

**Zeitschrift:** Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

**Herausgeber:** Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

**Band:** 78 (1980)

**Heft:** 4: 125 Jahre ETH Zürich : Sonderheft Institut für Geodäsie und Photogrammetrie

**Artikel:** Zum Tag der offenen Tür, 12. April 1980 : Lehre und Forschung an den einzelnen Lehrbereichen = Journée portes ouvertes, 12 avril 1980 : Enseignement et recherche de chaque domaine d'enseignement

**Autor:** [s.n.]

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-230156>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 16.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Zum Tag der offenen Tür, 12. April 1980:

# Lehre und Forschung an den einzelnen Lehrbereichen

Journée portes ouvertes, 12 avril 1980:

# Enseignement et recherche de chaque domaine d'enseignement

## 1. Lehrbereich Höhere Geodäsie (05)

### 1.1 Allgemeines

Der Lehrbereich 05 steht unter der Leitung von Prof. Dr. Hans-Gert Kahle. Ihm sind vier Assistentenstellen zugeordnet.

### 1.2 Lehre

Im neuen Studienplan der Abteilung für Kulturtechnik und Vermessung (VIII) stellt die Höhere Geodäsie im wesentlichen ein Vertiefungsfach für Vermessungsingenieure dar. Kulturingenieure sollen durch eine Einführungsvorlesung mit den aktuellen Problemen dieses Fachgebietes vertraut gemacht werden. Eine praktische Einführung in das Gebiet der Höheren Geodäsie wird ihnen durch die Mitwirkung des Lehrbereichs im vermessungstechnischen Diplomkurs vermittelt. Mit Lehrveranstaltungen aus dem Bereich der Gravimetrie und Geodynamik werden die interdisziplinären Beziehungen zur Abteilung für Naturwissenschaften (X) hervorgehoben. Einige der aufgeführten Vorlesungen sind ebenfalls als Wahlfächer in der Abteilung für Mathematik und Physik (IX) sowie in der Philosophischen Fakultät II der Universität Zürich aufgenommen worden.

Gemäss Studienplan gehören folgende Vorlesungen, Übungen, Praktika und Seminarien zum Lehrauftrag der Höheren Geodäsie.

#### Einführung in die Höhere Geodäsie

2 Stunden für Vermessungs- und Kulturingenieure sowie Studierende der Abteilung IX

#### Mathematische Geodäsie mit Flächentheorie

4 Stunden für Vermessungsingenieure und Studierende der Abteilung IX

#### Astronomische Geodäsie

4 Stunden für Vermessungsingenieure

#### Physikalische Geodäsie mit Potentialtheorie

4 Stunden für Vermessungsingenieure und Studierende der Abteilung IX

#### Satellitengeodäsie

2 Stunden für Vermessungsingenieure und Studierende der Abteilung IX

#### Geodynamik

4 Stunden für Vermessungsingenieure und Studierende der Abteilung X

#### Schwerefeld der Erde

1 Stunde für Vermessungsingenieure

und Studierende der Abteilungen IX und X sowie der Universität Zürich

#### Figur und Massenverteilung der Erde

2 Stunden für Vermessungsingenieure und Studierende der Abteilung IX und X sowie der Universität Zürich

#### Praktikum Geodäsie II

4 Stunden für Vermessungsingenieure

#### Vertiefungsblock Geodäsie (Mitwirkung)

12 Stunden für Vermessungsingenieure

#### Vermessungstechnischer Diplomkurs (Mitwirkung)

4 Wochen für Vermessungs- und Kulturingenieure

#### Geodätisches Seminar I (Mitwirkung)

2 Stunden für Vermessungsingenieure

#### Geodätisches Seminar II (Mitwirkung)

4 Stunden für Vermessungsingenieure

#### Geophysikalisches Seminar (Mitwirkung)

2 Stunden

#### Geophysikalisches Kolloquium (Mitwirkung)

2 Stunden

Zusammenstellung und Inhalt dieser Lehrveranstaltungen sind einerseits zur Erarbeitung von notwendigem Basiswissen konzipiert, welches dem Vermessungsingenieur physikalisch-theoretische Grundlagen für seine spätere berufliche Tätigkeit vermitteln soll. Andererseits sind hinreichend viele Vorlesungen und Praktika in den Studienplan integriert, in denen aktuelle Probleme der höheren Geodäsie exemplarisch herausgestellt und moderne Wege zu ihrer Lösung aufgezeigt werden können. In diesem Zusammenhang ist insbesondere die Neuschaffung der Vertiefungsblöcke zu nennen, die das Erarbeiten von Problemwissen auf interdisziplinärer Basis ermöglicht.

### 1.3 Forschung

Der Unterricht in Höherer Geodäsie wird nach Möglichkeit durch laufende Forschungsarbeiten ergänzt. Hierzu gehören zum Beispiel: Projekte aus dem Bereich der modernen *Satellitengeodäsie*, wie zum Beispiel Doppler-Verfahren zur präzisen Positionsbestimmung, in der *astronomischen Geodäsie* der Einsatz moderner Zenitkameras zur Bestimmung von Lotabweichungen, in der

*Geodynamik* gemeinsam mit dem Institut für Geophysik die Entwicklung von Messapparaturen zur Bestimmung von langperiodischen Neigungen der Erdkruste sowie von Instrumenten zur

Präzisionsvermessung der absoluten Schwerkraftbeschleunigung der Erde. Ferner werden gemeinsam mit der ETH-Forschungsgruppe für Radioastronomie Messmöglichkeiten aus dem Bereich der *kosmischen Geodäsie* ins Auge gefasst. Das Messprinzip der kosmischen Geodäsie besteht darin, Interferenzen von Radiowellen zu messen, die von Quasaren (quasistellare Radioquellen) ausgesandt und mit Hilfe von Radioteleskopen empfangen werden. Von diesem sogenannten VLBI-Verfahren (Very Long Baseline Interferometry) erwartet man eine Lagegenauigkeit der Messstationen von wenigen cm, bezogen auf sehr grosse Basislängen ( $\sim$  einige 1000 km).

Ähnlich grosse Basislängen können mit Laser-Distanzmessungen zu künstlichen Erdsatelliten gemessen werden. Ein aktuelles Beispiel hierfür ist der geodätische Satellit LAGEOS (Laser Geodynamic Satellite), dessen Umlaufbahn eine Höhe von 5900 km aufweist. LAGEOS ist ein passiver Satellit, der mit 426 Reflektoren ausgestattet ist. Er empfängt und reflektiert Laserlichtimpulse von irdischen Sendestationen. Aus bekannter Satellitenumlaufbahn lassen sich die Lagekoordinaten der weltweit verteilten Bodenstationen mit sehr hoher Genauigkeit ( $\pm 10$  cm) berechnen. Diese Beispiele stellen eine gewisse Auswahl aus den laufenden und geplanten Aktivitäten des Lehrbereichs für Höhere Geodäsie dar. Sie bilden die Grundlage für globale Methoden der Erdmessung, mit denen man Änderungen der Erdrotation, Präzession und Nutation sowie rezente Erdkrustenbewegungen bestimmen kann. Dieser Anwendungsbereich ist auch von Interesse für andere Erdwissenschaften, wie zum Beispiel Geophysik und Geologie. Das neue Konzept der globalen Platten tektonik beruht auf der grossräumigen Bewegung von Lithosphärenplatten, deren gegenwärtige Kinematik erstmals von der Geodäsie quantitativ erfasst werden könnte.

Besondere Bedeutung wird in diesem Zusammenhang der geplanten geodätischen Beobachtungsstation auf dem Hönggerberg beigemessen. Dort sollen Studenten mit den modernen Methoden der Satellitengeodäsie und astronomischen Geodäsie sowie der Geodynamik vertraut gemacht und an aktive Forschungsarbeiten herangeführt werden. Darüber hinaus wird eine Zusam-

menarbeit mit der Satellitenbeobachtungsstation Zimmerwald der Universität Bern angestrebt.

Als eine der Verbindungsdisziplinen zwischen Geodäsie und Geophysik wird die *Gravimetrie* angesehen, die sich mit dem Schwerkraftfeld, der Figur und Massenverteilung der Erde befasst. Da das Schwerkraftfeld ein Integralfeld ist, das die Massenunregelmässigkeiten im Erdinnern widerspiegelt, lassen sich aus den beobachteten Schwereanomalien und Geoidundulationen Aussagen über die Dynamik des Erdinnern ableiten und können Informationen über die Antriebskräfte der Lithosphärenplattenbewegungen gewonnen werden. Diese Zielsetzung steht in engem Zusammenhang mit dem Themenkreis Geodynamik, der als Lehr- und Forschungsbereich in den Lehrbereich für Höhere Geodäsie aufgenommen wurde, um eine Brücke zwischen der Geodäsie und Geophysik zu verwirklichen.

Die folgende Zusammenstellung zeigt einen Ausschnitt aus den Forschungsprojekten im Bereich

#### Gravimetrie / Geodynamik

- *Absolute Schweremessungen als Basis für geodynamische Untersuchungen in der Schweiz (Nationalfonds-Projekt)*

In den letzten Jahren sind systematische Untersuchungen zur Dynamik der rezenten Krustenbewegungen in den Alpen durchgeführt worden. Ein wichtiger Teilaspekt ist dabei mit der Frage verbunden, inwieweit neben plattentektonischen Antriebsmechanismen isostatische (hydrostatische) Ausgleichsbewegungen die vertikalen Krustenbewegungen beeinflussen. Dieses Problem kann mit zwei verschiedenen gravimetrischen Methoden bearbeitet werden: 1) durch die Bestimmung isostatischer Schwereanomalien und 2) durch die Vermessung nicht-periodischer zeitlicher Schwereänderungen. Das Nationalfonds-Projekt *Absolute Schweremessungen als Basis für geodynamische Untersuchungen* bildet die Grundlage für die zweite Methode. Gemeinsam mit dem Institut für Geophysik, dem Istituto di Miniere e Geofisica Applicata, Triest, und dem Istituto di Metrologia, Turin, wurden

hierzu erste absolute Schweremessungen in der Schweiz durchgeführt. Das Messprinzip beruht auf der Methode des «senkrechten Wurfs», bei dem die Steig- und Fallzeit mit einer Rubidium-Atomuhr (Genauigkeit  $\pm 10^{-11}$  s) und der Steig- bzw. Fallweg mit einem Michelsonschen Interferometer bestimmt werden. Diese italienische Apparatur ist weltweit gegenwärtig das einzige transportable Instrument, mit dem man die absolute Schwerebeschleunigung in der Genauigkeit von  $\pm 10^{-7} \text{ ms}^{-2}$  bestimmen kann.

