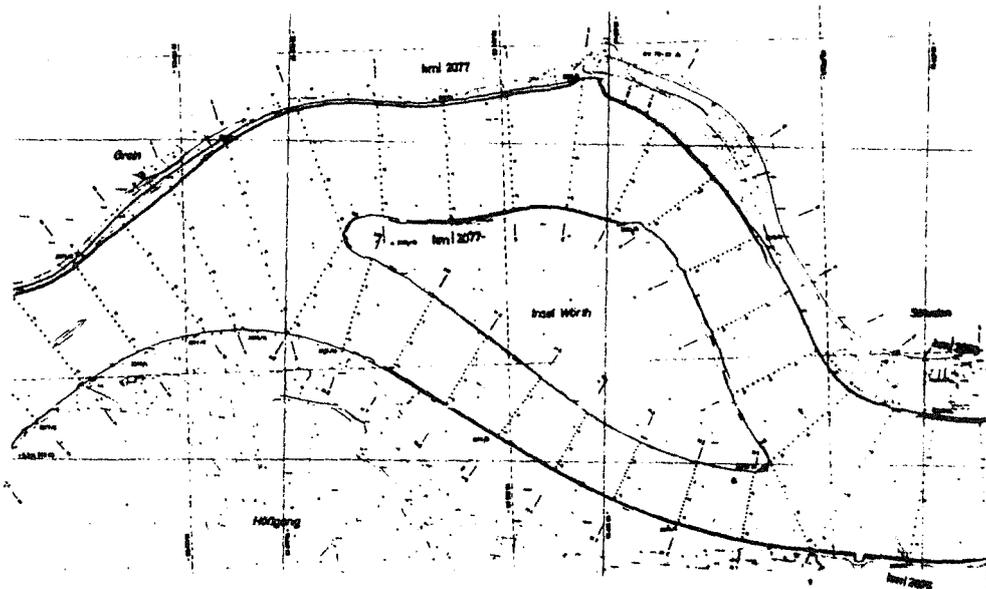


Bild 3: Lageskizze zur Stromgrundaufnahme im Bereich der Insel Würth

Für die jährlichen Stauraumüberwachungen wurde der Meßpunktraster so erstellt, daß jedes Hektometer-Querprofil 16 Punkte mit gleichen Abständen enthält. Bei einer durchschnittlichen Breite der Donau von 250 m ergibt dies einen Punktabstand von ca. 15 - 16 m. Eine Reihe von Versuchsmessungen zeigte, daß das, sowohl von der Instru-

mentenbetätigung her möglich, als auch für die charakteristische Wiedergabe des Stromprofils ausreichend ist. Den größeren Unstetigkeiten der Stromsohle in Engstellen (z.B.: Struden) entspricht dieses Verfahren durch die geringeren Punktabstände in solchen Bereichen.

Bei den Kolkaufnahmen haben wir diesen Punktabstand mit 7,5 m vorgegeben, womit jedoch die Grenze der Leistungsfähigkeit des Instrumentenbeobachters erreicht ist, da ja das Boot, um richtungsstabil zu bleiben, nicht unter eine gewissen Fahrgeschwindigkeit gehen darf.

Bei Überfahren der vorberechneten Meßpunkte durch das Boot erfolgt am Echogrammstreifen durch den Bedienungsmann eine Markierung, der exakte Zeitpunkt wird vom Instrumentenbeobachter per Funk übermittelt, wodurch das Echogramm zu einem Meßecho-gramm wird. Bei vollkommen gleichmäßiger Geschwindigkeit des Meßbootes würden wir sofort eine überhöhte, maßstäbliche Darstellung des gefahrenen Profils erhalten. In der Praxis verlangsamte sich jedoch die Fahrgeschwindigkeit in Ufernähe. Trotzdem schaffen wir damit eine derart anschauliche und aussagekräftige Profildarstellung, daß wir in vielen Fällen sogar auf eine weitere Auswertung verzichten können.

Erfolgt eine weitere Auswertung, wird der Echogrammstreifen mit Datum, Profilnummer, Punktnummer für jeden fünften Punkt und Aufnahmewasserspiegelhöhe versehen. Mit Hilfe eines Digitizers wird die Wassertiefe jedes aufgenommenen Punktes registriert, die Stationierung im Profil ist ja vorgegeben, und zur weiteren Verarbeitung der EDV-Anlage übermittelt. Diese liefert uns dann je nach Wunsch gezeichnete und geschriebene Profile, Vergleiche mit jeder beliebigen Voraufnahme, Massenbilanzen, Summenlinien und sogar Schichtenlinienpläne.

Bei fast 90 % unserer Aufgaben verwenden wir die Schnittmethode zur Ortung des Meßbootes innerhalb eines Profils, bei den restlichen Fällen bedienen wir uns meist der Abstandsmessung vom Profilanfangspunkt mittels elektrooptischer Distanzmesser oder mittels Meßkabels bei besonders genauen Uferaufnahmen.

Unsere Ausrüstung für diese Arbeiten besteht aus drei Meßbooten (2 - 4t mit Kabinenaufbau), zwei Echoloten der Typen ATLAS DESO 10 und DESO 20. Als Theodolit verwenden wir einen Zeiß RTa 4, wegen der hervorragenden Optik und zur elektrooptischen Entfernungsmessung bedienen wir uns der Geodimeter AGA 120 und AGA 122, da diese Geräte im Trackingverfahren eine kontinuierliche Distanzmessung garantieren. Zusätzlich sind wir mit leistungsstarken Funkgeräten der Type AUTOPHON ausgerüstet.

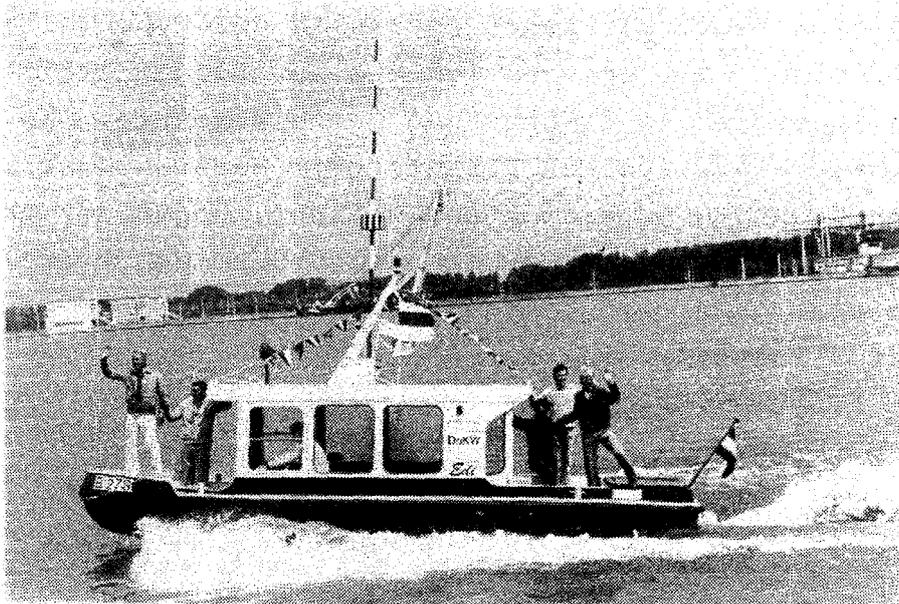


Bild 4: Vermessungsboot mit Mannschaft

Die mit unserer Ausrüstung und den beschriebenen Verfahren erreichbare Genauigkeit liegt je nach Wassertiefe und Sohlenbeschaffenheit (Steilufer ..... ) bei 5 - 15 cm pro Meßpunkt, wobei durch die große Anzahl von Meßpunkten innerhalb eines Aufnahmegebietes ein guter Ausgleich dieser Abweichungen erfolgt. Allerdings muß dabei peinlichst genau jeder systematische Fehler vermieden werden. Ein solcher Fehler von nur 5 cm, welcher bei Wassertiefen bis zu 20 m und mehr nur bei sehr sorgfältiger Arbeitsweise vermieden werden kann, würde bei der Aufnahme des Stauraumes Aschach einen Kubaturfehler von  $500.000 \text{ m}^3$  zur Folge haben, was der doppelten jährlichen Veränderung entsprechen würde.

Wie leistungsfähig dieses Verfahren geworden ist, möchte ich an Hand der im Jahr 1985 durchgeführten Echolotaufnahmen aufzeigen. In diesem Jahr haben wir einen 259 km langen Donauabschnitt aufgenommen und eine Reihe von weiteren Sonderaufnahmen in den Schleusenvorhöfen, bei den Turbinenein- und -ausläufen, für Baggerkontrollen und Kolkuntersuchungen vorgenommen, die einem zusätzlichen 175 km langen Donauabschnitt entsprechen würden.

Bereits im Jahr 1972 hat unsere Abteilung ein elektrooptisches Kurzstreckenmeßgerät hoher Präzision der Type Tellurometer MA 100 erworben, mit welchem ich bei der Lösung zahlreicher Aufgaben interessante Erfahrungen sammeln konnte. Das Gerät war in erster Linie für den Einsatz beim Hauptbauwerk zur Netzbeobachtung und Netzverdichtung gedacht. Wegen der hervorragenden Ergebnisse und auf Grund der engen Zusammenarbeit innerhalb der Stromversorgungsunternehmungen kamen aber bald eine Reihe weiterer interessanter Einsätze dazu.



Bild 5: Tellurometermessung für Grundlagennetz beim Kraftwerk Abwinden-Asten

So beobachtete ich damit das Grundlagennetz für das Kernkraftwerk Zwentendorf, überprüfte das Invardrahtpolygon im obersten Kontrollgang der Schlegeissperre, maß Hochspannungsmaste in rutschgefährdeten Gebieten des Felbertales und das Werksnetz des kalorischen Kraftwerkes Dürnrohr. Interessante Meßreihen durfte ich auch beim Kraftabstieg der Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz der TIWAG und bei der Druckrohrleitung des Malta-Kraftwerkes durchführen. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse hätten sicher eine eigene Veröffentlichung gerechtfertigt. Wegen der enorm raschen Entwicklung gerade auf dem Gebiet der elektronischen Entfernungsmessung wäre sie jedoch längst nicht mehr aktuell.



Bild 6: Deformationsmessungen für die Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz

In den vorangegangenen Ausführungen habe ich mich, wie eingangs angekündigt, auf meine ein wenig ausgefalleneren Arbeiten beim Kraftwerksunternehmen beschränkt. Abschließend möchte ich jetzt noch kurz auf eine Seite meiner Tätigkeit zu sprechen kommen, welche zwar nicht von der Aufgabenstellung her, dafür aber umso mehr durch Einsatzort, zu Verfügung stehender Ausrüstung und beigestellte Mitarbeiter erwähnenswert ist. Ich denke dabei an meine Auslandseinsätze im Rahmen unserer Consulting-Tätigkeit, die mich mehrmals nach Südostasien, nach Nord-Celebes und in die

zu Ägypten gehörende Oase Faiyum und die angrenzende Lybische Wüste geführt haben.

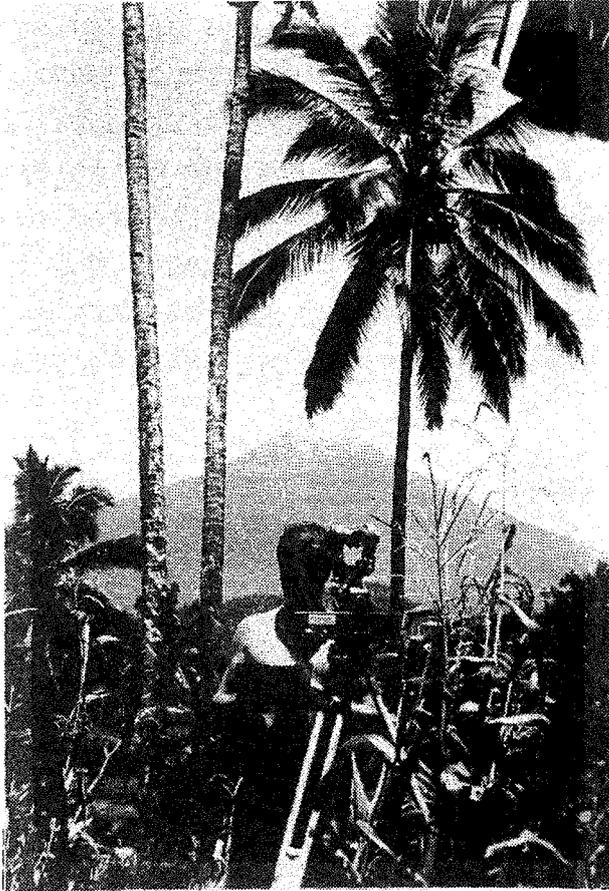


Bild 7: Der Schein trägt:  
38°C im Schatten und  
92% Luftfeuchtigkeit  
verlangen viel Kondi-  
tion.

In Nord-Celebes oder Sulawesi Utara, wie es jetzt heißt, mußten wir für eine Feasibility Study, betreffend eine Reihe von Kraftstufen mit Fallhöhen zwischen 90 m und 135 m, die geodätischen Unterlagen beschaffen. Ursprünglich war vorgesehen, nur die Ausschreibungsunterlagen zu erstellen, einheimische Vermessungskanzleien mit den Arbeiten zu betrauen und diese stichprobenartig zu überprüfen. Über die sich daraus ergebenden Schwierigkeiten durfte ich in einem Vortrag im Rahmen des Vereins für Vermessungswesen und Photogrammetrie schon vor vier Jahren berichten. Tatsache ist jedenfalls, daß sich die Unfähigkeit der einheimischen Büros herausstellte und ich während dreier Jahre in insgesamt fünf aufeinanderfolgenden Einsätzen von jeweils zwei bis sechs Wochen Dauer, angefangen von den Kontrollmessungen, über Schaffung der lage- und höhenmäßigen Grundlagen, bis hin zur Detailaufnahme

für Pläne im Maßstab 1:200 bis 1:5000 alle Arbeiten selbst, nur mit ungelernten einheimischen Helfern ausführen mußte. Lediglich beim fünften und letzten Einsatz, welcher der Erstellung der Detailpläne galt, weigerte ich mich, nochmals alleine anzureisen und wurde dann auch von Kollegen Dipl.Ing.Schönmayr von den Ennskraftwerken begleitet und bestens unterstützt. Nur wer im Urwald beiderseits des Tondano-Rivers,  $1\ 1/2^{\circ}$  nördlich des Äquators versucht hat, Aufnahmen für Schichtenlinienpläne der Maßstäbe 1:200 bis 1:5000 vorzunehmen, darf von sich behaupten, zu wissen, was Geländeklasse IIIc bedeuten kann!



Bild 8: Detailaufnahme im tropischen Urwald

Ganz unterschiedlich von den Umweltbedingungen her, jedoch eher noch beschwerlicher, was die psychischen und physischen Anforderungen betrifft, waren meine Arbeiten in Ägypten. Für eine Studie über Kleinwasserkraftanlagen in der Oase Faiyum und dem angrenzenden Wadi el Ruwayan waren neun Lage- und Höhenpläne der Maßstäbe 1:200, 1:500, 1:2500 und 1:5000 zu erstellen, dazu Wasserspiegelnivellements, Abflußmengenmessungen und maschinenbauliche Kontrollmessungen an bestehenden, jedoch stillgelegten Anlagen. Anders als in Celebes, wo ich meist auf das Instrumentarium der Einheimischen angewiesen war (Altgrad!), hatte ich

hier meine eigene Ausrüstung zur Verfügung, wobei ich mich auf ein automatisches Nivellier und einen Wild T 16 mit AGA 120 beschränkte, zusätzlich aber noch den "guten alten RDS" mitnahm. Bei meinem vorletzten Aufenthalt in Celebes hatte ich mir nämlich geschworen, nie mehr ohne diesen "Freund des Vermessers" derartige Aufgaben zu übernehmen.



Bild 9: Polygonisierung und Höhenübertragung in der Lybischen Wüste

Gemessene  $46^{\circ}$  C Lufttemperatur in der dort vollkommen vegetationslosen Wüste, welche mich zwang, die Instrumente mit meinem Hemd abzudecken, vor allem aber, da ich leider wieder die meiste Zeit allein war, die unvorstellbare Lethargie der einheimischen Helfer, machten diese Arbeiten ganz besonders beschwerlich. Und wenn man mich heute frägt, wo ich lieber wieder arbeiten würde, in den Tropen oder in der Wüste, so kommt die Antwort ohne Zögern: in den Tropen!

Abschließend darf ich mir vielleicht mit meiner nunmehr fast zwanzigjährigen und auch sehr vielseitigen Berufserfahrung erlauben festzustellen, daß wir an der TH Wien eine gute Ausbildung genossen haben. Eine Ausbildung, welche durch ihre Allgemeinheit

und den bewußten Verzicht auf eine allzu frühzeitige Spezialisierung, unsere Berufswahl nicht von vornherein in zu enge Bahnen gelenkt und uns befähigt hat, den verschiedensten fachlichen Anforderungen gerecht zu werden. Höchstens eine fehlende fachbezogene Fremdsprachenausbildung während der Studienzeit möchte ich als Mangel anführen.

Und noch einmal gilt mein Dank dafür allen meinen akademischen Lehrern, allen voran natürlich dem Jubilar, welchem diese Festschrift gewidmet ist, Herrn em.Prof.Dipl.Ing.Dr.techn.F.Hauer.



## TASCHENCOMPUTER UND DATENFLUSS

G. Wagensommerer

### 0. Einleitung

Die seit Jahren auf dem Markt befindlichen und in der geodätischen Praxis häufig verwendeten Taschencomputer HP41/HP71 sind durch ihre modulare Konzeption vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten zugänglich. In Kombination mit Speichermodulen oder Peripheriegeräten werden die Rechner zum Kernstück eines tragbaren, batteriebetriebenen Rechnersystems. Das Anwendungsspektrum reicht infolge der freien Programmierbarkeit beider Rechner von alltäglichen geodätischen Routineaufgaben, wie Polygonzugsmessungen, Katastervermessungen Baustellenvermessungen, Lage- und Höhenaufnahmen und Absteckungsaufgaben bis hin zu diversen Spezialaufgaben, wie Astronomische Messungen, Industrievermessungen, Deformationsmessungen, Wurfweitenmessungen etc..

### 1. Hardwarekomponenten

#### 1.1.1 Der Rechner HP41

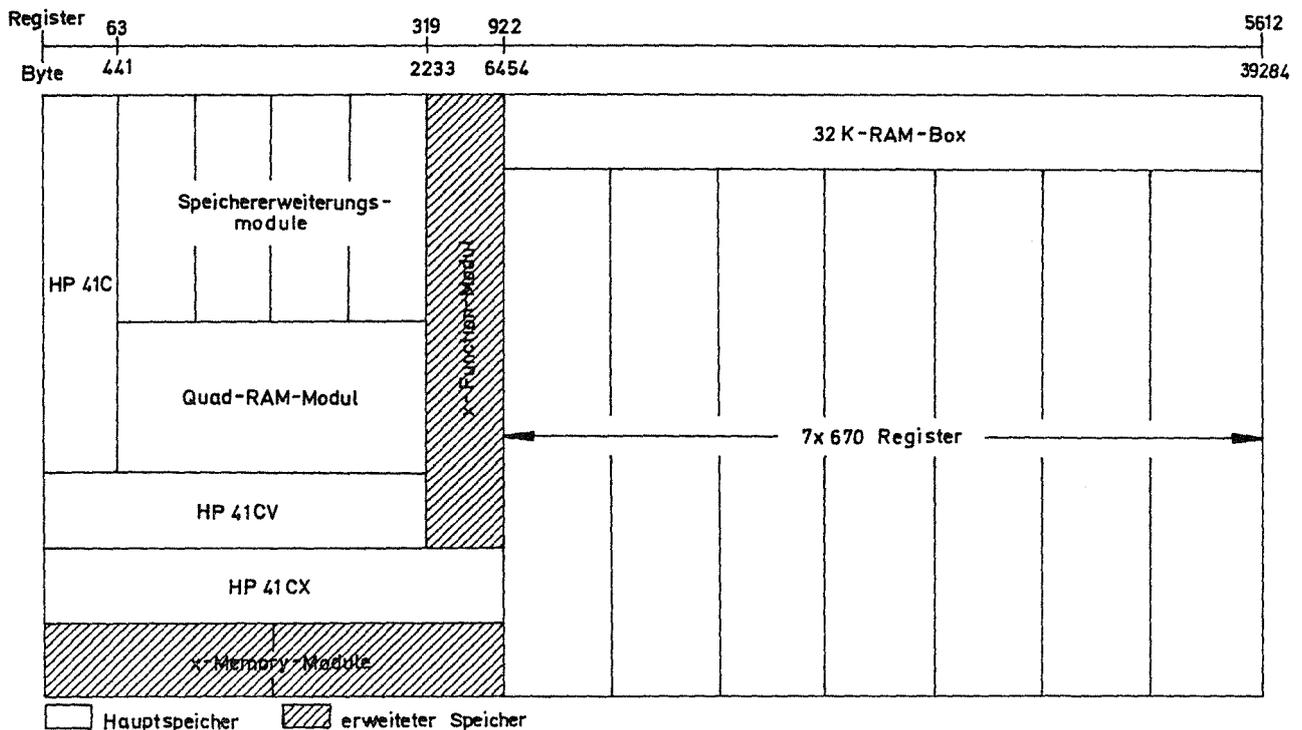


Abb.1

Der HP41C hat in der Grundausstattung eine Speicherkapazität von 63 Datenregistern oder 441 Byte. Der HP41CV hat die fünffache Speicherkapazität. Durch die Verwendung von Speichererweiterungsmodulen ist das Modell 41C auf die Kapazität des 41CV erweiterbar.