Im Lauf des Jahres 1979 wurden 3 Stationen in Interlaken, auf dem Jungfraujoch und in Brig vermessen. Zusammen mit den Stationen Zürich und Chur dienen sie später als Grundlage für das Studium zeitlicher Schwereänderungen, die aufgrund der geodätisch gemessenen Hebungen zu erwarten sind.

- *Dynamik und Gravimetrie der Alpen*

Gemeinsam mit der Seismik-Gruppe des Instituts für Geophysik wird an einem neuen plattentektonischen Modell für die Dynamik der rezenten Krustenbewegungen der Alpen gearbeitet. Besondere Bedeutung hat hierbei das Schwerkraftfeld zwischen der Rhein-Rhone- und der Insubrischen Linie. Die negativsten isostatischen Schwereanomalien liegen in der Gegend der Rhein-Rhone-Linie, welche auch die stärksten Hebungen aufweist. Die Korrelation zwischen den rezenten Hebungen und den isostatischen Anomalien könnte auf eine isostatische Ausgleichsbewegung hindeuten.

- *Tiefenstruktur des Aar-Massivs*

Gravimetrische Detailaufnahme zur Untersuchung der Tiefenstruktur des Aar-Massivs. Schweremessungen, digitale Geländemodelle, Gradientenmethode.

- *Dichteoprovinz der Schweiz*

Für die Interpretation der Schwereanomalien in der Schweiz im Hinblick auf Krustenstruktur und Tiefe der Krusten-Mantelgrenze ist es unerlässlich, die oberflächennahe Dichteverteilung zu kennen und in Rechnung zu setzen. Zu diesem Zweck werden in einer Arbeitsgruppe der

Schweiz, Geophysikalischen Kommission im Rahmen der Geophysikalischen Landesaufnahme folgende Methoden angewandt: Nettleton-Profile, Tunnel- und Schachtmessungen sowie Dichtebestimmungen an Handstücken. Als Untersuchungsgebiete sind zunächst die Molasse, das Helvetikum sowie das Aar-Gotthard-Massiv vorgesehen. Die oberflächennahe Dichteverteilung soll auch im Rahmen des Themenkreises der *physikalischen Geodäsie* zur Interpretation des Geoids in der Schweiz benutzt werden.

- *Statische und dynamische Dichtemodelle im Bereich von Riftzonen*

Gemeinsam mit dem Institut für Geophysik wird ein kinematisches Modell für die Tiefenstrukturen des Rheingrabens und Golfs von Aden erarbeitet, welche kompatibel mit der Geothermik, Gravimetrie und Seismik sind.

- *Schwereanomalien und Geoidundulationen über Tiefseegräben*

Langwellige Schwereanomalien und Geoidundulationen über dem Gebiet des Indonesischen Tiefseegrabens werden analysiert, um die Zusammenhänge mit der abtauchenden Indisch-Australischen Lithosphärenplatte zu erarbeiten: Dynamik von aktiven Subduktionszonen.

- *Struktur des Kontinentalrandes südlich von Indien*

Basierend auf meeresgeophysikalischen Messungen (Seismik, Gravimetrie und Magnetik) wird die Struktur der Erdkruste im Gebiet des Comorin-Rückens zwischen Süd-Indien und Sri Lanka untersucht. Besondere Berücksichtigung der Kontinent-Ozean-Übergangszone im Zusammenhang mit der Entstehung des Indischen Ozeans.

Diese Aktivitäten aus dem Bereich Gravimetrie / Geodynamik sollen in Zukunft in ein gemeinsames interdisziplinäres Konzept des Instituts für Geodäsie und Photogrammetrie und des Instituts für Geophysik integriert werden, um einen Beitrag zur vermehrten Zusammenarbeit von Vermessungingenieuren und Naturwissenschaftlern zu leisten.

## 2. Lehrbereich Vermessungskunde (04)

### 2.1 Allgemeines

Der Lehrbereich 04 steht unter der Leitung von Prof. F. Chaperon und ist

verantwortlich für die Grundausbildung in Vermessung der Kultur- und Vermessingenieure, ferner – über einen Lehrauftrag – für die Geologen und Geographen der Abt. X. Personell ist er, wie die meisten anderen Lehrbereiche, mit einem Professor und drei vollamtlichen Mitarbeitern (1 Oberassistent, 2 Assistenten) dotiert sowie zeitweise

noch mit 1 bis 2 Hilfsassistenten für Vermessungsübungen und -kurse.

### 2.2 Lehre

Im folgenden geben wir einen Überblick über die Lehrveranstaltungen an der Abt. VIII, die vom Lehrbereich durchgeführt werden oder an denen er beteiligt ist.

## 2.2.1 Erste Studienhälfte

Im neuen Studienplan beginnt der Unterricht in Vermessungskunde schon im 1. Semester und wird bis zum 4. Semester durchgezogen. Besonderer Wert wird auf die Verbindung von Theorie und Praxis gelegt, wobei die Übungen – im Winter in Übungs- und Praktikumsräumen, im Sommer im Gelände auf dem Hönggerberg – den Studenten die sehr geschätzte und dringend nötige Gelegenheit zu praktischer Tätigkeit geben.

Abschluss und Höhepunkt dieser Grundausbildung ist der *Vermessungskurs I*, der im Juli, am Ende des 4. Semesters, durchgeführt wird und zwei Wochen dauert. In den letzten Jahren fand er im Saastal im Wallis statt mit Kurszentrum (Schulhaus und Studentenunterkunft in einer Familienpension mit einfacher Unterkunft, aber guter Verpflegung) in Saas Grund und Vermessungsgebieten rund um Saas Fee und in Saas Almagell.

Jede Gruppe von 4–5 Studenten erhält die Aufgabe, ein Gebiet von ca. 10 ha, in topographisch bewegtem und teils abgelegenem Gelände, zu vermessen, wobei in einer ersten Phase die vorhandenen Vermessungsgrundlagen durch Triangulation und Polygonzüge zu verdichten sind. Die Detailaufnahme erfolgt mit Messtisch und Kippregel im Massstab 1:1000 (Abb. 1). Abb. 2 zeigt einen Ausschnitt eines solchen von Studenten erstellten Planes. Ferner erstellt die Gruppe gemeinsam einen technischen Bericht mit allen nötigen Berechnungen. Die Gruppen arbeiten selbstständig unter Betreuung eines Assistenten.

Diese Form eines ganzheitlichen Unterrichts bei fast optimalen äusseren Umständen wird von den Studenten sehr geschätzt, obwohl von ihnen ein grosser Arbeitseinsatz erwartet und auch geleistet wird. Als besonders positiv werden von ihnen, neben der landschaftlichen Schönheit des Kursgebietes, die Möglichkeit zur selbständigen Organisation der Arbeit und die Pflege der Kameradschaft bewertet.

Die erste Studienhälfte wird abgeschlossen mit dem 2. Vordiplom, in dem Vermessungskunde eines der 5 geprüften Fächer bildet.

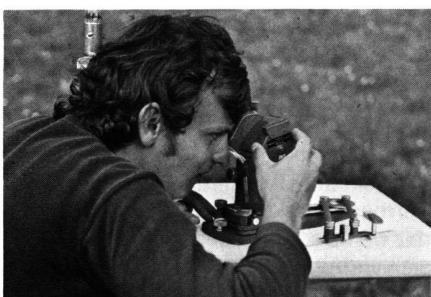


Abb. 1 Student am Messtisch

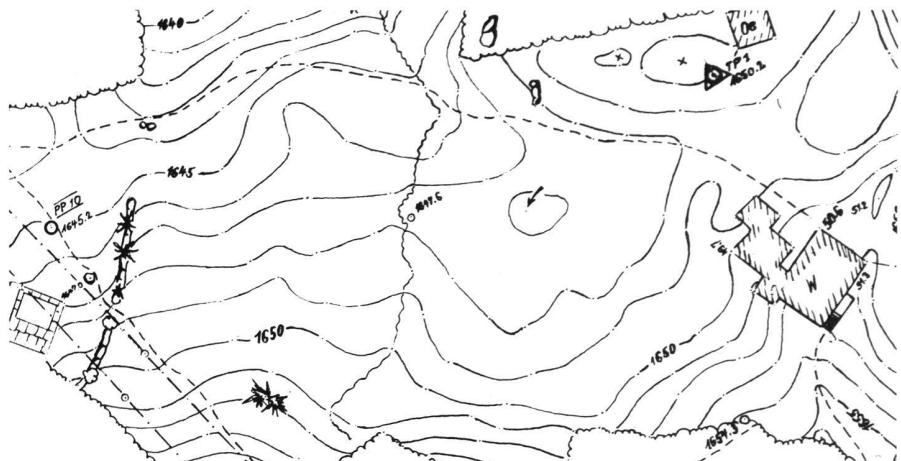


Abb. 2 Ausschnitt aus Original-Messtischplan einer Studentengruppe. Massstab 1:1000, 1-m-Höhenkurven. (Gebiet <Biele> Saas Grund, 1976)

## 2.2.2 Zweite Studienhälfte

Für die Kultur- und Vermessungsingenieure wirkt der Lehrbereich bei den im neuen Studienplan im 6., 7. und 8. Semester vorgesehenen Vertiefungsblöcken in Vermessung mit. Zu diesem neuen Experiment liegen noch keine Erfahrungen vor.

Für die Vermessungsingenieure führt der Lehrbereich zusätzlich folgende Veranstaltungen durch:

- Geodätisches Praktikum im 5. Semester: Ziel: Vertiefte Instrumentenkunde und praktische Erfahrung in Messtechnik.
- Geodätisches Seminar (7., 8. Sem.), wo die Studenten ein ihnen neues wissenschaftliches Thema selbstständig erarbeiten. Diese Veranstaltung wird von den verschiedenen Professoren gemeinsam betreut.

## 2.2.3 Diplom-Vermessungskurs und Diplomarbeiten

Die Verantwortung für diese Aufgaben liegt abwechselungsweise bei den Professoren Conzett/Matthias bzw. Chaperon/Schmid.

Der Diplom-Vermessungskurs findet am Ende des 8. Semesters im Juli/August statt und dauert 4 Wochen. Er ist einerseits eine Lehrveranstaltung, andererseits dient er dazu, die Grundlagen für die schriftlichen Diplomarbeiten zu beschaffen.

Der letzte Kurs, unter Leitung von Prof. Chaperon und Prof. Schmid, wurde 1979 in Grindelwald und Lauterbrunnen durchgeführt, wo sich viele geodätisch interessante Probleme bearbeiten lassen. Die Studenten (1979) waren es total 43, wovon 3 Studentinnen) arbeiteten wiederum in Gruppen von 4 bis 6 Teilnehmern und lösten selbstständig, von einem Assistenten betreut, grössere zusammenhängende Aufgaben, wie

- Anlage und Messung von Triangulationsnetzen zur Bestimmung von Geländerutschungen, von Triangulationsnetzen 3. und 4. Ordnung, oder

von photogrammetrischen Triangulationen.

- Weitere Themen waren: Höhentriangulationsketten und die möglichst genaue Höhenbestimmung des Punktes Jungfraujoch (wo eine absolute Schweremessung durchgeführt wird), ferner dreidimensionale Netze mit astronomischen Beobachtungen zur Bestimmung von Lotabweichungen.

Aus diesen Gebieten wird jedem Diplomanden eine schriftliche Diplomarbeit gestellt, die oft auf die Lösung einer grösseren Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate hinausläuft. Eigentliche wissenschaftliche Arbeiten können bei der kurzen Zeit, die den Diplomanden zur Verfügung steht

- 3 Wochen für Kulturingenieure, 7 Wochen bzw. 3+4 Wochen für Vermessungsingenieure –, allerdings nicht ausgeführt werden.



Abb. 3 Diplomvermessungskurs: Studenten am Theodolit (Grindelwald, Blick Richtung Eiger)

Trotzdem ist es oft erstaunlich, was in einer so kurzen Zeit von den Diplomanden bei vollem Einsatz erreicht werden kann.

Beispiele von Diplomarbeiten sowie Arbeiten aus dem Vermessungskurs I liegen am Tag der offenen Tür auf.

### 2.3 Praktische Arbeiten, Entwicklung und Forschung

Die Hochschulen sind traditionell der Einheit von Lehre und Forschung verpflichtet. Nur wenn neben den Unterrichtsaufgaben auch eigene Beiträge im Bereich Forschung und Entwicklung geleistet werden, besteht Gewähr dafür, dass der Unterricht mit der neuesten Entwicklung eines Fachgebietes Schritt halten kann: Auf der Basis von persönlichen Erfahrungen in Teilgebieten können Entwicklungen auch auf anderen Teilgebieten besser und kritischer beurteilt werden.

Beim gegebenen Personalbestand des Lehrbereichs und der Priorität der Unterrichtsaufgaben muss es allerdings einleuchten, dass der Umfang solcher Beiträge zur Forschung notwendigerweise sehr begrenzt ist.

#### 2.3.1 Praktische Arbeiten

Ein grösserer Teil der Assistenten hält sich am Institut nur wenige Jahre auf, um sich beruflich weiterzubilden. Auf die anschliessende Zeit der praktischen Berufstätigkeit sollen sie im Institut auch durch praxisbezogene Arbeiten vorbereitet werden. In diesem Sinne werden im Lehrbereich auch Arbeiten wie die folgenden durchgeführt, z. T. im Rahmen von Diplomkursen.

- Bestimmung von Geländerutschungen oder von Deformationen von Bauwerken, z. B. Staumauern,
- Triangulationen 3. und 4. Ordnung sowie von Verdichtungsnetzen für die Grundbuchvermessung,
- Spezialaufgaben, besonders mit Einsatz von präzisen elektronischen Distanzmessern: Netze zur Bestimmung langfristiger (geologisch; kurzfristiger bzw. rezenter) Krustenbewegungen.

#### 2.3.2 Entwicklungsarbeiten

Die Konzeption, Projektierung und Realisierung der Einrichtungen der neuen Forschungsräume im Bereich Vermessung (Geodät. Praktikum, Messkeller usw.) haben die Mitarbeiter dieses Lehrbereiches in den letzten Jahren stark beansprucht. Solche Arbeiten sind ziemlich zeitaufwendig, und es mussten daher andere Forschungsvorhaben etwas zurückgestellt werden. Immerhin wurden so die Grundsteine für künftige wissenschaftliche Untersuchungen gelegt, die auch in Publikationen der nächsten Jahre zum Ausdruck kommen sollten.

Weitere Entwicklungsarbeiten wurden vom Lehrbereich im Bereich Computerprogrammierung geleistet. Es darf insbesondere auf zwei Programme hingewiesen werden, die an andern Hochschulen und in der Praxis Eingang gefunden haben:

- Netz -3D, ein Programm, welches die Berechnung von allgemeinen geodätischen Lage- und Höhennetzen, aber auch dreidimensionalen Netzen erlaubt,
- Planetz, ein Programm für die grafische Darstellung von Triangulationsnetzplänen mit einem Plotter.

#### 2.3.3 Forschungsarbeiten

Im Bereich der angewandten Forschung stehen folgende Themenkreise im Vordergrund:

##### 1) Vermessungsinstrumente und -methoden

Zu diesem Thema sind am Tag der offenen Tür einige Demonstrationen vorgesehen:

- Im geodätischen Praktikum (C71.3) werden die gebräuchlichsten Methoden und Instrumente vorgestellt: wie optische und elektronische Distanzmessung, Höhenbestimmung durch Nivellement oder trigonometrisch (mit Theodolit), Methoden der Planaufnahme im Feld, insbesondere Messtisch und Kippregel (Grundprinzip: Siehe Titelblatt dieses Heftes).
- Auf dem HIL-Dach werden Theodolite (auch astronomische, durch den LB 05) und elektronische Distanzmesser im praktischen Einsatz gezeigt. (Abb. 4)
- Im Messkeller werden die genauesten Methoden der Distanzmessung besonders im kurzen Distanzbereich vorgeführt.  
Beispiele mit ihrer Messgenauigkeit (Standardabweichung):
- Mekometer ME 3000 Kern:  
 $\pm (0.2 \text{ mm} + 1 \cdot 10^{-6} \cdot D) = \pm 1.2 \text{ mm/km}$
- Messung mit Invardrähten:  
Distinvar CERN:  $\pm 0.02 \text{ mm/20 m}$



Abb. 4 EDM-Gerät (Wild Di3S) vor Lehrgebäude HIL.

- Interferometrie:  
HP Laser-Interferometer 5526 A:  
 $\pm (0.2\mu + 0.4 \cdot 10^{-6} \cdot D) = 0.6\mu/\text{m}$   
bzw.  $20\mu/50 \text{ m}$ .

Dieses Gerät wird auch für die Eichung anderer Geräte verwendet.

##### 2) Methodische Untersuchungen

Hier standen in den letzten Jahren folgende Themen im Vordergrund:

- Dreidimensionale Berechnung von geodätischen Netzen, im Gegensatz zur üblichen getrennten Lage- und Höhenberechnung.
- Einfluss von Lotabweichungen und Geoidhöhen in solchen Netzen,
- Bestimmung von Lotabweichungen aus astronomischen Beobachtungen bzw. durch Berechnung aus Massen mit anschliessender Interpolation.
- Probleme der trigonometrischen Höhenbestimmung und der Refraktion im Gebirge.

##### 3) Allgemeine Vermessungsmethoden

In der Vermessungspraxis spielen auch Methoden, die in der Lehre dem Bereich Höhere Geodäsie zugeordnet sind, eine bedeutende Rolle:

- Die astronomische Geodäsie (Orts-, Zeit- und Azimutbestimmung) ist eine der ältesten Vermessungsmethoden, die auch heute noch, in entwickelten und unterentwickelten Ländern, von Bedeutung ist. Solche Arbeiten werden auch in Diplom-Vermessungskursen durchgeführt.
- Einige Methoden der Satellitengeodäsie haben nicht nur wissenschaftliche Zielsetzungen, sondern bieten auch enorm praktische Anwendungen für die Landesvermessung. Daher muss ihnen in Zukunft auch in diesem Lehrbereich, der sich generell mit allgemeinen Vermessungsmethoden befasst, mehr Beachtung geschenkt werden. Erwähnt sei insbesondere die Satelliten-Doppler-Methode, welche in einfacher Weise eine wesentlich höhere Genauigkeit der Punktbestimmung (ca. 10x höher) als die klassische astronomische Methode ergibt. Sie kann irgendwo auf der Erdoberfläche – in einem unvermessenen Entwicklungsland oder auf einer Insel – eingesetzt werden und erlaubt die Bestimmung von geozentrischen rechtwinkligen Koordinaten oder von Länge, Breite und Höhe eines Standortes in relativ kurzer Zeit.

##### Schlussbemerkung

An dieser Stelle war ein kleiner Beitrag vorgesehen, aus dem hervorgeht, dass die einfachsten Fragestellungen der Vermessungskunde sehr oft untrennbar mit den Begriffen der „Höheren Geodäsie“ verbunden sind. Aus Platzgründen soll er in einem späteren Heft erscheinen.

### 3. Lehrbereich Amtliche Vermessung (03)

#### 3.1 Allgemeines

Der Lehrbereich (LB) 03 steht unter der Leitung von Prof. Dr. H. Matthias. Ihm stehen als Lehrgruppe 3 Assistenten, z. Zt. ein Forschungsassistent und zu dem 4 Ingenieure aus der Praxis als Teilzeitmitarbeiter für Übungen, Praktika und Kurse zur Verfügung.

#### 3.2 Lehre

Der Lehrbereich 03 führt Lehrveranstaltungen an den Abteilungen II für Bauingenieurwesen und VIII für Kulturtechnik und Vermessung durch. Für drei dieser Lehrveranstaltungen ist der LB allein zuständig, und bei drei weiteren wirkt der LB zusammen mit den übrigen Professoren und Lehrbereichen des IGP.