Dieser Speicherbereich kann variabel in Daten- und Programmspeicher aufgeteilt und somit der aktuellen Aufgabenstellung angepaßt werden.

Für beide Modelle steht das X-Function-Modul mit weiteren Funktionen für programmgesteuerte Speicherplatzzuteilung und Speicherverwaltungsbefehlen zur Verfügung. Gleichzeitig wird die Speicherkapazität um 127 Datenregister oder 889 Byte erhöht. Das Modell HP41CX hat auch dieses Modul bereits fest eingebaut. Eine weitere Erhöhung der Speicherkapazität um 476 Register oder 3332 Byte bringt die Verwendung von zwei X-Memory-Modulen. Mit diesen Modulen wird nicht der Permanentspeicher des Rechners selber erweitert, vielmehr handelt es sich um externe Halbleiterspeicher, die einen schnellen Programm- und Datenaustausch mit dem Permanentspeicher des HP41 erlauben. Der Permanentspeicher dieser Module wird durch die Verwendung von C-MOS Schaltkreisen aufrecht erhalten.

Die bislang letzte Möglichkeit, die Speicherkapazität um ein vielfaches zu erhöhen, ist die im Gehäuse eines Magetkartenlesers eingebaute 32KByte-RAMBOX. Dieser Speicherbereich ist in acht 4KByte Blöcke unterteilt, wobei ein Block für das Betriebssystem reserviert ist. Verbleiben also 7 x 4KByte oder 7 x 670 Register zur Verspeicherung von Programmen und/oder Daten. Eine eingebaute Lithiumbatterie versorgt die RAMBOX auch im abgesteckten Zustand mit Strom, sodaß die Speicherungen erhalten bleiben.

Abb.1 zeigt ein Diagramm der verschiedenen möglichen Speicherkonfigurationen für den HP41.

### 1.1.2 Der Rechner HP71B

Der BASIC-programmierbare Rechner, welcher in der Grundausstattung einen Arbeitsspeicher von 17.5KByte zur Verfügung stellt, ist durch 4 x 4KByte-Speichererweiterungsmodulen auf 33.5Kbyte erweiterbar. Die Verwendung einer RAMBOX mit 16 oder 32 oder 64 oder 96Kbyte vergrößert den Arbeitsspeicher auf maximal 128KByte. Der Permanentspeicher sichert, daß Daten und Programme jederzeit abrufbereit sind.

## 1.2 Peripheriegeräte

Das HP-IL (Hewlett Packard Interface Loop) Interface ist das erste seiner Art für portable Rechnersysteme und ermöglicht den Anschluß von Peripheriegeräten, wie z.B. Massenspeicher, Drucker, Plotter.

Das Interface verwendet ein zweiadriges Kabel in einer geschlossenen Schleife, das bis zu 30 Geräte in Serie miteinander verbindet. Kommandos und Daten werden innerhalb der Schleife, u.zw. stets in einer Richtung, mit Geschwindigkeiten bis zu 5KBytes/sec. übertragen. Kommandos vom Controller werden von jedem Gerät empfangen und weitergegeben, jedoch nur von demjenigen ausgeführt, das der Controller adressiert hat. Da die Daten die gesamte Schleife durchlaufen und somit zum Rechner zurückkehren, ist eine einfache Möglichkeit der Fehlerprüfung gegeben.

#### 1.2.1 Kassettenstation

Das digitale Kassettenlaufwerk ist ein On-Line-Massenspeicher für 131KByte auf einer Minikassette. Ein schneller, bidirektionaler Zugriff ermöglicht es dem Laufwerk mit einer Geschwindigkeit von 22,5 cm/sec. zu lesen und mit mehr als 75 cm/sec. zu suchen. Das Gerät kann sowohl am Netz als auch mit einer eingebauten Batterie betrieben werden.

#### 1.2.2 Diskettenstation

Die ebenfalls batteriebetriebene Diskettenstation verwendet 3 1/2 Zoll Disketten, auf denen max. 788.000 Zeichen gespeichert werden können. Die Verwendung in Verbindung mit den Rechnern HP41/HP71 bringt eine kleine Einbuße an Speicherkapazität (max. 630KByte, formatiert). Eine zu 100% geladene Batterie bietet eine übliche Einsatzdauer von 8 Stunden, eine Bereitschaftszeit von 20 Stunden, oder Lese- und Schreiboperationen ohne Unterbrechung von einer Dauer von 40 Minuten.

Durch die Felddauglichkeit (weil netzunabhängig) der Massenspeicher und der damit gebotenen Möglichkeit die im Rechner befindlichen Daten jederzeit zu überspielen und zu sichern, ist der Anwendung in puncto Speicherkapazität keine Grenze gesetzt.

Die Massenspeicher dienen aber nicht nur zum Speichern und Sichern vermessungstechnischer Informationen, sondern auch zum Laden verschiedener Programme, wodurch eine hohe Flexibilität in der Anwendung erreicht wird.

#### 1.2.3 Drucker

Der Anschluß von batteriebetriebenen Druckern, neuerdings auch für das Format DIN A4, ermöglicht die Mitführung von Aufnahme- bzw. Berechnungsprotokollen.

### 1.2.4 Interface IF2000

Ein speziell für die Verwendung der Rechner HP41/HP71 mit den WILD-Informatiktheodoliten T1000/T2000 entwickeltes Interface ermöglicht einen netzunabhängigen ON-Line Anschluß mit voller Steuerbarkeit der Theodolite vom Computer. Untenstehende schematische Abbildung zeigt die Zusammenstellung der Hardwarekomponenten:

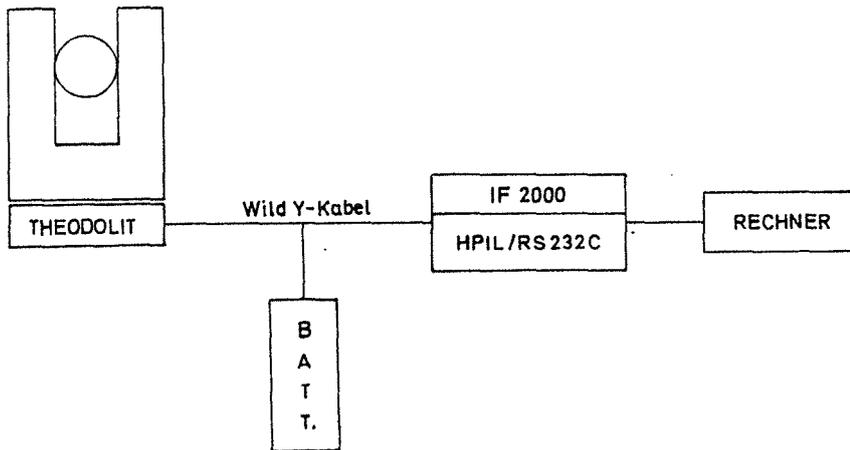


Abb.2

Nachstehende Abbildung 3 zeigt eine Auswahl der zur Zeit zur Verfügung stehenden Systemkomponenten, welche in Verbindung mit geodätischen Anwendungsfällen von Interesse sein könnten.

Die Möglichkeiten reichen von direkt anschließbaren Modulen über HP-IL kopatible Geräte bis hin zu diversen Schnittstellenwandlern, welche die Verbindung zu Geräten wie z.B. Drucker, Plotter, Microcomputer auch anderer Hardwareproduzenten ermöglichen.

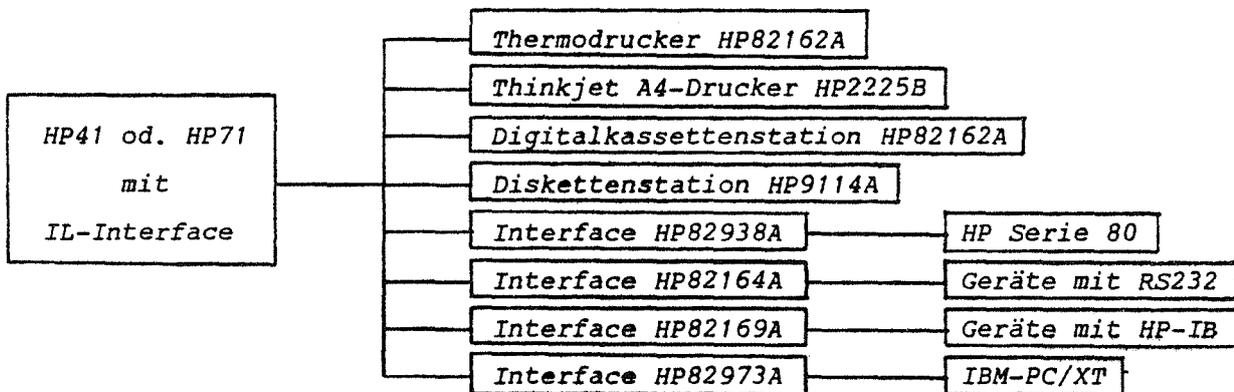


Abb.3

## 2. Software

Der modulare Aufbau der Hardwarekomponenten erlaubt die Verwendung der Rechner sowohl als Datenerfassungsgerät als auch als Steuergerät für die automatische Weiterverarbeitung der verspeicherten Daten bis hin zur Kartierung mittels Plotter. Diverse Schnittstellenwandler ermöglichen ferner einen Datentransfer mit anderen Rechenanlagen.

Mit dem schon eingangs erwähnten Anwendungsspektrum ergibt sich eine Vielzahl von notwendigen Programmen. Eine Gliederung der Software, welche der bisher gewohnten Arbeitsweise des Geodäten weitgehend folgt, soll die Anwendung erleichtern.

### 2.1 Berechnungsprogramme

Die Speicherkapazität der Rechner reicht völlig aus, sämtliche geodätische Standardaufgaben im Computer zu verspeichern und einen Datenfile zur Abspeicherung von Koordinaten vorzusehen. Die bisher üblichen Softwarepakete bedürfen aufgrund der Möglichkeiten des direkten Anschlusses eines elektronischen Theodoliten gewisser Modifizierungen bzw. Erweiterungen.

Jene Programme, welche bisher die Eingabe von Meßdaten vorsahen (wie z.B. Orientierung, Polarpunktsberechnung, Rückwärtsschnitt, Freie Stationierung etc.), sind dahingehend zu modifizieren, daß die Meßdaten direkt übernommen werden und in die Berechnung eingehen.

Zusätzlich sollten die übertragenen Daten in einem Meßdatenfile abgespeichert werden, um eine Dokumentation bzw. spätere Kontrollen zu ermöglichen. Eine Speicheraufteilung für den HP41 könnte wie folgt aussehen:

RECHNER 320 Register	32 K - RAM - Box 4690 Register						Extended Memory 362 Register
Systemprogramme Unterprogramme	Rechenprogramme "Geodäsie"	Programme "Datenerfassung"	Datei zur Datenerfassung 4 670 Reg. = 2680 Reg. = = 670 Meßblöcke (Polarpunkte)			Datei für Lage- Koord. (2*330) = 660 Reg.	Datei für max. 330 Punktnummern (max. 64 - Zeichen)
270 Register							
Rechenregister							
50 Register							

Abb. 4

Das im Rechner befindliche Systemprogramm beinhaltet die Funktionen zur Koordinatenverwaltung und in den Anwenderprogrammen häufig gebrauchte Unterprogramme. Dieses Programm kann maximal 270 Register umfassen, wenn der verbleibende Teil des "Hauptspeichers" 50 Rechenregister zur Verfügung stellen soll, die zur Zwischenspeicherung von Koordinaten, Meßwerten, Zwischenergebnissen und als workfile Verwendung finden.

Der als EXTENDED MEMORY bezeichnete Speicherbereich soll zur Abstellung von Punktnummern herangezogen werden, wobei eine Punktbezeichnung ein Register belegen soll und somit maximal 6 Alphazeichen beinhalten kann. Die zugehörigen Lagekoordinaten finden in einem 4K-Block der RAM-Box Platz. Stellt man weiters 2 x 4K der RAM-Box für diverse Anwenderprogramme zur Verfügung bleiben 4 x 4K zur Verspeicherung von Meßdaten.

Da ein Datenregister maximal 10 Ziffern oder 6 Alphazeichen beinhalten kann, erfolgt eine Umformung der Daten wie in Abb.5 gezeigt. Diese Form der Verspeicherung der Meßdaten führt zwangsläufig zu folgenden Vorgaben, die aber für die praktische Anwendung keine Einschränkung bedeuten:

1. Punktnummer maximal 6 Zeichen
2. Entfernungen kleiner 1 km

R1	PPPPPP	Punktnummer
R2	RRR rrrr. EEE	Richtung/Entfernung (Vorkomma)
R3	ZZZ zzzz. eee	Zenidistanz/Entfernung (Nachkomma)
R4	ZH.C	Zielhöhe Code

Abb.5

Erfolgt die Verspeicherung auf die gezeigte Art und Weise, finden in 16K maximal 670 solcher Meßblöcke Platz. Durch die Möglichkeit der Datenübertragung auf Massenspeichermedium sind der Anwendung in bezug auf Datenmengen überhaupt keine Grenzen gesetzt. Entsprechende Funktionen des Datentransfers, des Ausdruckes der Meßdaten, der Korrektur der Meßdaten sind Bestandteil der Anwenderprogramme.

Weitere bei der Feldarbeit nützliche Programme, wie z.B. Flächenberechnung aus Polarkoordinaten oder Absteckung/Näherung, wobei die Meßdaten des in die Natur übertragenen Punktes nach erfolgter Vermarkung ebenfalls zu verspeichern sind, ergänzen dieses Programmpaket. So kann nach Abschluß der Absteckungsarbeiten durch ein entsprechendes Programm, die automatische Auswertung der verspeicherten Werte einen Vergleich mit den gegebenen Koordinaten und somit eine Dokumentation der Absteckung erfolgen.

## 2.2 Speicherprogramme

Obwohl schon vorhin, wie beschrieben, eine Verspeicherung von Meßdaten erfolgt und bei der Programmierung dieselben Unterprogramme herangezogen werden, ist die Verwendung der Rechner als reines Datenerfassungsgerät gesondert zu betrachten. Im Falle des HP41 bringt das eine Erhöhung der Speicherkapazität auf über 1000 Meßblöcke. Im Abb.6 gezeigten Flußdiagramm sind die für so ein Programm vorzusehenden Funktionen zu entnehmen. Eine entsprechend gestaltete Tastenschablone erleichtert die Anwendung ganz wesentlich. Die zentrale Schaltstelle in diesem Programm ist die Eingabe der Zielpunktnummer. Von hier aus wird durch Tastendruck in die einzelnen Funktionen verzweigt, und das Programm setzt wieder da fort. Nach Eingabe einer Punktbezeichnung erfolgt der weitere Ablauf vollautomatisch. Der Theodolit wird eingeschaltet, die Messung ausgelöst, die Meßdaten werden übertragen und entsprechend verspeichert, der Theodolit wird ausgeschaltet und das Programm setzt bei der Eingabe der nächsten Punktbezeichnung fort.

Wie schon öfters angemerkt, ist durch die Möglichkeit der Datensicherung auf Massenspeichermedium der Speicherkapazität, auch bei mehrtägiger Abwesenheit eines Meßtrupps vom Büro, keine Grenzen gesetzt.

Durch die Möglichkeit der Vergabe eines Punktcodes kann sowohl eine Steuerung der automatischen Berechnung (Orientierungsmessung, Punkt mit oder ohne Höhe etc.) als auch eine Punktkennung (Grenzstein, Zaunecke, Hausecke etc.) erfolgen.

Selbstverständlich erfolgt die Verspeicherung der Meßdaten nach Standpunkten getrennt. Ein Unterschied der in Betracht gezogenen Rechner ergibt sich lediglich in der Speicherkapazität sowie in der Rechengeschwindigkeit. So dauert die Aufnahme und Verspeicherung eines Punktes im Falle der HP41 15 Sekunden und im Falle des HP71 10 Sekunden.

## 2.3 Auswerteprogramme

Bevor mit einem entsprechenden Programm eine vollautomatische Auswertung der in elektronisch lesbarer Form vorliegenden Daten erfolgen kann, sind verschiedene Kontroll- bzw. Korrekturmöglichkeiten vorzusehen. Eine "vorläufige" Berechnung muß erkennen lassen, ob die angesprochenen Festpunkte verspeichert sind, ob die definierten Orientierungen der

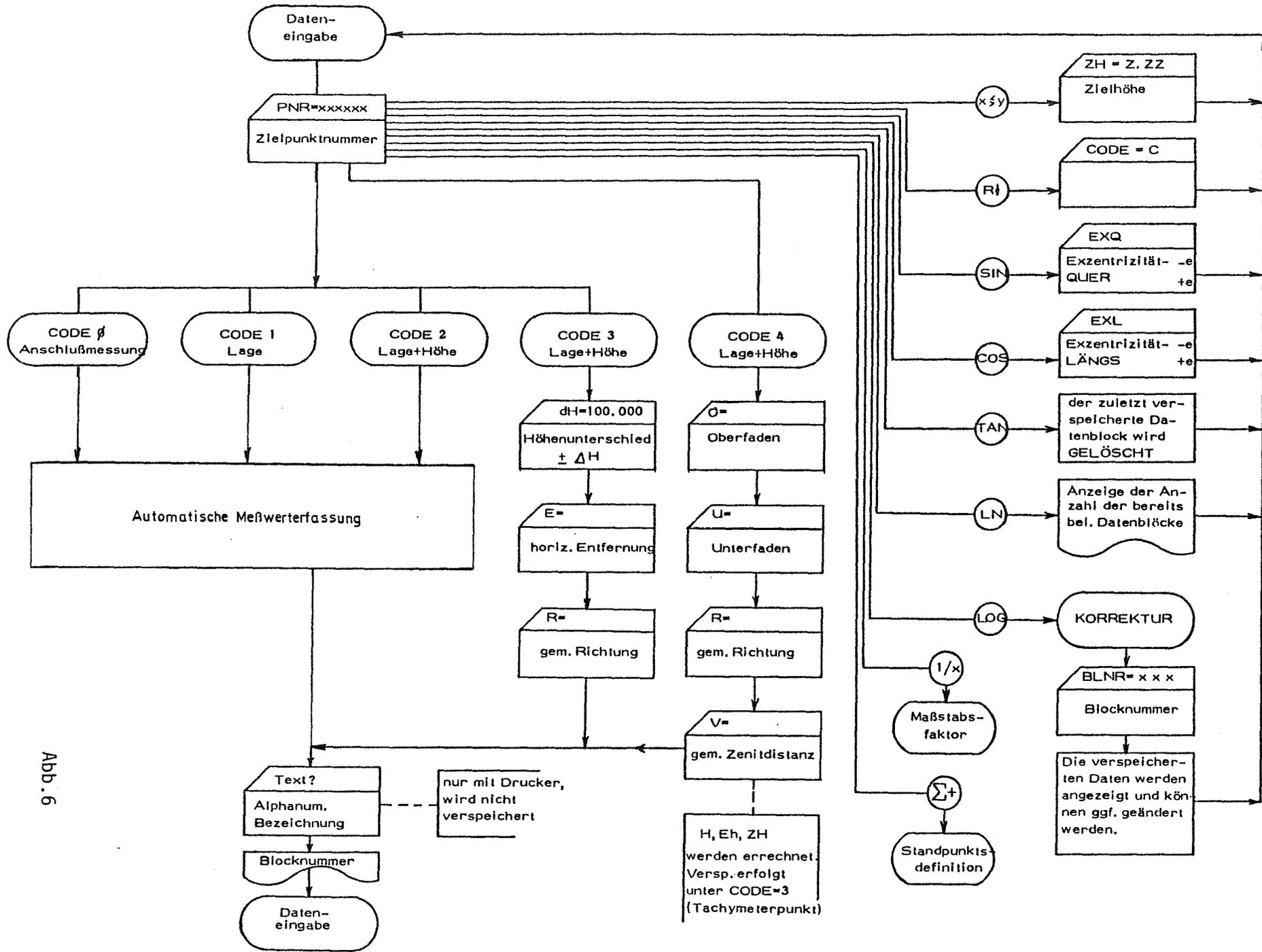


Abb. 6

gestellten Genauigkeitsanforderung entsprechen. Erst nach Abklärung und entsprechender Korrektur etwaig auftretender Differenzen kann eine vollautomatische Auswertung erfolgen. Ein entsprechend übersichtlich anzulegendes Berechnungsprotokoll hat die leichte Kontrolle für Doppelpunkte oder idente Punkte zu ermöglichen.

#### 2.4 Programme für einen Datentransfer

Obwohl die beschriebenen Rechnersysteme geeignet sind, die im geodätischen Bereich anfallenden Aufgaben selbständig zu lösen, eröffnet der Datentransfer mit anderen Computersystemen zusätzliche Möglichkeiten. Der Bogen einer diesbezüglichen Software reicht von der Übertragung von Meßdaten bis zur "Rückübertragung" von Koordinatenwerten für rechnerunterstützte Absteckungsarbeiten.

Optimal wäre zweifelsohne ein kompatibler Datenträger (z.B. Diskette), dessen Daten von verschiedenen Rechnersystemen gelesen werden könnten.