#### 3.2.1 Übersicht über die Lehrveranstaltungen

Semester	Abteilung	Lehrveranstaltung
1		
2	II	Vermessung I
3	II	Vermessung II
4	II VIIIA	Vermessungskurs Amtliche Vermessungswerke I
5		
6	VIIIB VIIIB	Amtliche Vermessungswerke I Ingenieurvermessung
7	VIIIA,B VIIIB	Seminar Kultur und Vermessungstechnik Amtliche Vermessungswerke II Seminar Geodäsie
8	II,VIIIA VIIIB VIIIA,B	Ingenieurvermessung Seminar Geodäsie Diplom-Vermessungskurs Mitwirkung (alle 2 Jahre)

#### 3.2.2 Zielsetzung und Inhalt der einzelnen Lehrveranstaltungen

##### Vermessung /

Überblick über Aufgaben und Bedeutung der Vermessung im Bauwesen. Masseinheiten, Einführung in die geometrische Optik und die geodätische Instrumentenkunde. Theorie und Praxis von Distanzmessung, Winkel- und Höhenmessung.

Ziel: Einführung in die Vermessungskunde. Praktischer Einsatz der Instrumente.

Umfang: V: 2 Std, U: 3 Std

#### Vorübungen Vermessung I

Themen	Ort	Instrumente
Nivellierinstrument	Gedeckter Arbeitsplatz HPP	Libellen - Nivellier-Instrument
Sekundentheodolit	Praktikumsraum HIL	Wild T2
Ingenieurtheodolit	Gedeckter Arbeitsplatz HPZ	Kern K1 A

#### Hauptübungen Vermessung I

Themen	Ort	Instrumente
Satz- und Höhenwinkelmessung	Messattika HIL	Wild T2
Polaraufnahme mit Ingenieurtheodolit	Messgarten Brücke	Kern K1 A
Bautechnisches Streckennivellement	Hönggerberg	Libellen-Nivellier-Instrument
Kotierte Orthogonalaufnahme	Messgarten HPT	Bau-Nivellier-Instrument

Ziel: Einführung in die Vermessungskunde. Praxis im vermessungstechnischen Koordinatenrechnen und in der Anwendung der Fehlertheorie.

Umfang: V: 2 Std, U: 2 Std

#### Übungsprogramm

- Einfaches und allgemeines arithmetisches Mittel.
- Reduktion der Satzmessung mit Fehlerrechnung. Berechnung von Höhenwinkeln mit Fehlerrechnung.
- Das Fehlerfortpflanzungsgesetz.
- Berechnung des Streckennivellements. Ausgleichen von Beobachtungen, deren Summe einen Sollwert hat. Fehlerrechnung.
- Berechnen von Azimuten und Vektoren. Koordinatenberechnung bei orthogonaler Aufnahme.
- Abriss. Berechnen des einfachen Vorwärtseinschneidens.
- Berechnen des einfachen Rückwärtseinschneidens.
- Graphische Ausgleichung des mehrfachen kombinierten Einschneidens.
- Berechnen und Ausgleichen des Polygonzuges.
- Trigonometrische Höhenberechnung.
- Koordinatenberechnung bei der Strassenrassierung.
- Berechnen von Koordinaten und Rückversicherungen einer Übergangsklothoide.

##### Vermessung II

Einführung in die Fehlertheorie. Überblick über das schweizerische Vermessungswesen. Das Projektionssystem. Vermessungstechnisches Koordinatenrechnen. Messverfahren und Methoden zur Bestimmung der Koordinaten und Höhen von Fixpunkten sowie zur Aufnahme von Situationsplänen und Geländehöhen. Anwendungen im Bauwesen: Grundlagenbeschaffung. Projektdefinition. Absteckung und baubegleitende Vermessungen. Gelände- und Bauwerküberwachung.

## Vermessungskurs II Thusis

	GRUPPE 11 - 14			GRUPPE 21 - 24			GRUPPE 31 - 34			GRUPPE 41 - 44		
SONNTAG	20.30 UHR THEORIE LEITER: HM											
MONTAG,	VORMITTAG	POLYGONZUG, MESSEN	WU/KS	TACHYMETRISCHE AUFNAHME	OS/SCH	QUERPROFILE, AUFNAHME AUSWERTEN	WW/MU	BAUABSTECKUNG, BERECHNEN	BR			
	NACHMITTAG		WU/KS			QUERPROFILE, AUSWERTEN PROFILIERN	WW	BAUABSTECKUNG, ABSTECKEN	BR/MU			
	ABEND	19.45 - 20.30 UHR THEORIE LEITER: HM										
DIENSTAG,	VORMITTAG	POLYGONZUG, AUSWERTEN	WU	POLYGONZUG, MESSEN	MU/KS	BAUABSTECKUNG, BERECHNEN		WW/BR	TACHYMETRISCHE AUFNAHME	OS/SCHN		
	NACHMITTAG	ELEKTRONISCHE DISTANZMESSUNG MESSEN	WU/BR		MU/KS	BAUABSTECKUNG, ABSTECKEN		WW/SCHN			OS	
	ABEND	SELBSTÄNDIGE ARBEITEN										
MITTWOCH,	VORMITTAG	TACHYMETRISCHE AUFNAHME	OS/SCH	POLYGONZUG, AUSWERTEN	MU	POLYGONZUG, MESSEN	WU/KS	QUERPROFILE, AUFNAHME AUSWERTEN	WW/BR			
	NACHMITTAG		OS/SCH	ELEKTRONISCHE DISTANZMESSUNG MESSEN	MU/BR		WU/KS	QUERPROFILE, AUSWERTEN PROFILIERN	WW			
	ABEND	19.45 - 20.45 UHR VORTRAG: PLANUNG, BAU, UNTERHALT DES STRASSENNETZES IN EINEM BERGKANTON, REFERENT: KANTONSINGENIEUR FUHR										
DONNERSTAG,	VORMITTAG	QUERPROFILE, AUFNAHME AUSWERTEN	BR/WU	BAUABSTECKUNG, BERECHNEN		WW	TACHYMETRISCHE AUFNAHME	OS/SCHN	POLYGONZUG, MESSEN		MU/KS	
	NACHMITTAG	QUERPROFILE, AUSWERTEN PROFILIERN	BR	BAUABSTECKUNG, ABSTECKEN		WW/WU		OS/SCHN			MU/KS	
	ABEND	SELBSTÄNDIGE ARBEITEN										
FREITAG,	VORMITTAG	BAUABSTECKUNG, BERECHNEN	BR	QUERPROFILE, AUFNAHME AUSWERTEN	WW/OS	ELEKTRONISCHE DISTANZMESSUNG MESSEN	WU/SCHN	POLYGONZUG, AUSWERTEN	MU/KS			
	NACHMITTAG	BAUABSTECKUNG, ABSTECKEN	BR/SCH	QUERPROFILE, AUSWERTEN PROFILIERN	WW/OS	POLYGONZUG AUSWERTEN	WU	ELEKTRONISCHE DISTANZMESSUNG MESSEN	MU/KS			
	ABEND	19.45 UHR GEMEINSAMER ABEND										
SAMSTAG,		SELBSTÄNDIGE ARBEITEN										
		9.45 UHR SCHLUSSBESPRECHUNG, ENTLASSUNG										

## Vermessung II, Feldkurs

Fixpunktbestimmung. Absteckung. Geländeaufnahmen.

Ziel: Praktische Erfahrung bei der Anwendung von Instrumenten und Methoden.

Umfang: U: 1 Woche

## Amtliche Vermessungswerke I

Inhalt und Bedeutung der amtlichen Vermessung. Geschichte des schweizerischen Vermessungswesens. Berufsausbildung, Berufsausübung und Berufsorganisation. Rechtsgrundlagen und Finanzierung der Werke. Organisation der amtlichen Vermessung, Auftraggeber, Unternehmer, Verifikation. Einige besondere vermessungstechnische Verfahren in der amtlichen Vermessung. Die Vermarkung, Einleitung, Durchführung und Abschluss.

Ziel: Bedeutung der amtlichen Vermessung darstellen. Überblick und Zusammenhänge sowie theoretische Grundlagen für die Praxis vermitteln.

Umfang: V: 2 Std

## Lehrveranstaltungskalender Ingenieurvermessung

Art	Themen	Datum	Gruppe A		Leiter	Datum	Gruppe B		Leiter
			Ort	Leiter			Ort	Leiter	
V	Vermessung im Bauwesen	30.4.	HIL E 6	HM		30.4.	HIL E 6	HM	
V	Bauorganisation und Vermessung	7.5.	HIL E 6	HM		7.5.	HIL E 6	HM	
Ue	Kommunales Vermessungswesen	18.6.	Feld	MG		14.5.	Feld	MG	
V	Bautoleranzen + Vermessungstoler.	21.5.	HIL E 6	HM		21.5.	HIL E 6	HM	
Ue	Eisenbahn-vermessung	14.5.	Feld	FE		11.6.	Feld	FE	
V	Instrumente	28.5.	HIL E 6	HM		28.5.	HIL E 6	HM	
Ue	Bauwerk-überwachung	11.6.	Feld	HM		18.6.	Feld	HM	
V	Vermessung für Tunnel + Stollen	25.6.	HIL E 6	HM		25.6.	HIL E 6	HM	
Ue	Bauvermessung Flughafen Kloten	2.7.	Feld	PK		2.7.	Feld	PK	

## Amtliche Vermessungswerke II

Die Triangulation IV. Ordnung. Die Parzellarvermessung. Der Übersichtsplan. Einleitung, Durchführung und Abschluss für die Neuerstellung dieser Werke, die Nachführung, den Unterhalt

und die Erneuerung. Besondere Bedeutung der Methoden. Photogrammetrie und numerische und graphische Datenverarbeitung. Ausblick Mehrzweckkataster. Umschau in Nachbarländern.

Ziel: Bedeutung der amtlichen Vermessung darstellen. Überblick und Zusammenhänge sowie theoretische Grundlagen für die Praxis vermitteln.

Umfang: V: 1 Std, U: 2 Std

Die Übungen sind ein geführtes Praktikum. Die Themen sind alle aus der Parzellarvermessung gewählt. Die Teilnehmer fertigen sich eine Dokumentationsmappe an: Zeichnen eines Originalplanausschnittes, Entwerfen eines Polygonnetzes, Berechnungsübungen, Praxis mit Orthogonal- und Polar-Koordinatograph, Planimeter und Digitalisiergerät, Originalplan konstruieren, Flächenberechnung. Nachführungsübung Parzellarvermessung mit konventionellen Mitteln und mit EDV.