#### 3. Schluß

Der Einsatz der beschriebenen Rechnersysteme bringt nicht nur eine Erleichterung und Beschleunigung der Feldarbeit dadurch, daß die Führung eines Meßprotokolls entfällt, sondern auch eine Verbesserung der Qualität und Zuverlässigkeit gespeicherter Informationen durch mögliche Berechnungen und daraus sich ergebende Kontrollen schon bei der Feldarbeit. Durch die freie Programmierbarkeit der Rechner und der Möglichkeit des Ladens diverser Programme auch im Felde ist das System jeder denkbaren geodätischen Aufgabe optimal anzupassen.



## FEHLERTHEORETISCHE BETRACHTUNGEN ZUM PROBLEM DES ALLGEMEINEN RÜCKWÄRTSSCHNITTS

Thomas Wunderlich

*Widmung: In seiner Vorlesung "Ingenieurgeodäsie" hat der Jubilar, em.o.Univ.Prof.Dr.Friedrich Hauer, seine zahlreichen wertvollen Erfahrungen aus der Praxis von Tunneltriangulierungen an seine Hörer weitergegeben. Ein solcher Hinweis, betreffend die Problematik wetterscheidender Bergkämme für die Winkelbeobachtung, ist Ausgangspunkt für die vorliegende Arbeit, die meinem geschätzten Lehrer mit den besten Wünschen gewidmet sei.*

### 1. Einleitung

Bei der Schaffung eines reinen Triangulierungsnetzes zu nicht ingenieurgeodätischen Zwecken wird man im allgemeinen bei der Standpunktauswahl nach folgenden, in drei Gruppen gegliederten Kriterien, vorgehen können:

- a) geometrische Kriterien (zur Konfigurationsoptimierung)
  - gleichmäßige Verteilung der Visuren über den gesamten, möglichst durchgehend freien Horizont, so daß sich saubere Schnitte für die Berechnung ergeben
  - harmonisches Einfügen der Richtungsspinne in einen Netzverband annähernd gleichseitiger Dreiecke
- b) physikalische Kriterien (wegen Topographie, Zustand der Atmosphäre, Instrumentenfehlern)
  - Vermeidung von Hanglagen (Lotabweichungseinfluß)
  - ausreichende Abstände der Visuren von Gelände und Baulichkeiten (Refraktion)
  - keine großen Differenzen in den Zielweiten (Fokussierfehler)
- c) ökonomische Kriterien (zur Aufwandsbeschränkung)
  - leichte Erreichbarkeit (Zufahrt)
  - einfache und beständige Möglichkeit der Vermarkung
  - hohe Wahrscheinlichkeit homogener Wetterverhältnisse für den ganzen Horizont.

Während man nun bei nicht bauprojektsbezogenen Triangulierungen die Gesamtheit dieser Kriterien (wohl meist deterministisch) optimieren kann und zur Erfüllung der Zielfunktion genügend räumlicher Spielraum vorhanden sein wird, ist man bei Tunneltriangulierungen immer auf die lokale Umgebung der geplanten Tunnel-

achse festgelegt und muß oft schwere Abstriche an den theoretischen Optimierungsparametern in Kauf nehmen. Für Tunnels, die große topographische Erhebungen unterqueren, werden die Forderungen aller drei angeführten Gruppen kaum erfüllbar sein. Die Genauigkeitseinbußen durch Aufgabe verschiedener geometrischer und physikalischer Kriterien werden jedoch durch gezielte Hinzunahme anderer Meßelemente (vor allem Distanzen) und Erhöhung der Wiederholungszahlen wieder wettzumachen sein. Nicht so verhält es sich mit der Verletzung ökonomischer Kriterien; sie verursachen immer höheren Aufwand und damit höhere Kosten, was den projektbetrauten Geodäten besonders trifft. Überaus unangenehm sind schwer erreichbare Netzpunkte, die noch dazu auf bekannten Wetterscheiden liegen, aber für das Tunnelnetz unentbehrlich sind. Ein geradezu klassisches Beispiel dafür stellten die Punkte auf dem Ofenauer Kamm (Paß Lueg) dar, die im Zuge der Triangulierung für die Salzachtaltunnels (Tauernautobahn) gemessen werden mußten (Hauer, 1975). Der Ofenauer Kamm wirkt fast permanent als Wetterscheide: scheint im Norden die Sonne, liegt im Süden hartnäckiger Bodennebel - kommen nebefreie Tage, entwickeln sich Föhnstürme, die eine Beobachtung praktisch unmöglich machen. Eine Wettereinplanung war damals wegen der langen Anstiegszeiten (5 Stunden), eine Nächtigung am Berg wegen der tiefen Temperaturen nicht durchführbar. In solchen Fällen bleiben eigentlich nur zwei, in jedem Falle kostenintensive, Möglichkeiten: Abwarten einer langanhaltenden günstigen Wetterlage oder mehrmaliger Aufstieg und getrennte Messung der Winkel je nach Sicht.

Letzterer Fall führt, wenn wir den Problempunkt aus dem Netzwerk herausnehmen und seine Koordinatenbestimmung gesondert betrachten, zur Aufgabe des "Allgemeinen Rückwärtsschnitts".

## 2. Allgemeiner Rückwärtsschnitt

Zur Bestimmung des Neupunkts N wurden zu zwei verschiedenen Zeitpunkten  $T'$  und  $T''$  die Winkel  $\alpha'$  und  $\alpha''$  zu den Festpunkten  $F_1', F_2'$  und  $F_1'', F_2''$  gemessen (s. Abb. 1). Der Neupunkt liegt im Schnitt der beiden Peripheriekreise  $k'$  und  $k''$ , wobei es im allgemeinen zwei Lösungen geben wird, deren zutreffende man aus der Anschauung erkennt. Die Formeln zur Koordinatenrechnung lassen sich unschwer ableiten, sollen hier aber nicht von Interesse sein.

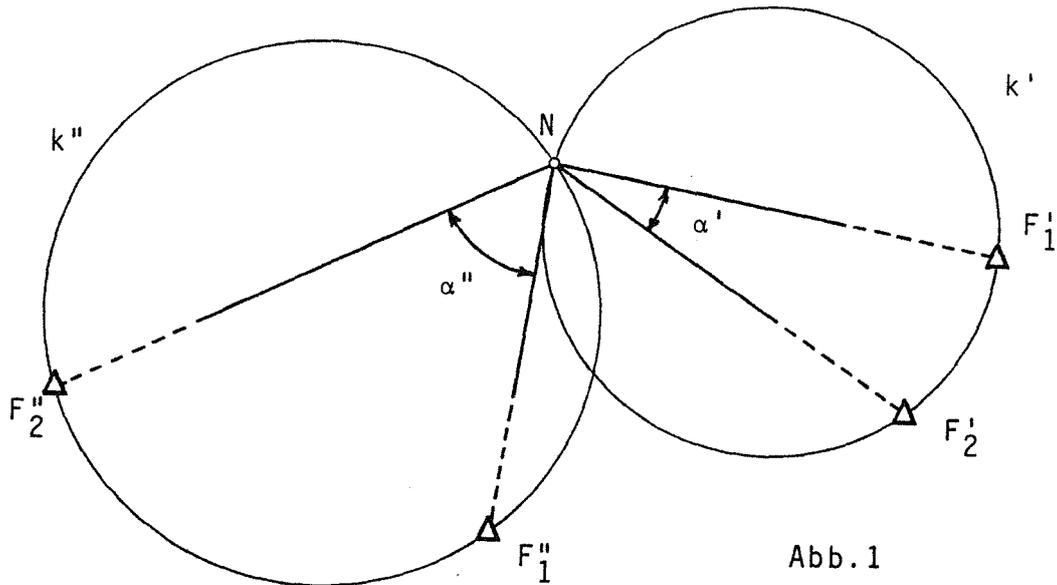


Abb.1

3. Fehlertheoretische Betrachtungen

Lassen wir an den Meßgrößen  $\alpha$  kleine Fehler  $d\alpha$  zu, so wirken sich diese jeweils in einer Verschiebung  $dn$  der Tangente an den Peripheriekreis  $(\alpha, \overline{F_1 F_2})$  am Ort  $N$  aus. Die Wirkungsrichtung  $v$  ist durch die Verbindung von  $N$  mit dem Mittelpunkt  $M$  gegeben. Differentiell betrachtet, liegen also alle Punkte mit  $\alpha \pm d\alpha$  auf zwei Parallelen zu der Tangente im Abstand  $dn$  (s. Abb.2).

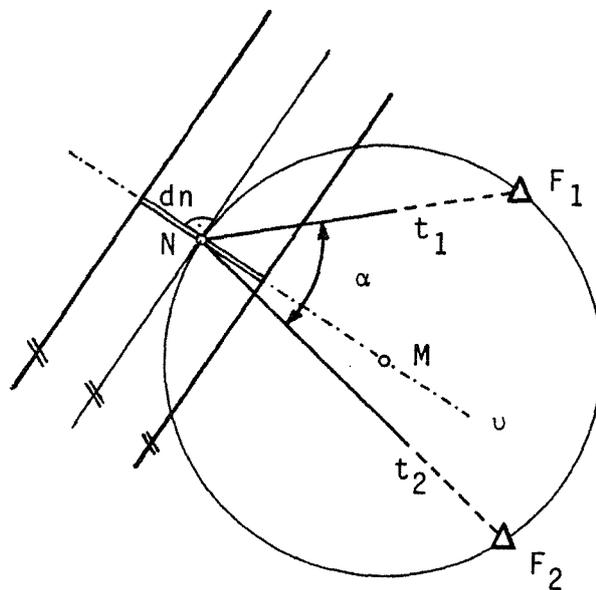


Abb.2

Unter Verwendung des Kalküls und der Nomenklatur aus (Brandstätter, 1985) findet man für die beiden Winkelrelationen der Winkel  $\alpha' = t_2' - t_1'$  und  $\alpha'' = t_2'' - t_1''$  :

$$\begin{aligned} dn' &= \cos v' dx + \sin v' dy \\ dn'' &= \cos v'' dx + \sin v'' dy \end{aligned} \tag{1}$$

mit

$$\begin{aligned} dn' &= \frac{s_1' s_2'}{s_{12}'} d\alpha' & \tan v' &= \frac{s_1' \cos t_2' - s_2' \cos t_1'}{-s_1' \sin t_2' + s_2' \sin t_1'} \\ dn'' &= \frac{s_1'' s_2''}{s_{12}''} d\alpha'' & \tan v'' &= \frac{s_1'' \cos t_2'' - s_2'' \cos t_1''}{-s_1'' \sin t_2'' + s_2'' \sin t_1''} \end{aligned}$$

Die Funktionaldeterminante des Gleichungssystems (1)

$$D = \sin(v'' - v') = \sin \gamma \quad (2)$$

wird allgemein als "Schnittgüte" bezeichnet. Wo sie verschwindet befindet man sich am "gefährlichen Ort" und eine Punktbestimmung ist unmöglich. Nimmt D einen Maximalwert an, ist ein Teiloptimum für den Punktlagefehler erreicht.

Die Dispersionsmatrix  $S_N$  des Neupunkts ergibt sich aus der Koeffizientenmatrix  $A$  und der Dispersionsmatrix der Beobachtungen  $S_0$

$$A = \begin{pmatrix} \cos v' & \sin v' \\ \cos v'' & \sin v'' \end{pmatrix} \quad S_0 = \begin{pmatrix} \sigma'^2 & \vartheta \\ \vartheta & \sigma''^2 \end{pmatrix} \quad \sigma = \frac{s_1 s_2}{s_{12}} \sigma_\alpha$$

für den Fall unabhängiger Messungen und fehlerfreier Festpunkte nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz allgemein zu

$$S_N = A^{-1} S_0 A^{-1T}$$

und für die vorliegende Aufgabe zu

$$\begin{aligned} S_N &= \begin{pmatrix} \sigma_x^2 & \sigma_{xy} \\ \sigma_{xy} & \sigma_y^2 \end{pmatrix} = \\ &= \frac{1}{\sin^2 \gamma} \begin{pmatrix} \sin^2 v'' \sigma'^2 + \sin^2 v' \sigma''^2 & -\frac{\sin 2v''}{2} \sigma'^2 - \frac{\sin 2v'}{2} \sigma''^2 \\ -\frac{\sin 2v''}{2} \sigma'^2 - \frac{\sin 2v'}{2} \sigma''^2 & \cos^2 v'' \sigma'^2 + \cos^2 v' \sigma''^2 \end{pmatrix} \quad (3) \end{aligned}$$

In (3) liegen jene Varianzen und Kovarianzen vor, die zur Aufstellung verschiedener zu minimierender Zielfunktionen bei der Suche nach optimaler Schnittkonfiguration benötigt werden.

### 3.1 Optimale Schnittkonfiguration

Eine in der geodätischen Praxis besonders wünschenswerte Ziel-  
funktion ist die Forderung nach "lokaler Isotropie", also nach  
einer kreisförmigen Dispersionsfigur.

$$\sigma_x^2 - \sigma_y^2 = \sigma_{xy} = \theta \quad (4)$$

Die Erfüllung der Bedingung (4) setzt die Gleichheit der Varian-  
zen  $\sigma'$  und  $\sigma''$

$$\frac{s_1' s_2'}{s_{12}'} \sigma_{\alpha'} = \frac{s_1'' s_2''}{s_{12}''} \sigma_{\alpha''} \quad (5)$$

voraus und führt zum bekannten rechtwinkligen Schnitt ( $\gamma = \pi/2$ )  
der beiden bestimmenden geometrischen Örter  $k'$  und  $k''$  ( $u'' = u' \pm \pi/2$ ),  
der durch die Identität

$$-\cot u'' = \tan u' \quad (6)$$

erreicht wird. Gleichung (6) lautet explizit:

$$\frac{s_1'' \sin t_2'' - s_2'' \sin t_1''}{s_1'' \cos t_2'' - s_2'' \cos t_1''} = \frac{s_1' \cos t_2' - s_2' \cos t_1'}{-s_1' \sin t_2' + s_2' \sin t_1'} \quad (6a)$$

Unter der speziellen Voraussetzung gleichlanger Seiten ( $s_1' = s_2' = s_1'' = s_2''$ ) kann man nun nach der Größe jenes Winkels  $\phi$  in Abhängig-  
keit von  $\alpha'$  und  $\alpha''$  fragen, der auf einen rechtwinkligen Schnitt  
der Ortslinien in N führt (s. Abb. 3).

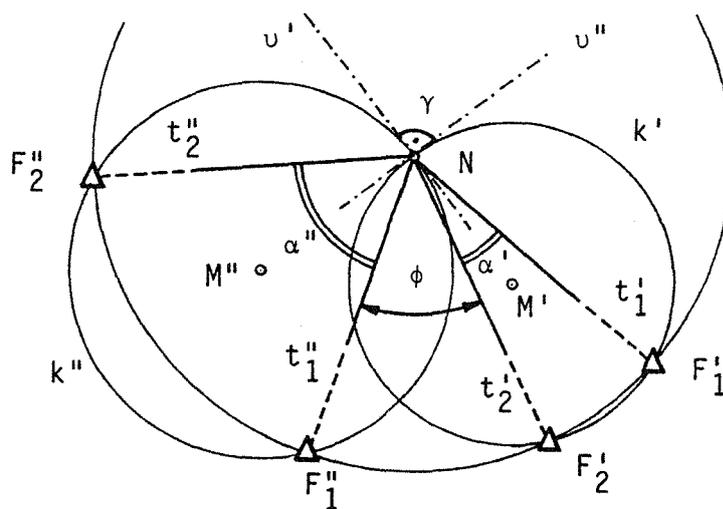


Abb. 3

Zur Lösung multiplizieren wir Gleichung (6a) aus und erhalten bereits trigonometrisch umgeformt:

$$\cos(t_2'' - t_1') + \cos(t_1'' - t_2') = \cos(t_2'' - t_2') + \cos(t_1'' - t_1')$$

bzw. in Termen von  $\alpha', \alpha''$  und  $\phi$ :

$$\cos(\alpha' + \alpha'' + \phi) + \cos \phi = \cos(\alpha'' + \phi) + \cos(\alpha' + \phi)$$

Nach Zerlegung der Winkelsummen und Herausheben folgt für  $\tan \phi$ :

$$\tan \phi = \frac{1 + \cos(\alpha' + \alpha'') - \cos \alpha' - \cos \alpha''}{\sin(\alpha' + \alpha'') - \sin \alpha' - \sin \alpha''} \quad (7)$$

Unter Anwendung der Halbwinkelsätze formen wir Zähler und Nenner der Gleichung (7) goniometrisch um:

$$Z = 2 \cos\left(\frac{\alpha' + \alpha''}{2}\right) \cdot \left\{ \cos\left(\frac{\alpha' + \alpha''}{2}\right) - \cos\left(\frac{\alpha' - \alpha''}{2}\right) \right\}$$

$$N = 2 \sin\left(\frac{\alpha' + \alpha''}{2}\right) \cdot \left\{ \cos\left(\frac{\alpha' + \alpha''}{2}\right) - \cos\left(\frac{\alpha' - \alpha''}{2}\right) \right\}$$

Damit wird

$$\tan \phi = \frac{Z}{N} = \cot\left(\frac{\alpha' + \alpha''}{2}\right)$$

und schließlich

$$\phi = \frac{\pi}{2} - \left(\frac{\alpha' + \alpha''}{2}\right) \quad (8)$$

Formel (8) gibt also an, unter welchem Winkelabstand  $\phi$  die zu messenden Winkel  $\alpha'$  und  $\alpha''$  stehen müssen, damit die durch sie bestimmten Peripheriekreise  $k'$  und  $k''$  einander unter rechtem Winkel schneiden (Vorr.:  $s_1' = s_2' = s_1'' = s_2''$ ). Für den Allgemeinfall ( $s_1' \neq s_2' \neq s_1'' \neq s_2''$ ) ist das Ergebnis natürlich nicht mehr anschaulich:

$$\tan \phi = \frac{s_1' s_2'' + s_2' s_1'' \cos(\alpha' + \alpha'') - s_2' s_2'' \cos \alpha' - s_1' s_1'' \cos \alpha''}{s_2' s_1'' \sin(\alpha' + \alpha'') - s_2' s_2'' \sin \alpha' - s_1' s_1'' \sin \alpha''} \quad (7a)$$

### 3.2 Kritischer Ort

Die Punktlage wird unbestimmt (bzw. der Punktlagefehler unendlich), wenn die Schnittgüte (2) den Wert Null annimmt. Dies ist der Fall, wenn

$$v'' = v' (\pm \pi) \quad (9)$$

wird, was parallele Tangenten im Neupunkt N bedeutet.

Bei fehlerfreien Messungen ( $\sigma_{\alpha'} = \sigma_{\alpha''} = \theta$ ) führt dies, geometrisch gesehen, zur Berührung der Peripheriekreise  $k'$  und  $k''$  in einem Doppelpunkt N. Fehlerbehaftete Messungen ( $\sigma_{\alpha'} = \sigma_{\alpha''} \neq \theta$ ) lassen keine Lösung zu. Auch hier läßt sich ein Grenzwinkel  $\psi$  in Abhängigkeit von  $\alpha'$  und  $\alpha''$  ableiten, der auf parallele Peripheriekreistangenten führt und N als am kritischen Ort gelegen ausweist. Mit Formel (9) finden wir die Bedingung

$$\tan \nu'' = \tan \nu' \quad (10)$$

und erhalten bei gleicher Vorgangsweise wie in 3.1 für den Sonderfall

$$\psi = \pi - \left( \frac{\alpha' + \alpha''}{2} \right) \quad (11)$$

und für den Allgemeinfall:

$$\tan \psi = \frac{s_2' s_1'' \sin \alpha' + s_1' s_1'' \sin \alpha'' - s_2' s_1'' \sin(\alpha' + \alpha'')}{s_1' s_2'' + s_2' s_1'' \cos(\alpha' + \alpha'') - s_2' s_2'' \cos \alpha' - s_1' s_1'' \cos \alpha''} \quad (11a)$$

#### 4. Schluß

Unter Anwendung der Vorgangsweise von *Brandstätter* ist es gelungen, Kriterien für optimale und kritische Konfigurationen beim Allgemeinen Rückwärtsschnitt zu finden. Erstere haben sicher nur theoretische Bedeutung, letztere aber können bei einer praktischen Aufgabe schnell ungünstige Schnittverhältnisse anzeigen; dies umsomehr, als der kritische Ort des Allgemeinen Rückwärtsschnittes keinesfalls so offensichtlich wie der "gefährliche Kreis" des Rückwärtsschnitts aus drei Punkten beim ersten Blick auf die Kartierung ins Auge springen wird!

#### Literatur:

- Brandstätter, G.: *Zur Systematik geodätischer Einzelpunktbestimmungsmethoden in der Ebene*, VR 4, 1985, Bonn
- Hauer, F. : *Tunneltriangulierung im Mittelgebirge*, VPK III/IV, 1975, Zürich
- Plach, H. : *Persönliche Mitteilungen über die Triangulierung für den Ofenauer Tunnel*
- Wunderlich, Th. : *Tunneltriangulierung*, Vortrag i.R.d. Seminars Ingenieurgeodäsie, 1978, TU Wien (unveröffentlicht)



## MESSPRAKTIKUM ZUR INGENIEURGEODASIE

J.Fabiankowitsch

### 1. Allgemeines

Seit dem Wintersemester 1981/82 gibt es am Institut für Landesvermessung und Ingenieurgeodäsie, Abt. Ingenieurgeodäsie, ein neues zweistündiges Wahlfach, welches von Prof. Brandstätter eingeführt wurde. Dieses Wahlfach ist als Meßpraktikum gedacht, d.h., man will einerseits den Studenten die Möglichkeit geben, sich praktisch mit neuen und vielleicht noch unkonventionellen Meßmethoden auseinanderzusetzen und andererseits sich mit schon bekannten Meßmethoden vertrauter zu machen. Die theoretischen Grundlagen werden je nach Themenwahl mehr oder weniger in der Vorlesung Ingenieurgeodäsie gebracht. In den dazugehörigen Feldübungen aus Ingenieurgeodäsie werden die bekannten Meßmethoden an speziellen Objekten angewendet (spezielle Lage- und Höhenvermessung, Kreismessung unter Tag, Flußaufnahme). Für alle "unkonventionellen" Meßmethoden gab es aber bisher nur theoretische Grundlagen. Dieses Meßpraktikum soll nun, wie der Name schon sagt, eine praktische Anwendung bringen.

Aus einer fünfjährigen Erfahrung kann folgendes berichtet werden:

1. Zwei Wochenstunden sind für dieses Praktikum etwas wenig.
2. Circa 40 % der zur Verfügung stehenden Zeit werden für vertiefende theoretische Grundlagen verwendet (damit findet man meist das Auslangen), die restlichen 60 % aber, die nur für die praktische Anwendung gedacht sind, reichen kaum aus.
3. Bei größeren Hörerzahlen (WS 1981/82: 32 Hörer, 1982/83: 21, 1983/84: 16, 1984/85: 19, 1985/86: 14) kann der praktische Teil nur in Form einer Gruppenarbeit durchgeführt werden (max. 3-4 Studenten). Obwohl man in Gruppen arbeitet, gestaltet sich dieses Praktikum meist zu einer "open-end"-Veranstaltung. Auf Grund des Interesses der Studenten konnte aber bisher immer eine terminliche Vereinbarung getroffen werden und somit ein reibungsloser Ablauf dieser Veranstaltung garantiert werden.
4. Unser Institut hat kein Meßlaboratorium, obwohl wir auch in dieser Richtung arbeiten wollen. Vor allem auf dem Gebiet der Elektronik fehlen bzw. fehlten uns die notwendigen Hilfsmittel. Daher sind wir oft auf die Unterstützung anderer Institute angewiesen (Meßverstärker, induktive Neigungsmesser, Brückenschaltungen usw.).

### 2. Themenkreise

Es ist unser Anliegen, ein weit gestreutes Feld der verschiedenen Meßmittel und Meßtechniken anzubieten, neueste Meßmittel, welche leihweise von den verschiedenen Herstellerfirmen ausborgt werden, vorzustellen und Exkursionen zu Großbetrieben (z.B. DMV), welche mittels Permanentüberwachungsanlagen arbeiten, zu organisieren.

Im folgenden Bericht werden die behandelten Themenkreise vorgestellt.

2.1. Autokollimation

2.1.1. Das Meßverfahren der Autokollimation zur Neigungsänderungsbestimmung

Im Meßkeller der TU Wien wird an einem Lattenkomparator in horizontaler Lage gearbeitet (s.2.4.1.4.). Durch das Eigengewicht des Meßwagens mit sämtlichen Meßeinrichtungen und den Höhenunterschieden in den Unterstützungspunkten kommt es auf der Führungswelle zu Durchbiegungen. Aus diesem Grund wird ein einzelner Teilstrich mit Hilfe der optischen Achse des Beobachtungssystems entweder zu früh oder zu spät eingefangen. Der von einem Laserdopplerinterferometer (Modell HP 5526A) gemessene Längenunterschied zwischen zwei Teilstrichen muß also noch um die kleinen Größen  $f_i$  korrigiert werden (Abb.1).

$$l_1 = \frac{(l_1'' - \text{tg } \alpha_1 L_1) \cos \delta}{\cos \beta}$$

$L_i$  ... Lotrechter Abstand Latte - Laserstrahl

Die kleinen Neigungsänderungen  $\alpha_i$  werden mittels Autokollimation bestimmt (Abb.2).

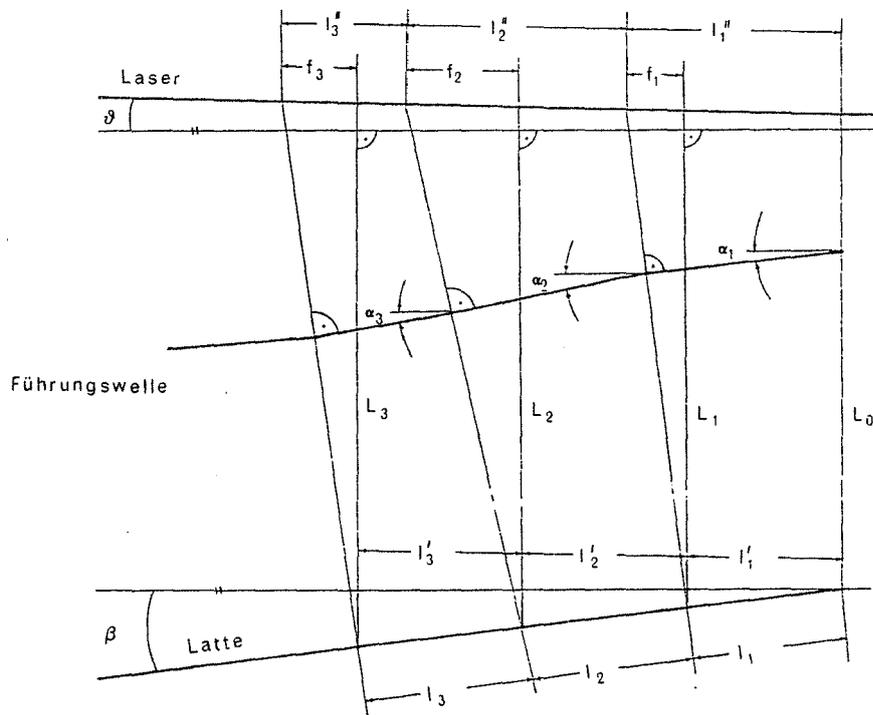


Abb.1

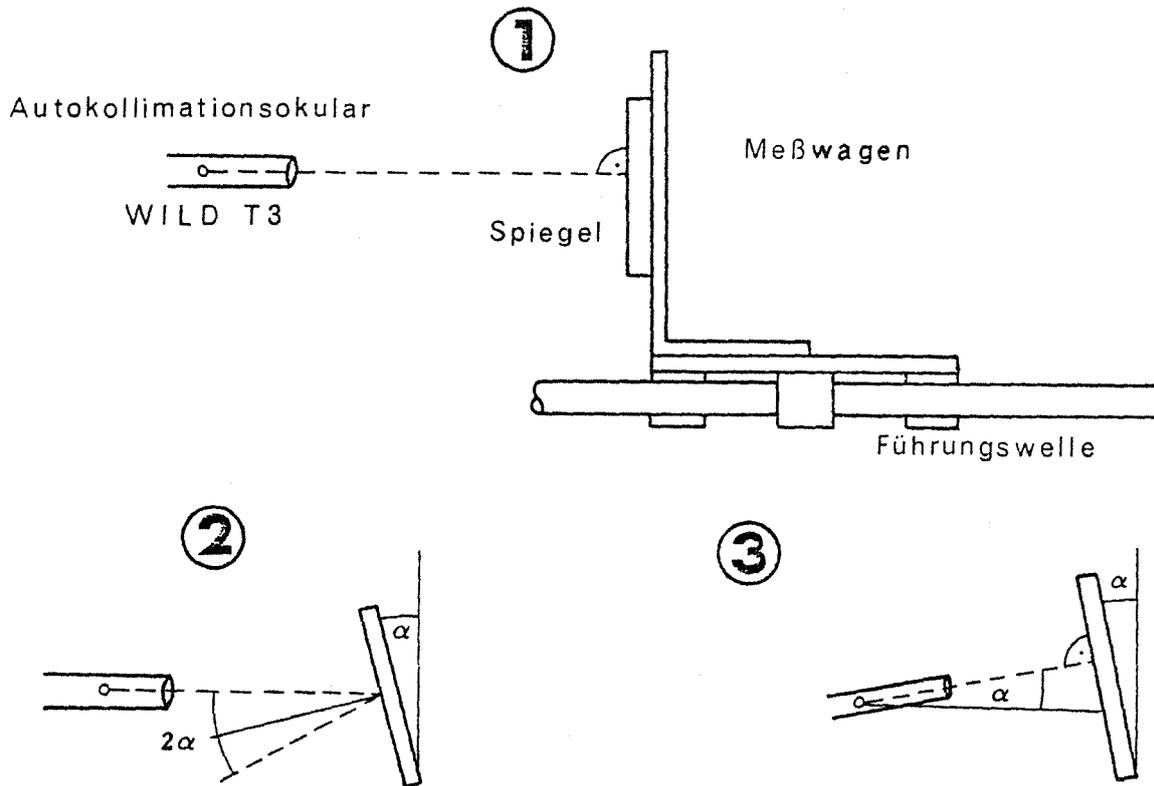


Abb.2: Das Meßverfahren der Autokollimation mittels Theodolit

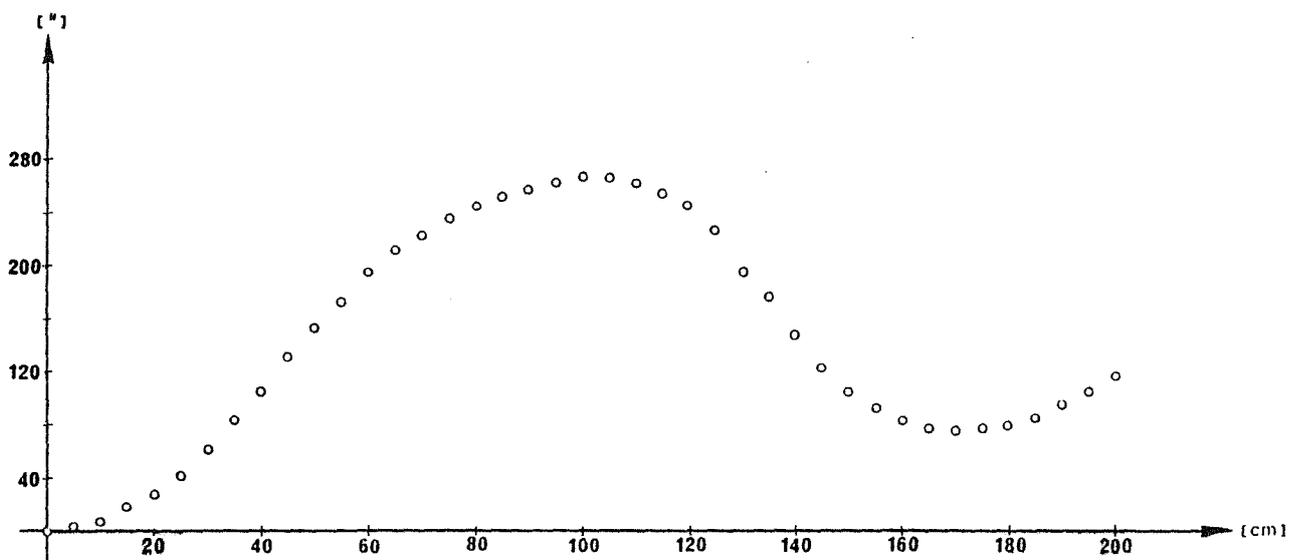


Abb.3. Längsneigung der Führungswelle

Auf dem Meßwagen wird ein Planspiegel fest montiert. Das Autokollimationsfernrohr des Theodoliten Wild T3 wird auf unendlich fokussiert und seine Ziellinie senkrecht zum Planspiegel gebracht, wodurch das Fadenkreuz in sich selbst abgebildet wird. Wird nun der Meßwagen von Teilstrich zu Teilstrich bewegt, erfährt der Planspiegel aufgrund der Durchbiegung der Führungswelle kleine Neigungsänderungen. Dadurch ändert sich die Richtung des reflektierten Strahlenbündels um den doppelten Betrag  $2\alpha$ , der am Theodolit gemessen werden kann (Fernrohr und Alhidade des Theodolits werden dabei nicht verdreht!).

Da man aber die hohe Winkelmeßgenauigkeit des Wild T3 ausnützen will, verdreht man das Fernrohr und die Alhidade des Theodoliten, womit sich das Spiegelbild des Fadenkreuzes gegenläufig bewegt und erreicht eine Koinzidenz mit dem Fadenkreuz, wenn wiederum die Normale auf die Spiegelebene erreicht wird. Man mißt also nicht  $2\alpha$ , sondern nur  $\alpha$ . In einem Arbeitsgang kann somit eine Neigung (Längsneigung) und ein seitliches Ausweichen (Verkantung) der Führungsschiene aus der Geraden festgestellt werden (siehe Abb. 3 :Längsneigung).

### 2.1.2. Prüfung des Taumelfehlers einer Stehachse

Dafür gibt es ein einfaches Meßverfahren mit Autokollimation, das von SCHWEBEL /1/ sehr genau beschrieben wird. Das Fernrohr des Prüflings wird etwa senkrecht in den Zenit gestellt und auf dessen Objektiv ein Planspiegel montiert. Dadurch verläuft die Spiegelnormale ungefähr parallel zur Drehachse des Prüflings. Der Stahlangang wird durch einen Umlenkspiegel um 100 Gon umgelenkt. Dreht man nun die Alhidade, so bewegt sich die Spiegelnormale auf dem Mantel eines Kegels, dessen Achse mit der mittleren Stehachse zusammenfällt (abgesehen von den sekundären Stehachsenfehlern). Wird der Umlenkspiegel so ausgerichtet, daß er 50 Gon gegen die Horizontale geneigt ist, so beschreibt das Strichkreuzbild einen Kreis (Abb.4).

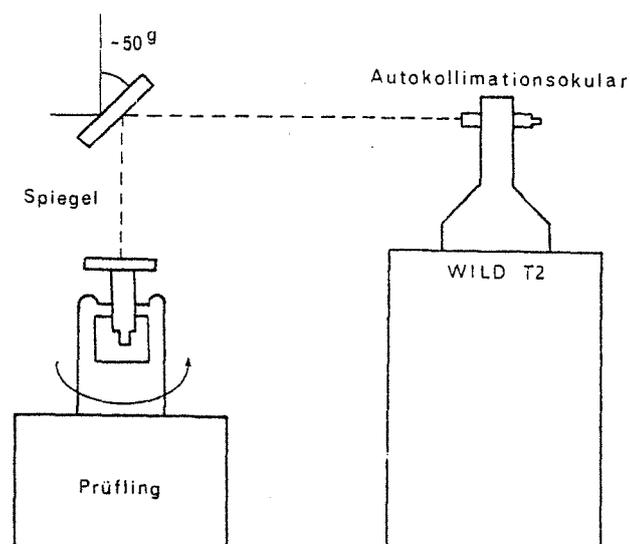


Abb.4.: Meßanordnung für die Prüfung einer Stehachse

Aus der Messung erhält man eine punktweise Kurve, die durch einen Kreis ausgeglichen wird. Die Residuen in den Meßpunkten geben dann die Taumelfehler an. Auf die weitere Vorgangsweise der Berechnung soll hier nicht näher eingegangen werden /1,2/. Die Abb.5 zeigt den radialen Taumelfehler

$$v_r = \sqrt{(Y_M - Y_r)^2 + (X_M - X_r)^2} - R$$

der Stehachse des Theodoliten DKM 1:

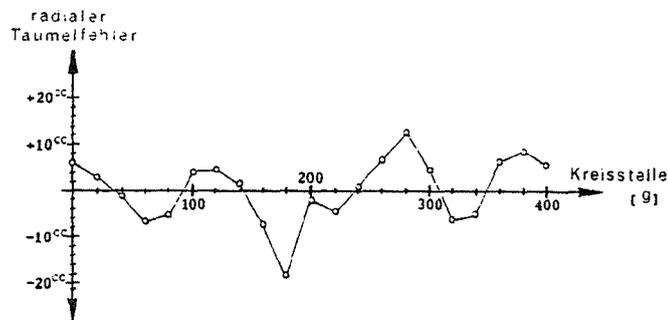


Abb.5 : Radialer Taumelfehler

### 2.1.3. Prüfung des Taumelfehlers einer Kippachse

Da die Kippachse des DKM 1 nicht freilegbar ist, kann das Verfahren von SCHWEBEL /1,2/ nicht angewendet werden. Die Befestigung eines Planspiegels erfolgt auf der Visiereinrichtung des Fernrohres. Somit kann die Bewegung der Kippachse analog zum Verfahren für die Stehachse beobachtet werden (Abb.6).

Man ändert die Zenitdistanz jeweils um ein bestimmtes Intervall und beobachtet die Koinzidenzstellung des gespiegelten und des wirklichen Fadenkreuzes, nachdem die Zielachse des Wild T3 wiederum senkrecht auf dem Planspiegel steht (Verdrehen von Fernrohr und Alhidade des Wild T3). Der volle Umfang der Kippachse kann aus platztechnischen Gründen nicht überprüft werden. Die Abb. 7 zeigt den radialen Taumelfehler der Kippachse.

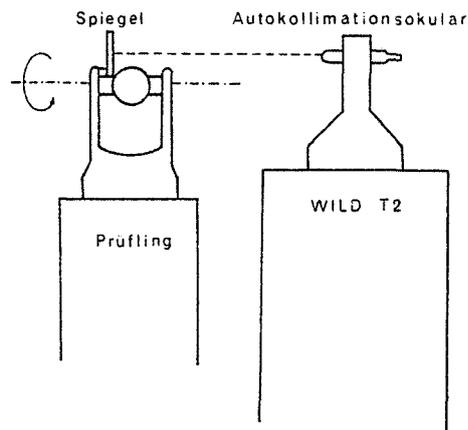


Abb.6 : Das Meßverfahren der Autokollimation bei einer Kippachsprüfung

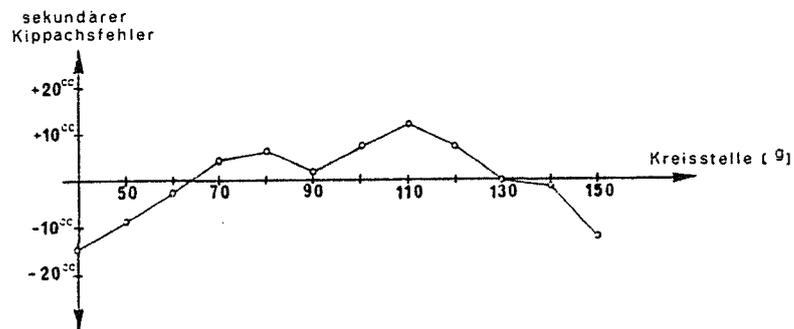


Abb.7 : Sekundärer Kippachsfehler

## 2.2. Kreismessung

Die Abt.Landesvermessung stellte uns leihweise den Aufsatzkreisel Wild GAK1 zur Verfügung. Neben vertiefenden theoretischen Betrachtungen wird auch eine praktische Messung im Meßkeller durchgeführt. Einige Meßpfeiler im Keller haben Gauß-Krüger Koordinaten. Es ist leicht, aus einer ungefähren Vororientierung (15') mit Hilfe der Umkehrpunktmethod und des anzubringenden Eichwertes ein geographisches Azimut zu bestimmen. Durch Anbringen der Meridiankonvergenz kann auf einen ebenen Richtungswinkel geschlossen werden (die Richtungsreduktion wird aufgrund der kurzen Distanzen vernachlässigt).

2.3 Prüfung eines Setzbrettes

2.3.1. Prüfung eines Setzbrettes mit dem Laserdoppler-Interferometer HP 5526A

Das vom Institut für Theoretische Geodäsie zur Verfügung gestellte Setzbrett (Fa. Starke und Kammer) hat eine Angabe von 0"5 (300 Teilsriche entsprechen 150"). Mit dem Laserdopplerinterferometer können Neigungsänderungen gemessen werden /10/. Die Auflösung beträgt max 0",1 und wird direkt in der INCH-Schalterstellung angezeigt, wobei 1 Mikrozoll 0",1 gleichzusetzen ist. Die Genauigkeit ist:

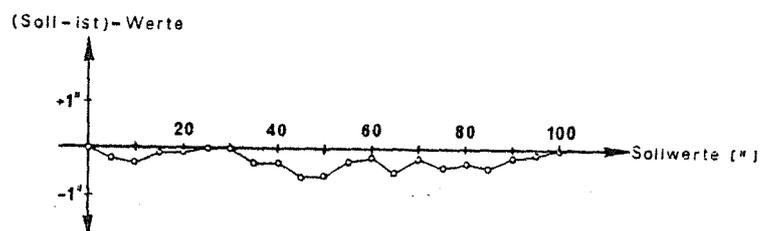
±0",1	±1 Ziffer der letzten Stelle (Meßbereich 100")
±1"	±1 Ziffer der letzten Stelle (Meßbereich 1000")
±4" pro Grad	±1 Ziffer der letzten Stelle (Meßbereich 10° + Korrekturtabelle)

Die gemessenen Neigungsänderungen werden automatisch im Microcomputer PET 2001 registriert (Abb.8).