#### **Ingenieurvermessung**

Bedeutung und Aufgaben der Vermessung im Ingenieurwesen. Vermessung als Bestandteil der Projekt- und Bauorganisation. Vertiefen von Instrumentenkunde und Methoden. Anwendungen: Thematische Gliederung mit Plangrundlagen und Koordinaten, Projektdefinition, Absteckung und baubegleitende Vermessungen, Ausführungsplanwerke, Bauüberwachung und Beweissicherungs-Aufnahmen. Didaktische Gliederung: Aufgabe formulieren, Genauigkeitsanalyse, Wahl von Instrumenten und Methoden, Vorbereitung Messungen, Auswertung, Darstellung der Resultate.

Ziel: Schulung des zweckmässigen Einsatzes der Vermessung im Ingenieurwesen.

Umfang: V: 2 Std., U: 1 Std.

### **3.3 Forschung**

#### **3.3.1 Laufende Projekte**

##### **Reform der amtlichen Vermessung**

Aufgrund einer Studie von Prof. Dr. H. Matthias und einem gemeinsamen Forschungsprojekt zusammen mit Prof.

R. Conzett ist das Projekt Reform der amtlichen Vermessung des Eidg. Justiz- und Polizeidepartements entstanden. An der Projektleitung unter der Leitung des Vermessungsdirektors und an der Projektbearbeitung mit fünf Arbeitsgruppen mit ca. 30 Mitarbeitern aus Verwaltung, Praxis und Unterricht ist das Institut für Geodäsie und Photogrammetrie beteiligt. Zielsetzung sind vollzugsbereite Grundlagen für Rechtselasse, Organisation und Strukturen, Administration, Finanzierung, Methodik und Technik der Ausführung.

#### **Dynamische Profilaufnahme im Straßenbau**

Im rollenden Verkehr bis zu einer Geschwindigkeit von ca. 70 km/Std. sollen Querprofile mit einem minimalen Profilintervall von ca. 5 m und mit Horizontbezug aufgenommen werden. Genauigkeit  $\sigma_H = 0.5 \text{ mm}$ . Es gilt, die Schäden (Verschleiss, Spurrinnen, Unterbauschäden) sowie evtl. die grösste Kategorie der Rauigkeit zu erfassen. Das sind i) die Muldentiefe gegenüber einem quer und schief aufgelegten Bezugsstab von verschiedener konstanter Länge und ii) die theoretische Wassertiefe, das heisst die Muldentiefe gegenüber dem Horizont sowie evtl. iii) die grössten Strukturen der Makrotextur. Resultatangabe: Querprofil wahlweise graphisch in beliebigem Massstab und/oder digital. Statistische Kennwerte zur Qualifizierung der Ebenheit, der theoretischen Wassertiefe und der grössten Makrotextur.

Ziel ist die Entwicklung und der Bau eines Messwagens mit eingebauter geeigneter Hardware sowie die Ent-

wicklung der Software für die teilweise online und teilweise offline Auswertung mit vorhandenen Apparaten und Rechnern als Gemeinschaftsarbeit des Instituts für Geodäsie und Photogrammetrie, des Instituts für Strassen-, Eisenbahn- und Felsbau sowie weiteren Forschungsstellen, insbesondere Institut für technische Physik, Institut für Mechanik und Ingenieurschule Biel, Abteilung Automobiltechnik.

#### **Profilaufnahme im Untertagebau**

Eine ganz ähnliche Aufgabe soll für den Untertagebau gelöst und dafür ein relativ handliches, transportables Gerät entwickelt und gebaut werden, das statisch oder dynamisch zum Einsatz gebracht werden kann. Es ist das Prinzip der parallaktischen Lasertelemetrie vorgesehen mit automatischer digitaler Messwerterfassung. Dieses Projekt wird in Zusammenarbeit mit Dr. T. Celio, Lehrbeauftragter an der ETH, realisiert.

### **3.3.2 Vorgesehene weitere Forschungsarbeiten**

- Räumliches Modell für à priori Berechnung von Genauigkeiten im Bauwesen.
- Profilvermessung hoher Genauigkeit im Wasserbau.
- Lösung von Vermessungsaufgaben im Ingenieurwesen mit unkonventionellen photogrammetrischen Aufnahmedispositionen.
- Ausgleichung von hybriden, räumlichen Beobachtungssystemen in der Bauwerküberwachung.
- Normen über Messen und Vermessen im Bauwesen.

## **4. Lehrbereich Photogrammetrie (02)**

### **4.1 Allgemeines**

Der Lehrbereich 02 wird von Prof. Dr. H. Schmid geleitet. Ihm sind drei Assistentenstellen zugeteilt.

In der Vergangenheit hat sich die Photogrammetrie zu einer bedeutungsvollen Teildisziplin des Vermessungswesens, vor allem zur Herstellung topographischer Karten und Pläne, entwickelt.

Auf den allgemeinen Gebieten von Wissenschaft und Technik wird die Photogrammetrie für die Lösung mess-technischer Aufgaben in bezug auf die verschiedensten Bereiche in steigender Masse verwendet, vor allem dort, wo berührungslose Ausmessung von beliebig geformten Objekten nötig ist oder zeitlich rasch veränderliche Zustände in geometrischer Hinsicht erfasst werden sollen.

In der Vorbereitung industrieller Produktion findet die Photogrammetrie auf

Grund ihrer sich stetig verbessernden Ökonomie vermehrte Anwendung.

Da das Gebiet der Photogrammetrie besonders automationsfreundlich ist, werden durch die Integration der elektronischen Datenverarbeitung wie auch mit der Verwendung von besonders schnell arbeitenden Computern, im Sinne des Begriffes der Echtzeitberechnungen, diese modernen technischen Möglichkeiten als Steuerungshilfen entsprechender Auswertegeräte angewendet.

Damit ergibt sich die Forderung, die Photogrammetrie als ein Informationssystem zu verstehen.

Es ist dabei wohl selbstverständlich, dass sich die Methoden und Anwendungsbereiche der Photo-Interpretation

während der letzten Jahrzehnte sprunghaft und eigenständig entwickelt haben.

Was ist nun eigentlich Photogrammetrie?

Sehr vereinfacht ausgedrückt: die Verwendung von Abbildungen, vornehmlich – aber nicht ausschliesslich – von Photographien, hauptsächlich zur Rekonstruktion der Geometrie, d. h. der Form und Grösse des auf dem Bild beziehentlich auf den Bildern dargestellten Gegenstandes. Die Tatsache, dass solche Abbildungen von geeignet ausgewählten Standpunkten aus aufgenommen werden müssen, ist für diese Erklärung von untergeordneter Bedeutung. Es soll hier genügen festzustellen, dass sich in der Luftphotogrammetrie die Aufnahmekammer – eine sogenannte Messkammer – in einem Flugzeug befindet, während bei der terrestrischen Photogrammetrie ein solcher, grundsätzlich gesprochen, photographischer Apparat auf erdfesten Standpunkten zur Aufstellung kommt.

Ausser den fast klassisch zu nennenden Anwendungsgebieten, wie Ingenieurvermessung, Messungen auf dem Gebiet der Architektur oder der Denkmalspflege, d. h. also des Kulturgüterschutzes, gehören in diesen Bereich auch Messungen der Ballistik sowie die geometrische Satellitengeodäsie. Daneben gehört aber auch zur Photogrammetrie im weiteren Sinn die Verwendung von Abbildungen zur Bestimmung von qualitativen Eigenschaften der bildmässig erfassten Gegenstände. Die sogenannte Bild-Interpretation befasst sich dabei heute nicht nur mit dem klassischen Luftbild, sondern auch mit Bildern, die teilweise mit neuartigen Sensoren, vornehmlich von Satelliten aus, aufgenommen werden und deren Interpretation zum Gebiet der modernen Fernerkundung gehört.

## 4.2 Lehre

In bezug auf die Lehre ist es heute wichtig, die photogrammetrische Messmethode von den begrifflichen Grundlagen, die ihre Wurzeln in der Optik, der Chemie und der angewandten Geometrie haben, über mathematische Formulierung bis zu den praktischen Ergebnissen mit Genauigkeitsangaben hin, in geschlossener Darstellung aufzubauen. Dabei muss als Ziel die Forderung erfüllt werden, die photogrammetrische Methode in die allgemeine Auswertephilosophie von Messverfahren einzurordnen.

Einmal muss dabei der an Beispielen am ‚Tag der offenen Tür‘ demonstrierten klassischen Auswertemethode Rechnung getragen werden, wie sie mit Hilfe von sogenannten Analog-Geräten ausgeführt wird. Diese Auswertegeräte

lösen mit Hilfe von optisch-mechanischen Komponenten – im Grunde genommen – durch Umkehrung des Abbildungsvorganges die photogrammetrischen Grundgleichungen. Dazu gehört heute auch die Orthophotographie, deren Bedeutung immer noch wächst und die es ermöglicht, über computergestützte Umbildverfahren, im Sinne von differentialer Entzerrung, die Dreidimensionalität des Objektes streng zu berücksichtigen. Als typisches Anwendungsgebiet sei hier die Transformation des an und für sich schon kartenähnlichen Luftbildes in eine massstabs- und lagetreue, also in eine einer konventionellen Landkarte entsprechende Abbildung erwähnt. Das Potential der elektronischen Datenverarbeitung verlangt von der Lehre die Übermittlung von ins Detail gehendem und ins Praktische umsetzbarem Wissen und Können in bezug auf das als numerische oder digitale oder analytische Photogrammetrie bezeichnete Gebiet.

## 4.3 Forschung

In der Forschung – vielleicht etwas weniger anspruchsvoll, aber dafür richtiger gesagt –, in der Weiterentwicklung der photogrammetrischen Methode zeichnen sich heute folgende Tendenzen ab:

Die computergestützte Photogrammetrie ermöglicht, sei es durch reine digitale Datenverarbeitung, sei es durch die Verwendung des Echtzeitpotentials der Microprozessoren, einmal eine Verfeinerung des der Auswertung zugrunde liegenden mathematischen Modells, um bisher nur sehr begrenzt erfassbare physikalische Einflüsse in bezug auf den photogrammetrischen Aufnahmeprozess berücksichtigen zu können, zum anderen verspricht die Weiterentwicklung gerade aufgrund der digitalen Datenverarbeitung durch die sich ergebende Universalität der Anwendungsmöglichkeiten auch ökonomische Vorteile.