1	.4
2	5.2
3	10.3
4	15.1
5	20.1
6	25
7	30
8	35.3
9	40.3
10	45.6
11	50.6
713	3558.1
714	3563.1
715	3568
716	3573.1
717	3578
718	3583.6
719	3588.4
720	3593.2
721	3598.3

Abb.8 : Computerausdruck der Datenaufnahme für die Setzbrettprüfung (1°-Bereich)

Abb.9 : Vergleichsmessung Setzbrett/Laser für einen Bereich von 100"



(Soll-Ist)-Werte

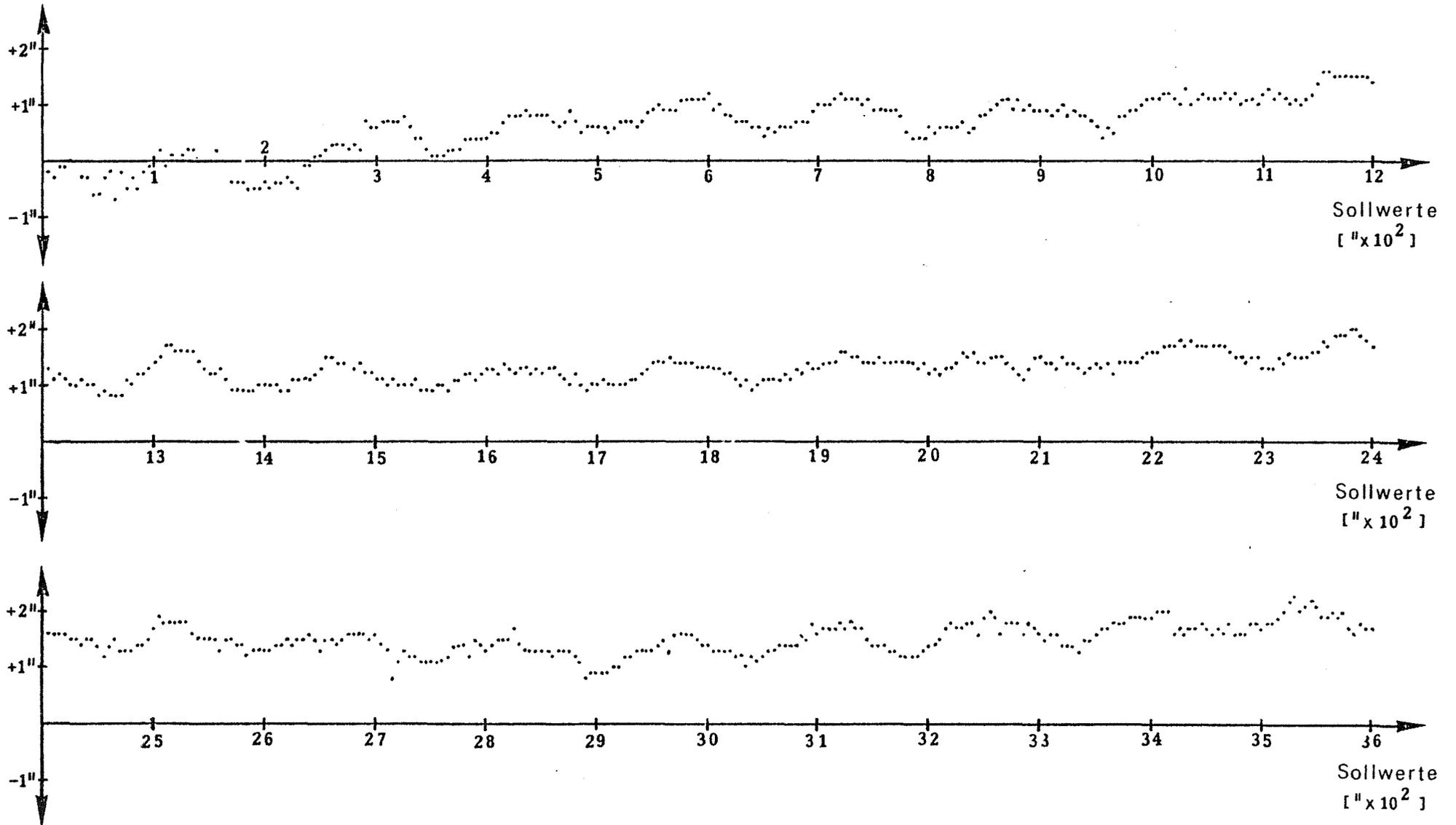


Abb.10 : Vergleichsmessung Setzbrett/Laser für den Bereich von 1°

### 2.3.2. Vergleichsmessung Setzbrett - elektronische Libelle Talyvel /3/

Mit der elektronischen Libelle Talyvel (Leihgabe Institut für Theoretische Geodäsie) ist es möglich, Neigungsänderungen in verschiedenen Bereichen zu messen.

Im Bereich  $\pm 25''$  ist die Ablesegenauigkeit  $1''$ ,  
im Bereich  $\pm 100''$  ist die Ablesegenauigkeit  $4''$  und  
im Bereich  $\pm 8'$  ist die Ablesegenauigkeit  $20''$ .

Aus diesen Ablesegenauigkeiten (vor allem  $1''$  für den Bereich  $\pm 25''$ ) ist natürlich sofort ersichtlich, daß eine Überprüfung des Setzbrettes mittels Talyvel nicht möglich ist. Allerdings ist es aber möglich, optisch in ein Intervall von einer Sekunde die Mitte hineinzuschätzen. Somit kann zumindest die Leistungsfähigkeit der Libelle Talyvel getestet werden, bzw. auch ein Vergleich zwischen allen drei Meßmitteln (Setzbrett, Laser, Talyvel; siehe 2.3.3.) angestellt werden. Die folgenden Abbildungen 11a, 11b, 11c und 11d zeigen einen Vergleich zwischen Differenzen von Soll- und Istwerten.

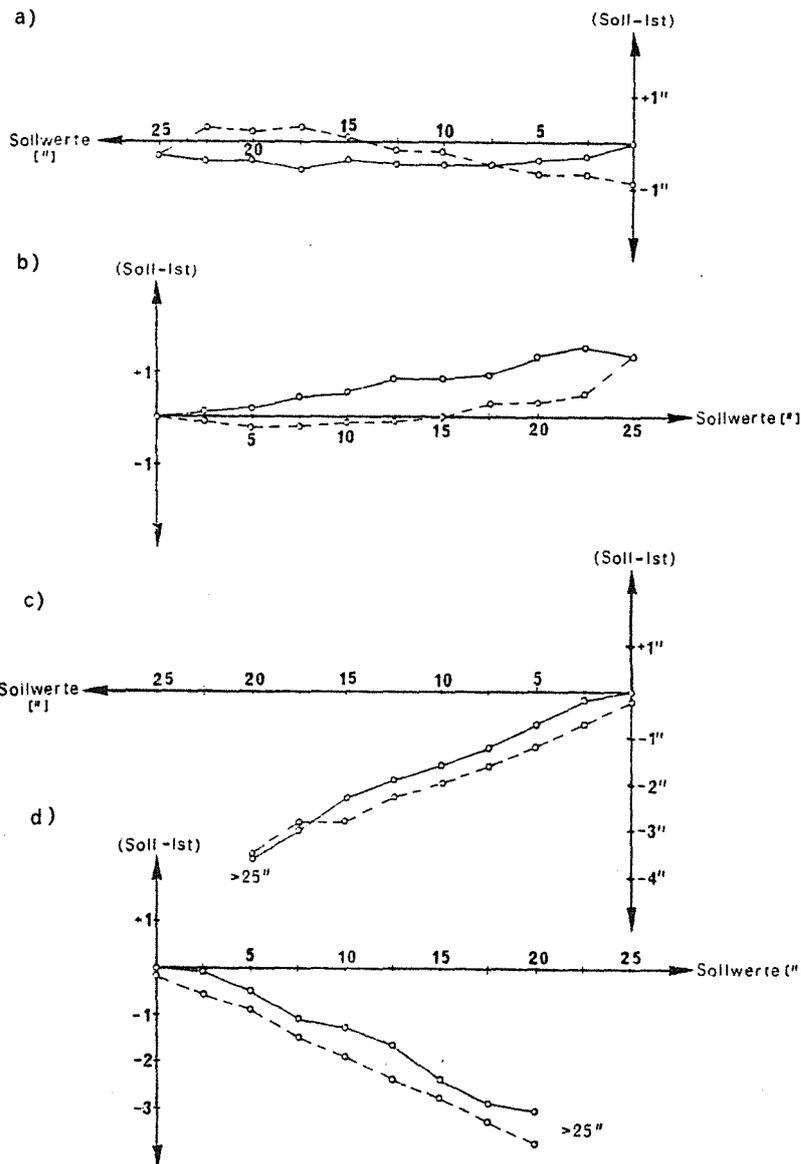


Abb. 11a, 11b :  
Linke und rechte  
Skala der Talyvel1  
----- Hinmessung  
----- Rückmessung

Abb. 11c, 11d :  
Linke und rechte  
Skala der Talyvel2  
----- Hinmessung  
----- Rückmessung

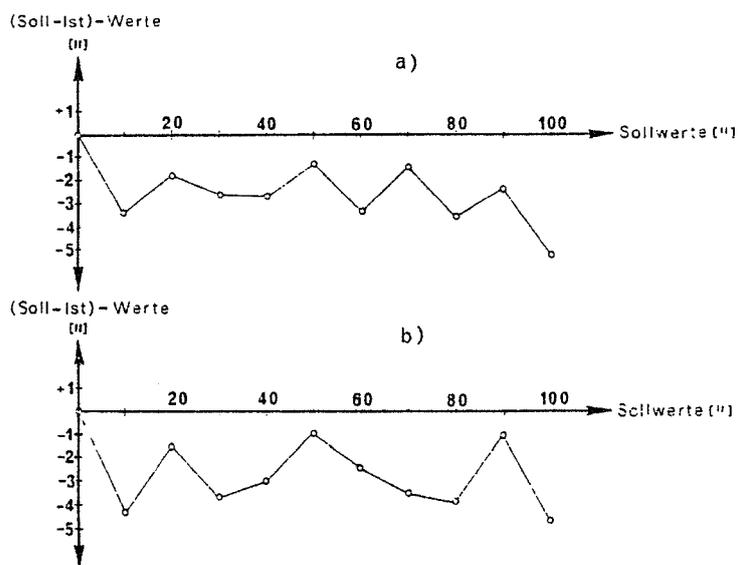


Abb. 12a : Talyvel 1.....Meßbereich 100"  
 12b : Talyvel 2.....Meßbereich 100"

2.3.3. Vergleich zwischen Setzbrett - Talyvel -  
 Laserdopplerinterferometer

Bei diesem Versuch geht man folgendermaßen vor:  
 Das Setzbrett ist auf eine "Mittelstellung" eingestellt, d.h. das Gewinde der Schraubenmutter befindet sich in der Mitte der Meßspindel. Die Anzeige des Lasers wird auf Null gestellt und die Zeiger der Libelle Talyvel werden mit der Nullpunktstellschraube auf den Nullpunkt der Skala gestellt. Der Nullpunkt befindet sich in der Mitte der Skala und man hat nun nach rechts und links jeweils einen Bereich von 25". In Intervallen von 2,5" wird das Setzbrett in seiner Neigung geändert. Die Abbildung 13 zeigt wieder die Differenzen von Soll- und Istwerten der rechten Skala, verglichen mit den Werten des Lasers.

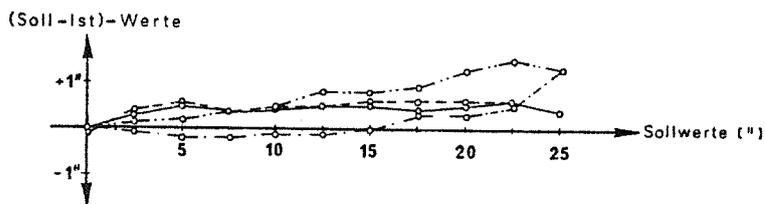


Abb. 13 : Vergleich der Laser - Talyvel - Setzbrettmessung  
 für den Bereich 25"

## 2.4. Verschiedene Methoden einer präzisen relativen Längenmessung

### 2.4.1. Messungen an einer Komparatorbank

In Kapitel 2.1.1. wurde bereits erwähnt, daß auf der TU Wien ein Interferenzplattenkomparator gebaut wird. Bei dieser Konstruktion wurde vom Abbe'schen Komparatorprinzip abgegangen, wodurch systematische Fehlereinflüsse hervorgerufen werden. Diese Fehlereinflüsse sind in ihrer Wirkung sauber zu erfassen /4,5/. Als Vorarbeit zu einer relativen Längenmessung an der Komparatorbank müssen daher zuerst relative Neigungsmessungen durchgeführt werden. Zwei dieser Fehlereinflüsse werden im Meßpraktikum mit verschiedenen Meßmitteln erfaßt (Längsneigung und Verkantung, siehe Abb.3). Eine davon, die Methode der Autokollimation, ist in Kapitel 2.1.1. beschrieben.

#### 2.4.1.1. Neigungserfassung mit der elektronischen Libelle Talvel

Da zwei Libellen zur Verfügung stehen, kann die Längsneigung und die Verkantung in einem Arbeitsgang erfaßt werden. Aus der Autokollimationsmessung ist bereits ersichtlich, daß die Neigungen größer als  $.200''$  sind. Da der  $8'$ -Bereich der Libellen natürlich zu ungenau ist, verwendet man den  $100''$ -Bereich. Durch additives Zusammenfügen können somit Meßbereiche über  $200''$  mit einer Ablesegenauigkeit von  $4''$  erfaßt werden (Abb. 14).

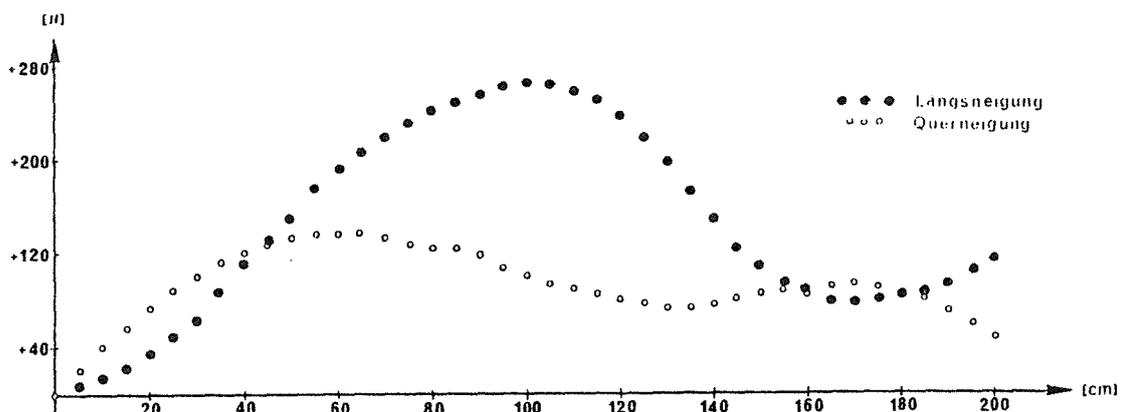


Abb. 14 : Längs- und Querneigung der Führungswelle



### 2.4.1.3. Zusammenfassende Betrachtung

Wie aus den Abbildungen 16a und 16 b ersichtlich ist, liefern die drei Meßmethoden gut zusammenpassende Ergebnisse. Der Laser liefert sicherlich die genauesten Neigungdaten und hat außerdem noch den Vorteil, daß die Daten automatisch registriert und gespeichert werden. Anschließend Sortier- und Berechnungsprogramme können den tatsächlichen IST-Wert einer Längenmessung (siehe 2.1.1.) automatisch ermitteln. Sicherlich wäre es auch möglich, die Meßdaten der Libelle Talyvel automatisch zu registrieren. Im Meßbereich 100" liefert sie aber nur eine Ablesegenauigkeit von +4" gegenüber +0,1" des Lasers. Die Autokollimationsmessung mit dem Wild T3 ist etwas genauer als die Messung mit der Libelle Talyvel ( $m_{Tal} = \pm 4,2''$ ,  $m_{T3} = \pm 3,6''$ ), ist aber allerdings die aufwendigste Methode (Anzielen, Koinzidieren, Ablesen, keine autom. Registrierung!).

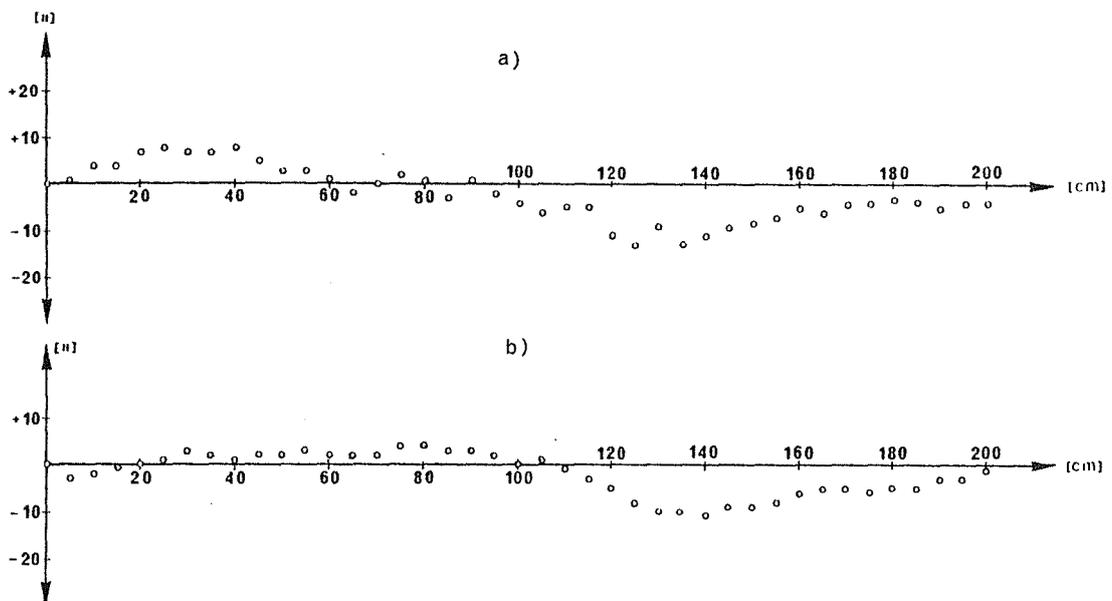


Abb. 16a : Vergleich Laser - Talyvelmessungen  
16b : Vergleich Laser - Autokollimationsmessungen

### 2.4.1.4. Relative Längenmessung mit dem Laserdopplerinterferometer HP 5526A

Der Interferenzkomparator ist folgendermaßen aufgebaut. Auf einer horizontalen Stahlschiene befindet sich der Prüfling (z.B. Meßplatte), parallel darüber sind zwei Führungswellen montiert, welche einen Meßwagen bewegen. Dieser Meßwagen trägt eine Beobachtungsvorrichtung (Videokamera) für die zu prüfende Längsteilung und einen Retroreflektor für die relative Längenmessung. Der Verschiebevorgang wird mit dem Laserdopplerinterferometer erfaßt und liefert die IST-Entfernungen der beobachteten Teil-

striche von Beginn der Längsteilung an. Diese IST-Entfernungen werden automatisch registriert (COMMODORE PET2001), mit den Sollwerten (z.B. 5mm für eine Invarlatte) verglichen und die Differenz beider wird auf eine Datenkassette abgespeichert. Mit diesem Datenträger kann dann auf einer größeren Rechenanlage weitergearbeitet werden. Die Abb.17 zeigt einen Soll-Ist-Vergleich eines Prüflings.

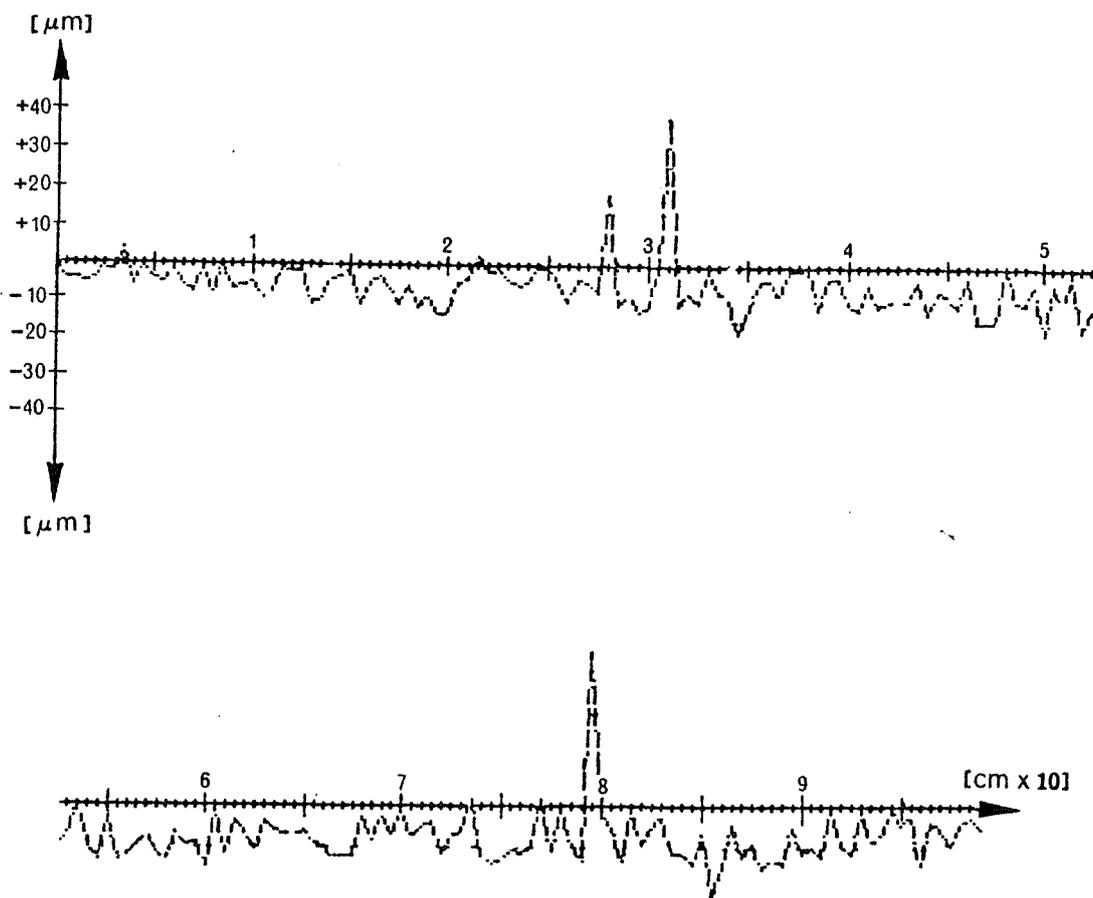


Abb. 17 : Soll - Istvergleich einer relativen Längenmessung

#### 2.4.2. Dehnungsmeßstreifen (DMS) /6,9/

Dehnungsmeßstreifen sind ein beliebtes Meßmittel der elektrischen Meßtechnik zur Ermittlung mechanischer Größen. Die Dehnung (oder auch Stauchung) eines Körpers ist immer die Folge einer äußeren oder inneren Krafteinwirkung auf diesen.

Im Meßpraktikum beschränken wir uns darauf, die relative Widerstandsänderung des Meßgitters aufgrund einer Zugspannung zu messen.

Das gewonnene Signal liegt bei den meisten Aufnehmertypen allerdings in Form einer Spannung vor und ist der mechanischen Größe innerhalb gewisser Fehlergrenzen proportional. Im allgemeinen ist der Pegel so gering, daß keine unmittelbare Verwertung des

Signals möglich ist. Da der Aufnehmer mit DMS ein passives Element ist, benötigt er zur Abgabe des Meßsignals eine Hilfsspannung, die sogenannte Speisespannung. Der notwendige Meßverstärker als zweites Glied der Meßkette hat nun die Aufgabe, diese im Millivoltbereich liegende Ausgangsspannung auf einen Pegel im Voltbereich zu verstärken. Der von uns verwendete Verstärker ist ein Trägerfrequenzverstärker mit 5kHz von der Fa. Hottinger Baldwin (Leihgerät der Abt.f.Geophysik). Das vom Verstärker abgegebene Signal wird einem digitalen Anzeigegerät (Fluke Digital Multimeter 8060H) zugeführt. Die relative Längenänderung wird mittels Laserdopplerinterferometer oder mit einer Mikrometerverschiebeeinheit (Angabe  $5\mu\text{m}$ ), welche vorher mit dem Laser überprüft wurde, erfaßt. Weiters soll die Linearität der Kennlinie eines DMS überprüft werden. Dies gilt sowohl für den Vorgang der "Dehnung" (=pos.Dehnung), als auch für die "Stauchung" (=neg. Dehnung).

Da ein DMS die ihm gestellte Aufgabe erst dann erfüllen kann, wenn die zu messende Dehnung einwandfrei auf ihn übertragen wird, wird ein Großteil der zur Verfügung stehenden Zeit für die Applikation von einem DMS auf ein Werkstück verwendet (Aufrauen der Applikationsfläche, Reinigen der Fläche, Positionieren des DMS, Aufbringen und Verteilen des Befestigungsmittels, Aushärtezeit des Klebers beachten, Anschlußdrähte an Stützpunkte anlöten, Verlegen und Befestigen der Anschlußdrähte, Abdecken der Meßstelle). Die Abb.18 zeigt den Aufbau einer Meßstelle, die Abb.19 die Kennlinie eines DMS und die Abb.20 den Spannungs-Entspannungsversuch ein und desselben DMS.

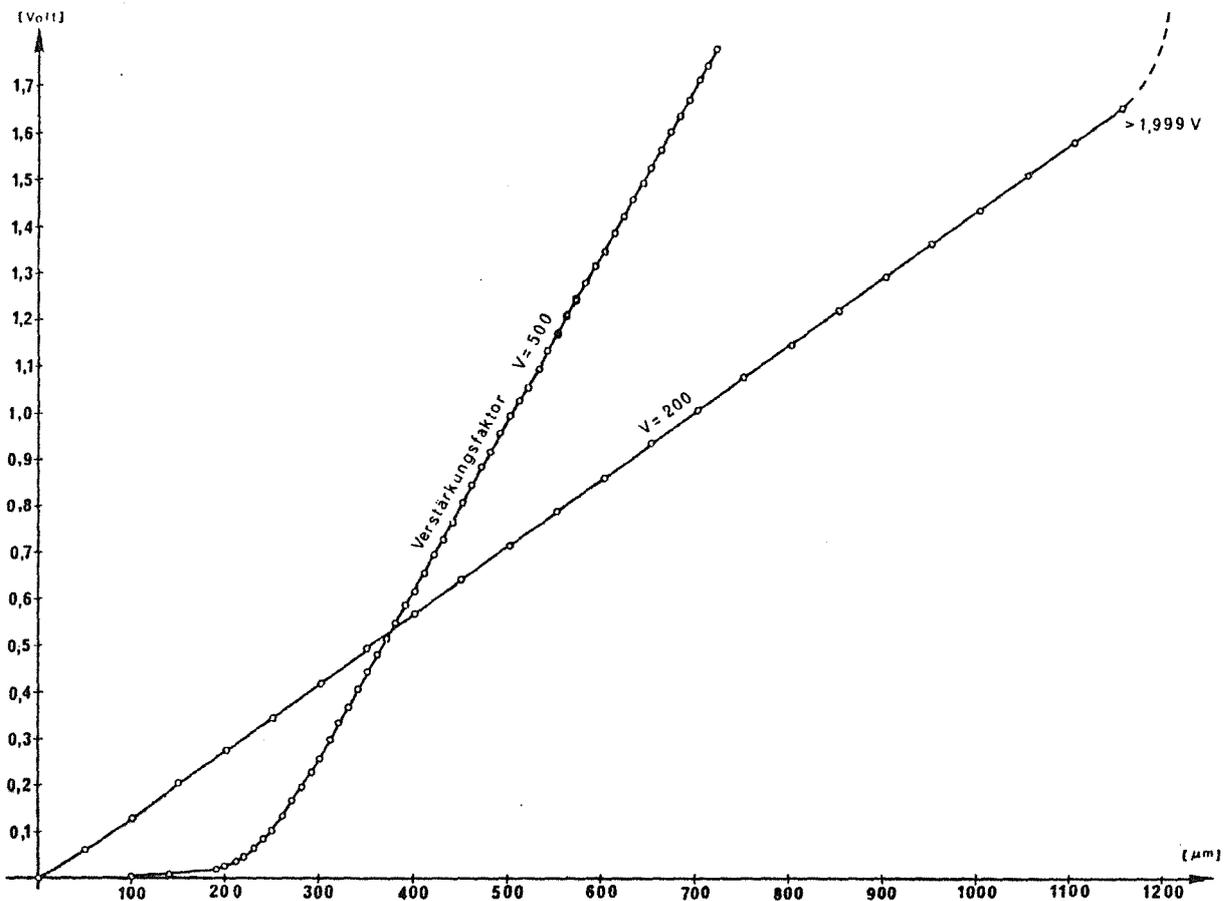


Abb. 19 : Kennlinie eines DMS bei verschiedenen Verstärkungsfaktoren

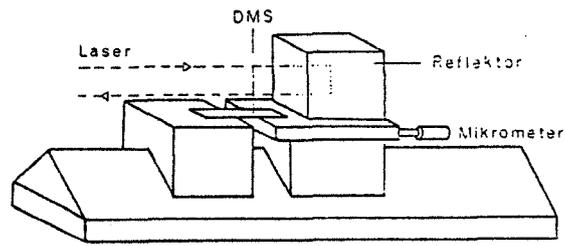


Abb. 18 : Aufbau einer Meßstelle

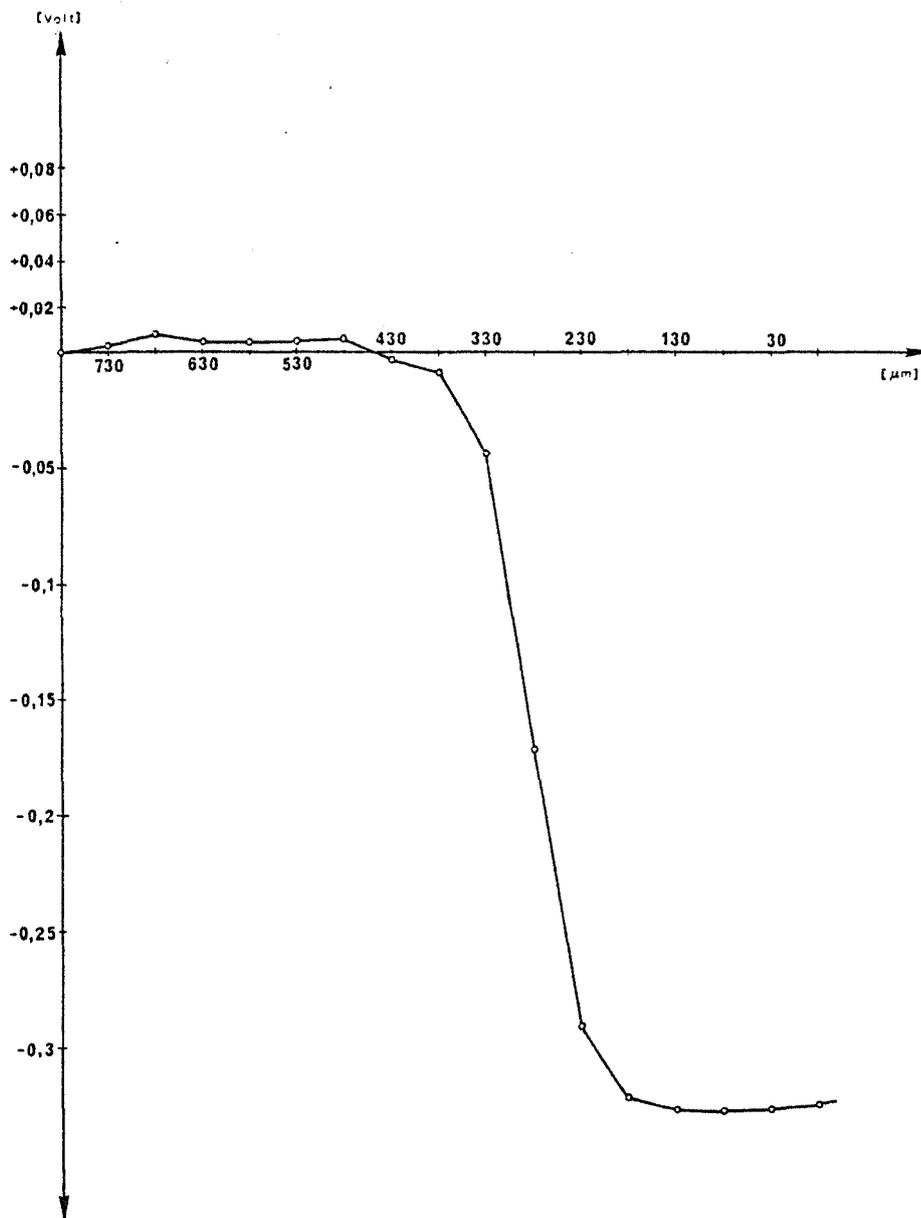


Abb. 20 : Spannungs-Entspannungsversuch ein und desselben DMS

### Zu Verstärkungsfaktor 500:

Nach dem ersten Dehnversuch wird ein Entspannungsversuch vorgenommen, der zeigen soll, ob der DMS bereits überdehnt wurde. Dabei wird ohne Nullabgleich vorgegangen, um einen besseren Vergleich mit der ersten Meßreihe zu haben. Wie aus dem Diagramm zu ersehen ist, entspannt sich der DMS im Bereich von  $780\mu\text{m}$  bis  $480\mu\text{m}$  wiederum linear. Ab  $380\mu\text{m}$  entspannt er sich immer weniger (daher die großen Differenzen zur Erstdehnung), bis sich schließlich ab  $180\mu\text{m}$  keine Spannungsänderungen mehr ergeben - der DMS ist vollkommen entspannt. Der Bereich von  $380\mu\text{m}$  bis Null Mikron entspricht auch etwa dem Verhalten des Bereiches von Null bis ca.  $320\mu\text{m}$  bei der Erstdehnung.

### Zu Verstärkungsfaktor 200:

Der Dehnversuch soll bis zum Zerreißen des DMS durchgeführt werden. Da die Anzeige des Voltmeters nur bis 2 Volt reicht, wurde der geringere Verstärkungsfaktor 200 gewählt. Über den gesamten Meßbereich hinweg zeigt sich eine recht gute Linearität, wenn man von dem geringen Verstärkungsfaktor absieht. Nachdem das Mikrometer auf  $1,2\text{mm}$  gestellt wurde, begann die Anzeige zu laufen, schnellte über  $1,999\text{V}$  hinaus und der DMS zerriß - die Fließgrenze war erreicht. Bemerkenswert ist, daß bis zur vorletzten Dehnung von  $1,1\text{mm}$  auf  $1,15\text{mm}$  die Linearität (in Grenzen der Ablesegenauigkeit) voll erhalten war.

### 2.4.3. Induktive Meßwertaufnehmer /7,9/

Prinzipiell gibt es aktive und passive induktive Aufnehmer. Im Gegensatz zu den aktiven Aufnehmern müssen die passiven mit einer Speisespannung betrieben werden. Das häufigste Anwendungsgebiet der passiven Aufnehmer ist die Wegmessung.

Im Meßpraktikum arbeiten wir mit einem passiven Meßwertaufnehmer (Fa. Burster-Gernsbach-Präzisionsmeßtechnik, Modell Trans-TEK 246-000). In diesem Wegaufnehmer ist eine wartungsfreie Elektronik integriert. Er besteht aus einem Differenztransformator mit verschiebbarem Kern, einem Oszillator und einem Demodulator. Diese drei Teile sind in einem zylindrischen Edelstahlgehäuse untergebracht und vergossen. Die Speisespannung (Gleichspannung) wird vom Oszillator in eine Wechselspannung gewandelt und der Primärwicklung des Differenztransformators zugeführt. Die in den beiden Sekundärwicklungen induzierten Spannungen werden demoduliert, gefiltert und gegeneinander geschaltet. Dadurch ergibt sich bei einer Mittelstellung des Kerns eine resultierende Ausgangsspannung von Null Volt (Abb. 21).

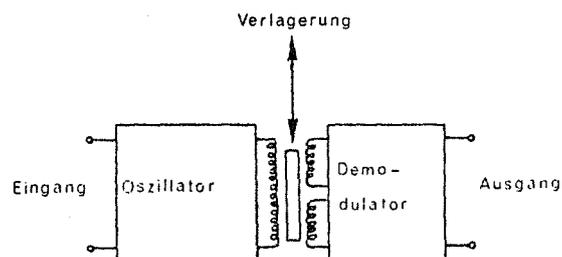


Abb. 21 : Prinzip eines Differenztransformators

Bei axialer Verschiebung des Kerns gibt die Polarität der Ausgangsspannung die Verschiebungsrichtung des Kerns vom elektrischen Mittelpunkt aus an. Die Größe der Spannung ändert sich proportional zur Verschiebung des Kerns und damit zum Meßweg.

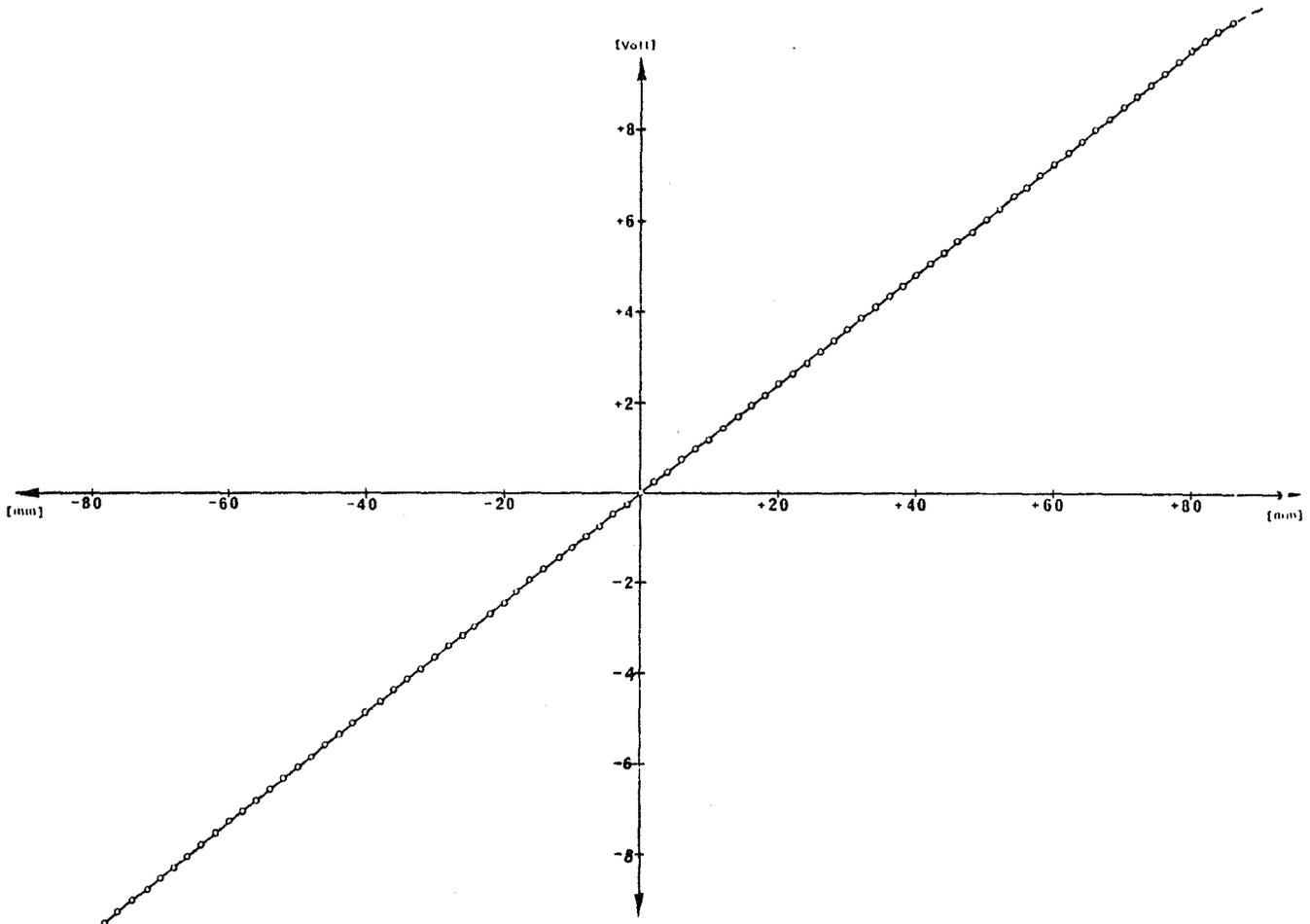


Abb. 22: Kennlinie eines Dehnungsmeßstreifen

Zu Abb. 24:

Der sinusförmige Verlauf der Spannungsdifferenzen resultiert aus der Art der Wicklung (Primär- und Sekundärschaltung). Insgesamt sind 25 bis 27 Lagen übereinandergewickelt. Wenn das nicht der Fall wäre, würde man einen zinnenförmigen (zinn) Verlauf in den Spannungsdifferenzen erhalten, wodurch das lineare Verhalten zwischen Weglänge und Ausgangsspannung eingeschränkt wäre.