Die in der algebraischen Formulierung des mathematischen Modells mögliche, der Wirklichkeit näher kommende Simulation des Aufnahmeverganges erhöht die Wirklichkeitstreue des Modells, mit anderen Worten, eliminiert systematische Fehler und erlaubt durch die digitale Behandlung der Messdaten die vom fehlertheoretischen Standpunkt zu begrüssende, statistisch korrekte Verarbeitung überschüssiger Information zu genaueren Ergebnissen.

Auf das für die Praxis Entscheidende reduziert, ist eine Antwort auf die Frage zu finden, inwieweit eine gesteigerte Komplexität der Modellvorstellung mit Hilfe der heute zur Verfügung stehenden Technologie entweder bei gleich-

bleibendem wirtschaftlichem Einsatz zu genaueren Resultaten führt oder gewisse Genauigkeitsanforderungen ökonomischer erfüllt werden können.

Neben der typisch photogrammetrischen Problemstellung wird der Gesamtkomplex der photogrammetrischen Datenverarbeitung an der Schnittstelle: photogrammetrische Auswertung – kartographische Weiterverarbeitung durch heute zur Verfügung stehende Technologie beeinflusst. Die sich in der zurückliegenden Zeit als ziemlich unveränderlich erweisende Arbeitsaufteilung zwischen Photogrammetern und Kartographen ist durch die Möglichkeit interaktiver Datenbehandlung und Datenverwaltung zu einer interdisziplinären Frage über Arbeitsgebietabgrenzung geworden, die durch entsprechende Systemanalyse vor allem in bezug auf ökonomische Fragen untersucht werden muss.

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sollen in bezug auf die Weiterentwicklung in der Photogrammetrie folgende Probleme genannt werden:

1. Entwicklung computergestützter Verfahren zur Steigerung der Ökonomie bei der Anwendung vorhandener Analog-Instrumente.

2. Reine numerische Auswertung, d. h. Berechnung quantitativer und statistisch bedeutungsvoller qualitativer Ergebnisse aus Bildkoordinaten, gemessen an Photographien, aufgenommen mit unterschiedlichsten Kameratypen in bezug auf Geometrie und Aufnahmeverfahren.

3. Die Verwendung der extrem hohen Rechengeschwindigkeit moderner Mini-computer durch sogenannte Echtzeit-schleifen als Steuerelemente für die Ablösung der mit Analog-Verfahren arbeitenden klassischen Auswertegeräte, vor allem in bezug auf grössere Universalität des mathematischen Modells der Auswertung.

4. Die interaktive Bearbeitung der aus der photogrammetrischen Auswertung resultierenden Ergebnisse im Sinne von Informations-Management bei der Herstellung von topographischen Karten und Plänen grösserer Massstäbe, bei deren Nachführung und beim Auszug entsprechender Information.

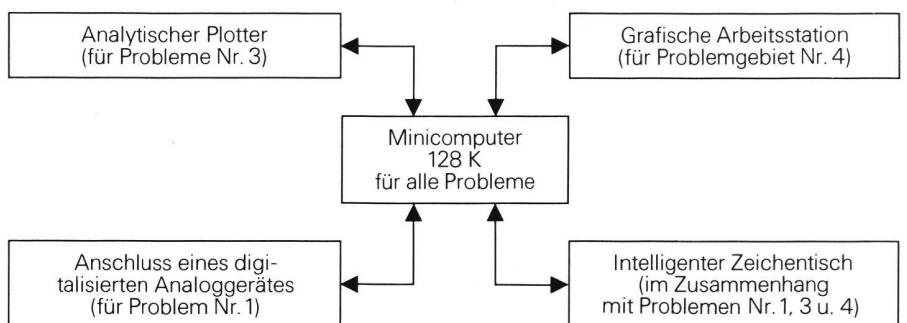
Der Anschaffung eines computergestützten photogrammetrischen Auswertesystems für den Lehrbereich 02 – Photogrammetrie wurde Anfang 1978 seitens der Schulleitung in Übereinstimmung mit dem Forschungsrat zugestimmt. Es handelt sich dabei nicht um die Beschaffung einer spezifischen Instrumentenkomponente, sondern um ein System, in dessen Mittelpunkt ein

leistungsstarker Minicomputer steht, um den herum peripherale Komponenten angeordnet sind, die den Gesamtbereich der sogenannten analytischen Auswertung unterstützen sollen. Die folgende Figur zeigt die Anordnung der zur Bearbeitung der genannten Probleme grundsätzlich nötigen Komponenten des angeschafften Systems.

Die Aufstellung dieses Systems begann im Spätherbst 1979. Es ist zu erwarten, dass in der ersten Hälfte von 1980 die restlichen Komponenten geliefert werden.

Mit Anfang Sommersemester 1980 sollte es möglich sein, erste problemorientierte Aufgaben, wie erwähnt, in Angriff zu nehmen. Es wird erwartet,

dass Ende 1980 dem Lehrbereich Photogrammetrie am IGP eine betriebsbereite Anlage zur Verfügung steht, um in Lehre und Forschung das Gebiet der computergestützten Photogrammetrie in wesentlichen Punkten zu bearbeiten. Diese Darstellung über Lehre und Forschung im Lehrbereich für Photogrammetrie wurde auf das Grundsätzlichste beschränkt. Die Worte sollen unsere Besucher am «Tag der offenen Tür» erinnern an das, was sie beim Institutrundgang zum Teil gesehen haben, es soll alle, denen es nicht möglich war, auf dem Gebiet der Photogrammetrie die Aktivitäten des Institutes selbst in Augenschein zu nehmen, vielleicht anregen, uns gelegentlich einen Besuch abzustatten. Für die am «Tag der offenen Tür» demonstrierte Bereitschaft zum Informations- und Gedankenaustausch finden Sie bei uns immer eine offene Tür.



## 5. Lehrbereich Fehlertheorie und Datenverarbeitung (01)

### 5.1 Allgemeines

Der Lehrbereich Fehlertheorie und Datenverarbeitung wird von Prof. R. Conzett geleitet. Ihm sind vier Assistentenstellen zugeteilt. Ferner gehören zur Zeit zwei weitere Mitarbeiter, die an Forschungsprojekten arbeiten, dazu.

### 5.2 Zum Unterricht

Der Lehrbereich ist gemäss geltendem Studienplan für folgende Lehrveranstaltungen verantwortlich:

*Fehlertheorie und Ausgleichungsrechnung I* für Kultur- und Vermessungsingenieure: 5 Std. mit Übungen.

Stoff: Vermittelnde Ausgleichung. Triangulation mit vermittelnder Ausgleichung. Bedingte Ausgleichung. Triangulation mit bedingter Ausgleichung. Verallgemeinerte Ausgleichungsformen. Anwendungen ausserhalb der Vermessung.

Ziel: Mathematische Modelle für Ausgleichungen formulieren, Berechnungen durchführen, Resultate interpretieren lernen.

*Fehlertheorie und Ausgleichungsrechnung II* für Vermessungsingenieure: 3 Std. mit Übungen.

Stoff: Fehlerfortpflanzung und Ausgleichung korrelierter Beobachtungen. Stufenweise Ausgleichung. Anwendungen der mathematischen Statistik in der Geodäsie: Tests, Zuverlässigkeit, Kollation.

Ziel: Beziehungen zur mathematischen Statistik pflegen, Anschluss an moderne Methoden herstellen.

*Elektronische Datenverarbeitung (EDV) in der Vermessung* für Kultur- und Vermessungsingenieure: 2 Std. mit Kolloquium.

Stoff: Bedeutung der EDV. Hardware. Software: Betriebssysteme, höhere Programmiersprachen, anwenderorientierte Programmpakete. Anwendungen der EDV auf: Triangulation, Parzellavermessung, Landinformationssysteme. Demonstrationen über automatisches Zeichnen, Güterzusammenlegung, Nachführung.

Ziel: Vermittlung von Grundlagen, Überblick über Zusammenhänge und Entwicklungstendenzen, Information über den heutigen Stand der praktischen Anwendung.

*Projektierung und Bau von Verkehrsanlagen mit EDV-Einsatz* für Bau- und Vermessungsingenieure: 2 Std. mit Demonstrationen.

Stoff: Grundsätzliches zum Einsatz der EDV bei der Projektierung von Verkehrsanlagen. Überblick über Einsatzmöglichkeiten. Sequentielle Programmreihen: Besprechung der Einzelprogramme. Integrierte Systeme: Begriff, Leitbilder, Realisierungen. Ausgewählte

Kapitel: Digitales Geländemodell, Perspektive Darstellungen, Optimierung, Entwicklungstendenzen.

Ziel: Kritisches Beurteilen und Anwenden der EDV, Motivieren zur aktiven Mitwirkung bei der weiteren Entwicklung.

*Kartenprojektionen* für Vermessungsingenieure: 3 Std. mit Übungen.

Stoff: Theorie der Verzerrungen, Tissot'sche Indikatrix. Spezielle Verzerrungstypen: konforme Abbildungen, flächenstreue Abbildungen. Netzbilder. Klassifikation von Netzentwürfen. Konstruktion von Netzen mit vorgegebenen Eigenschaften. Konforme Abbildungen der Kugel aus Randbedingungen. Konforme Abbildung des Rotationsellipsoids: komplexe Flächenvariable, Längenverhältnis und Meridiankonvergenz, Korrekturen.

Ziel: Vermitteln eines einheitlichen mathematischen Konzeptes zur Lösung aller kartographischen und geodätischen Fragen über Projektionssysteme.

*Seminare und Kurse:*

Der Lehrbereich beteiligt sich ferner an folgenden Lehrveranstaltungen:

*Kultur- und Vermessungstechnisches Seminar* für Kultur- und Vermessungsingenieure.

*Geodätische Seminare I und II* für Vermessungsingenieure.

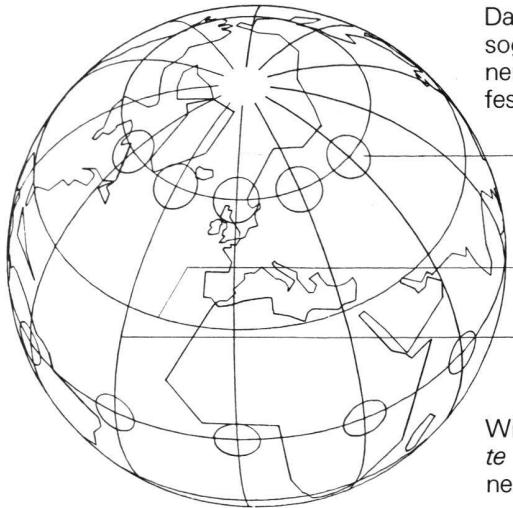
*Vermessungstechnischer Diplomkurs* für Kultur- und Vermessungsingenieure (4 Wochen im Feld).