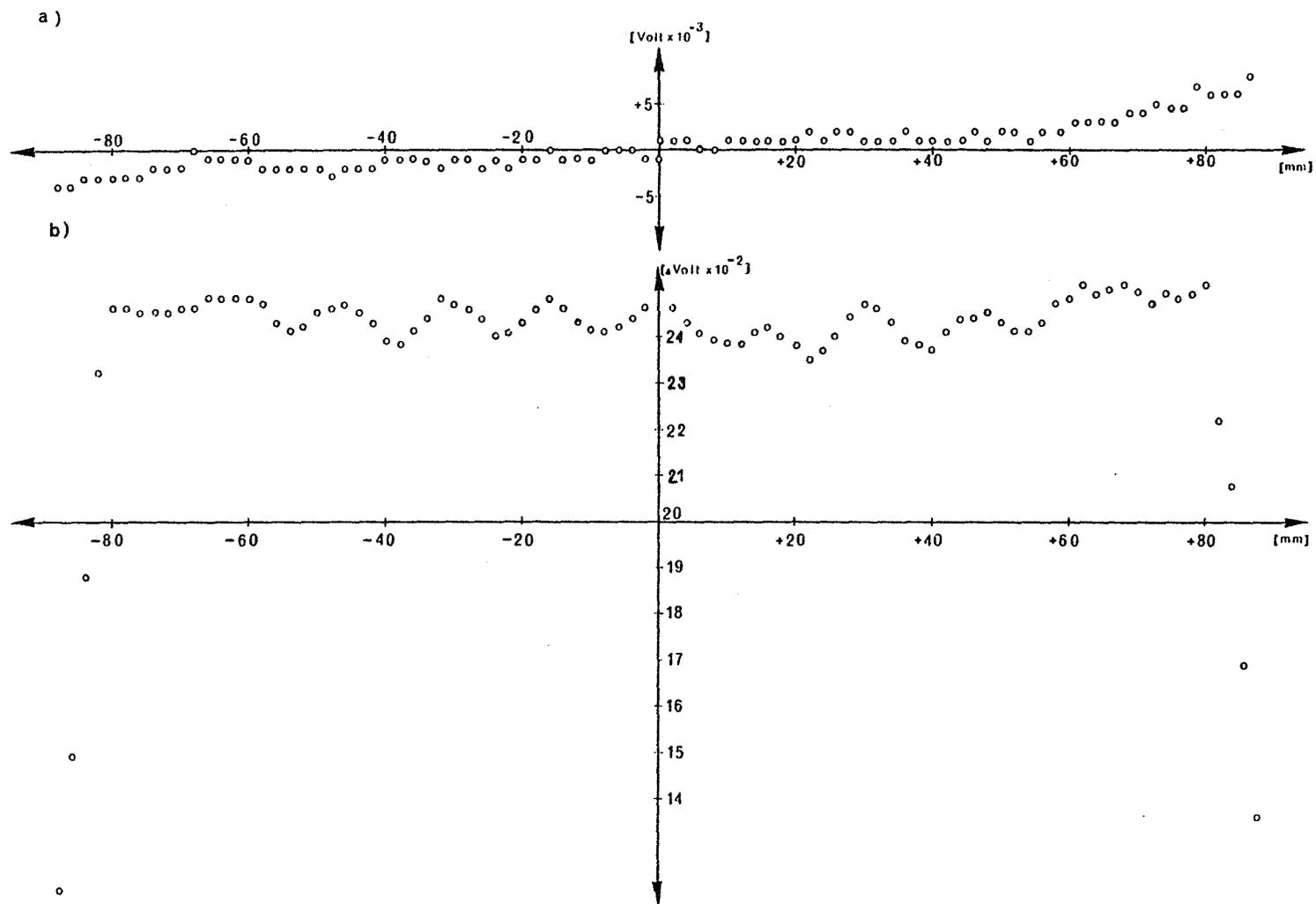


Abb. 23 : Spannungsdifferenzen einer Hin - und Rückmessung  
 Abb. 24 : Spannungsdifferenzen benachbarter Meßwerte

## 2.5. Verstärkertechnik

Da die meisten Aufnehmer zur elektrischen Messung mechanischer Größen nur ein sehr kleines elektrisches Signal abgeben, muß es, bevor es zur Anzeige oder Registrierung gebracht wird, verstärkt werden. Aus diesem Grund ist es notwendig, die Funktions- und Einsatzweise eines Verstärkers zu kennen. Im Meßpraktikum wird nicht auf schaltungstechnische Details eines Verstärkers eingegangen, sondern es sollen nur jene Begriffe erklärt werden, die für eine gegebene Aufgabenstellung und den dazu notwendigen Verstärker von Bedeutung sind. Des Weiteren wird der prinzipielle Unterschied eines Gleichspannungs- und Trägerfrequenzverstärkers erklärt. Ein drittes Teilgebiet beschäftigt sich mit der Tatsache, wenn ein Meßproblem den Einsatz beider Verstärkerarten gestattet. Diese Aufgabe beschränkt sich dann nicht auf den Vergleich bestimmter Daten, sondern es muß die Bedeutung dieser Daten für den speziellen Fall beurteilt werden /8,9/.

## 2.6. Oszilloskop

Da ein Oszilloskop in der Elektronik ein unentbehrliches Meßinstrument ist, wird es im Meßpraktikum vorgestellt (Modell Tektronix 2213). Es wird über den Verwendungszweck, den Aufbau der Elektronenstrahlröhre, den Ablenkmechanismus, den Aufbau der Zeitbasis und des Triggers und den Vertikalverstärker berichtet.

## 2.7. Leitungssuchgerät (Modell TW-S M-Scope)

Dieses Suchgerät wurde bisher nur theoretisch vorgestellt. Für das kommende Meßpraktikum ist aber eine praktische Durchführung (z.B. im Hof der Technik) geplant.

In der Theorie werden die zwei prinzipiellen Komponenten (gerichteter Sender und gerichteter Empfänger) und die beiden verschiedenen Arbeitsmethoden (induktive und galvanische) behandelt.

## 2.8. Zusammenfassung und Ausblick

Die Messungen dieses Praktikums beziehen sich vor allem auf die Prüfung und Eichung verschiedener Meßmittel und noch nicht auf eine echte praktische Anwendung, sie haben den Charakter von Labormessungen. Interessant wäre es nun, Versuchsmessungen im Rahmen einer Übung an einem Bauwerk durchzuführen. Dabei käme ein weiterer wichtiger Aspekt hinzu, nämlich die Interpretation und die Analyse der Meßdaten. Bisher wurde diesem Themenkreis weniger Aufmerksamkeit geschenkt. Im nächstfolgenden Praktikum soll daher als neuer Themenkreis die Interpretation und Analyse von Meßdaten hinzukommen. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Temperatur als Störgröße beim elektrischen Messen mechanischer Größen. Der Einfluß von Temperaturänderungen kann nicht verhindert werden, sondern nur durch verschiedene Maßnahmen (je nach Messungsart und Messungsaufbau) kompensiert werden. Dieser ganze Problembereich wurde bisher nur theoretisch behandelt. Praktische Anwendungen sollen eine Veranschaulichung dieser Problematik bringen.

Literaturverzeichnis:

- /1/ SCHWEBEL, R. : Untersuchung instrumenteller Fehler von Universal- und Passageninstrumenten mit Hilfe von Autokollimation, München 1968  
DGK Reihe C, Nr. 117
- /2/ MATTHIAS, H. : Umfassende Behandlung der Theodolitachsfehler auf vektorieller Grundlage unter spezieller Berücksichtigung der Taumel-  
fehler der Kippachse, Zürich 1961
- /3/ TAYLOR - HOBSON : Operators Handbook Nr. 212-7
- /4/ SCHLEMMER, H. : Laserinterferenzkomparator zur Prüfung von Präzisionsnivellierlatten, München  
1975  
DGK Reihe C, Nr. 210
- /5/ FABIANKOWITSCH, J.: Aufbau eines Laserinterferenzkomparators  
Unveröffentlichter Vortrag, Wien 1980
- /6,7/ MÜLLER, R.K.u.a.: Mechanische Größen elektrisch gemessen  
Kontakt und Studium, Bd.45, 1980
- /8/ HERINGHAUS, E. : Trägerfrequenz- u. Gleichspannungsmeß-  
verstärker für das Messen mechanischer  
Größen - ein Systemvergleich aus anwen-  
dungstechnischer Sicht  
Meßtechnische Briefe 18, 1982
- /9/ ROHRBACH, Ch. : Handbuch für elektrisches Messen mechani-  
scher Größen  
VDI-Verlag Düsseldorf 1967
- /10/ HEWLETT-PACKARD : Operators Handbook



GEO 1200 - EIN PROGRAMMSYSTEM ZUR AUTOMATISCHEN  
ERSTELLUNG EINES V 408 TEILUNGS AUSWEISES NACH DEN  
RICHTLINIEN DES LIEGENSCHAFTSTEILUNGSGESETZES §§ 15

Johannes Schwarz

Das V 408 Formular ist Teil der urkundlichen Grundlagen für die Verbücherung von Zu- und Abschreibung geringwertiger Trennstücke gemäß den §§ 15 des Liegenschaftsteilungsgesetzes. Dieses Verfahren wird in Österreich bei der Errichtung, Erweiterung, Umliegung etc. von Straßen-, Weg-, Eisenbahn- und Wasserbauanlagen angewandt.

Erfahrungsgemäß handelt es sich bei diesem Verfahren meist um Trennstücke, deren Bearbeitung und Verwaltung im Teilungsausweis sehr mühsam und fehleranfällig ist.

Die heutige Generation von Microcomputern mit ihren großen Speicherkapazitäten und Bildschirmdialogfähigkeiten ermöglicht es nun, solche Arbeitsvorgänge im Sinne einer Textverarbeitung zu automatisieren und dadurch eine wesentliche Zeitersparnis zu erreichen.

Das vorzustellende Applikationsprogramm GEO 1200, das alle Anforderungen bezüglich des V 408 Formularausdruckes erfüllt, wurde für die Philips PCs P 2000 und P 2500 entwickelt und in das bereits bestehende Programmsystem GEOPHIL 2000 voll integriert.

Folgende Vorteile sprechen nun für ein solches Programm:

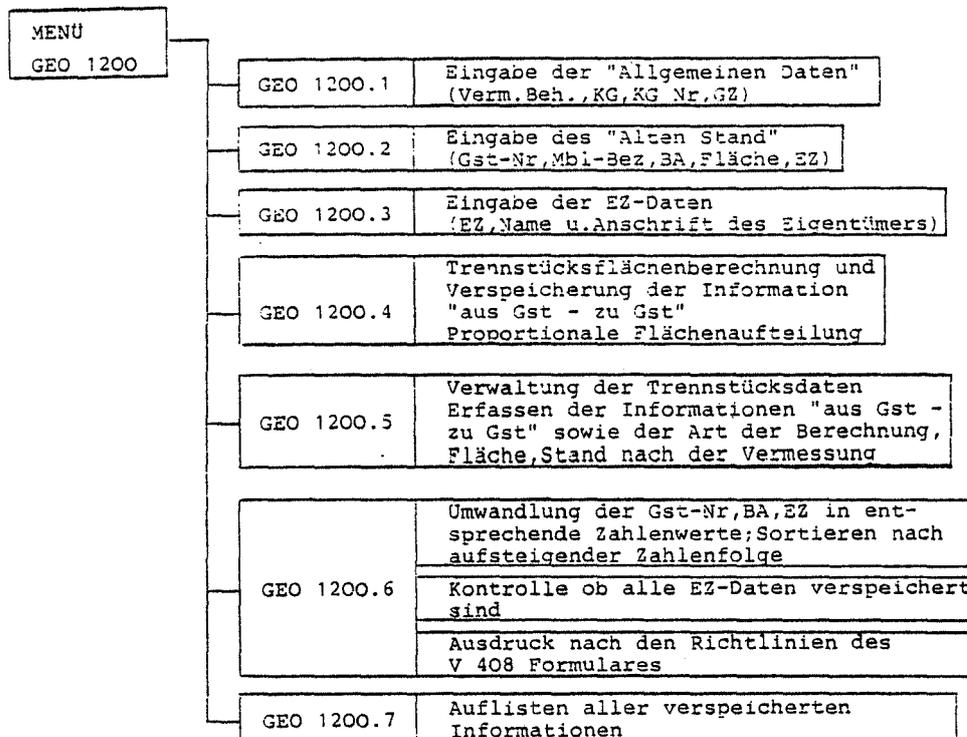
1. Verringerung der Arbeitszeit

Da ein nach den Richtlinien des V 408 erstellter Teilungsausweis dem Wesen nach einer doppelten Buchhaltung entspricht - jede Veränderung des Katasterstandes doppelt ersichtlich gemacht wird - müssen die entsprechenden Daten doppelt eingegeben bzw. verwaltet werden. Der Benutzer des Programmsystems GEO 1200 braucht die spezifischen Trennstücksdaten bzw. die gleichbleibenden Formularüberschriften nur einmal eingeben. Das mühsame Sortieren nach Einlagezahlen, Grundstücksnummern und Trennstücksbezeichnungen erledigt das Programm.

2. Minimierung der Fehlerquellen und vermehrte Kontrollmöglichkeiten

Die Fehlermöglichkeiten reduzieren sich einerseits durch die Verringerung der Eingabedaten und andererseits durch den Bildschirmdialog. Durchgreifende Kontrollen sind nicht möglich, da die Eingaben redundanzfrei erfolgen. Jedoch können noch vor dem Formularausdruck die Gesamtanzahl der eingegebenen Trennstücke und ihre Gesamtfläche ermittelt werden; ebenso stichprobenartig die Grundstücksfläche im Stand nach der Vermessung. Sämtliche Daten bleiben bis zum nächsten Löschvorgang gespeichert, so daß jederzeit eine Korrektur mit nachfolgendem Ausdruck vorgenommen werden kann.

Das Applikationsprogramm GEO 1200 besteht aus neun Teilprogrammen, die von einem übergeordneten Menüprogramm gesteuert werden.



### Beschreibung der Teilprogramme

#### GEO 1200.1 Allgemeine Daten

Dieses Teilprogramm löscht alle alten Informationen im Falle der Verarbeitung einer neuen Geschäftszahl. Eingabe und Verspeicherung jener Daten, die am Kopf einer jeden V 408 Formularseite ausgegeben werden: Vermessungsbehörde, Katastralgemeinde, KG-Nummer, Geschäftszahl, Numerierung, Grenzkatastergemeinde.

#### GEO 1200.2 Alter Stand

Eingabe und Verspeicherung jener Grundstücksdaten des Katasterstandes, die für den Teilungsausweis notwendig sind: Grundstücksnummer, Mappenblattbezeichnung, Benützungsort, Fläche und Einlagezahl.

#### GEO 1200.3 EZ-Verwaltung

Eingabe und Verspeicherung der Namen und Anschriften der Eigentümer aller betroffenen Grundbuchseinlagezahlen.

#### GEO 1200.4 Flächenberechnung

In diesem Teilprogramm erfolgt die Berechnung der Flächen einzelner Trennstücke nach Koordinaten und deren Verspeicherung gleichzeitig mit der Information "aus Grundstück - zu Grundstück". Graphisch ermittelte Flächen können proportional zu ihrem Anteil an eine Gesamtsohlfläche angeglichen werden.

#### GEO 1200.5 Trennstückseingabe

Eingabe, Verwaltung bzw. Korrektur der Informationen "aus Grundstück - zu Grundstück" sowie Trennstücksfläche, Art der Berechnung und Stand eines Grundstückes nach der Vermessung.

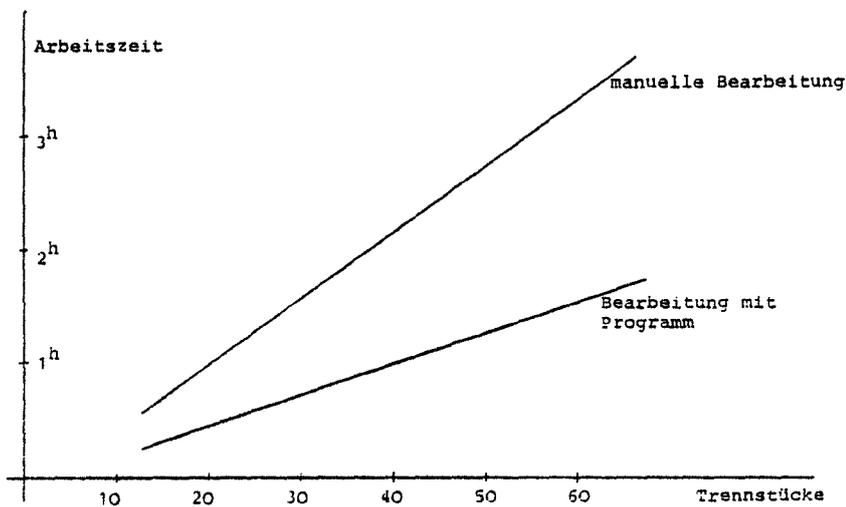
### GEO 1200.6 V 408 Formularausdruck

Nach einem Sortierlauf, der alle auszudruckenden Grundstücksdaten in eine Folge geordnet nach EZ, Grundstücksnummer und Trennstücksbezeichnungen bringt, und einer anschließenden Kontrolle, ob alle EZ-Daten eingegeben wurden, erfolgt der Ausdruck gemäß den Richtlinien des V 408 Formulars.

### GEO 1200.7 Auflisten

Dieses Teilprogramm listet alle verspeicherten Informationen für allfällige Kontrollen auf.

Die tatsächliche Zeitersparnis, die mit dem Programm erzielt werden kann, wurde anhand einiger Geschäftszahlen ermittelt, wobei sich folgendes Ergebnis zeigte:



Zukünftig kann durch einen Anschluß der Philips P 2500 an die Grundstücksdatenbank ein weiterer beträchtlicher Zeitgewinn erwartet werden. Die Eingabe des alten Standes und der EZ-Daten erfolgt dann automatisch und nur noch die Trennstücke müssen manuell bearbeitet werden.

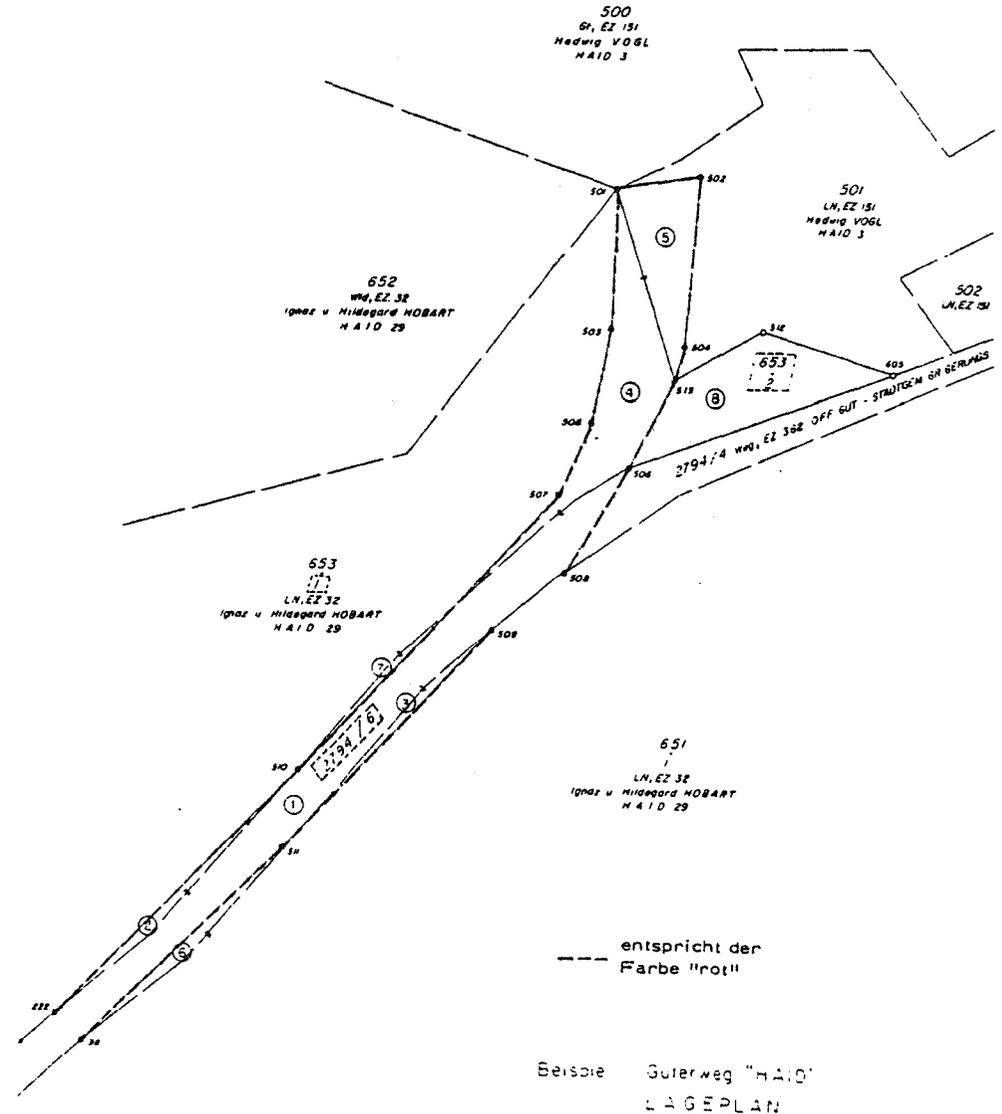
GEO 1200-1

Pos.Nr.	Eingabe - BILDSCHIRM - Ausgabe	Tasten				DRUCK
		←	→	↑	↓	
1	MENÜ GEO 1200	1				
2	<u>Entscheidung (MENÜ):</u>					
	ALLGEMEINE DATEN	1	→	Pos.Nr.3		ALLGEMEINE DATEN
	KORREKTUREN	2	→	Pos.Nr.5		KORREKTUREN
	nach MENÜ GEO 1200	3	→	Pos.Nr.1		
3	→ Sicherungscode					
4	Sicherungscode eingeben			0 0 0		
5	"VERM.BEH." Text (20 α)			0		Text
6	"KAT.GEM." Text (20 α)			0 0 0		Text
7	"KG NR"			0 0 0		KG NR
8	"GZ"			0 0 0		GZ
9	<u>Entscheidung:</u> (Bildschirm rechts oben)					
	"NUMERIERUNG"					
	getrennt			G		NUMERIERUNG getrennt
	fortlfd			F		NUMERIERUNG fortlfd
10	<u>Entscheidung:</u> (Bildschirm rechts oben)					
	"GRENZKATASTER"					
	ja			J		GRENZKATASTER ja
	nein			N		GRENZKATASTER nein
<u>Anmerkungen:</u> Bei Pos.Nr.4 werden sämtliche Daten des vorherigen Programmdurchlaufes gelöscht.						
Es können bis zu je 250 Trennstücke, 250 Grundstücke und 150 EZ eingegeben werden.						
Bei Pos.Nr.10 im Falle "ja" wird später beim V.408 Formularausdruck automatisch an die Grundstücksnummer ein "G" angehängt ohne bei GEO 1200.2 eingegeben werden zu müssen						

ALLGEMEINE DATEN

VERM. BEH. A-Stadt  
 KAT. GEM. Haid  
 KG NR 25410  
 GZ 4318/80

NUMERIERUNG getrennt  
 GRENZKATASTER nein



GEO 1200-2

Pos.Nr.	Eingabe - BILDSCHIRM - Ausgabe	Taster				DRUCK
		←	↑	↓	→	
1	MENÜ GEO 1200	2				
2	Entscheidung: (MENÜ)					
	ALTER STAND	1	Pos.Nr.3			ALTER STAND
	ALTER STAND DER ANLAGE	2	Pos.Nr.3			ALTER STAND DER ANLAGE
	KORR. ALTER STAND	3	Pos.Nr.3			KORR. ALTER STAND
	KORR. ALTER STAND DER ANLAGE	4	Pos.Nr.3			KORR. ALTER STAND DER ANLAGE
	nach MENÜ GEO 1200	5	Pos.Nr.3			
3	GST-NR (10α)			e	o	
4	MBL-BEZ (6α)			e	o	
5	BA (WI)					
	Entscheidung: Bf1					
	Ge					
	Gt					
	LN			e	o	
	SB					
	Wgt					
	Wld					
6	FLÄCHE			e	o	
7	EZ (6α)					
	Entscheidung: nur numerischer Wert					
	num. Wert + "L" (LT)					
	num. Wert + "E" (EBB)			e	o	
	"N" (NEU)					
	"0" (VZ)			e	o	Zeile
8	GST-NR (10α)			e	o	

GEO 1200-2

Pos.Nr.	Eingabe - BILDSCHIRM - Ausgabe	Taster				DRUCK
		←	↑	↓	→	
9	BA (WI)					
	Entscheidung: Bf1					
	Ge					
	Gt					
	LN			e	o	
	SB					
	Wgt					
	Wld			e	o	
	<u>Anmerkungen:</u> Pos.Nr.2: Wird Taste 2 gedrückt (ALTER STAND DER ANLAGE)					
	so werden an der Stelle die Grundstücksdaten einer					
	ausgezeichneten Parzelle (gewöhnlich eine Parzelle					
	der Straße, des Weges etc) eingegeben. Dies					
	erleichtert bei GEO 1200/5 die weiteren Mani-					
	pulationen.					
	Pos.Nr.3: Unterteilungnummern werden durch "/" darge-					
	stellt. Bei einer Saufäche kann der Punkt einge-					
	geben werden. (Bsp1.: 1234/123G)					
	Durch Drücken der Taste  kann das zuletzt					
	eingegebene Grundstück gelöscht werden.					
	Pos.Nr.6: Falls das Grundstück im ALIEN STAND noch nicht vor-					
	handen ist, muß als Fläche 0 eingegeben werden.					