## 5.3 Aus Forschung und Entwicklung: LANDINFORMATIONSSYSTEME (LIS) \*

### 5.31 Grundlagen: Die mathematische Abbildung der Erdoberfläche: Projektionssystem, Netzentwürfe

Die Erde ist angenähert eine Kugel

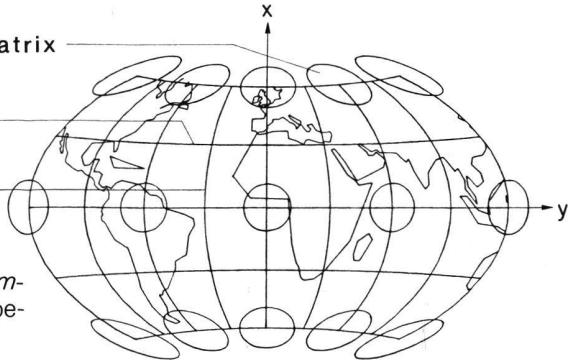
Pläne und Karten sind eben



Das *Abbildungsgesetz* legt das sog. *Projektionssystem* mit seinen *Verzerrungseigenschaften* fest.

Originalkreis  
Verzerrungsindikatrix  
Parallelkreis mit Breite B  
Meridian mit Länge L

Wie bildet man die *gekrümmte Erdoberfläche* auf ein *ebenes Kartenblatt* ab?



Beispiel für *Abbildungsgesetz*: (nach Hammer 1889)

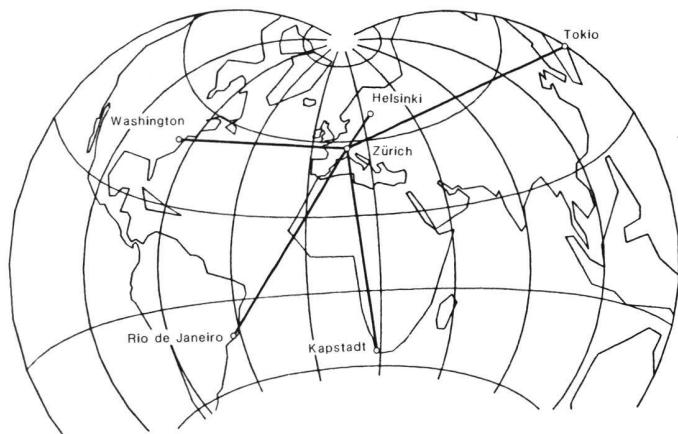
$$\begin{aligned} \cos B \cos \frac{L}{2} &= \cos \delta ; \quad 2 \sin \frac{\delta}{2} \cos \alpha = X \\ \frac{\sin B}{\sin \delta} &= \cos \alpha ; \quad 4 \sin \frac{\delta}{2} \sin \alpha = Y \end{aligned}$$

Projektionssysteme können durch entsprechende Gestaltung des *Abbildungsgesetzes* speziellen Bedürfnissen angepasst werden. Anpassungsfähige *Computer-Rahmenprogramme* erlauben, entsprechende Anwendungen rasch zweckentsprechend zu berechnen und darzustellen.

Das *Abbildungsgesetz* schreibt vor, wie Objekte auf der Erdoberfläche in ein *ebenes Koordinatensystem* abgebildet werden sollen. Damit wird eine erste grundlegende Vereinbarung über ein Landinformationssystem getroffen.

Beispiele für spezielle Bedürfnisse:

Abstandstreue, schiefachsige Azimutalprojektion



Schiefachsige, orthogonale Azimutalprojektion



Diese Abbildung erlaubt, vom Bezugspunkt Zürich aus die Entfernung auf der Kugel nach beliebigen Orten der Erde herauszumessen.

So sieht ein Teil der Erdoberfläche von einem weit entfernten (wählbaren) Beobachtungspunkt aus.

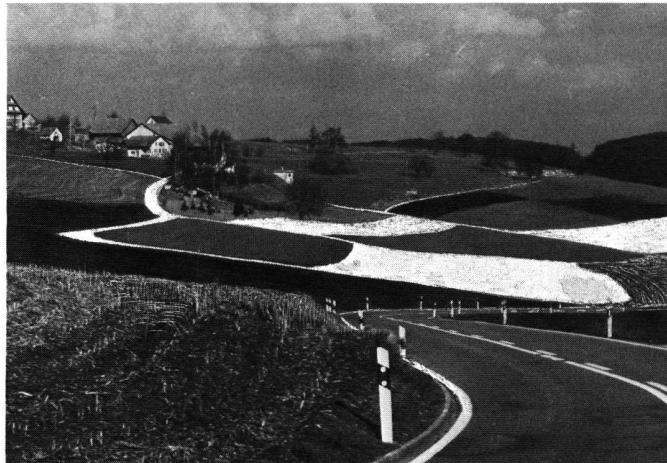
\*) Die folgende Darstellung ist in Anlehnung an die gleichzeitig zu gestaltende Ausstellung zum Tag der offenen Tür an der ETH-Hönggerberg entstanden.

### 5.32 Was ist ein Landinformationssystem?

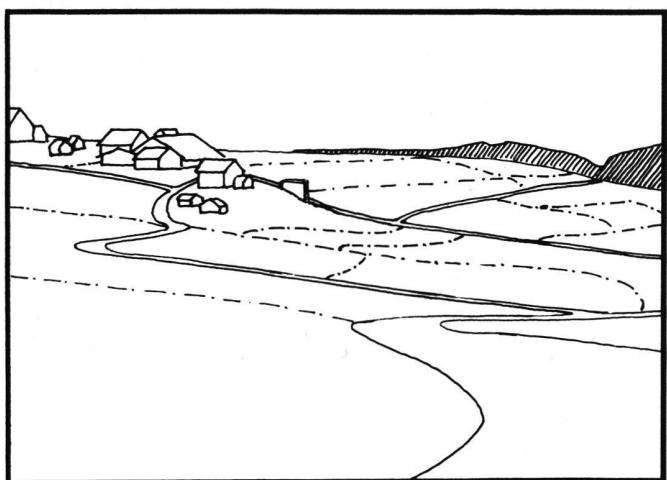
Landinformationssysteme wollen systematisch gesammelte und gespeicherte Daten verschiedenen Benutzern in geeigneter Form zugänglich machen.

Insbesondere sollen die Vermessungswerke nicht nur in ihrer heutigen, vorwiegend graphischen Form angeboten werden. Die offiziellen Vermessungsdaten können in Zukunft auch als Grundlage für eigenständige raumbezogene Datensammlungen verwendet werden.

Der Umgang mit Landinformationssystemen und deren Weiterentwicklung wird zu einer Dienstleistung des Ingenieur-Geometers. Er schafft damit Voraussetzungen für eine vielfältigere Nutzung der Vermessungswerke.



Aus der Vielfalt von Objekten und Sachverhalten in der Wirklichkeit...



...wird der Teil, der für einen bestimmten Kreis von Interessierten wichtig ist, in ein Modell aufgenommen.

An speziellen Aspekten eines Landinformationssystems interessiert sind z. B.:

- der private Grundeigentümer
- das Vermessungsamt
- das Bauamt
- das Grundbuchamt
- Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerke.

Allgemeinere Auswertungen sind interessant für:

- Politiker
- Planer
- Wissenschaftler.

### 5.33 Formen der Information

Ausgehend von einer Menge von gespeicherten Elementen (Daten), sollen Sachverhalte so dargestellt werden, dass das für den Anwender Wesentliche hervorgehoben wird. Gespeicherte elementare Daten können auf verschiedene Art zu verschiedenen Zwecken kombiniert werden und als Basis für weitere Verarbeitungen dienen.

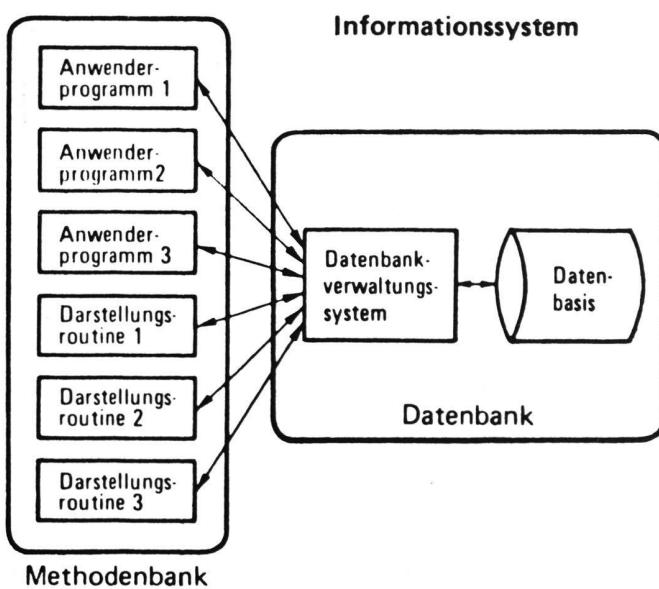


### 5.34 Der Computer als zweckmässiges Werkzeug

Computer werden nicht nur für Berechnungen, sondern auch für die Speicherung grosser Datenmengen eingesetzt, denn sie können ausserordentlich schnell einzelne gespeicherte Daten heraussuchen und nach Anweisungen kombinieren. Dazu wurden unter dem Begriff *(Datenbank)* für den Computer besondere Betriebsformen entwickelt: Grossre Datenbestände werden von speziellen Datenbankverwaltungssystemen verwaltet. Die Anwenderprogramme sind davon getrennt.

Datenbankverwaltungssysteme sorgen automatisch dafür, dass die gespeicherten Daten

- gegen Zerstörung durch Bedienungsfehler gesichert sind,
- gegen Einsicht oder Verfälschung durch Unberechtigte geschützt sind und
- keine Widersprüche enthalten.