GEO 1200.3

Pos.Nr.	Eingabe - BILDSCHIRM - Ausgabe	Tasten				DRUCK
		←	↑	↓	→	
1	MENU GEO 1200	3				
2	Entscheidung (MENU):					
	EINGABE DES EZ-VERZEICHNISSES	1	→	Pos.Nr. 3	EINGABE DES EZ-VERZEICHNISSES	
	KORREKTUR	2	→	Pos.Nr. 3	KORREKTUR	
	nach MENU GEO 1200	3	→	Pos.Nr. 1		
3	EZ					
	Entscheidung: nur numerischer Wert					
	num. Wert + "L" (LT)					
	num. Wert + "E" (EBB)	e	o	o		
	"N" (NEU)					
	"j" (VZ)				EZ	
4	Text (36x)	e	o		Text	
5	Text (36x)	e	o		Text	
6	Text (30x)	3	e	o	Text	
	<u>Anmerkung:</u> Die Texteingaben bei Pos.Nr. 4 bis 6 können beliebig für Name und Anschrift, etc. genutzt werden.					
	zu Pos.Nr.3: z.B. 377L.... (LT 377)					
	5E.... (EBB 5)					

ALTER STAND

GST-NR	MBL-BEZ	BA (WI)	FLÄCHE	EZ
653	1	LN	8056	32
501	1	LN	2395	151
2794/4	1	SB	6170	362
651/1	1	LN	48969	32

ALTER STAND DER ANLAGE

GST-NR	MBL-BEZ	BA (WI)	FLÄCHE	EZ
2794/6	1	SB	0	362

EINGABE DES EZ-VERZEICHNISSES

EZ	32	Ignaz u. Hildegard HÖBART Haid 29
EZ	151	Hedwig VOGL Haid 3
EZ	362	+ 5 Mitbesitzer öFF. GUT Stadtgemeinde Gr. Gerungs

GEO 1200.4

Pos.Nr.	Eingabe - BILDSCHIRM - Ausgabe	Taster				DRUCK
		←	↑	↓	→	
1	MENG GEO 1200	4				
2	<u>Entscheidung:</u> (MENG)					
	FLACHENBERECHNUNG DER TRENNSTÜCKE	1	→	Pos.Nr. 3	FLACHENBERECHNUNG DER TRENNSTÜCKE	
	KORREKTUREN	2	→	Pos.Nr. 3	KORREKTUREN	
	PROPORTIONALE FLACHENAUFTEILUNG	3	→	Pos.Nr. 5	PROPORTIONALE FLACHENAUFTEILUNG	
	nach MENG GEO 1200	4	→	Pos.Nr. 1		
3	TRENNSTÜCKBEZEICHNUNG (4x)	e	o		TRENNSTÜCKBEZEICHNUNG	
4	P1 - erster Umfangspunkt	e	o			
	Y1	o	o			
	X1	o	o		P1, Y1, X1	
5	P2...Pn - Umfangspunkte	e	o	o		
	Y2...Yn	o	o			
	X2...Xn	o	o			
	→ S12...Sn-1,n				P2, Y2, X2, S12, ... ..Pn, Yn, Xn, Sn-1, n	
6	P1 - letzter=erster Umfangspunkt	e	o	o		
	Y1	o	o			
	X1	o	o			
	→ Sn,1				P1, Y1, X1, Sn,1	
	→ Fläche				"Fläche"=F [m2]	
7	KORREKTUR				Wird anstelle der Pkt.Nr. die Taste  gedrückt, dann wird der zuvor eingegebene Pkt. gelöscht.	
					(Korr.d.1.Pkts:  )	

GEO 1200.4

Pos.Nr.	Eingabe - BILDSCHIRM - Ausgabe	Taster				DRUCK
		←	↑	↓	→	
8	TRN = Trennstückbezeichnung Text	e				
9	aus GST (10x)	e				
10	BA <u>Entscheidung:</u> BFl					
	Ge					
	Gt					
	LN	e	o			
	SB					
	wgt					
	wld					
11	zu GST (10x)	e	o			
12	BA <u>Entscheidung:</u> BFl					
	Ge					
	Gt					
	LN	e	o			
	SB					
	wgt					
	wld					TRN FLÄCHE aus GST BA
						zu GST BA
13	TRN = Trennstückbezeichnung Text	e	o	o		
14	<u>Entscheidung:</u>					
	mit Flächenberechnung? ja	J	←	4		
	nein	N	←	8		
15	TRN = Trennstückbezeichnung	e	o	o		
16	FLÄCHE	e	o			TRN FLÄCHE
17	SOLL-GESAMTFLÄCHE	e	o	o		SOLL-GESAMTFLÄCHE
18						TRN FLÄCHE (proport.aufgeteilt)

- IRT -

Pos.Nr.	Eingabe - BILDSCHIRM - Ausgabe	Tasten				DRUCK
		←	↑	↓	→	
1	MENU GEO 1200	5				
2	<u>Entscheidung:</u> (MEND)					
	EINGABE TRENNSTÜCKE	1	Pds.Nr. 3			EINGABE TRENNSTÜCKE
	KORREKTUR TRENNSTÜCKE	2	Pds.Nr. 35			KORREKTUR TRENNSTÜCKE
	nach MEND GEO 1200	3	Pds.Nr. 1			
3	TRN =Trennstückbezeichnung	e	0	0		
4	B =Art der Berechnung					
	<u>Entscheidung:</u> (Bildschirm					
	rechts oben)					
	aus Koord.	0	2	0		
	graphisch	G	0			
	Restfläche lt.Kataster	R	0			
	Fläche lt. Kataster	K	0			
5	aus GST (100X)	e				
	Falls Grundstück der Anlage			0		
6	BA (WI)					
	<u>Entscheidung:</u> Bfl					
	Ge					
	Gt					
	LN	e	0			
	SB					
	wgt					
	wld					
7	→ GST-NR,MBL-BEZ,BA (WI),					
	FLÄCHE,EZ					
	Falls Grundstück noch nicht					
	verspeichert	→	30			

Pos.Nr.	Eingabe - BILDSCHIRM - Ausgabe	Tasten				DRUCK
		←	↑	↓	→	
8	<u>Entscheidung:</u>					
	aufgerufenes Grundstück richtig	e	5			
	anderes Grundstück gewünscht		0			
	Änderung innerhalb des ALTEN STAND			0		
9	zu GST (100X)	e		30		
	Falls Grundstück der Anlage			0		
10	BA (WI)					
	<u>Entscheidung:</u> Bfl					
	Ge					
	Gt					
	LN	e	0			
	SB					
	wgt					
	wld					
11	→ GST-NR,MBL-BEZ,BA (WI),					
	FLÄCHE,EZ					
	Falls Grundstück noch nicht					
	eingegeben	→	30			
12	<u>Entscheidung:</u>					
	aufgerufenes Grundstück richtig	e	9			
	anderes Grundstück gewünscht		0			
	Änderung innerhalb des ALTEN STAND			0		
13	FLÄCHE	e				
14	→ STAND NACH VERM					
	GST-NR,BA,EZ					

Pos.Nr.	Eingabe - BILDSCHIRM - Ausgabe	Tasten				DRUCK
		←	↑	↓	→	
15	Entscheidung:					
	Anderung STAND NACH VERM. } nein	←				
	für "aus GST" } ja					
16	GST-NR (10x)					
17	BA					
	Entscheidung: Bfl					
	Ge					
	Gt					
	LN					
	SB					
	wgt					
	wld					
18	EZ (6x)					
19	B = Art der Berechnung					
	Entscheidung: (Bildschirm					
	rechts oben)					
	aus Koord.	O				
	graphisch	G				
	Restfläche lt. Kataster	R				
	Fläche lt. Kataster	K				
	Grundstück erlischt	L				
20	Entscheidung:					
	ganze Zeile löschen ja					
	Anderung im STAND NACH VERM.					
	für "zu GST" ja					
	nein					Zeile

Pos.Nr.	Eingabe - BILDSCHIRM - Ausgabe	Tasten				DRUCK
		←	↑	↓	→	
21	GST-NR (10x)					
22	BA (WI)					
	Entscheidung: Bfl					
	Ge					
	Gt					
	LN					
	SB					
	wgt					
	wld					
23	EZ (6x)					
24	B (Art der Berechnung)					
	Entscheidung: (Bildschirm					
	rechts oben)					
	aus Koord.	O				
	graphisch	G				
	Restfläche lt. Kataster	R				
	Fläche lt. Kataster	K				
	Grundstück erlischt	L				
						Zeile
25	→ "aus GST" GST-NR, MBL-BEZ, BA (WI),					
	FLACHE, EZ					
	falls Grundstück noch nicht					
	eingegangen					
26	Entscheidung:					
	aufgerufenes Grundstück richtig					
	anderes Grundstück gewünscht					
	Anderung innerhalb des ALTEN STAND					





		OZ		V 408 Gegenüberstellung										Vermessungsbehörde:		A-Stadt		OZ A						
				für die Verhöherung gem §§ 10 ff (Legtekt)										Katastralgemeinde:		Haid		OZ P						
														KG Nr.:		25410		Vhw Nr.						
(Planverfasser)		4318/80		Abfall					Zuwachs					Stand nach der Vermessung										
Katasterland																								
Grundstücksnummer	Benutzungsart	Fläche		Ertragszahl	zu Grundstück Nummer	zu Grundstücks-einlage-zahl	Fläche		aus Grundstück Nummer	aus Grundstücks-einlage-zahl	Fläche		aus Seite	Grundstücksnummer	Benutzungsart	Fläche		Ertragszahl	Ablassnummer	Vhw Nr.	vorherige	weitere		
1	2	ha	a	m <sup>2</sup>	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
651/1	LN	4	89	69	3	1	2794/6	362	25															
					6					2794/4	362	53		651/1	LN	4	89	97						
653	LN	80	56		2		2794/6	362	43															
					4		2794/6	362	4 00															
					7					2794/4	362	10												
					8		653/2	32	3 46					653/1	LN		72	77						
					8					653/2	32	3 46		653/2	LN		3	46						
Grundbuchs-einlagezahl:		Name und Anschrift des Eigentümers: Ignaz u. Hildegard HOBART Haid 29																				Grundbesitz-bogennummer		
32																								

Vorsicht bei den Abkürzungen: Spalte 3 und 17: Landwirtschaftlich genutzte Grundflächen... LN Wahl... WM Spalte 7 und 18: Fläche aus Koordinaten... o Fläche graphisch... g Fläche R. Kataster... R

1970-05, Bundesvermessungsamt Wien, 02 P 10/010 202

		OZ		V 408 Gegenüberstellung										Vermessungsbehörde:		A-Stadt		OZ A						
				für die Verhöherung gem §§ 10 ff (Legtekt)										Katastralgemeinde:		Haid		OZ P						
														KG Nr.:		25410		Vhw Nr.						
(Planverfasser)		4318/80		Abfall					Zuwachs					Stand nach der Vermessung										
Katasterland																								
Grundstücksnummer	Benutzungsart	Fläche		Ertragszahl	zu Grundstück Nummer	zu Grundstücks-einlage-zahl	Fläche		aus Grundstück Nummer	aus Grundstücks-einlage-zahl	Fläche		aus Seite	Grundstücksnummer	Benutzungsart	Fläche		Ertragszahl	Ablassnummer	Vhw Nr.	vorherige	weitere		
1	2	ha	a	m <sup>2</sup>	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
501	LN		23	95	5		2794/6	362	2 10															
														501	LN		21	85						
Grundbuchs-einlagezahl:		Name und Anschrift des Eigentümers: Hedwig VOGL Haid 3 + 5 Mitbesitzer																				Grundbesitz-bogennummer		
151																								

Vorsicht bei den Abkürzungen: Spalte 3 und 17: Landwirtschaftlich genutzte Grundflächen... LN Wahl... WM Spalte 7 und 18: Fläche aus Koordinaten... o Fläche graphisch... g Fläche R. Kataster... R

1970-05, Bundesvermessungsamt Wien, 02 P 10/010 202

GEO 1200.7

Pos.Nr.	Eingabe - BILDSCHIRM - Ausgabe	Tasten		DRUCK
		←	→	
1	MENU GEO 1200	7		
2	Entscheidung:			
	Ausgabe Allgemeine Daten	1		Ausgabe Allgemeine Daten
	Ausgabe Grundstückverzeichnis	2		Ausgabe Grundstückverzeichnis
	Ausgabe EZ-Verzeichnis	3		Ausgabe EZ-Verzeichnis
	Ausgabe Trennstücke	4		Ausgabe Trennstücke
	nach MENU GEO 1200	5		
	Anmerkung: Es werden die entsprechenden Daten aufgelistet.			

Seite 3

Katasterland		Abfall			Zuwachs			Stand nach der Vermessung											
Grundstücksnummer	Benutzungsart	Fläche		zu Grundstücksnr.	zu Grundbuchlagezahl	Fläche	aus Grundstücksnr.	aus Grundbuchlagezahl	Fläche	Grundstücksnummer	Benutzungsart	Fläche		Ertragszahl	Messungsnr.	Vhw Nr.			
1	2	ha	m <sup>2</sup>	8	9	a	11	12	a	m <sup>2</sup>	14	15	16	17	18	19	20	21	22
2794/4	SB	61	70	2794/6	362	15 76													
				651/1	32	53													
				653	32	10					2794/4	SB	45	31					
							2794/4	362	15	76									
							653	32		3									
							651/1	32		25									
							653	32		4 10									
							501	151		2 10	2794/6	SB	22	54					
ND SUMM		6	55 90			26 63				26 63									
Grundbuchlagezahl: 362	Name und Anschrift des Eigentümers: OFF. GUT Stadtgemeinde Gr. Gerungs															Grundbuchlagezahl			
Verzeichnis der Abkürzungen:		Spalte 3 und 17: Landwirtschaftlich genutzte Grundflächen ... LN			Wald ... WM			Spalte 1 und 18: Fläche aus Koordinaten ... 0			Spalte 14: Eintragung d. Seite, wenn das ganze Grundstück einer anderen Grundbuchlage zugewiesen wird								
Spalte 9 und 10: Grundstück im Grenzhafter angegeben ... 0		Orten ... 01			Gewässer ... 0a			Fläche graphisch ... 0			Grundbuchlage ... 0								
		Weingärten ... Wf			Danflächen ... 0f			Fläche ... 0f			Fläche ... 0f								
					Sonstige Benutzungsarten ... 39			Fläche ... 0f			Fläche ... 0f								



Bisher erschienen:

- Heft 1 Kolloquium der Assistenten der Studienrichtung Vermessungswesen 1970 - 1973, Dezember 1973.
- Heft 2 EGGER-PERDICH-PLACH-WAGENSOMMERER, Taschenrechner HP 45 und HP 65, Programme und Anwendung im Vermessungswesen, 1. Auflage, März 1974, Special Edition in English, Juli 1974, 2. verbesserte Auflage, November 1974.
- Heft 3 Kolloquium der Assistenten der Studienrichtung Vermessungswesen 1973 - 1974, September 1974.
- Heft 4 EGGER-PALFINGER-PERDICH-PLACH-WAGENSOMMERER, Tektronix-Tischrechner TEK 31, Programmbibliothek für den Einsatz im Vermessungswesen, November 1974.
- Heft 5 K. LEDERSTEGER, Die horizontale Isostasie und das isostatische Geoid, Februar 1975.
- Heft 6 F. REINHART, Katalog von FK4 Horrebow-Paaren für Breiten von +30 bis +60 , Oktober 1975.
- Heft 7 Arbeiten aus dem Institut für Höhere Geodäsie, Wien, Dezember 1975.
- Heft 8 Veröffentlichungen des Instituts für Photogrammetrie zum XIII. Internationalen Kongreß für Photogrammetrie in Helsinki 1976, Wien, Juli 1976.
- Heft 9 W. PILLEWIZER, Felsdarstellung aus Orthophotos, Wien, Juni 1976.
- Heft 10 PERDICH-PLACH-WAGENSOMMERER, Der Einsatz des programmierbaren Taschenrechners Texas Instruments SR-52 mit Drucker PC100 in der ingenieurgeodätischen Rechentechnik, Wien, Mai 1976.
- Heft 11 Kolloquium der Assistenten der Studienrichtung Vermessungswesen 1974 - 1976, November 1976.
- Heft 12 Kartographische Vorträge der Geodätischen Informationstage 1976, Wien, Mai 1977.
- Heft 13 Veröffentlichung des Instituts für Photogrammetrie anlässlich des 80. Geburtstages von Prof. Dr.h.c. K. Neumaier, Wien, Januar 1978.
- Heft 14 L. MOLNAR, Self Checking Analytical Relative Orientation and Strip Formation, Wien, Dezember 1978.
- Heft 15 Veröffentlichung des Instituts für Landesvermessung anlässlich des 80. Geburtstages von Prof. Dr. Alois Bavir, Wien, Januar 1979.

- Heft 16 Kolloquium der Assistenten der Studienrichtung Vermessungswesen 1976 - 1979, Wien, November 1979.
- Heft 17 E. VOZIKIS, Die photographische Differentialumbildung gekrümmter Flächen mit Beispielen aus der Architekturbildmessung, Wien, Dezember 1979.
- Heft 18 Veröffentlichung des Instituts für Allgemeine Geodäsie anlässlich des 75. Geburtstages von Prof.Dipl.Ing.Dr.F. Hauer, Die Höhe des Großglockners, Wien 1981.
- Heft 19 H. KAGER, Bündeltriangulation mit indirekt beobachteten Kreiszentren, Wien, April 1981.
- Heft 20 Kartographische Vorträge der Geodätischen Informationstage 1980, Wien, Mai 1982.
- Heft 21 Veröffentlichung des Instituts für Kartographie anlässlich des 70. Geburtstags von Prof. Dr. Wolfgang Pillewizer: Glaziologie und Kartographie, Wien, Dezember 1982.
- Heft 22 K. TEMPFLI, Genauigkeitsschätzung digitaler Höhenmodelle mittels Spektralanalyse, Wien, Mai 1982.
- Heft 23 E. CSAPLOVICS, Interpretation von Farbinfrarotbildern, Wien, November 1982.
- Heft 24 J. JANSKA, Rektifizierung von Multispektral-Scanneraufnahmen - Entwicklung und Erprobung eines EDV-Programms, Wien, Mai 1983.
- Heft 25 Zusammenfassungen der Diplomarbeiten, Dissertationen und Habilitationen an den geodätischen Instituten der TU Wien, Wien, November 1984.
- Heft 26 T. WUNDERLICH, Die voraussetzungsfreie Bestimmung von Refraktionswinkeln, Wien, August 1985.
- Heft 27 G. GERSTBACH (Hrsg.), Geowissenschaftliche/geotechnische Daten in Landinformationssystemen - Bedarf und Möglichkeiten in Österreich, Wien, Juni 1986.
- Heft 28 K. NOVAK, Orientierung von Amateuraufnahmen ohne Paßpunkte, Wien, August 1986.