### 5.35 Wie organisiert man computer-unterstützte Landinformationssysteme?

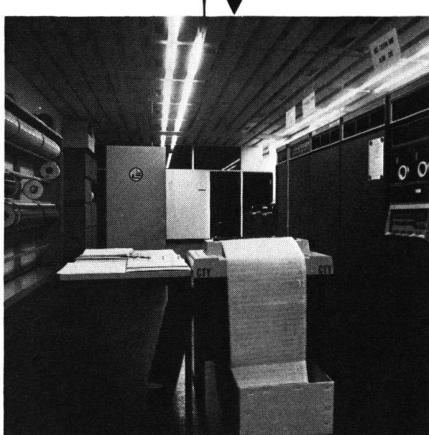
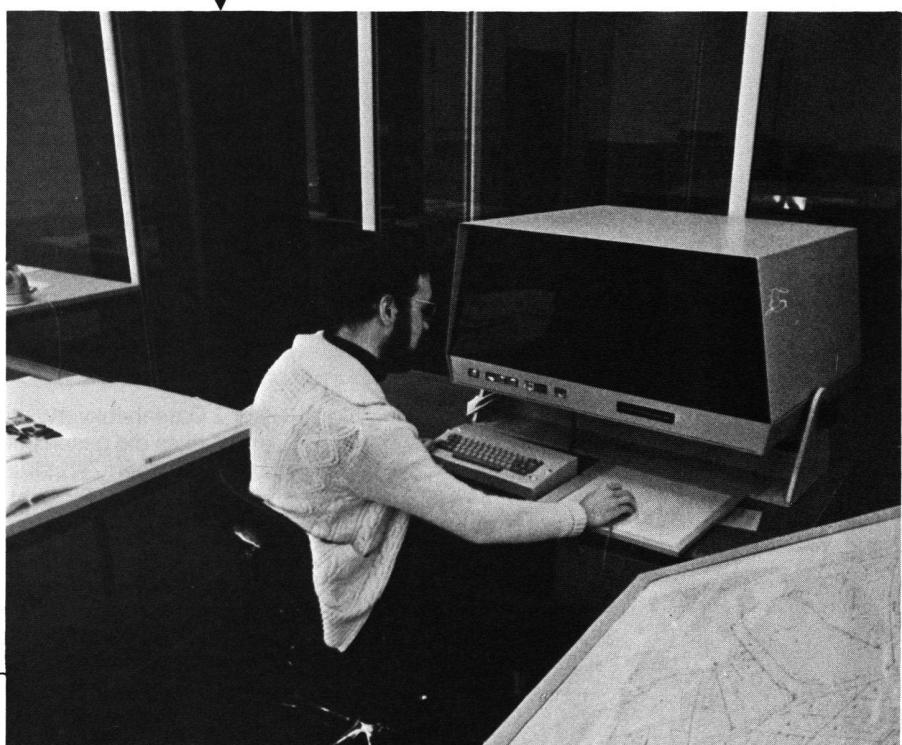
Am Anfang steht die *Datenerfassung*. Die im Landinformationssystem abzubildenden Objekte sind geometrisch korrekt zu erfassen, also zu vermessen. Für jede Vermessung müssen die einzusetzenden Methoden und Instrumente den Verhält-

nissen entsprechend sorgfältig disponiert werden. Dabei ist zwischen Neuvermessung, Nachführung und Katastererneuerung zu unterscheiden. Die automatische Datenregistrierung wird in Zukunft eine immer wichtigere Rolle spielen.



Im Mittelpunkt steht die *elektronische Datenverarbeitung* im Computer. Die technische Entwicklung begünstigt immer mehr kleine, aber dennoch leistungsfähige Computersysteme, die dezentral eingesetzt werden, dort wo die Daten anfallen und die auszuwertenden Informationen vorwiegend benötigt werden: im Büro des Ingenieur-Geometers.

Benutzer und Systeme müssen ihren spezifischen Fähigkeiten entsprechend aufeinander abgestimmt sein. Ein Optimum erreicht man mit benutzerfreundlichen graphisch-numerischen Dialogsystemen.



Besondere Arbeiten, wie etwa genaueste Zeichnungen, erfordern teure Geräte, die ökonomischer, und ohne Nachteil für den Arbeitsablauf, von verschiedenen Betrieben *gemeinsam* eingesetzt werden können.

Es gibt Auswertungen aus den gespeicherten Daten, die den Arbeitsbereich oder die EDV-Leistungsfähigkeit des einzelnen Ingenieurbüros überschreiten. Sie können in andern Auswertezentren, z. B. in kantonalen Verwaltungen, durchgeführt werden. Dazu werden die verlangten Daten über normale Telefonleitungen an solche zentralen Computer übermittelt.

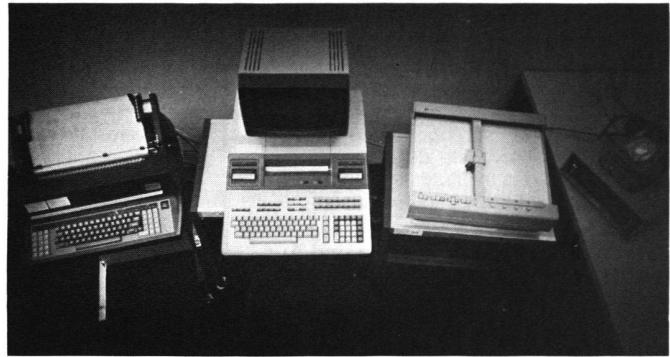
In solchen Rechenzentren können auch Kopien der dezentral gespeicherten Datenbestände gespeichert werden, damit diese bei allfälligem Verlust gesichert sind.

### 5.36 Beispiel mit Einzelheiten computer-unterstützte interaktive Triangulation

Interaktive Bearbeitung bedeutet, dass die Arbeit am Computer, im Dialog zwischen Ingenieur und System, abläuft. Dieses Frage- und Antwortspiel wird durch Bilder unterstützt. Oft werden Zusammenhänge in graphischer Form schneller erfasst, als wenn Zahlenreihen analysiert werden müssen.

Das Beispiel Triangulation steht hier stellvertretend für viele andere Anwendungen im Rahmen eines Landinformationssystems. Es ist Gegenstand eines Forschungsvorhabens, mit dem Ziel zu erforschen, wie die interaktive graphisch-numerische Beziehung zwischen Benutzer und System optimal gestaltet werden kann.

Im folgenden wird versucht, einen Ausschnitt aus der Phase Nettoptimierung darzustellen.



Dialog am alphanumerischen Bildschirm	Graphische Ausgabe am Bildschirm	Kommentar												
<p>Geben Sie die Gebietsgrenzen an: min y = ? 588 max y = ? 590 min x = ? 210 max x = ? 212</p> <p>In welcher Form wünschen Sie die Ausgabe? Liste (LI) oder Punktkarte (PU)? &gt;&gt;&gt; PU (hier erscheint die Punktkarte auf dem Bildschirm)</p> <p>... Welche Option wünschen Sie? Gebiet/Verbindung/Hilfe? &gt;&gt;&gt; VERBINDUNGEN</p> <p>...</p>	<p><b>Punktfeld</b></p> <p>PUNKTKARTE: 212 000 Netz: Spins 1</p> <table border="1"> <tr><th>Nr.</th><th>Y:</th><th>X:</th></tr> <tr><td>3</td><td>588 876</td><td>211 075</td></tr> <tr><td>4</td><td>589 498</td><td>211 177</td></tr> <tr><td>5</td><td>589 05</td><td></td></tr> </table> <p>Näherungs-koordinaten:</p> <p>...</p>	Nr.	Y:	X:	3	588 876	211 075	4	589 498	211 177	5	589 05		<p>Das nebenstehende Beispiel geht davon aus, dass in einem Gebiet sämtliche in Frage kommenden Fixpunkte bereits in einer Datenbank gespeichert seien.</p> <p>Zu Beginn müssen die in Frage kommenden Punkte aus der Datenbank herausgeholt und dargestellt werden.</p> <p>Das Programm bietet dem Benutzer dauernd Optionen (Arbeitsschritte) auf verschiedenen Ebenen an. Das entsprechende Niveau wird mit der Anzahl Klammern &gt;&gt; bezeichnet. Je nach der Wahl folgen weitere Fragen.</p>
Nr.	Y:	X:												
3	588 876	211 075												
4	589 498	211 177												
5	589 05													
<p>Beobachtungen löschen (LO) oder einfügen (EI)? EI</p> <p>... Stationspunkt? 9</p> <p>nicht gefunden! andere Station? 3</p> <p>Zielpunkt? 5</p> <p>Beobachtungsart? Richtung (RI), Distanz (DI)? RI</p> <p>...</p>	<p><b>Netz</b></p> <p>NETZPLAN: 211 500 Netz: Spins 1</p> <p>VERBINDUNGEN</p> <p>Station ? 3 Ziel ? 5 Beob. ? RTG Beob. ?</p> <p>...</p>	<p>Die Punkte werden nun vom Bearbeiter zum sukzessiven Aufbau eines Netzes verwendet, das laufend in der Datenbank gespeichert wird, das beliebig abgeändert und später wieder als Ganzes abgerufen und allenfalls modifiziert werden kann. Der Bildschirminhalt kann jederzeit auf Papier kopiert werden.</p>												
<p>Welche Option wünschen Sie? Vorbereiten/Normalgleichungen/Ellipsen? &gt;&gt;&gt; ELLIPSEN</p> <p>Massstab für Ellipsen? 1:0.5</p> <p>... Welche Option wünschen Sie? Punkte/Lagerung/A priori/Zuverlässigkeit? &gt;&gt;&gt; ZUVERL</p> <p>Massstab für Schranken? 1:1</p> <p>...</p>	<p>Netz + FE + Zuv.</p> <p>NETZPLAN: 211 500 Netz: Spins 1</p> <p>NETZ DARSTELLEN</p> <p>MITTL. FEHLER-ELLIPSEN Punkte ? 3,4,5</p> <p>MAX. UNZUVERLÄSSIGKEIT Punkte ? 5</p> <p>...</p>	<p>In der nebenstehenden Darstellung kann der Optimierungsprozess nur angedeutet werden. Sie möchte veranschaulichen, wie der Bearbeiter dauernd Entscheidungen trifft, Anweisungen gibt, etwa Verbindungen hinzufügt oder wegnimmt und sich so interaktiv sofort über die fehlertheoretischen Auswirkungen seiner Massnahmen informieren kann.</p> <p>Analog wird in einer späteren Phase nötigenfalls die Suche nach Messfehlern organisiert.</p>												